

Pengembangan Aplikasi Klasifikasi Penyakit Mata Berbasis Citra Fundus dengan Validasi Otomatis

^{1*}Muhammad Riza Randhikata, ²Danar Putra Pamungkas, ³Intan Nur Farida

¹ Teknik Informatika, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹*muhammadrizarandhikata@gmail.com, ²danar@unpkediri.ac.id,
³intannf@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondens : Muhammad Riza Randhikata

Abstrak—Penyakit mata seperti katarak, glaukoma, dan retinopati diabetik memerlukan deteksi dini untuk mengurangi risiko gangguan penglihatan yang lebih serius. Berbagai penelitian telah memanfaatkan kecerdasan buatan untuk melakukan klasifikasi penyakit mata berdasarkan citra fundus retina, namun implementasinya dalam bentuk aplikasi yang dapat digunakan secara langsung masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi klasifikasi penyakit mata berbasis citra fundus dengan validasi otomatis. Aplikasi dikembangkan menggunakan framework Streamlit dengan mengintegrasikan MobileNetV2 sebagai modul validasi otomatis dan model hybrid ResNet-50 serta K-Nearest Neighbor sebagai modul klasifikasi penyakit mata. Sistem mampu memvalidasi citra fundus dan non-fundus sebelum proses klasifikasi dilakukan serta menampilkan hasil identifikasi penyakit mata secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur utama aplikasi dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan sistem. Aplikasi yang dikembangkan berpotensi menjadi alat bantu dalam proses identifikasi awal penyakit mata berbasis citra fundus retina.

Kata Kunci— citra fundus, klasifikasi penyakit mata, MobileNetV2, Streamlit, validasi otomatis

Abstract— Eye diseases such as cataracts, glaucoma, and diabetic retinopathy require early detection to reduce the risk of severe visual impairment. Various studies have utilized artificial intelligence to classify eye diseases based on retinal fundus images; however, their implementation as user-accessible applications remains limited. This study aims to develop an eye disease classification application based on fundus images with an automatic validation mechanism. The application was developed using the Streamlit framework by integrating MobileNetV2 as an automatic validation module and a hybrid ResNet-50 and K-Nearest Neighbor model as the disease classification module. The system is capable of validating fundus and non-fundus images before classification and automatically displaying disease identification results. Functional testing results indicate that all major application features operate according to system requirements. The developed application has the potential to support the early identification of eye diseases based on retinal fundus images.

Keywords— automatic validation, eye disease classification, fundus images, MobileNetV2, Streamlit

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



I. PENDAHULUAN

Penyakit mata merupakan salah satu penyebab utama gangguan penglihatan yang dapat menurunkan kualitas hidup masyarakat[1]. Beberapa penyakit mata seperti katarak, glaukoma, dan retinopati diabetik memerlukan deteksi dini agar penanganan dapat dilakukan secara tepat dan efektif[2]. Salah satu metode yang umum digunakan untuk mendeteksi berbagai penyakit

mata adalah analisis citra fundus retina yang mampu menampilkan kondisi pembuluh darah, saraf optik, dan struktur retina secara visual[3].

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan, khususnya deep learning, telah memberikan kontribusi yang signifikan dalam bidang analisis citra medis[4]. Berbagai penelitian telah memanfaatkan Convolutional Neural Network (CNN) untuk melakukan klasifikasi penyakit mata berdasarkan citra fundus retina dengan tingkat performa yang cukup baik[5]. Arsitektur seperti ResNet banyak digunakan karena memiliki kemampuan yang baik dalam mengekstraksi fitur citra secara otomatis sehingga mampu meningkatkan akurasi klasifikasi[6].

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian yang telah dilakukan masih berfokus pada pengembangan dan evaluasi performa model klasifikasi[7]. Implementasi model ke dalam aplikasi yang dapat digunakan secara langsung oleh pengguna masih relatif terbatas[8]. Selain itu, banyak sistem klasifikasi yang belum dilengkapi mekanisme validasi input sehingga pengguna dapat mengunggah citra yang bukan merupakan citra fundus retina. Kondisi tersebut berpotensi menghasilkan keluaran klasifikasi yang tidak sesuai dan menurunkan keandalan sistem dalam penggunaan nyata.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan aplikasi klasifikasi penyakit mata berbasis citra fundus menggunakan teknologi web berbasis Streamlit. Sistem yang dikembangkan mengintegrasikan model klasifikasi penyakit mata dengan modul validasi otomatis berbasis MobileNetV2 yang berfungsi membedakan citra fundus dan non-fundus sebelum proses klasifikasi dilakukan. Dengan adanya mekanisme validasi tersebut, hanya citra fundus yang valid yang dapat diproses oleh sistem.

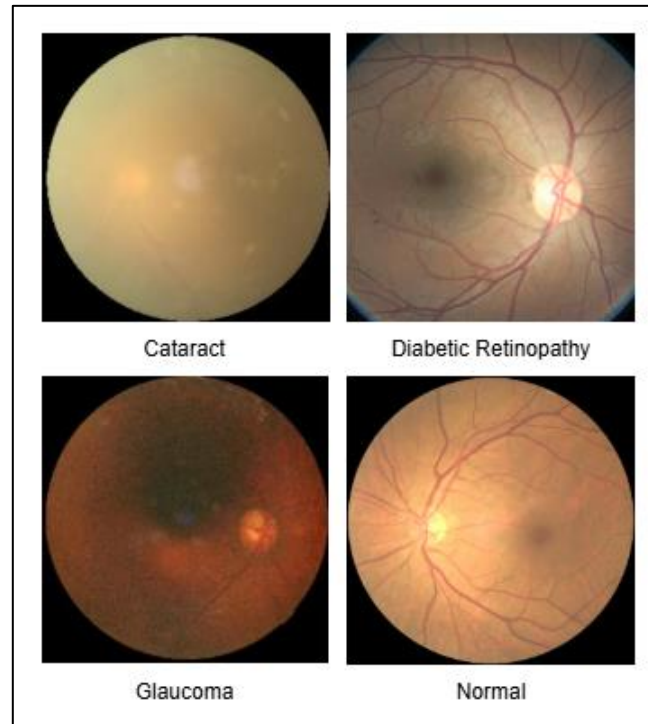
Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan aplikasi klasifikasi penyakit mata berbasis citra fundus yang mampu melakukan validasi otomatis terhadap citra masukan sebelum proses klasifikasi. Kontribusi penelitian meliputi pengembangan aplikasi berbasis web yang mudah digunakan, integrasi model klasifikasi penyakit mata ke dalam sistem operasional, serta penambahan modul validasi otomatis untuk meningkatkan keandalan proses klasifikasi pada penggunaan nyata.

II. METODE

A. Dataset

Penelitian ini menggunakan dua jenis dataset, yaitu dataset klasifikasi penyakit mata dan dataset validasi otomatis. Dataset klasifikasi penyakit mata terdiri dari 4.217 citra fundus retina yang terbagi ke dalam empat kelas, yaitu Cataract, Diabetic Retinopathy, Glaucoma, dan Normal. Dataset tersebut digunakan untuk membangun model klasifikasi penyakit mata yang diintegrasikan ke dalam aplikasi.

Gambar 1 di bawah menunjukkan contoh citra fundus retina pada masing-masing kelas penyakit yang digunakan dalam penelitian. Setiap kelas memiliki karakteristik visual yang berbeda sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam proses klasifikasi penyakit mata.



Gambar 1. Contoh Dataset

Selain dataset klasifikasi penyakit mata, penelitian ini juga menggunakan dataset validasi otomatis yang bertujuan untuk membedakan citra fundus dan non-fundus sebelum proses klasifikasi dilakukan. Dataset validasi otomatis terdiri dari 400 citra yang terbagi menjadi dua kelas, yaitu 200 citra fundus dan 200 citra non-fundus. Citra non-fundus mencakup berbagai jenis gambar umum selain retina, seperti kendaraan, manusia, pemandangan, bangunan, dan objek lainnya. Distribusi dataset validasi otomatis yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini.

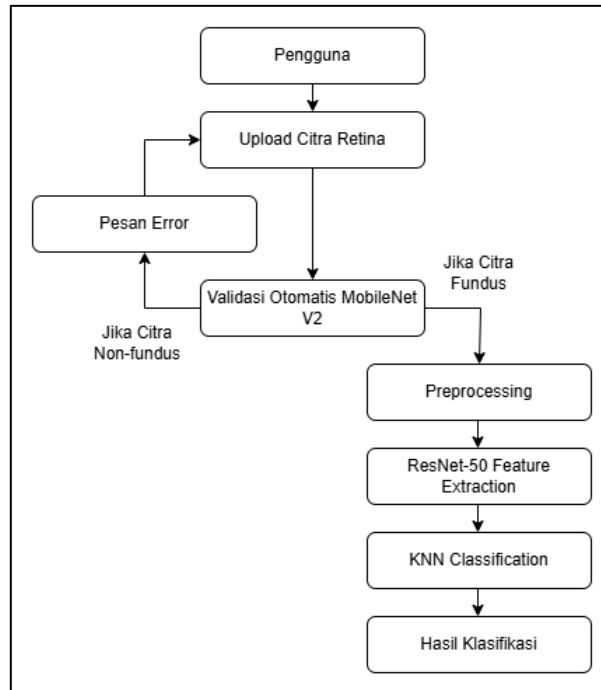
Tabel 1. Distribusi Dataset

Kelas	Jumlah
Fundus	200
Non-fundus	200
Total	400

Dataset validasi otomatis digunakan untuk melatih model MobileNetV2 yang berfungsi sebagai modul validasi otomatis pada aplikasi. Modul ini bertugas memastikan bahwa hanya citra fundus retina yang dapat diproses lebih lanjut oleh sistem.

B. Arsitektur Sistem

Sistem yang dikembangkan terdiri dari dua tahapan utama, yaitu validasi otomatis dan klasifikasi penyakit mata. Tahap validasi otomatis bertujuan untuk memastikan bahwa citra yang diunggah pengguna merupakan citra fundus retina sebelum dilakukan proses klasifikasi penyakit. Sementara itu, tahap klasifikasi bertugas mengidentifikasi kategori penyakit mata berdasarkan citra fundus yang telah divalidasi. Arsitektur sistem yang dikembangkan ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Arsitektur Sistem

Berdasarkan Gambar 2, proses dimulai ketika pengguna mengunggah citra melalui antarmuka aplikasi. Selanjutnya citra diproses oleh modul validasi otomatis berbasis MobileNetV2 untuk menentukan apakah citra yang diunggah merupakan citra fundus retina atau bukan. Jika citra dinyatakan sebagai citra non-fundus, sistem akan menampilkan pesan kesalahan (error message) dan menghentikan proses klasifikasi.

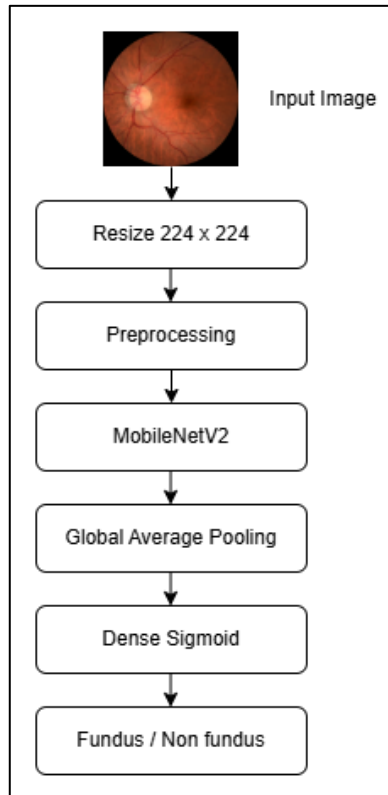
Sebaliknya, apabila citra berhasil divalidasi sebagai citra fundus retina, sistem akan melanjutkan proses ke tahap preprocessing. Setelah itu, citra diproses menggunakan ResNet-50 untuk mengekstraksi fitur-fitur penting yang merepresentasikan karakteristik retina. Fitur yang dihasilkan kemudian digunakan sebagai masukan bagi algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) untuk menentukan kategori penyakit mata. Hasil klasifikasi selanjutnya ditampilkan kepada pengguna melalui antarmuka aplikasi.

Dengan adanya mekanisme validasi otomatis sebelum proses klasifikasi, sistem mampu mengurangi risiko kesalahan input pengguna sehingga hanya citra fundus retina yang diproses lebih lanjut oleh modul klasifikasi penyakit mata.

C. Modul Validasi Otomatis

Modul validasi otomatis dikembangkan untuk memastikan bahwa citra yang diunggah pengguna merupakan citra fundus retina sebelum proses klasifikasi penyakit dilakukan. Modul ini berfungsi sebagai lapisan validasi awal (input validation layer) yang bertujuan mengurangi risiko kesalahan input pengguna.

Pada penelitian ini, validasi otomatis dibangun menggunakan arsitektur MobileNetV2 dengan pendekatan transfer learning[9]. MobileNetV2 dipilih karena memiliki jumlah parameter yang relatif ringan sehingga sesuai untuk diimplementasikan pada aplikasi berbasis web tanpa memerlukan sumber daya komputasi yang besar[10]. Alur kerja modul validasi otomatis ditunjukkan pada Gambar 3 di bawah ini.



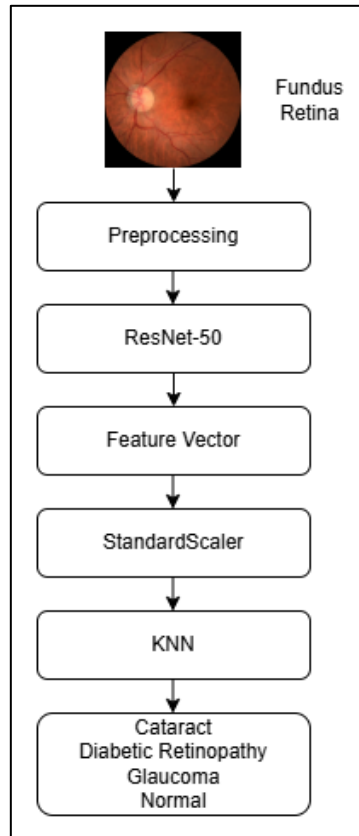
Gambar 3. Arsitektur Modul Validasi Otomatis

Berdasarkan Gambar 3, citra yang diunggah pengguna terlebih dahulu diubah ukurannya menjadi 224×224 piksel dan dilakukan tahap preprocessing. Selanjutnya citra diproses menggunakan model MobileNetV2 yang telah dilatih untuk membedakan citra fundus dan non-fundus. Pada bagian akhir model digunakan lapisan Global Average Pooling dan Dense dengan fungsi aktivasi sigmoid untuk menghasilkan keluaran biner berupa kelas fundus atau non-fundus.

Apabila citra teridentifikasi sebagai citra fundus retina, sistem akan melanjutkan proses ke tahap klasifikasi penyakit mata. Sebaliknya, jika citra teridentifikasi sebagai non-fundus, sistem akan menampilkan pesan kesalahan dan menghentikan proses klasifikasi. Mekanisme ini memungkinkan sistem hanya memproses citra yang sesuai sehingga dapat meningkatkan keandalan aplikasi dalam penggunaan nyata.

D. Modul Klasifikasi Penyakit Mata

Modul klasifikasi penyakit mata berfungsi untuk mengidentifikasi kategori penyakit berdasarkan citra fundus retina yang telah berhasil melewati tahap validasi otomatis. Pada penelitian ini, modul klasifikasi menggunakan pendekatan hybrid yang mengombinasikan ResNet-50 sebagai feature extractor dan K-Nearest Neighbor (KNN) sebagai algoritma klasifikasi. Alur proses klasifikasi penyakit mata ditunjukkan pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Alur Klasifikasi Penyakit Mata Menggunakan ResNet-50 dan KNN

Berdasarkan Gambar 4, citra fundus retina yang telah divalidasi terlebih dahulu melalui tahap preprocessing. Selanjutnya, citra diproses menggunakan ResNet-50 untuk mengekstraksi fitur-fitur penting yang merepresentasikan karakteristik retina. Hasil ekstraksi fitur kemudian diubah menjadi feature vector yang digunakan sebagai masukan pada tahap klasifikasi.

Sebelum proses klasifikasi dilakukan, feature vector dinormalisasi menggunakan StandardScaler untuk memastikan setiap fitur berada pada skala yang seragam. Setelah itu, algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) digunakan untuk menentukan kategori penyakit berdasarkan kedekatan fitur terhadap data pelatihan yang telah tersedia.

Hasil akhir dari proses klasifikasi berupa salah satu dari empat kategori penyakit mata, yaitu Cataract, Diabetic Retinopathy, Glaucoma, atau Normal. Keluaran tersebut kemudian ditampilkan kepada pengguna melalui antarmuka aplikasi sebagai hasil diagnosis otomatis berdasarkan citra fundus retina yang diunggah.

E. Implementasi Aplikasi

Aplikasi dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan framework Streamlit sebagai antarmuka pengguna. Implementasi sistem terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu modul unggah citra, modul validasi otomatis, modul klasifikasi penyakit mata, dan modul visualisasi hasil klasifikasi.

Pengguna dapat mengunggah citra melalui antarmuka aplikasi. Setelah citra diterima, sistem akan menjalankan proses validasi otomatis. Jika citra berhasil divalidasi sebagai citra fundus retina, sistem akan melakukan preprocessing, ekstraksi fitur, dan klasifikasi penyakit mata. Hasil klasifikasi kemudian ditampilkan secara langsung kepada pengguna melalui halaman aplikasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aplikasi klasifikasi penyakit mata berhasil dikembangkan menggunakan framework Streamlit sebagai antarmuka berbasis web. Penggunaan Streamlit memungkinkan integrasi model kecerdasan buatan ke dalam aplikasi yang dapat diakses melalui peramban sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan proses klasifikasi citra fundus retina. Tampilan halaman utama aplikasi ditunjukkan pada Gambar 5. Pada halaman tersebut, pengguna diberikan informasi mengenai tujuan sistem, kategori penyakit mata yang dapat diklasifikasikan, serta fasilitas unggah citra yang digunakan sebagai masukan sistem.



Gambar 5. Halaman Utama Aplikasi Klasifikasi Penyakit Mata

Setelah pengguna mengunggah citra, sistem akan menjalankan proses validasi otomatis menggunakan model MobileNetV2 untuk memastikan bahwa citra yang diunggah merupakan citra fundus retina. Tahap ini berfungsi sebagai mekanisme penyaringan awal (input validation) sebelum proses klasifikasi dilakukan. Implementasi modul validasi otomatis ditunjukkan pada Gambar 6 di bawah. Pada contoh pertama, citra fundus retina berhasil divalidasi sehingga dapat diproses lebih lanjut. Sebaliknya, pada contoh kedua sistem mendeteksi bahwa citra yang diunggah bukan merupakan citra fundus sehingga proses klasifikasi dihentikan dan pengguna diberikan pesan kesalahan yang sesuai.



Gambar 6. Implementasi Modul Validasi Otomatis pada Aplikasi

Keberadaan modul validasi otomatis memberikan nilai tambah terhadap sistem karena mampu mengurangi risiko kesalahan input pengguna. Hasil evaluasi terhadap model validasi otomatis ditunjukkan pada Tabel 2 di bawah. Berdasarkan hasil pengujian, model mampu membedakan citra fundus dan non-fundus dengan performa yang sangat baik sehingga layak digunakan sebagai mekanisme pengamanan input sebelum proses klasifikasi penyakit mata dilakukan.

Tabel 2. Hasil Evaluasi Modul Validasi Otomatis

Metrik Evaluasi	Nilai
Accuracy	100%
Precision	100%
Recall	100%
F1-Score	100%

Setelah citra berhasil divalidasi sebagai citra fundus retina, sistem melanjutkan proses klasifikasi penyakit mata menggunakan model hybrid ResNet-50 dan K-Nearest Neighbor (KNN). Proses klasifikasi dilakukan secara otomatis berdasarkan fitur yang diekstraksi dari citra fundus retina. Hasil implementasi modul klasifikasi ditunjukkan pada Gambar 7 di bawah. Pada contoh pengujian yang ditampilkan, sistem berhasil mengidentifikasi citra fundus sebagai kelas Diabetic Retinopathy. Seluruh proses mulai dari validasi citra, ekstraksi fitur, hingga klasifikasi dilakukan secara terintegrasi sehingga pengguna dapat memperoleh hasil identifikasi penyakit mata secara otomatis tanpa melakukan analisis manual.



Gambar 7. Implementasi Modul Klasifikasi Penyakit Mata

Untuk memastikan seluruh fungsi utama aplikasi berjalan sesuai kebutuhan sistem, dilakukan pengujian fungsional menggunakan metode black-box testing. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3 di bawah. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, seluruh fungsi utama aplikasi berhasil dijalankan sesuai dengan hasil yang diharapkan, mulai dari proses unggah citra, validasi otomatis, klasifikasi penyakit mata, hingga penyajian hasil klasifikasi kepada pengguna.

Tabel 3. Hasil Pengujian Fungsional Sistem

Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
Upload Citra Fundus	Sistem Menerima Citra	Berhasil
Upload Citra Non-fundus	Sistem Menolak Citra	Berhasil
Validasi Otomatis	Sistem Memvalidasi Jenis Citra	Berhasil
Klasifikasi Penyakit	Sistem Menghasilkan Diagnosis	Berhasil
Menampilkan Hasil	Hasil Tampil pada Web atau Aplikasi	Berhasil

Hasil implementasi menunjukkan bahwa aplikasi yang dikembangkan mampu mengintegrasikan proses validasi otomatis dan klasifikasi penyakit mata ke dalam satu sistem yang utuh. Berbeda dengan sebagian besar penelitian yang berfokus pada pengembangan dan evaluasi model klasifikasi, penelitian ini menitikberatkan pada implementasi model ke dalam aplikasi yang dapat digunakan secara langsung oleh pengguna. Integrasi MobileNetV2 sebagai modul validasi otomatis serta model hybrid ResNet-50 dan KNN sebagai modul klasifikasi menghasilkan sistem yang tidak hanya mampu melakukan klasifikasi penyakit mata, tetapi juga memiliki mekanisme pengamanan input yang mendukung penggunaan sistem secara lebih andal. Dengan antarmuka yang sederhana dan proses yang berjalan secara otomatis, aplikasi yang dikembangkan berpotensi menjadi alat bantu dalam proses identifikasi awal penyakit mata.

Selain menunjukkan keberhasilan implementasi sistem, hasil penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut. Aplikasi yang dikembangkan saat ini masih berbasis web menggunakan framework Streamlit sehingga pengguna memerlukan akses melalui peramban. Pada penelitian selanjutnya, sistem dapat dikembangkan menjadi aplikasi berbasis perangkat bergerak (mobile application) agar dapat diakses dengan lebih mudah dan fleksibel pada berbagai perangkat. Selain itu, pengembangan lebih lanjut juga dapat mencakup penambahan jenis penyakit mata yang dapat dideteksi serta peningkatan performa model menggunakan dataset yang lebih beragam sehingga mampu meningkatkan cakupan dan keandalan sistem dalam penggunaan nyata.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi klasifikasi penyakit mata berbasis citra fundus menggunakan framework Streamlit yang mengintegrasikan modul validasi otomatis dan modul klasifikasi penyakit mata dalam satu sistem yang terintegrasi. Modul validasi otomatis berbasis MobileNetV2 mampu membedakan citra fundus dan non-fundus sehingga dapat berfungsi sebagai mekanisme penyaringan awal sebelum proses klasifikasi dilakukan. Selain itu, model hybrid ResNet-50 dan K-Nearest Neighbor (KNN) berhasil diimplementasikan untuk melakukan klasifikasi penyakit mata berdasarkan citra fundus retina yang diunggah pengguna.

Berdasarkan hasil pengujian fungsional, seluruh fitur utama aplikasi dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan sistem, mulai dari proses unggah citra, validasi otomatis, klasifikasi penyakit mata, hingga penyajian hasil kepada pengguna. Integrasi validasi otomatis dan klasifikasi penyakit mata dalam satu aplikasi memberikan kemudahan penggunaan sekaligus meningkatkan keandalan sistem dengan mengurangi risiko kesalahan input pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. N. T. Adjeng, R. Himayani, R. Graharti, F. Adrifanie, and Z. Oktoba, "Deteksi Dini Ulkus Kornea yang Mengancam Penglihatan dan Menurunkan Kualitas Hidup Masyarakat Pekon Kedaung Pringsewu," *J. Kreat. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 7, no. 8, pp. 3291–3303, 2024, doi: <https://doi.org/10.33024/jkpm.v7i8.12529>.
- [2] K. Waruwu and S. Arlis, "IMPLEMENTASI MODEL CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK RESNET50 PADA PENYAKIT MATA DARI CITRA FUNDUS," *TECHNOMEDIA Informatics Comput. Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2026, doi: <https://doi.org/10.58641/technomedia.v3i1.160>.

- [3] I. Yustiana, I. Yudistiansyah, and M. I. Thohir, "Penerapan Computer Vision Untuk Klasifikasi Penyakit Mata Menggunakan Arsitektur Vision Transformers Pada Citra Fundus," *J. Media Comput. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 385–400, 2026, doi: <https://doi.org/10.37676/jmcs.v5i1.9229>.
- [4] I. Zaenudin and A. B. Riyan, "Perkembangan kecerdasan buatan (AI) dan dampaknya pada dunia teknologi," *J. Inform. Utama*, vol. 2, no. 2, pp. 128–153, 2024, doi: <https://doi.org/10.55903/jitu.v2i2.240>.
- [5] M. N. I. Muhlashin and A. Stefanie, "Klasifikasi penyakit mata berdasarkan citra fundus menggunakan YOLO V8," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 7, no. 2, pp. 1363–1368, 2023, doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v7i2.6927>.
- [6] N. P. Sari, "Analisis Performa Algoritma CNN dalam Klasifikasi Citra Medis Berbasis Deep Learning," *J. Komput.*, vol. 2, no. 2, pp. 87–92, 2024, doi: <https://doi.org/10.70963/jk.v2i2.113>.
- [7] L. Nurlaela, Y. Suhandi, A. Sopian, C. S. Dewi, and R. Syahril, "Pengembangan Framework Data Mining Berbasis Deep Neural Network Dengan Eksplorasi Teknik Transfer Learning Untuk Prediksi Dan Klasifikasi Data," *JRIS J. Rekayasa Inf. Swadharma*, vol. 5, no. 1, pp. 132–141, 2025, doi: <https://doi.org/10.56486/jris.vol5no1.723>.
- [8] R. Melani, S. Sriwinar, D. Azmi, I. Muslem, and M. Amin, "Klasifikasi Kematangan Cabai Berdasarkan Citra Digital Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor," *NOVAKOMPUTA J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 30–42, 2026, doi: <https://doi.org/10.76349/qyvwfw63>.
- [9] A. C. Hartono and A. R. Muslikh, "Penerapan Transfer Learning MobileNetV2 Pada Klasifikasi Citra Jenis Buah-Buahan," *J. Inf. Syst. Appl. Dev.*, vol. 3, no. 2, pp. 103–111, 2025, doi: <https://doi.org/10.26905/jisad.v3i2.16187>.
- [10] H. Fahrozi, R. R. Adiansyah, Z. Samit, S. Sujiliani, R. Santoso, and V. Apriana, "Sistem Kecerdasan Buatan Untuk Deteksi Kondisi Daun Berbasis Metode Klasifikasi," *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. 8, no. 1, pp. 16–25, 2026, doi: <https://doi.org/10.47233/jteksis.v8i1.2315>.