

Deteksi Otomatis Penyakit Kuku Menggunakan Deep Learning Berbasis CNN

^{1*}Alfiana Hidayati, ²Intan Nur Farida, ³Daniel Swanjaya

¹ Teknik Informatika, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ^{1*}alfiananyeol11@gmail.com, ²in.nfarida@gmail.com, ³daniel@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondens : Alfiana Hidayati

Abstrak—Penelitian ini bertujuan mengembangkan model klasifikasi citra kuku untuk mendeteksi kondisi sehat, *Koilonychia*, dan *Onychomycosis* menggunakan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) VGG-16. Dataset citra kuku dipra-proses dengan augmentasi khusus (*spoon_augmentation*) untuk menonjolkan fitur cekungan *Koilonychia*. Model VGG-16, dengan *Fine-Tuning* pada blok 5, dilatih pada 1588 citra pelatihan dan dievaluasi pada 286 citra pengujian. Hasil evaluasi menunjukkan akurasi 90.56%, dengan *precision* 81.36% untuk *Koilonychia*, 97.47% untuk kuku sehat, dan 90.54% untuk *Onychomycosis*. Sistem ini terbukti andal dalam mendeteksi kelainan kuku, berpotensi mendukung dermatolog dalam diagnosis cepat dan akurat. Pendekatan ini menunjukkan efektivitas *Fine-Tuning* VGG-16 pada dataset terbatas, menjadikannya solusi potensial untuk aplikasi diagnosis berbasis citra medis.

Kata Kunci— CNN, Klasifikasi, *Koilonychia*, Kuku, VGG-16

Abstract— *This study aims to develop a nail image classification model to detect healthy conditions, Koilonychia, and Onychomycosis using the Convolutional Neural Network (CNN) VGG-16 architecture. The nail image dataset was pre-processed with special augmentation (spoon_augmentation) to highlight the concave features of Koilonychia. The VGG-16 model, with Fine-Tuning on block 5, was trained on 1,588 training images and evaluated on 286 testing images. Evaluation results showed an accuracy of 90.56%, with precision of 81.36% for Koilonychia, 97.47% for healthy nails, and 90.54% for Onychomycosis. This system has proven reliable in detecting nail abnormalities, potentially supporting dermatologists in rapid and accurate diagnosis. This approach demonstrates the effectiveness of Fine-Tuning VGG-16 on a limited dataset, making it a potential solution for medical image-based diagnosis applications.*

Keywords— CNN, Klasifikasi, *Koilonychia*, Kuku, VGG-16

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Penyakit tidak menular (PTM) seperti Anemia dan Diabetes Melitus merupakan masalah kesehatan masyarakat yang signifikan dan terus mengalami peningkatan prevalensi. Gaya hidup modern yang ditandai dengan konsumsi makanan cepat saji, kurangnya aktivitas fisik, stres berlebih, dan pola tidur yang buruk menjadi kontributor utama meningkatnya kasus PTM[1]. Salah satu tantangan dalam penanganan PTM adalah keterlambatan dalam diagnosis, yang umumnya disebabkan oleh kurangnya kesadaran masyarakat terhadap tanda-tanda awal penyakit. Perubahan fisik seperti kondisi kuku sering kali diabaikan, padahal kuku dapat menjadi indikator penting bagi deteksi awal berbagai gangguan kesehatan[2].

Proses pemeriksaan kondisi kuku secara manual oleh tenaga medis memerlukan ketelitian tinggi dan pengalaman klinis yang cukup. Namun, diagnosis secara visual bersifat subjektif, rentan terhadap kesalahan manusia, dan membutuhkan waktu yang tidak sedikit. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem pendeteksi yang mampu memberikan hasil secara otomatis, cepat, dan akurat.

Kemajuan teknologi pengolahan citra dan pembelajaran mesin, khususnya *Convolutional Neural Network* (CNN), membuka peluang besar dalam pengembangan sistem deteksi otomatis berbasis citra digital. CNN terbukti efektif dalam mengenali pola visual dan telah banyak digunakan dalam aplikasi klasifikasi gambar medis[3]. CNN memiliki keunggulan dalam mengekstraksi fitur spasial dan tekstural dari gambar, sehingga cocok untuk mendeteksi perubahan warna, tekstur, dan bentuk pada kuku yang berkaitan dengan gejala penyakit[4].

Penelitian sebelumnya dalam domain serupa telah menunjukkan potensi pemanfaatan teknologi visual dan kecerdasan buatan untuk mendeteksi kondisi medis berdasarkan citra kuku. Salah satu studi pada 2021 menggunakan metode Naive Bayes untuk mengklasifikasikan penderita Anemia berdasarkan citra kuku dan telapak tangan, mencapai akurasi 92,3% pada kondisi pencahayaan tertentu[5]. Penelitian lain pada 2022 mengembangkan aplikasi pendeteksi penyakit berbasis warna kuku dengan teknik pengolahan citra, menghasilkan akurasi hingga 85%[2]. Studi-studi ini menegaskan potensi besar teknologi visual dan AI dalam diagnosis medis berbasis citra kuku.

Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut belum mengintegrasikan sistem klasifikasi berbasis CNN secara menyeluruh dalam satu aplikasi utuh yang mudah diakses dan digunakan oleh masyarakat umum. Selain itu, penggunaan arsitektur CNN modern dan teknik augmentasi data belum banyak dioptimalkan secara sistematis dalam konteks deteksi dini penyakit melalui citra kuku.

Berdasarkan latar belakang dan studi terdahulu tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem deteksi penyakit tidak menular berbasis pengolahan citra kuku dengan memanfaatkan metode CNN. Sistem ini diharapkan mampu mendeteksi gejala penyakit seperti Anemia dan Diabetes Melitus secara otomatis dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Adapun tujuan dari penelitian ini secara umum adalah untuk mengimplementasikan teknologi deep learning dalam mendeteksi dini penyakit tidak menular melalui citra digital kuku. Secara khusus, penelitian ini bertujuan: (1) untuk mengembangkan model CNN yang mampu mengklasifikasikan kondisi kuku menjadi kategori normal, Anemia, dan Diabetes Melitus; (2) untuk mengukur akurasi model CNN dalam mendeteksi kondisi kuku; serta (3) untuk merancang antarmuka pengguna yang dapat digunakan untuk pengujian mandiri oleh pengguna non-ahli.

II. METODE

2.1 Studi Literatur

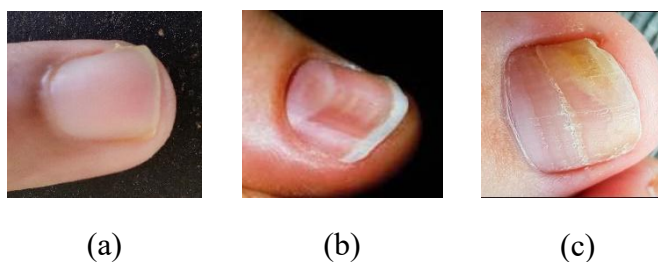
Penulis melakukan kajian literatur secara mendalam untuk mengumpulkan berbagai informasi yang diperlukan sebagai dasar dalam pengembangan sistem deteksi otomatis melalui citra digital kuku. Kajian ini mencakup pemahaman tentang tahapan pengolahan citra serta penerapan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam proses deteksi citra. Sumber-sumber literatur yang digunakan meliputi buku, jurnal ilmiah, artikel, diskusi akademik, serta referensi daring yang relevan dengan topik pengolahan citra dan penerapan CNN dalam bidang kesehatan digital. Pendekatan ini diharapkan dapat memperkuat landasan teori dan metodologi yang digunakan dalam penelitian ini.

2.2 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, data yang digunakan berupa citra digital kuku manusia yang terdiri dari 3 kategori, yaitu kuku normal serta kuku yang menunjukkan indikasi penyakit tidak menular seperti Anemia (*Koilonychia*) dan Diabetes Melitus (*Onychomycosis*). Dataset tersebut diperoleh dari platform Kaggle dan Roboflow, dengan total 1996 citra kuku manusia. Dataset ini dipilih karena representatif dalam menggambarkan kondisi kuku pada berbagai jenis penyakit tidak menular yang menjadi fokus penelitian. Penggunaan dataset ini bertujuan untuk melatih dan menguji model *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis penyakit berdasarkan citra kuku secara otomatis dan akurat. Rincian dataset mencakup variasi kondisi kuku yang relevan di bawah ini.

Tabel 1. Tabel Pembagian Data

Klasifikasi	Jumlah
Healthy	697
Koilonychia	517
Onychomycosis	782
Total Gambar	1996



Gambar 2.2 Contoh Gambar Klasifikasi Kuku: (a) *Healthy*, (b) *Koilonychia*, (c) *Onychomycosis*

2.3 Preprocessing Data

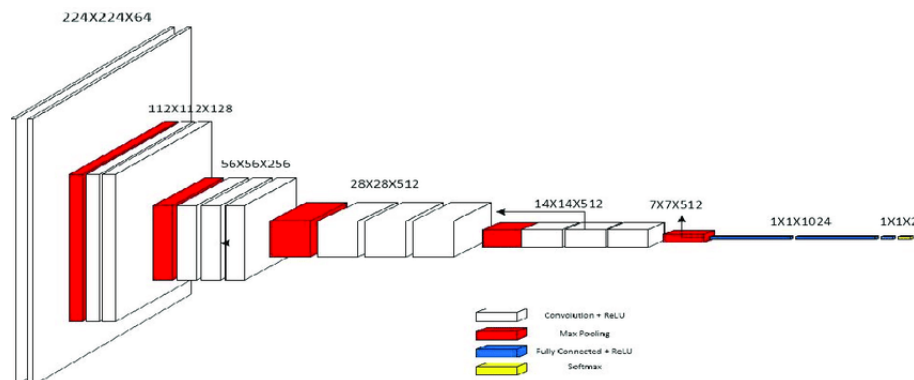
Sebelum data digunakan untuk pelatihan model, dilakukan tahap preprocessing untuk meningkatkan kualitas dan konsistensi citra. Tahapan preprocessing meliputi penyesuaian ukuran gambar (Resizing) agar sesuai dengan kebutuhan input model VGG-16, yakni berukuran 244 x 244 piksel. Selain itu, dilakukan augmentasi data melalui teknik Rotasi, *Flipping*, dan *Zooming* untuk memperluas variasi data serta meminimalisasi risiko *overfitting* pada model CNN[6]. Tahapan ini juga mencakup pembersihan data dari citra yang buram atau tidak relevan, sehingga hanya data berkualitas yang digunakan dalam proses pelatihan dan pengujian model. Dengan demikian, preprocessing menjadi langkah penting agar model dapat belajar dari data yang representatif dan mampu melakukan generalisasi secara optimal pada citra kuku baru.

Pada tahap selanjutnya, proses pelatihan (Training) model dilakukan secara sistematis menggunakan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN). Data citra yang telah diproses kemudian diolah melalui beberapa tahapan utama, yaitu *Convolution Layer* untuk mengekstraksi fitur-fitur penting dari citra[7], *Pooling Layer* untuk mereduksi dimensi data

serta memperkuat fitur dominan[8], dan *Fully Connected Layer* yang berfungsi melakukan klasifikasi akhir berdasarkan fitur yang telah diekstraksi[9]. Rangkaian proses ini bertujuan untuk menghasilkan model yang mampu mengenali dan mengklasifikasikan kondisi kuku secara otomatis dan akurat sesuai dengan kategori penyakit tidak menular yang menjadi fokus penelitian. Dengan pendekatan ini, diharapkan sistem deteksi penyakit berbasis pengolahan citra digital kuku dapat memberikan hasil diagnosis yang cepat dan andal.

2.4 CNN (Convolutional Neural Network)

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan pengembangan dari Multilayer Perceptron (MLP) yang dirancang khusus untuk memproses data berdimensi dua. CNN termasuk dalam kategori Deep Neural Network karena memiliki arsitektur jaringan yang dalam dengan banyak lapisan, sehingga mampu menangani kompleksitas data citra secara efektif[10]. Metode ini telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang yang melibatkan pengolahan dan klasifikasi citra. Secara umum, CNN memiliki kesamaan dengan jaringan saraf tiruan (neural network) konvensional. Struktur utama CNN terdiri dari beberapa lapisan, yaitu *Convolution Layer*, *Pooling Layer*, dan *Fully Connected Layer*, yang bekerja secara berurutan untuk mengekstraksi fitur dan melakukan klasifikasi pada data citra.



Gambar 2.4 Arsitektur CNN[11]

2.5 VGG-16

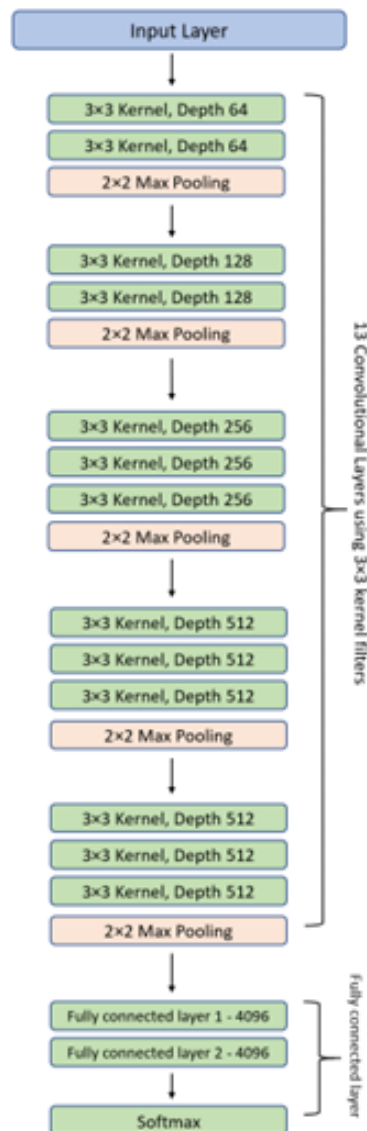
Arsitektur model VGG-16, yang diperkenalkan oleh Karen Simonyan dan Andrew Zisserman pada tahun 2014 dalam makalah berjudul "Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition", terdiri dari 16 lapisan yang dapat dilatih, meliputi 13 lapisan konvolusi, 2 lapisan fully connected, serta 1 lapisan klasifikasi SoftMax. Model ini menggunakan tumpukan lapisan konvolusi berukuran 3×3 secara berurutan untuk menyederhanakan struktur jaringan sekaligus meningkatkan kedalaman dan kemampuan ekstraksi fitur.

Struktur jaringan VGG-16 secara rinci adalah sebagai berikut:

- Lapisan konvolusi pertama dan kedua masing-masing memiliki 64 filter dengan ukuran kernel 3×3 . Ketika citra input berukuran $224 \times 224 \times 3$ (gambar RGB) melewati kedua lapisan ini, dimensi output berubah menjadi $224 \times 224 \times 64$. Output ini kemudian diteruskan ke lapisan max pooling dengan stride 2 untuk mereduksi dimensi.
- Lapisan konvolusi ketiga dan keempat menggunakan 128 filter berukuran 3×3 . Setelah kedua lapisan ini, dilakukan max pooling dengan stride 2, sehingga dimensi output berkurang menjadi $56 \times 56 \times 128$.

- c. Lapisan kelima, keenam, dan ketujuh terdiri dari tiga lapisan konvolusi berturut-turut dengan masing-masing 256 filter berukuran 3×3 . Ketiga lapisan ini diikuti oleh max pooling dengan stride 2.
- d. Lapisan kedelapan hingga ketiga belas terdiri dari dua set lapisan konvolusi dengan ukuran kernel 3×3 , masing-masing set memiliki tiga lapisan konvolusi dengan 512 filter. Setelah setiap set lapisan konvolusi, diterapkan max pooling dengan stride 1.

Lapisan keempat belas dan kelima belas merupakan fully connected layer yang masing-masing memiliki 4096 unit. Lapisan terakhir (keenam belas) adalah lapisan output SoftMax dengan 1000 unit, yang berfungsi untuk klasifikasi ke dalam 1000 kelas berbeda[12].



Gambar 2.5 Arsitektur VGG-16[12]

2.6 ImageNet

ImageNet merupakan sebuah proyek penelitian yang mengembangkan basis data gambar berskala besar yang dilengkapi dengan anotasi berupa label untuk setiap gambar. Dataset ini mencakup jutaan gambar yang terbagi ke dalam ribuan kategori berbeda, sehingga menjadi sumber penting dalam pengembangan algoritma pengenalan gambar. Model-model deep learning populer seperti InceptionV1, InceptionV2, VGG-16, dan VGG-19 telah dilatih menggunakan dataset ImageNet, yang memungkinkan model-model tersebut mempelajari representasi fitur tingkat rendah seperti tepi, bentuk, rotasi, dan pencahayaan secara efektif.

Model-model yang telah dilatih sebelumnya ini dibangun dari awal dengan menggunakan GPU berperforma tinggi dan jutaan gambar dari berbagai kategori. Karena pelatihan pada dataset yang sangat besar, model-model tersebut mampu mengekstrak fitur yang relevan dan dapat digunakan kembali untuk tugas pengenalan gambar yang berbeda melalui prinsip transfer learning. Dengan demikian, meskipun gambar baru mungkin berasal dari kategori yang tidak ada dalam dataset asal, model pretrained tetap dapat mengekstrak fitur penting dari gambar tersebut. Dalam penelitian ini, model VGG-16 yang telah dilatih pada ImageNet akan dioptimalkan sebagai ekstraktor fitur untuk klasifikasi objek, khususnya ketika jumlah data pelatihan terbatas, sehingga meningkatkan efektivitas dan akurasi klasifikasi[12].

2.7 Evaluasi

Evaluasi penelitian ini bertujuan untuk menilai tingkat akurasi model *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur VGG-16 dalam mengklasifikasikan kondisi kuku berdasarkan citra digital. Sistem memanfaatkan metode CNN dan dataset citra kuku yang terdiri dari tiga kelas, yaitu kuku sehat (healthy), *Koilonychia*, dan *Onychomycosis*. Model menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam mendeteksi kelainan kuku, khususnya *Koilonychia* yang memiliki fitur cekungan halus. Dengan menggunakan citra kuku yang dipra-proses melalui augmentasi khusus (spoon_augmentation) untuk kelas *Koilonychia*, sistem mencapai akurasi keseluruhan sebesar 90.56%.

Proses evaluasi dilakukan pada dataset test yang terdiri dari 286 gambar, menggunakan model VGG-16 yang telah dilatih. Metrik yang digunakan meliputi Precision, Recall, F1-Score, dan Accuracy, dengan hasil akurasi keseluruhan dihitung untuk menilai performa model, yang akan didetailkan pada bagian Hasil dan Pembahasan.

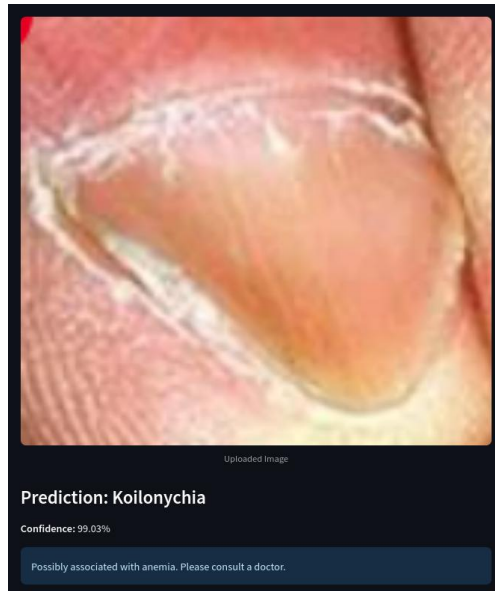
Dengan hasil ini, sistem berbasis CNN dan VGG-16 diharapkan dapat menjadi alat bantu diagnosis kelainan kuku yang cepat dan akurat bagi tenaga medis. Implementasi model ini dapat mendukung skrining awal kondisi kuku, mempercepat proses diagnosis, dan meningkatkan efisiensi pelayanan kesehatan kulit. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa fine-tuning lapisan terakhir VGG-16 (blok 5) dengan dataset terbatas (442 gambar *Koilonychia* di direktori pelatihan) dapat menghasilkan performa yang robust, menjadikan pendekatan ini potensial untuk aplikasi medis berbasis citra lainnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dipaparkan hasil implementasi sistem deteksi otomatis penyakit kuku menggunakan metode Deep Learning berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN). Hasil pengujian menunjukkan bahwa model yang dikembangkan mampu bekerja dengan baik pada sebagian besar kategori penyakit kuku, ditandai dengan tingkat true positive yang tinggi.

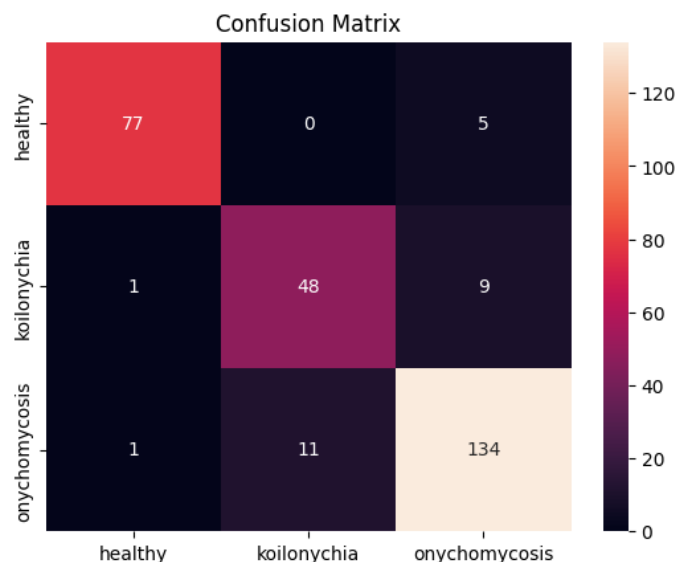
Performa model menunjukkan Precision Dan Recall yang bervariasi antar kelas. Kelas kuku sehat memiliki Precision tertinggi (97.47%) dan Recall baik (93.90%), mencerminkan

kemampuan model mendeteksi kondisi normal dengan akurat. Untuk *Koilonychia*, Precision (81.36%) dan Recall (82.76%) lebih rendah, kemungkinan karena fitur cekungan yang sulit diidentifikasi pada beberapa gambar. Sementara itu, *Onychomycosis* menunjukkan keseimbangan baik dengan Precision 90.54% dan Recall 91.78%, sesuai dengan karakteristik visual yang lebih jelas. Hal ini dibuktikan melalui evaluasi kinerja yang disajikan pada bagian berikut.



Gambar 3.1 Hasil Deteksi

Gambar di atas memperlihatkan hasil deteksi salah satu jenis kuku, lengkap dengan deskripsi serta nilai tingkat kepercayaan (confidence) dari hasil deteksi tersebut.



Gambar 3.2 Confusion Matrix

Gambar confusion matrix tersebut menggambarkan kemampuan model dalam mengolah dan menganalisis sejumlah besar data citra kuku selama proses pengujian. Kemampuan ini

memungkinkan model untuk mengidentifikasi berbagai jenis penyakit kuku dengan tingkat akurasi yang tinggi. Setiap kelas penyakit kuku menunjukkan nilai deteksi yang signifikan, yang menegaskan potensi model sebagai alat diagnostik otomatis yang handal dalam mengenali kondisi kuku berdasarkan citra digital.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem deteksi otomatis penyakit kuku menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur VGG-16, yang menunjukkan performa unggul dalam mengklasifikasikan kondisi kuku berdasarkan citra digital. Dengan dataset sebanyak 1996 citra kuku dari platform Kaggle dan Roboflow, yang terdiri dari kategori kuku sehat, *Koilonychia*, dan *Onychomycosis*, model mencapai akurasi keseluruhan sebesar 90,56%. Proses preprocessing, augmentasi data, dan fine-tuning pada lapisan VGG-16, khususnya blok 5, berkontribusi signifikan terhadap kemampuan model dalam mengekstraksi fitur halus seperti tekstur dan cekungan kuku. Hasil evaluasi menunjukkan precision dan recall yang tinggi untuk setiap kelas, dengan nilai masing-masing 81,36% dan 82,76% untuk *Koilonychia*, 97,47% dan 93,90% untuk kuku sehat, serta 90,54% dan 91,78% untuk *Onychomycosis*. Sistem ini berpotensi menjadi alat bantu diagnostik yang cepat dan andal bagi tenaga medis, mendukung skrining awal kondisi kuku, meningkatkan efisiensi pelayanan kesehatan, dan membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut pada aplikasi medis berbasis citra lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Rusmini, H. Kurniasih, and A. Widiastuti, "Prevalensi Kejadian Penyakit Tidak Menular (PTM)," *Jurnal Keperawatan Silampari*, vol. 6, no. 2, pp. 1032–1039, Jan. 2023, doi: 10.31539/jks.v6i2.4967.
- [2] E. Herdiana, L. Saniah, and F. Reyta, "Deteksi Jenis Penyakit melalui Perubahan Warna Kuku dengan Teknik Image Processing," *Jurnal Accounting Information System (AIMS)*, vol. 5, no. 1, pp. 81–92, Mar. 2022, doi: 10.32627/aims.v5i1.443.
- [3] D. Gunawan and H. Setiawan, "Convolutional Neural Network dalam Citra Medis," *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 2, no. 2, May 2022, doi: 10.24002/konstelasi.v2i2.5367.
- [4] I. Kurniastuti, A. Andini, and P. Nerisafitra, "Rancang Bangun Program Penentuan Fitur Tekstur Citra Kuku Jari Tangan sebagai Deteksi Dini Resiko Diabetes Mellitus," *Applied Technology and Computing Science Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, Sep. 2019, doi: 10.33086/atcsj.v2i1.1138.
- [5] N. J. Peksi, B. Yuwono, and M. Y. Florestiyanto, "Classification of Anemia with Digital Images of Nails and Palms using the Naive Bayes Method," *Telematika*, vol. 18, no. 1, p. 118, Mar. 2021, doi: 10.31315/telematika.v18i1.4587.
- [6] M. F. Naufal, "Analisis Perbandingan Algoritma SVM, KNN, dan CNN untuk Klasifikasi Citra Cuaca," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 8, no. 2, pp. 311–318, Mar. 2021, doi: 10.25126/jtiik.2021824553.
- [7] M. A. Hanin, R. Patmasari, and R. Y. N. Fuâ, "Sistem Klasifikasi Penyakit Kulit Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)," *eProceedings of Engineering*, vol. 8, no. 1, pp. 273–281, Feb. 2021.
- [8] R. Ardianto, D. Yusuf, R. B. B. Sumantri, D. Febrina, R. R. Al-Hakim, and A. S. S. Ariyanto, "Bioinformatics-driven deep learning for nail disease diagnosis: A novel approach to improve healthcare outcomes," *BIO Web Conf*, vol. 152, p. 01024, Jan. 2025, doi: 10.1051/bioconf/202515201024.
- [9] F. Ramadhani, A. Satria, and S. Salamah, "Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network dalam Mengidentifikasi Dini Penyakit pada Mata Katarak," *sudo Jurnal Teknik Informatika*, vol. 2, no. 4, pp. 167–175, Dec. 2023, doi: 10.56211/sudo.v2i4.408.

- [10] M. R. Alwanda, R. P. K. Ramadhan, and D. Alamsyah, "Implementasi Metode Convolutional Neural Network Menggunakan Arsitektur LeNet-5 untuk Pengenalan Doodle," *Jurnal Algoritme*, vol. 1, no. 1, pp. 45–56, Oct. 2020, doi: 10.35957/algoritme.v1i1.434.
- [11] K. Vignesh, G. Yadav, and A. Sethi, "Abnormal Event Detection on BMTT-PETS 2017 Surveillance Challenge," in *2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW)*, IEEE, Jul. 2017, pp. 2161–2168. doi: 10.1109/CVPRW.2017.268.
- [12] S. Tammina, "Transfer learning using VGG-16 with Deep Convolutional Neural Network for Classifying Images," *International Journal of Scientific and Research Publications (IJSRP)*, vol. 9, no. 10, p. p9420, Oct. 2019, doi: 10.29322/IJSRP.9.10.2019.p9420.