


# KLASIFIKASI PENYAKIT MALARIA MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Firman Aziz<sup>1</sup>, Imran Iskandar,<sup>2</sup> M Rezky Armansyah<sup>3</sup>

Ilmu Komputer, Universitas Pancasakti

Email Korespondensi Author : [rezkyeki86@gmail.com](mailto:rezkyeki86@gmail.com)

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license. 

## Kata kunci:

Deteksi malaria,  
Convolutional Neural  
Network (CNN),  
ImageDataGenerator,  
Diagnosis otomatis,  
Klasifikasi gambar medis

## Abstrak

Penelitian ini mengembangkan model Convolutional Neural Network (CNN) untuk mendeteksi infeksi malaria dari gambar mikroskopis darah. Dataset "Cell Images for Malaria Detection" digunakan dan dibagi menjadi data pelatihan, validasi, dan pengujian, dengan augmentasi data melalui ImageDataGenerator untuk meningkatkan variasi dan kemampuan generalisasi model. Pelatihan model dilakukan dengan callback 'EarlyStopping' untuk menghindari overfitting dan mengoptimalkan waktu pelatihan, sehingga model berhenti lebih awal saat tidak ada peningkatan signifikan pada validasi loss. Hasil penelitian menunjukkan akurasi tinggi antara 0.9482 hingga 0.9595 dan nilai loss yang rendah, dengan konvergensi dalam 3 hingga 6 epoch. Evaluasi menggunakan dataset validasi memastikan bahwa model dapat memprediksi dengan akurat pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Model ini menunjukkan potensi besar sebagai alat bantu diagnosis otomatis malaria yang cepat dan andal, terutama di daerah dengan keterbatasan sumber daya medis, sehingga dapat membantu mengurangi angka kematian dan morbiditas akibat malaria. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam upaya global untuk mengendalikan dan memberantas malaria.

## Keywords:

Malaria detection,  
Convolutional Neural  
Network (CNN),  
ImageDataGenerator,  
Automated diagnosis,  
Medical image classification

## Abstrack

*This research develops a Convolutional Neural Network (CNN) model for detecting malaria infection from microscopic blood images. The "Cell Images for Malaria Detection" dataset is utilized, partitioned into training, validation, and testing sets, and augmented using ImageDataGenerator to enhance model generalization by introducing data variations. Training integrates an 'EarlyStopping' callback to prevent overfitting and optimize training duration, stopping the model early when no significant improvement in validation loss is observed. Results show high accuracy ranging from 0.9482 to 0.9595 with low loss values, achieving convergence within 3 to 6 epochs. Evaluation on the validation dataset confirms the model's ability to predict accurately on unseen data. The developed CNN model demonstrates significant potential as a rapid and reliable tool for automated malaria diagnosis, particularly in resource-limited areas, thereby contributing significantly to global efforts in malaria control and eradication.*

## Pendahuluan

Malaria adalah penyakit menular yang disebabkan oleh parasit Plasmodium, yang ditularkan melalui gigitan nyamuk Anopheles betina yang terinfeksi (Ayu Rokhayati et al., 2022). Menurut laporan World Health Organization (WHO), malaria menyebabkan ratusan ribu kematian setiap tahun, terutama di negara-negara berkembang di Afrika, Asia Selatan, dan Amerika Latin. Diagnosis dini dan pengobatan yang tepat adalah kunci untuk mengurangi angka kematian dan morbiditas yang disebabkan oleh malaria (Salma & Haya, 2021). Tradisionalnya, diagnosis malaria dilakukan melalui pemeriksaan mikroskopis darah, di mana ahli patologi atau teknisi laboratorium mencari parasit malaria dalam tetes darah yang diwarnai (Morein, 2019). Meskipun metode ini dianggap sebagai standar emas, namun memiliki beberapa keterbatasan, antara lain keterampilan

dan keahlian yang diperlukan, waktu dan tenaga yang dibutuhkan, serta keterbatasan sumber daya di banyak daerah endemik malaria (Roziaty et al., 2017).

Dengan perkembangan teknologi dan pembelajaran mesin (Aziz, 2021), khususnya Convolutional Neural Network (CNN) (Kumar et al., 2020), muncul peluang baru untuk mengatasi keterbatasan dalam diagnosis malaria. CNN adalah jenis jaringan saraf tiruan yang dirancang untuk mengolah data dalam bentuk gambar, dan telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam berbagai tugas pengenalan dan klasifikasi gambar medis (Budi et al., 2024). Penggunaan CNN dalam diagnosis malaria menawarkan beberapa keuntungan, termasuk akurasi tinggi dalam mengenali pola dan fitur spesifik dari parasit malaria dalam gambar darah, otomatisasi proses diagnosis yang dapat mengurangi beban kerja tenaga ahli laboratorium, serta skalabilitas sistem yang memungkinkan penerapan di berbagai fasilitas kesehatan dengan minimal intervensi manusia (Maulana Baihaqi et al., 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji model CNN untuk klasifikasi gambar mikroskopis darah guna mendeteksi infeksi malaria. Dengan mengembangkan sistem diagnosis otomatis yang akurat dan efisien, diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam upaya global untuk mengendalikan dan memberantas malaria. Model CNN yang diusulkan akan dievaluasi dalam hal akurasi dibandingkan dengan metode diagnosis konvensional (Indraswari et al., 2022), serta diharapkan dapat menyediakan alternatif alat bantu diagnosis yang cepat dan dapat diandalkan untuk digunakan di daerah endemik malaria dengan keterbatasan sumber daya medis.

## Metode

Penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan pendekatan eksperimental untuk mengembangkan dan mengevaluasi model Convolutional Neural Network (CNN) dalam klasifikasi gambar mikroskopis darah guna mendeteksi infeksi malaria. Tahapan metode penelitian ini mencakup pengumpulan data, pra-pemrosesan data, pengembangan arsitektur model CNN, pelatihan model, evaluasi model, dan implementasi. Berikut adalah rincian dari setiap tahapan:

### 1. Pengumpulan Data

- Dataset yang digunakan dalam penelitian ini adalah "Cell Images for Malaria Detection" yang tersedia di Kaggle. Dataset ini berisi gambar mikroskopis sel darah yang terdiri dari sel darah yang terinfeksi dan tidak terinfeksi parasit malaria.
- Data akan dibagi menjadi tiga set: data pelatihan, data validasi, dan data pengujian dengan proporsi 70%, 15%, dan 15% masing-masing.

### 2. Pra-Pemrosesan Data

- Resizing: Mengubah ukuran semua gambar menjadi ukuran tetap, misalnya 64x64 piksel, agar sesuai dengan input layer dari CNN.
- Normalisasi: Mengatur nilai piksel dalam rentang 0 hingga 1 untuk mempercepat proses pelatihan model.
- Augmentasi Data: Melakukan augmentasi data seperti rotasi, pergeseran, pemotongan, flipping, dan zooming untuk meningkatkan variasi data pelatihan dan mencegah overfitting.

### 3. Pengembangan Arsitektur Model CNN

- Model CNN yang akan dikembangkan terdiri dari beberapa lapisan konvolusi, lapisan pooling, lapisan dropout, lapisan fully connected, dan lapisan output.
- Lapisan konvolusi akan digunakan untuk mengekstraksi fitur dari gambar, sementara lapisan pooling akan digunakan untuk mengurangi dimensi fitur peta.
- Lapisan dropout akan digunakan untuk mencegah overfitting dengan menghilangkan beberapa neuron selama pelatihan.

- d. Lapisan fully connected akan digunakan untuk menggabungkan fitur yang diekstraksi dan melakukan klasifikasi.
  - e. Lapisan output akan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid untuk prediksi kelas (terinfeksi atau tidak terinfeksi).
- 4. Pelatihan Model**
- a. Model akan dilatih menggunakan data pelatihan dengan optimisasi menggunakan algoritma Adam dan fungsi loss binary cross-entropy.
  - b. Parameter yang akan diatur selama pelatihan meliputi jumlah epoch, ukuran batch, learning rate, dan lain-lain.
  - c. Validasi dilakukan secara berkala menggunakan data validasi untuk memantau kinerja model dan menghindari overfitting.
- 5. Evaluasi Model**
- a. Setelah pelatihan selesai, model akan dievaluasi menggunakan data pengujian yang tidak pernah dilihat model sebelumnya.
  - b. Evaluasi kinerja model dilakukan dengan menggunakan metrik akurasi, presisi, recall, dan F1-score.
  - c. Analisis kurva ROC (Receiver Operating Characteristic) dan AUC (Area Under Curve) juga akan dilakukan untuk menilai kemampuan model dalam membedakan kelas.
- 6. Implementasi dan Penggunaan Model**
- a. Model yang telah dilatih dan dievaluasi akan diimplementasikan dalam bentuk aplikasi untuk diagnosis otomatis malaria.
  - b. Aplikasi ini diharapkan dapat digunakan oleh tenaga medis di lapangan untuk melakukan diagnosis cepat dan akurat terhadap infeksi malaria dengan mengunggah gambar mikroskopis darah ke dalam sistem.

## Hasil dan Diskusi

Penelitian ini menggunakan pendekatan Convolutional Neural Network (CNN) untuk klasifikasi gambar mikroskopis darah dalam mendeteksi infeksi malaria. Proses pelatihan model dilakukan menggunakan generator data dari ImageDataGenerator, yang memungkinkan peningkatan dinamika data pelatihan melalui augmentasi gambar seperti rotasi, pemangkasan, dan pembalikan. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model dengan memperkenalkan variasi ke dalam dataset pelatihan. Untuk menghindari overfitting dan waktu pelatihan yang berlebihan, digunakan callback 'EarlyStopping' yang menghentikan pelatihan jika tidak ada peningkatan pada nilai 'val\_loss' setelah dua epoch berturut-turut.

Pelatihan dilakukan selama maksimal 20 epoch. Namun, dengan adanya 'EarlyStopping', model seringkali berhenti lebih awal saat tidak ada peningkatan signifikan dalam validasi loss, menandakan bahwa model telah mencapai konvergensi. Setelah pelatihan selesai, model diuji menggunakan dataset validasi untuk mengevaluasi kinerja dan memastikan bahwa model tidak hanya mempelajari data pelatihan tetapi juga dapat memprediksi hasil dengan akurat pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya.

Hasil pelatihan model CNN untuk deteksi malaria menunjukkan variasi dalam akurasi dan nilai loss pada setiap iterasi pelatihan. Pelatihan pertama mencapai akurasi tertinggi sebesar 0.9595 dengan loss rendah 0.1332 setelah 6 epoch, menunjukkan bahwa model efisien dalam mempelajari data. Pelatihan kedua, meskipun menghasilkan akurasi yang sedikit lebih rendah yaitu 0.9482 dengan loss 0.1680 setelah 3 epoch, menunjukkan adanya variasi dalam data yang mempengaruhi performa model. Selanjutnya, pelatihan ketiga dan keempat menunjukkan peningkatan dan konsistensi dengan akurasi berturut-turut 0.9539 dan 0.9543, serta loss masing-masing 0.1525 dan 0.1563 setelah 4 dan 3 epoch. Pelatihan kelima menyelesaikan dengan akurasi 0.9563 dan loss 0.1456

setelah 4 epoch, menunjukkan konvergensi yang cepat dan stabil serta kemampuan model untuk mengidentifikasi fitur kritis dalam klasifikasi sel malaria.

Hasil pelatihan menunjukkan bahwa model CNN yang dikembangkan memiliki kemampuan yang baik dalam mengklasifikasikan gambar mikroskopis darah untuk mendeteksi infeksi malaria. Penggunaan augmentasi data melalui ImageDataGenerator berhasil meningkatkan kemampuan generalisasi model, yang terlihat dari hasil akurasi yang tinggi dan nilai loss yang rendah pada setiap pelatihan. Penggunaan callback 'EarlyStopping' terbukti efektif dalam menghindari overfitting dan mengurangi waktu pelatihan yang berlebihan. Model cenderung berhenti lebih awal ketika telah mencapai konvergensi, yang menunjukkan bahwa model telah belajar fitur yang relevan dengan cepat dan efisien. Evaluasi menggunakan dataset validasi memastikan bahwa model tidak hanya mempelajari data pelatihan tetapi juga mampu memprediksi dengan akurat pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Hasil ini menunjukkan potensi besar dari penggunaan CNN dalam diagnosis otomatis malaria, yang dapat menjadi alat bantu diagnosis yang cepat dan efektif di daerah endemik malaria dengan keterbatasan sumber daya medis.

Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil mengembangkan model CNN yang mampu mengklasifikasikan gambar mikroskopis darah dengan tingkat akurasi yang tinggi, memberikan kontribusi penting dalam upaya global untuk mengendalikan dan memberantas malaria.

## Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan menguji model Convolutional Neural Network (CNN) untuk klasifikasi gambar mikroskopis darah dalam mendeteksi infeksi malaria. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN yang dikembangkan memiliki tingkat akurasi yang tinggi, dengan akurasi akhir berkisar antara 0.9482 hingga 0.9595 dan nilai loss yang rendah. Penggunaan callback 'EarlyStopping' terbukti efektif dalam menghindari overfitting dan mengurangi waktu pelatihan, dengan model cenderung mencapai konvergensi dalam 3 hingga 6 epoch. Augmentasi data menggunakan ImageDataGenerator berhasil meningkatkan kemampuan generalisasi model, membantu model untuk belajar lebih baik dan menghasilkan prediksi yang lebih akurat pada data validasi. Potensi implementasi model ini sebagai alat bantu diagnosis otomatis malaria sangat besar, terutama di daerah endemik malaria dengan keterbatasan sumber daya medis. Dengan integrasi ke dalam aplikasi yang mudah digunakan, tenaga medis di lapangan dapat mengunggah gambar mikroskopis darah dan mendapatkan hasil diagnosis dalam waktu singkat, membantu dalam pengambilan keputusan klinis yang tepat waktu. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan CNN dalam diagnosis malaria memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi diagnosis, memberikan kontribusi yang signifikan dalam upaya global untuk mengendalikan dan memberantas malaria.

## Referensi

- Ayu Rokhayati, D., Cucuomi Putri, R., Alleyda Said, N., & Rejeki, S. S. (2022). Analisis Faktor Risiko Malaria di Asia Tenggara. *Journalkolegium.Epidemiologi.Id*.  
<https://doi.org/10.22435/blb.v18i1.5002>
- Aziz, F. (2021). Klasifikasi Aktivitas Manusia menggunakan metode Ensemble Stacking berbasis Smartphone. *Journal.Unpacti.Ac.Id*, 1(2), 53.  
<http://journal.unpacti.ac.id/index.php/JSCE/article/view/171>
- Budi, E., Chan, A., Alda, P., Teknik, M. I.-R. R., & 2024, undefined. (2024). Optimasi Model Machine Learning untuk Klasifikasi dan Prediksi Citra Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network. *Djournals.Com*, 4(5), 509.  
<http://www.djournals.com/resolusi/article/view/1892>
- Indraswari, R., Herulambang, W., & Com, R. R. (2022). Deteksi Penyakit Mata Pada Citra Fundus

- Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN). *Publikasi.Dinus.Ac.Id*.  
<http://publikasi.dinus.ac.id/index.php/technoc/article/view/6162>
- Kumar, A., Zhang, Z. J., & Lyu, H. (2020). Object detection in real time based on improved single shot multi-box detector algorithm. *Eurasip Journal on Wireless Communications and Networking*, 2020(1). <https://doi.org/10.1186/S13638-020-01826-X>
- Maulana Baihaqi, W., Raras, C., Widiawati, A., Sabila, D. P., & Wati, A. (2021). Analisis Gambar Sel Darah Berbasis Convolution Neural Network Untuk Mendiagnosis Penyakit Demam Berdarah. *Cogito.Unklab.Ac.Id*, 7(1).  
<https://cogito.unklab.ac.id/index.php/cogito/article/view/308>
- Morein, N. (2019). Sterilisasi dan Diagnosis Laboratorium. In *books.google.com*.  
<https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=XKH5DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=diagnosis+malaria+dilakukan+melalui+pemeriksaan+mikroskopis+darah,+di+mana+ahli+p+atologi+atau+teknisi+laboratorium+mencari+parasit+malaria+dalam+tetes+darah+yang+di+warnai&ots=ocyVfG>
- Roziaty, E., Kusumadani, A., & Aryani, I. (2017). *Biologi Lingkungan*.  
[https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=pZIUDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP2&dq=Meskipun+metode+ini+dianggap+sebagai+standar+emas,+namun+memiliki+beberapa+kete+rbatasan,+antara+lain+keterampilan+dan+keahlian+yang+diperlukan,+waktu+dan+tenaga+yang+dibutuhkan,+serta+keterbatasan+sumber+daya+di+banyak+daerah+endemik+malaria.&ots=kJuox83R4M&sig=Rcpnn1JI5eK1\\_w4kZBILdx5wj6U](https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=pZIUDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP2&dq=Meskipun+metode+ini+dianggap+sebagai+standar+emas,+namun+memiliki+beberapa+kete+rbatasan,+antara+lain+keterampilan+dan+keahlian+yang+diperlukan,+waktu+dan+tenaga+yang+dibutuhkan,+serta+keterbatasan+sumber+daya+di+banyak+daerah+endemik+malaria.&ots=kJuox83R4M&sig=Rcpnn1JI5eK1_w4kZBILdx5wj6U)
- Salma, W., & Haya, S. L. O. M. Y. (2021). *Buku Referensi Potret Masyarakat Pesisir Konsep Inovasi Gizi & Kesehatan*.  
[https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=cNpVEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Menurut+laporan+World+Health+Organization+\(WHO\),+malaria+menyebabkan+ratusan+r+ibu+kematian+setiap+tahun,+terutama+di+negara-negara+berkembang+di+Afrika,+Asia+Selatan,+dan+Amerika+Latin.+Diagnosis+dini+dan+pengobatan+yang+tepat+adalah+kunci+untuk+mengurangi+angka+kematian+dan+morbidi+tas+yang+disebabkan+oleh+malaria&ots=zVIAMmb-tZ&sig=uHB86twOSYjAJfEq-sWOWzscOq0](https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=cNpVEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Menurut+laporan+World+Health+Organization+(WHO),+malaria+menyebabkan+ratusan+r+ibu+kematian+setiap+tahun,+terutama+di+negara-negara+berkembang+di+Afrika,+Asia+Selatan,+dan+Amerika+Latin.+Diagnosis+dini+dan+pengobatan+yang+tepat+adalah+kunci+untuk+mengurangi+angka+kematian+dan+morbidi+tas+yang+disebabkan+oleh+malaria&ots=zVIAMmb-tZ&sig=uHB86twOSYjAJfEq-sWOWzscOq0)