

## KLASIFIKASI PENYAKIT MATA BERDASARKAN CITRA FUNDUS MENGGUNAKAN YOLO V8

Muhammad Nur Ihsan Muhlashin, Arnisa Stefanie

Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik

Universitas Singaperbangsa Karawang, Jalan HS. Ronggo Waluyo Karawang, Indonesia

*muhihsanmuhlashin@gmail.com*

### ABSTRAK

Penyakit mata adalah masalah yang sangat serius karena menyerang salah satu panca indra manusia. Dalam banyak kasus banyak orang yang mengabaikan dampak penyakit mata pada tahap awal. Pada umumnya proses pemeriksaan penyakit mata dilakukan berdasarkan analisis manual oleh dokter (*expert*) pada citra fundus mata pasien dengan biaya yang cukup mahal. Untuk mengatasi hal tersebut, penulis mengusulkan sistem klasifikasi penyakit mata yang dapat melakukan pendeteksian penyakit mata secara otomatis menggunakan YOLO V8. Sistem ini dapat digunakan untuk deteksi dini penyakit mata guna mencegah perkembangan penyakit mata yang lebih serius. Dari hasil pengujian terhadap model yang dibangun didapatkan nilai *accuracy* sebesar 92%, *precision* sebesar 91%, *recall* sebesar 92%, *F1-score* sebesar 91%. Secara keseluruhan, hasil ini dapat dianggap memuaskan dan dapat diimplementasikan untuk sistem klasifikasi penyakit mata berdasarkan citra fundus.

**Kata kunci:** *klasifikasi, penyakit mata, citra fundus, yolo v8*

### 1. PENDAHULUAN

Mata adalah organ penting yang berperan dalam penglihatan dan persepsi visual. Manusia bisa mendapatkan 80% informasi hanya dengan melihat [1]. Gangguan atau penyakit yang mempengaruhi mata dapat menyebabkan ketidaknyamanan, gangguan penglihatan, atau bahkan kehilangan penglihatan. Indonesia menempati posisi kedua setelah Ethiopia sebagai negara dengan angka kebutaan tertinggi di dunia, dengan tingkat prevalensi kebutaan di atas 1%. [2]. Berdasarkan data dari Survei Kebutuhan *Rapid Assessment of Avoidable Blindness* (RAAB) tahun 2014 - 2016 oleh Kementerian Kesehatan, diketahui bahwa angka kebutaan pada populasi usia 50 tahun ke atas mencapai 3%. Katarak merupakan penyebab utama dari kebutaan tersebut dengan persentase mencapai 81%. Selain itu, penyebab kebutaan lainnya meliputi refraksi atau glaukoma, serta kelainan mata yang terkait dengan diabetes [3].

Deteksi dini penyakit mata merupakan langkah penting dalam upaya pencegahan terhadap penyakit mata yang serius. Dengan mengidentifikasi dan mengobati masalah mata pada tahap awal, kita dapat mencegah perkembangan penyakit yang lebih lanjut dan mengurangi risiko kehilangan penglihatan.

Salah satu jenis citra yang paling umum digunakan untuk mendeteksi kerusakan pada mata adalah citra fundus. Penyakit *diabetic retinopathy*, *glaucoma*, *cataract*, hipertensi, miopia, dan lainnya adalah contoh dari kelainan pada mata yang dapat dideteksi menggunakan citra fundus [4]. Citra ini adalah representasi dua dimensi (2D) dari jaringan retina yang sebenarnya berbentuk tiga dimensi (3D), yang diambil dengan bantuan mikroskop khusus yang memiliki daya rendah. Citra fundus efektif untuk mendeteksi penyakit mata karena tidak invasif dan relatif murah [5]. Proses deteksi penyakit mata

biasanya dilakukan secara manual dengan mengamati langsung citra fundus mata pasien dan dokter sebagai pengambil keputusannya [6]. Sehingga, perbedaan hasil pengamatan antara satu dokter dengan dokter lainnya sangat mungkin terjadi.

Terdapat berbagai metode yang bisa digunakan dalam pengolahan citra, salah satunya adalah Convolutional Neural Network atau CNN. CNN merupakan salah satu dari sekian banyak algoritma dari deep learning yang sangat sering digunakan untuk menjawab permasalahan yang berkaitan dengan deteksi objek dan klasifikasi gambar. Metode CNN saat ini menunjukkan hasil yang paling efektif dalam pengenalan citra. [7]. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa CNN berusaha meniru sistem pengenalan gambar pada visual cortex manusia, yang memberinya kemampuan untuk mengolah gambar [8].

YOLO (You Only Look Once) juga merupakan algoritma deep learning untuk deteksi objek yang menggunakan jaringan syaraf tunggal pada gambar secara keseluruhan, yang membedakannya dari algoritma lain [9]. Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Adji dan Wira Ardi Kusuma untuk mendeteksi objek abnormal pada paru-paru berdasarkan citra X-Ray Toraks memperoleh hasil akurasi terbaik sebesar 70% menggunakan algoritma YOLO V5 [10].

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis dalam penelitian ini akan membuat sebuah sistem untuk mengklasifikasi citra fundus mata dengan harapan penelitian ini mampu menciptakan sistem diagnosis penyakit mata otomatis dan membantu masyarakat untuk dapat melakukan pemeriksaan mata secara berkala guna memantau kesehatan mata mereka serta sebagai alat untuk deteksi dini penyakit mata. Adapun algoritma yang digunakan dalam penelitian ini adalah algoritma YOLO (*You Only Look Once*), oleh karena itu penelitian ini berjudul "**Klasifikasi Penyakit Mata**

Berdasarkan Citra Fundus Menggunakan YOLO V8” dengan studi kasus klasifikasi citra fundus mata normal, *cataract*, *glaucoma* dan *diabetic retinopathy*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

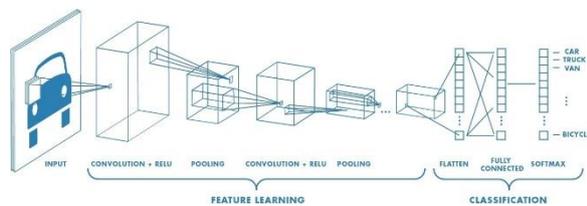
2.1. Convolutional Neural Network

*Convolutional Neural Network* (CNN) adalah salah satu metode dalam bidang *deep learning* yang dikhususkan untuk memproses citra digital dan dapat digunakan dalam pendeteksian objek. CNN telah menjadi salah satu teknik paling sukses dalam bidang computer vision, karena mampu memahami dan mengenali makna dari gambar yang diinputkan. Hal ini disebabkan oleh implementasi metode CNN yang mirip dengan sistem pengenalan citra pada korteks visual manusia. CNN banyak digunakan dalam klasifikasi data yang memiliki label menggunakan metode *supervised learning*, di mana target dari input yang diterima oleh jaringan telah diketahui sebelumnya [11].

Secara umum, CNN terdiri dari banyak *layer* untuk memproses dan mengekstrak fitur dari data yang diberikan. Terdapat tiga jenis utama dari lapisan *neural network* dalam CNN, yaitu *convolutional layer*, *pooling layer*, dan *fully connected layer*. *Convolutional layer* atau lapisan konvolusi adalah lapisan yang melakukan operasi konvolusi pada output dari lapisan sebelumnya. Lapisan konvolusi adalah dasar dari metode CNN, dan konvolusi adalah istilah matematis yang mengaplikasikan fungsi pada output dari fungsi lain berulang kali.

*Pooling layer* adalah lapisan yang digunakan untuk mengambil gambar yang besar dan menyusutkannya, tetapi tetap mempertahankan informasi penting dalam gambar tersebut, proses ini sering disebut sebagai *downsampling*. *Pooling layer* berfungsi untuk mengurangi jumlah parameter dalam jaringan dan menghasilkan representasi yang lebih ringkas, sehingga dapat mencegah terjadinya *overfitting*.

*Fully Connected Layer* adalah lapisan yang bertugas untuk mengubah dimensi data agar dapat diklasifikasikan secara linear. Lapisan ini juga berperan dalam menggabungkan ekstraksi fitur yang telah dipelajari dari lapisan sebelumnya [12].



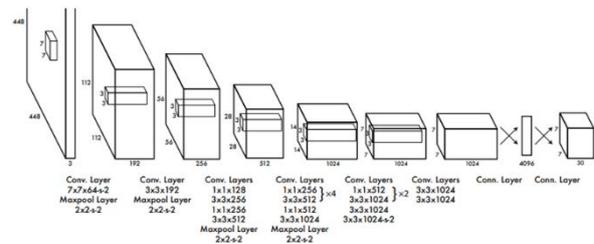
Gambar 1. Arsitektur Convolutional Neural Network

2.2. You Only Look Once (YOLO)

*You Only Look Once* (YOLO) merupakan algoritma berbasis CNN yang menggunakan pendekatan jaringan syaraf tunggal (*single neural*

*network*) untuk mendeteksi objek pada gambar. Jaringan ini dapat memprediksi setiap *bounding box* dengan menggunakan fitur dari semua gambar. Ini dapat secara langsung memprediksi *bounding box* dan probabilitas dalam satu evaluasi. [13].

Arsitektur YOLO sebagian besar dipengaruhi oleh *backbone* GoogleLeNet, yang terdiri dari jaringan saraf yang berupa 24 lapisan konvolusi untuk melakukan ekstraksi fitur, dan diikuti oleh 2 FCN (*Fully Connected Layer*) untuk memprediksi koordinat *bounding box* dan klasifikasi kelas objek [14].



notebook. Alat ini berjalan di sistem *cloud* dan menggunakan google drive sebagai media penyimpanannya. Colab memberi pengguna akses gratis ke layanan GPU sebagai *backend* komputasi, yang dapat digunakan selama 12 jam setiap harinya [18].

**2.6. Confusion Matix**

*Confusion matrix* atau *error matrix* adalah tabel yang menunjukkan kinerja model klasifikasi pada data uji yang nilainya sudah diketahui. Tabel ini memberikan gambaran tentang seberapa baik algoritma bekerja dan mengidentifikasi kesalahan antara kelas, seperti kesalahan labeling. Pada tabel 1 merupakan tabel *confusion matrix*.

Tabel 1. Tabel Confusion Matrix

		Observed	
		True	False
Predicted Class	True	True Positive (TP)	False Positive (FP)
	False	False Negative (FN)	True Negative (TN)

*Confusion matrix* adalah rangkuman dari hasil prediksi pada masalah klasifikasi. *Confusion matrix* mencatat jumlah prediksi yang benar dan yang salah dan membaginya berdasarkan setiap kelas. Sehingga *confusion matrix* tidak hanya menampilkan informasi tentang kesalahan yang dibuat oleh model klasifikasi, tetapi juga tipe kesalahannya. Dalam *confusion matrix*, terdapat beberapa parameter sebagai berikut:[19]

- a. TP atau *True Positif*, menunjukkan jumlah data positif yang terklasifikasi dengan benar oleh sistem.
- b. TN atau *True Negatif*, menunjukkan jumlah data negatif yang terklasifikasi dengan benar oleh sistem.
- c. FN atau *False Negatif*, menunjukkan jumlah data negatif namun terklasifikasi salah oleh sistem.
- d. FP atau *False Positif*, menunjukkan jumlah data positif namun terklasifikasi salah oleh sistem.

*Confusion matrix* juga berfungsi sebagai alat analisis prediktif yang menampilkan dan membandingkan nilai sebenarnya (*actual values*) dengan nilai hasil prediksi dari model. Dengan menggunakan *confusion matrix*, kita dapat menghasilkan matriks evaluasi seperti Akurasi (*Accuracy*), Presisi (*Precision*), *Recall*, dan *F1-Score* atau *F-Measure*. [20]. Nilai akurasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan untuk membandingkan data yang terklasifikasi benar dengan total data:

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

Nilai presisi adalah ukuran yang menunjukkan berapa banyak data kategori positif yang diklasifikasikan secara benar dibagi dengan total data yang diklasifikasikan positif. Persamaan untuk menghitung nilai presisi adalah sebagai berikut:

$$Precision = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\%$$

Nilai recall menunjukkan persentase data kategori positif yang terklasifikasi dengan benar oleh sistem. Persamaan untuk menghitung nilai *recall* adalah sebagai berikut:

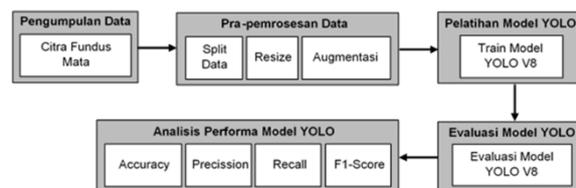
$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

F1-score akan menggunakan rata-rata harmonik dari presisi dan *recall* untuk menghitung kombinasi dari presisi dan *recall*. Persamaan untuk menghitung F1-score adalah sebagai berikut:

$$F1 - Score = \frac{2 \times Precision \times Recall}{Precision + Recall}$$

**3. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini bertujuan untuk menguji metode YOLO V8 dalam mengklasifikasi penyakit mata berdasarkan citra fundus mata. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan Penelitian

**3.1. Pengumpulan Data**

Merupakan tahap pengumpulan data yang akan digunakan untuk penelitian ini. Adapun jenis data yang digunakan untuk pelatihan dan evaluasi model adalah *dataset* citra fundus penyakit mata yang bersumber dari kaggle. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 4 kelas, yaitu kelas mata normal, katarak, glaukoma dan *diabetic retinopathy*.

**3.2. Pra-pemrosesan Data**

Merupakan tahap pemrosesan data sebelum digunakan dalam proses pelatihan dan evaluasi. Langkah pertama yang dilakukan pada tahap pra-pemrosesan data adalah *split data* yang mengacu pada pembagian data yang telah dikumpulkan menjadi dua bagian, yaitu data *train* (digunakan untuk proses

pelatihan) dan data *validation* (digunakan untuk proses evaluasi). Kemudian dilakukan *resize* pada gambar agar dimensi masing-masing gambar selaras sehingga mempercepat proses pelatihan model. Selanjutnya dilakukan augmentasi data untuk memperbanyak data pelatihan sehingga dapat meningkatkan akurasi model.

### 3.3. Pelatihan Model YOLO

Merupakan tahap kedua dalam pembuatan model untuk memprediksi penyakit mata. Pada tahap ini model dilatih menggunakan data pelatihan beserta beberapa parameter dan skenario yang sebelumnya sudah ditentukan, yaitu menggunakan 100 epochs, batch size 8 dan image size 224x224. Adapun dalam proses pelatihan model ini akan menghitung total waktu pelatihan serta nilai mean average precision yang diperoleh sebagai acuan performa hasil pelatihan.

### 3.4. Evaluasi Model YOLO

Merupakan tahap evaluasi untuk mengukur seberapa baik model dalam memprediksi penyakit mata dari data yang berbeda dengan data pelatihan. Pada tahap ini akan dilakukan evaluasi dengan menggunakan data evaluasi yang sebelumnya sudah ditentukan. Kemudian nilai *average precision* (AP) dan *mean average precision* (mAP) akan dilihat sebagai acuan performa (akurasi) model.

### 3.5. Analisis Performa Model YOLO

Merupakan tahap perhitungan untuk mengetahui bagaimana hasil dan seberapa tinggi tingkat akurasi algoritma YOLO dalam mengklasifikasi citra funduskopi mata normal, cataract, glaucoma dan diabetic retinopathy. Adapun parameter yang dihitung untuk mengetahui performa model tersebut antara lain adalah nilai accuracy, precision, recall dan F1-Score.

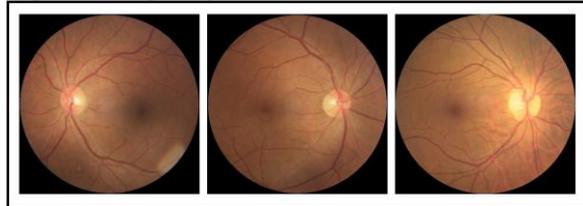
## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode *You Only Look Once* (YOLO) untuk melakukan klasifikasi penyakit mata berdasarkan citra fundus dengan akurasi yang tinggi pada sistem. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah gambar dengan ukuran yang sama, dan menjadi data utama untuk proses klasifikasi. Totalnya terdapat 9447 gambar yang terdiri dari 4 kelas, yaitu kelas mata normal, *cataract*, *glaucoma* dan *diabetic retinopathy*. Dataset tersebut kemudian dibagi menjadi data *training* sebesar 90% dan data val sebesar 10%.

Data *training* digunakan untuk membuat model, sementara data val digunakan untuk menguji performa atau akurasi dari model yang telah dibuat. Dengan menggunakan metode *You Only Look Once* (YOLO), penulis berharap dapat mencapai hasil klasifikasi kualitas penyakit mata yang akurat dan dapat diandalkan.

#### 1. Mata Normal

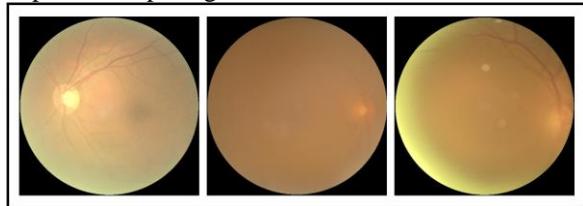
Sample gambar dari kelas mata normal yang dimasukkan ke dalam proses *training* atau pelatihan dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Sample Gambar Mata Normal

#### 2. Mata *Cataract*

Sample gambar dari kelas mata *cataract* yang dimasukkan ke dalam proses *training* atau pelatihan dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Sample Gambar Mata *Cataract*

#### 3. Mata *Glaucoma*

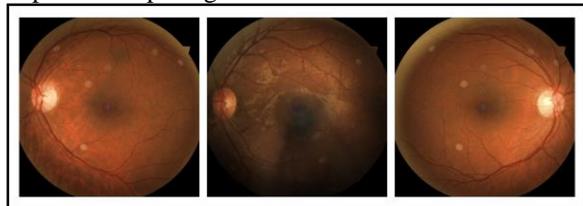
Sample gambar dari kelas mata *glaucoma* yang dimasukkan ke dalam proses *training* atau pelatihan dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Sample Gambar Mata *Glaucoma*

#### 4. Mata *Diabetic Retinopathy*

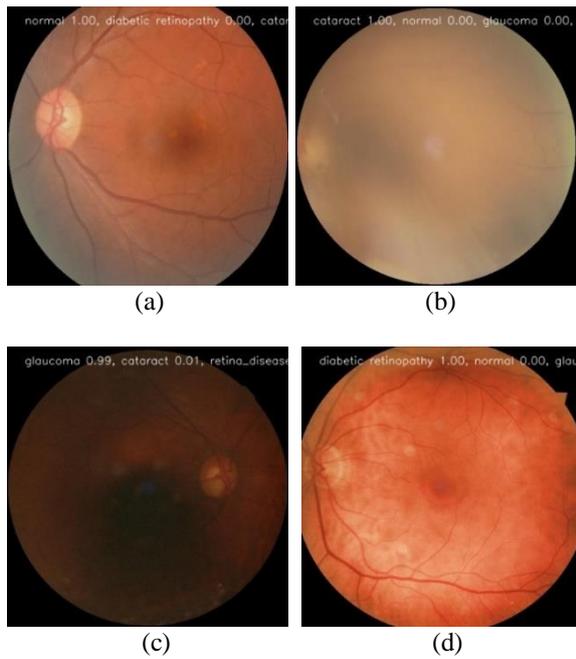
Sample gambar dari kelas mata normal yang dimasukkan ke dalam proses *training* atau pelatihan dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Sample Gambar Mata *Diabetic Retinopathy*

### 4.1. Hasil Pengujian Model

Pengujian dilakukan dengan memasukkan dengan memasukkan gambar diluar data pelatihan untuk menguji performa model hasil pelatihan.



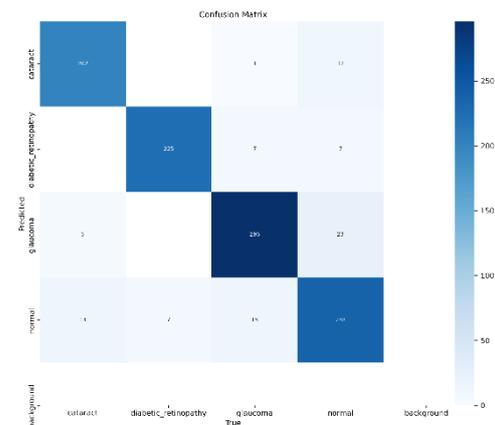
Gambar 8. Hasil Pengujian (a) Normal, (b) Cataract, (c) Glaucoma, (d) Diabetic Retinopathy

Gambar 8 menampilkan hasil pengujian dari sistem klasifikasi penyakit mata, yang menunjukkan jenis penyakit dan persentase tingkat keakurasiannya. Dalam pengujian ini, mata normal memiliki persentase tingkat keakurasian sebesar 100% (a), mata cataract memiliki persentase tingkat keakurasian sebesar 100% (b), mata glaucoma memiliki persentase tingkat keakurasian sebesar 99% (c), dan mata diabetic retinopathy memiliki persentase tingkat keakurasian sebesar 100% (d). Hasil tersebut menunjukkan bahwa program berhasil dibuat sesuai dengan harapan, dan program berjalan dengan hasil sesuai dengan yang diinginkan.

4.2. Analisis Model

Performa model yang telah melalui proses pelatihan akan dianalisis berdasarkan confusion matrix yang didapat dari proses pelatihan dan akan dihitung nilai akurasi (accuracy), presisi (precision), recall, dan F1-score sebagai acuan seberapa baik model yang sudah dibuat. Akurasi merupakan persentase data yang telah berhasil diklasifikasikan dengan benar oleh sistem dari seluruh data pengujian. Precision menunjukkan persentase data yang berhasil diklasifikasikan dengan benar sebagai anggota suatu kelas oleh sistem, dibandingkan dengan total data yang diklasifikasikan sebagai kelas tersebut oleh sistem. Recall menunjukkan persentase data yang berhasil diklasifikasikan dengan benar sebagai anggota suatu kelas oleh sistem, dibandingkan dengan total data pengujian dari kelas tersebut. F1-score adalah rata-rata harmonik dari nilai precision dan recall. Semakin tinggi nilai akurasi, presisi, recall, dan F1-score dari suatu model, maka semakin baik performa model

tersebut. Berikut adalah performa model YOLO V8 yang ditampilkan pada confusion matrix pada gambar 9.



Gambar 9. Confusion Matrix Model YOLO

Dari nilai-nilai yang ada pada confusion matrix diatas akan dilakukan dianalisis berdasarkan nilai accuracy, precision, recall dan F1-score yang ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Performa Model YOLO V8

Kategori	Performa Model (%)			
	Accuracy	Precision	Recall	F1 Score
All Classes	92	91	92	91
Normal	-	87	85	86
Cataract	-	94	92	93
Glaucoma	-	91	93	92
Diabetic Retinopathy	-	94	97	95

Model yang dihasilkan menunjukkan nilai accuracy sebesar 92%, precision sebesar 91%, recall sebesar 92%, F1-score sebesar 91%. Secara keseluruhan, hasil ini dapat dianggap memuaskan dan dapat diimplementasikan untuk sistem klasifikasi penyakit mata berdasarkan citra fundus mata.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang berjudul "Klasifikasi Penyakit Mata Berdasarkan Citra Fundus Menggunakan YOLO V8" dengan menggunakan framework Pytorch dan dataset multiclass. Pengujian sistem dilakukan menggunakan gambar dengan berbagai jenis penyakit mata dan menghasilkan nilai akurasi yang sangat baik. Model yang dihasilkan menunjukkan nilai accuracy sebesar 92%, precision sebesar 91%, recall sebesar 92%, F1-score sebesar 91%. Secara keseluruhan, hasil ini dapat dianggap memuaskan dan dapat diimplementasikan untuk sistem klasifikasi penyakit mata berdasarkan citra fundus mata.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. P. Kumasela, J. S. M. Saerang and L. Rares, "HUBUNGAN WAKTU PENGGUNAAN LAPTOP DENGAN KELUHAN PENGLIHATAN PADA MAHASISWA FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS SAM RATULANGI," *eBiomedik*, vol. I, no. 1, pp. 291-299, 2013.
- [2] A. Sudrajat, A.-M. and S. , "Pengaruh Faktor Risiko Terjadinya Katarak Terhadap Katarak Senil Pada Petani di Wilayah Kerja Puskesmas Tempurejo Kabupaten Jember," *MID-Z (Midwifery Zigot)*, vol. IV, no. 2, pp. 41-48, 2021.
- [3] KEMENTERIAN KESEHATAN RI, PETA JALAN PENANGGULANGAN GANGGUAN PENGLIHATAN DI INDONESIA TAHUN 2017 - 2030, Jakarta, 2017.
- [4] N. Gour, Pritee Khanna and M. Tanveer, "Challenges for ocular disease identification in the era of artificial intelligence," *Neural Computing and Applications*, vol. V, 2022.
- [5] R. Indraswari, W. Herulambang and R. Rokhana, "Deteksi Penyakit Mata Pada Citra Fundus Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)," *Techno.COM*, vol. XXI, no. 2, pp. 378-389, 2022.
- [6] A. Arwan and M. N. Dwi M, "Implementasi Neural Network Untuk Mendeteksi Penyakit Diabetes Pada Retinopati," *SIGMA*, vol. XIII, no. 4, pp. 191-198, 2022.
- [7] F. K., Neocognitron: A Self-Organizing Neural Network, Biological Cybernetics, 1980.
- [8] W. S. E. Putra, "Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network (Cnn) pada Caltech 101," *JURNAL TEKNIK ITS*, vol. V, no. 1, pp. 65-69, 2016.
- [9] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick and A. Farhadi, "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection," *Computer Vision Foundation*, pp. 779-88, 2016.
- [10] A. and W. A. Kusuma, "Deteksi Objek Abnormal Pada Paru-Paru Berdasarkan Citra X-Ray Toraks dengan Menggunakan Algoritma You Only Look Once (Yolo)," *Repositori Institusi Universitas Sumatera Utara*, 2021.
- [11] Y. LeCun, Y. Bengio and G. Hinton, "Deep Learning," *nature*, p. 436-444, 2015.
- [12] N. Sharma, V. Jain and A. Mishra, "An Analysis Of Convolutional Neural Networks For Image Classification," *Procedia Computer Science*, pp. 377-384, 2018.
- [13] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick and A. Farhadi, "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection," *Computer Vision Foundation*, pp. 779-788, 2016.
- [14] M. A. Hadi, R. Ferdian and L. Arief, "Klasifikasi Tingkat Ancaman Kriminalitas Bersenjata Menggunakan Metode You Only Look Once (YOLO)," *CHIPSET*, vol. II, no. 2, pp. 33-40, 2021.
- [15] A. M. Chalik, B. A. Qowy, F. Hanafi and A. Nuraminah, "Mouse Tracking Tangan dengan Klasifikasi Gestur Menggunakan OpenCV dan Mediapipe," *JUITIK*, vol. II, no. 1, pp. 10-18, 2021.
- [16] D. Setiabudidaya, "Penggunaan Piranti Lunak Jupyter Notebook dalam Upaya Mensosialisasikan Open Science," Jurusan Fisika Universitas Sriwijaya, Palembang, 2018.
- [17] H. L. Hoki, V. Augusman and D. Aryanto, "PENERAPAN MACHINE LEARNING UNTUK MENGATEGORIKAN SAMPAHPLASTIK RUMAH TANGGA," *TIMES*, vol. X, no. 1, pp. 1-5, 2021.
- [18] O. Nurdiawan, R. Herdiana, I. Ali, M. and M. Fijriani, "Kinerja Algoritma Convolutional Neural Network dalam Klasifikasi Covid-19 Varian Omicron Berdasarkan Citra Ct-Scan Thoax," *JURIKOM*, vol. IX, no. 5, pp. 1472-1478, 2022.
- [19] Y. U. Hanafi, "DETEKSI PENGGUNAAN HELM PADA PENGENDARA BERMOTOR BERBASIS DEEP LEARNING," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2020.
- [20] L. Rahma, H. Syaputra, A. H. Mirzha and S. D. Purnamasari, "Objek Deteksi Makanan Khas Palembang Menggunakan Algoritma YOLO(You Only Look Once)," *Jurnal Nasional Ilmu Komputer*, vol. II, no. III, pp. 213-232, 2021.