

# Klasifikasi Penyakit Pada Daun Kopi Robusta Menggunakan Arsitektur AlexNet dan Xception dengan Metode Convolutional Neural Network

Nadia Ashari\*, Donny Avianto

Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Informatika, Universitas Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

Email: <sup>1,\*</sup>nadiaashari25@gmail.com, <sup>2</sup>donny@uty.ac.id

Email Penulis Korespondensi: nadiaashari25@gmail.com

Submitted: 21/10/2024; Accepted: 22/11/2024; Published: 03/12/2024

**Abstrak**—Penyakit pada daun tanaman kopi robusta dapat berdampak signifikan terhadap pertumbuhan dan hasil panen tanaman kopi robusta. Daun tanaman kopi robusta rentan terhadap berbagai macam jenis penyakit yang disebabkan oleh jamur, bakteri atau serangga dengan gejala seperti bercak coklat, kuning atau hitam dan perubahan warna pada permukaan daun tanaman kopi robusta. Deteksi dini terhadap penyakit pada tanaman daun kopi robusta sangat penting untuk memperoleh pengendalian yang efektif untuk menjaga kesehatan tanaman. Dalam penelitian ini, dilakukan pembuatan sebuah model klasifikasi penyakit pada daun tanaman kopi robusta menggunakan arsitektur Convolutional Neural Network (CNN). Arsitektur yang digunakan pada penelitian ini, yaitu AlexNet dan Xception. Pada penelitian ini digunakan dataset gambar daun kopi robusta yang didapatkan melalui observasi secara langsung ke kebun kopi robusta di Kab. Temanggung. Jumlah dataset yang digunakan sebanyak 1400 data yang terbagi menjadi 4 kelas yaitu sehat, embun jelaga, karat daun dan tungau laba-laba merah. Pengujian model CNN dilakukan dengan melakukan setting parameter yang terdiri dari batch size, drop out, learning rate, optimizer dan jumlah epoch yang bervariasi yaitu 35, 50 dan 100. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model arsitektur AlexNet dengan pengujian 50 epoch memperoleh akurasi terbaik sebesar 98,57% dan arsitektur Xception memperoleh akurasi sebesar 100% pada setiap pengujian epoch. Secara keseluruhan penggunaan arsitektur AlexNet dan Xception sangat efektif dalam melakukan klasifikasi penyakit pada daun kopi robusta, namun arsitektur Xception lebih unggul dalam kemampuan melakukan klasifikasi pada dataset yang kompleks dan akurasi yang lebih tinggi.

**Kata Kunci:** Klasifikasi; Convolutional Neural Network; Tanaman Kopi Robusta; AlexNet; Xception

**Abstract**—Diseases on the leaves of robusta coffee plants can have a significant impact on the growth and yield of robusta coffee plants. The leaves of the robusta coffee plant are susceptible to various types of diseases caused by fungi, bacteria or insects with symptoms such as brown, yellow or black patches and discoloration on the surface of the leaves of the robusta coffee plant. Early detection of diseases in robusta coffee leaf plants is very important to obtain effective control to maintain plant health. In this study, a disease classification model on the leaves of robusta coffee plants was made using the Convolutional Neural Network (CNN) architecture. The architecture used in this study is AlexNet and Xception. In this study, a dataset of images of robusta coffee leaves obtained through direct observation of robusta coffee plantations in Temanggung Regency was used. The number of datasets used was 1400 data which was divided into 4 classes, namely healthy, root down, leaf rust and red spider mites. The CNN model was tested by setting parameters consisting of batch size, drop out, learning rate, optimizer and the number of epochs that varied 35, 50 and 100. The results of this study show that the AlexNet architecture model with 50 epoch tests obtains the best accuracy of 98.57% and the Xception architecture obtains an accuracy of 100% in each epoch test. Overall, the use of AlexNet and Xception architectures is very effective in classifying diseases in robusta coffee leaves, but the Xception architecture is superior in the ability to classify complex datasets and higher accuracy.

**Keywords:** Classification; Convolutional Neural Network; Robusta Coffee Plant; AlexNet; Xception

## 1. PENDAHULUAN

Produk ekspor utama yang berasal dari hasil tanaman perkebunan Indonesia adalah kopi robusta. Pada tahun 2017, Indonesia memproduksi kopi robusta dengan persentase 67% untuk ekspor dan 33% untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri [1]. Industri petani kopi robusta merupakan sumber devisa yang signifikan dalam perekonomian nasional yang tinggi, dan menjadi salah satu komoditas yang digunakan petani sebagai sumber pendapatan. Namun, terdapat beberapa tantangan yang umum dihadapi oleh petani kopi di Indonesia selama proses budidaya tanaman kopi robusta, salah satunya adalah bahwa tanaman kopi robusta rentan terhadap penyakit yang disebabkan oleh perubahan cuaca dan serangan hama, seperti penyakit daun. Bercak-bercak kuning, coklat, atau hitam pada permukaan daun merupakan gejala umum penyakit daun pada tanaman kopi robusta. Tanaman kopi robusta rentan terkena beberapa jenis penyakit daun, seperti penyakit karat daun (*leaf rust*), penyakit bercak daun (*red spider mite*), dan penyakit embun jelaga (*root down*) [2]. Hal ini akan sangat berpengaruh pada perkembangan tanaman kopi robusta. Untuk mencegah penyebaran penyakit dan kerugian pada tanaman kopi robusta, dapat diatasi dengan mengklasifikasikan penyakit pada daun tanaman kopi robusta dengan menggunakan teknologi yang memudahkan klasifikasi penyakit pada daun. Metode deep learning dapat digunakan untuk mengembangkan teknologi yang dapat mengklasifikasikan jenis penyakit pada daun tanaman kopi robusta.

Deep Learning merupakan subbidang dari *machine learning* yang berkonsentrasi pada pengembangan jaringan syaraf tiruan *multiple layer* untuk meningkatkan ketepatan deteksi objek, pengenalan suara, dan penerjemahan bahasa [3]. Proses klasifikasi dapat dilakukan dengan mengembangkan sistem yang dapat menerima citra daun tanaman kopi robusta yang terinfeksi penyakit daun dan menggunakan daun tanaman kopi robusta sebagai objek klasifikasi. Hal ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan metode *deep learning* yang dapat mengklasifikasikan citra daun tanaman kopi robusta yaitu arsitektur *Convolutional Neural Network (CNN) AlexNet* dan *Xception*. *Convolutional Neural Network*

(CNN) merupakan algoritma *deep learning* yang sangat efektif dalam analisis objek pada gambar dan mencapai tingkat akurasi yang tinggi dengan meniru korteks visualisasi pada manusia [4] [5]. Arsitektur *Xception* adalah model pembelajaran CNN yang memanfaatkan 36 lapisan konvolusi untuk mengekstrak fitur dari jaringan. Hal ini diperlukan untuk membedakan antara korelasi lintas saluran dan korelasi spasial pada peta fitur CNN [6]. Arsitektur *AlexNet* adalah arsitektur CNN yang terdiri dari 8 lapisan konvolusi, termasuk 5 lapisan konvolusi dan 3 lapisan *fully connected layer* [7].

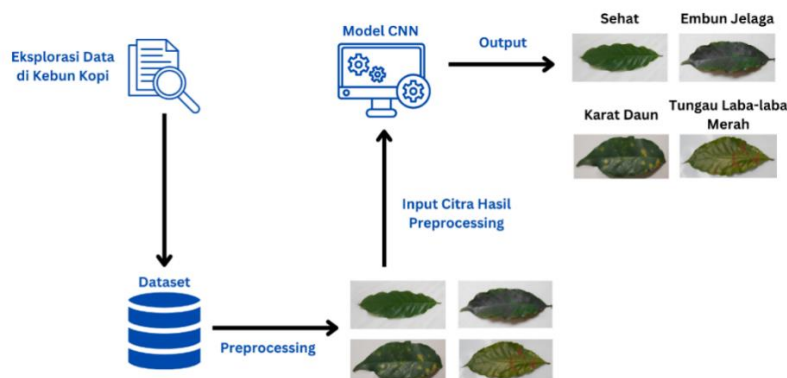
Klasifikasi penyakit pada citra daun tanaman kopi telah menjadi subjek dari berbagai penelitian sebelumnya. Dalam penelitian Irfansyah, et al, digunakan arsitektur *Alexnet* dan *Convolutional Neural Network (CNN)*. Tingkat akurasi akhir dari penelitian ini adalah 81,6%, dan mencakup 3 kondisi daun yang berbeda: *health*, *red spider mite* dan *rust* [8]. Penelitian berikutnya yang dilakukan oleh Saputra, dkk. mengenai pemanfaatan citra daun kopi arabika berbasis *android* untuk mendeteksi penyakit pada tanaman kopi arabika [9]. *Convolutional Neural Network (CNN)* digunakan untuk deteksi citra daun tanaman kopi arabika dalam penelitian ini. Bercak daun, karat daun, dan daun sehat adalah 3 kondisi daun yang diamati dan diperoleh akurasi akhir sebesar 94,5%. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Savira, et al, mengenai klasifikasi penyakit pada tanaman kopi robusta menggunakan arsitektur *Convolutional Neural Network (CNN) EfficientNet-B0* berdasarkan citra daun [10]. Pada penelitian tersebut, klasifikasi penyakit diimplementasikan pada citra daun tanaman kopi robusta yang terdiri dari 6 kondisi daun, seperti sehat, tungau laba-laba merah, karat daun tingkat 1, karat daun tingkat 2, karat daun tingkat 3, dan karat daun tingkat 4 dengan akurasi akhir sebesar 91%. Penelitian selanjutnya oleh Fatchurrachman, et al, melakukan identifikasi penyakit berbasis citra daun pada tanaman kopi menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)* dan arsitektur *ResNet-50* [11]. Penelitian ini menggunakan citra daun untuk mendiagnosis penyakit pada tanaman kopi. Citra daun dikategorikan menjadi 2 kondisi: sehat dan terinfeksi, dengan tingkat akurasi akhir sebesar 99%. Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Windiawan, dkk. berkaitan dengan identifikasi penyakit daun kopi dengan menggunakan *Convolutional Neural Network (CNN)* dan arsitektur *VGG16*. Dalam penelitian tersebut, identifikasi penyakit diimplementasikan pada daun kopi yang mencakup 3 kondisi yang berbeda: karat, tungau laba-laba merah, dan daun kopi yang sehat, dengan akurasi akhir sebesar 89% [12].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem klasifikasi penyakit pada daun tanaman kopi robusta dengan menggunakan model *Convolutional Neural Network (CNN)* dengan arsitektur *AlexNet* dan *Xception*. Metode CNN digunakan untuk menerima input berupa citra atau gambar daun tanaman kopi robusta, mengidentifikasi aspek-aspek atau objek-objek pada citra yang dapat digunakan komputer untuk belajar mengenali citra, dan membedakan satu citra dengan citra yang lain. Arsitektur *AlexNet* dan *Xception* digunakan untuk mengevaluasi kinerja setiap arsitektur dalam melakukan klasifikasi penyakit pada daun tanaman kopi robusta.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Kerangka Penelitian

Dalam penelitian ini, dilakukan serangkaian tahapan untuk mencapai hasil yang diharapkan. Tahapan penelitian ini mencakup langkah-langkah yang harus dilakukan untuk melaksanakan penelitian yang telah dirangkum dalam Gambar 1 yaitu sebagai berikut:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Pada Gambar 1, langkah pertama dalam penelitian dilakukan dengan eksplorasi data di salah satu kebun kopi robusta di Kab. Temanggung. Eksplorasi data ini mencakup observasi serta pengumpulan dataset citra daun tanaman kopi robusta. Setelah dataset citra daun kopi robusta dikumpulkan maka tahap selanjutnya yaitu melakukan *preprocessing dataset*. *Preprocessing* dilakukan untuk membantu model CNN lebih mudah memahami pola pada citra yang akan diproses. Selanjutnya, dataset yang sudah dipreproses akan diuji menggunakan model *Convolutional Neural Network (CNN)*. Model CNN dilatih dengan dataset citra yang sudah diproses sehingga model akan belajar

mengklasifikasi citra daun kopi robusta berdasarkan pola yang telah dipelajari. Hasil dari pengujian dataset dengan menggunakan model CNN akan menampilkan prediksi diagnosa penyakit yang terdeteksi pada daun kopi robusta.

## 2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data citra daun tanaman kopi robusta dilakukan dengan dokumentasi citra daun tanaman kopi robusta yang memiliki peran penting dalam penelitian ini sebagai sumber informasi [13]. Citra daun tanaman kopi robusta yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui observasi langsung di kebun kopi robusta. Jenis penyakit daun tanaman kopi robusta yang diteliti terdiri dari 4 jenis penyakit daun. Jenis penyakit daun tanaman kopi robusta tersebut diantaranya: sehat, embun jelaga, karat daun dan tungau laba-laba merah. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 1400 citra daun tanaman kopi robusta yang terdiri dari 350 citra sehat, 350 citra embun jelaga, 350 citra karat daun dan 350 citra tungau laba-laba merah.



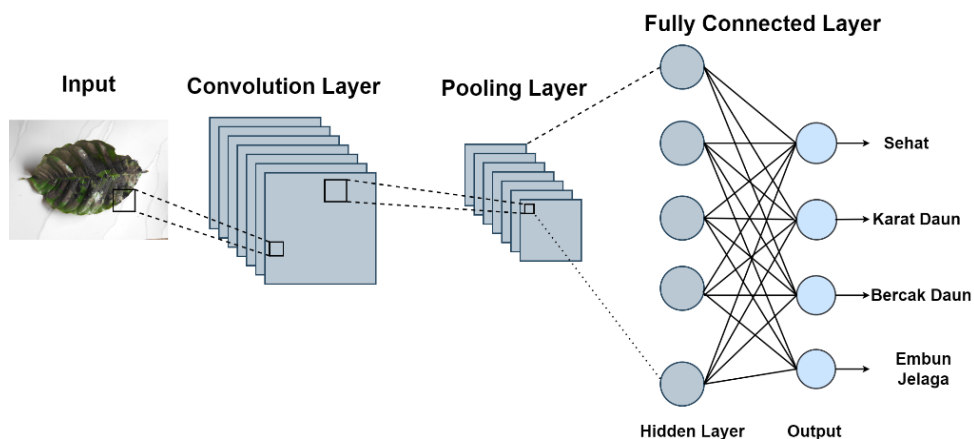
**Gambar 2.** (a) Sehat (b) Embun Jelaga (c) Karat Daun (d) Tungau Laba-laba Merah

## 2.3 Preprocessing Data

*Preprocessing* diperlukan untuk mengolah dataset citra daun tanaman kopi robusta. *Preprocessing* data citra daun tanaman kopi robusta akan mencakup pengurangan intensitas pixel, resize gambar dan augmentasi untuk mengurangi *overfitting* [14]. Hal tersebut berguna untuk membuat citra daun tanaman kopi robusta dapat diterima oleh sistem dan sistem akan dapat memahami citra daun tanaman kopi robusta meskipun memiliki perbedaan sudut [15].

## 2.4 Pengujian Model CNN

Pengujian model CNN dilakukan untuk mengklasifikasi data citra daun tanaman kopi robusta yang sudah melalui tahapan *preprocessing* untuk mengetahui apakah data citra daun tanaman kopi robusta memiliki penyakit atau tidak [16]. Model CNN yang digunakan untuk klasifikasi citra daun tanaman kopi robusta terdiri dari beberapa lapisan. Lapisan model CNN tersebut meliputi *convolution layer*, *pooling layer* dan *fully connected layer* [17]. Sebelum melakukan pengujian model CNN, dataset harus dipecah menjadi 3 tipe dataset yaitu data latih, data uji dan data validasi [18]. Pengujian model CNN dilakukan dengan pengaturan parameter yang meliputi *batch size*, *drop out*, *learning rate*, *optimizer* dan *epoch* untuk menyesuaikan model CNN terhadap pengujian dataset [19].

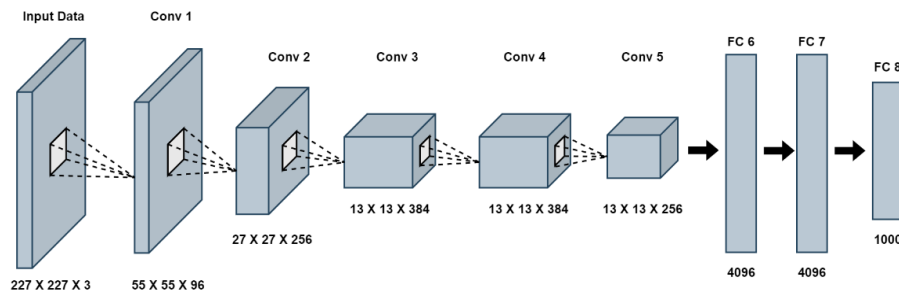


**Gambar 3.** Arsitektur CNN Yang Diusulkan

Arsitektur CNN yang diusulkan pada Gambar 3 dimulai dengan proses input citra daun tanaman kopi robusta yang memiliki gejala penyakit daun. Kemudian, citra daun kopi robusta akan diproses melalui *convolution layer* atau lapisan konvolusi untuk mengekstrak fitur atau pola pada citra daun kopi robusta yang memiliki ciri gejala penyakit tertentu. Setelah melalui tahap ekstraksi fitur pada *convolution layer*, citra daun kopi robusta diteruskan ke *pooling layer* yang dimana akan dilakukan proses pengurangan dimensi fitur untuk efisiensi komputasi. Fitur-fitur yang telah diekstraksi dan disederhanakan akan diteruskan ke *fully connected layer*, dimana setiap neuron pada lapisan ini terhubung dengan semua neuron sebelumnya untuk menggabungkan informasi dan menentukan klasifikasi akhir yang menunjukkan diagnose penyakit pada daun kopi robusta.

a. *AlexNet*

Arsitektur *Convolutional Neural Network (CNN) AlexNet* menggabungkan *ConvNet* dengan teknik skip regularisasi, menerapkan augmentasi data, dan menggunakan fungsi aktivasi *ReLU*. Arsitektur *AlexNet* memiliki keunggulan dalam mengekstraksi fitur melalui proses pelatihan pada kumpulan data [20].

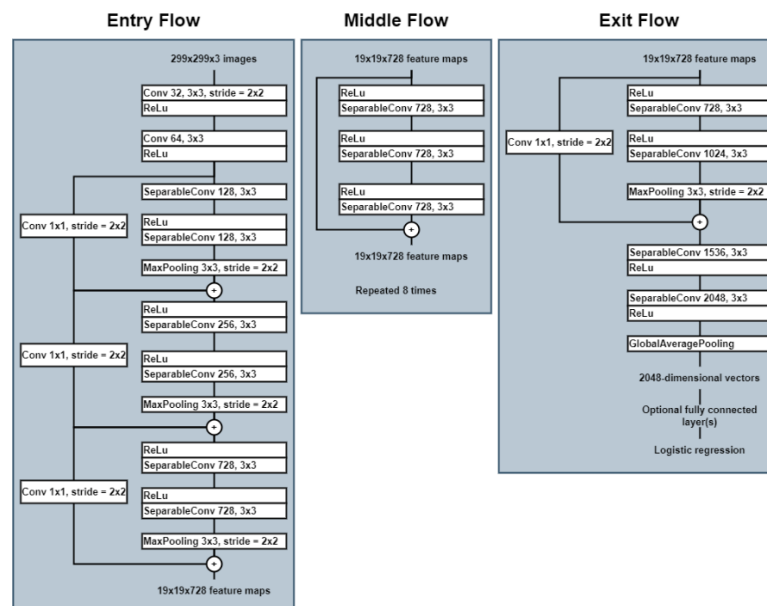


Gambar 4. Arsitektur AlexNet

Gambar 4 menunjukkan struktur arsitektur AlexNet. AlexNet adalah jaringan saraf kompleks dengan 650.000 neuron dan 60 juta parameter, dan fungsi aktivasi tradisional seperti tanh, arctan, dan fungsi logistik sering terjebak dalam jaringan saat pembelajaran [21].

b. *Xception*

Arsitektur *Convolutional Neural Network (CNN) Xception* dikembangkan dari struktur *Inception* dengan menggunakan pendekatan konvolusi terpisah yang dalam. Arsitektur ini menciptakan blok seimbang yang meningkatkan aliran informasi antar lapisan dengan menggabungkan konvolusi titik dan kedalaman. Dibandingkan dengan arsitektur CNN lainnya, arsitektur *Xception* lebih efisien karena membutuhkan lebih sedikit perhitungan dan parameter [22].



Gambar 5. Arsitektur Xception

Gambar 5 menunjukkan struktur dari arsitektur Xception. Arsitektur Xception mengubah struktur model Inception dengan mengganti lapisan konvolusi dengan operasi *depthwise seperable convolution*. Operasi *depthwise seperable convolution* diterapkan pada masing-masing channel pada setiap titik piksel gambar; kemudian, operasi pergeseran kedalaman menerapkan pergeseran titik untuk menggabungkan informasi dari seluruh channel. Hal ini mengurangi jumlah parameter dan waktu komputasi yang diperlukan, tetapi tetap memberikan kinerja yang baik [23].

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pembagian Dataset

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 1400 citra daun tanaman kopi robusta yang dilabeli dengan 4 kondisi daun. Data kemudian dibagi menjadi data latih dan uji dengan persentase 80% dan 10% serta data validasi dengan persentase 10%. Kemudian untuk meningkatkan performa model CNN, dilakukan augmentasi data yang mencakup flipping dan rotasi untuk meningkatkan keragaman visual dari citra daun tanaman kopi robusta dan membantu model lebih baik dalam mengenali pola. Berikut merupakan perbandingan dataset citra daun tanaman kopi robusta dapat dilihat pada Tabel 1.

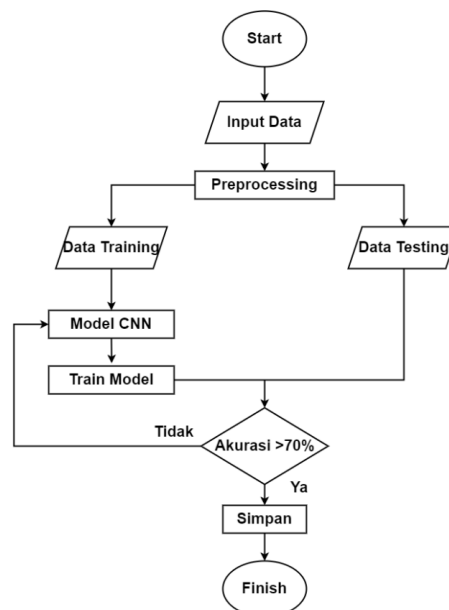
**Tabel 1.** Pembagian Dataset

Kelas	Data Latih	Data Uji	Data Validasi
Sehat	280	35	35
Embun Jelaga	280	35	35
Karat Daun	280	35	35
Tungau Laba-laba Merah	280	35	35
Total	1120	140	140

Tabel 1 menunjukkan pembagian kumpulan data daun kopi robusta ke dalam empat kelas: Sehat, Embun Jelaga, Karat Daun, dan Tungau Laba-laba Merah. Jumlah data sebanyak 1120 citra untuk data latih, 140 citra untuk data uji, dan 140 citra untuk data validasi. Setiap kelas memiliki jumlah data yang sama, yaitu 280 citra untuk Data Latih, 35 citra untuk Data Uji, dan 35 citra untuk Data Validasi. Pembagian dataset ini dilakukan untuk memastikan bahwa model mendapatkan jumlah data yang cukup di setiap kelas untuk memungkinkan proses pelatihan, pengujian, dan validasi yang tepat. Data latih digunakan untuk melatih model untuk mengidentifikasi pola di setiap kelas, sementara data uji dan validasi digunakan untuk mengevaluasi kemampuan model untuk mengenali data baru dan memastikan model tidak mengalami overfitting.

#### 3.2 Flowchart Sistem Klasifikasi Penyakit

Flowchart sistem menjelaskan alur jalannya sistem dari proses klasifikasi penyakit pada daun tanaman kopi robusta. Proses dimulai dengan input data daun tanaman kopi robusta, kemudian dilakukan preprocessing data. Setelah melalui tahapan preprocessing, data dibagi menggunakan test split. Langkah selanjutnya adalah menguji model CNN, dimana akurasi model dalam melakukan klasifikasi akan menjadi tolok ukur untuk menilai apakah sistem dapat berfungsi dengan baik dalam proses klasifikasi.



**Gambar 6.** Flowchart Sistem Klasifikasi Penyakit

Gambar 6 menjelaskan proses pengembangan model Convolutional Neural Network (CNN) untuk klasifikasi atau pengenalan data. Proses ini dimulai dengan tahap Input Data, di mana data dimasukkan untuk digunakan dalam model. Selanjutnya, data tersebut melalui tahap Preprocessing, di mana mereka dibersihkan atau diproses untuk meningkatkan kualitas dan konsistensi. Setelah preprocessing, data dibagi menjadi dua bagian: Training Data dan Testing Data. Training Data digunakan untuk melatih model CNN, dan testing Data menguji kinerja model. Setelah model dilatih, akurasi model diperiksa. Jika akurasi model lebih dari tujuh puluh persen, model akan disimpan sebagai

model akhir. Namun, jika akurasi kurang dari tujuh puluh persen, model akan kembali ke tahap pelatihan untuk diperbaiki. Setelah mencapai akurasi yang diinginkan dan disimpan, proses selesai. Proses ini bertujuan untuk menghasilkan model CNN yang memiliki akurasi tinggi dalam mengklasifikasikan atau mengenali data dengan baik.

### 3.3 Pengujian Model Convolutional Neural Network

Pada penelitian ini dilakukan pengujian model CNN dengan arsitektur AlexNet dan Xception digunakan setting parameter yang meliputi *batch size*, *epoch*, *dropout*, *learning rate* dan *optimizer*. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian dengan setting parameter yang terdapat pada Tabel 2 sebagai berikut:

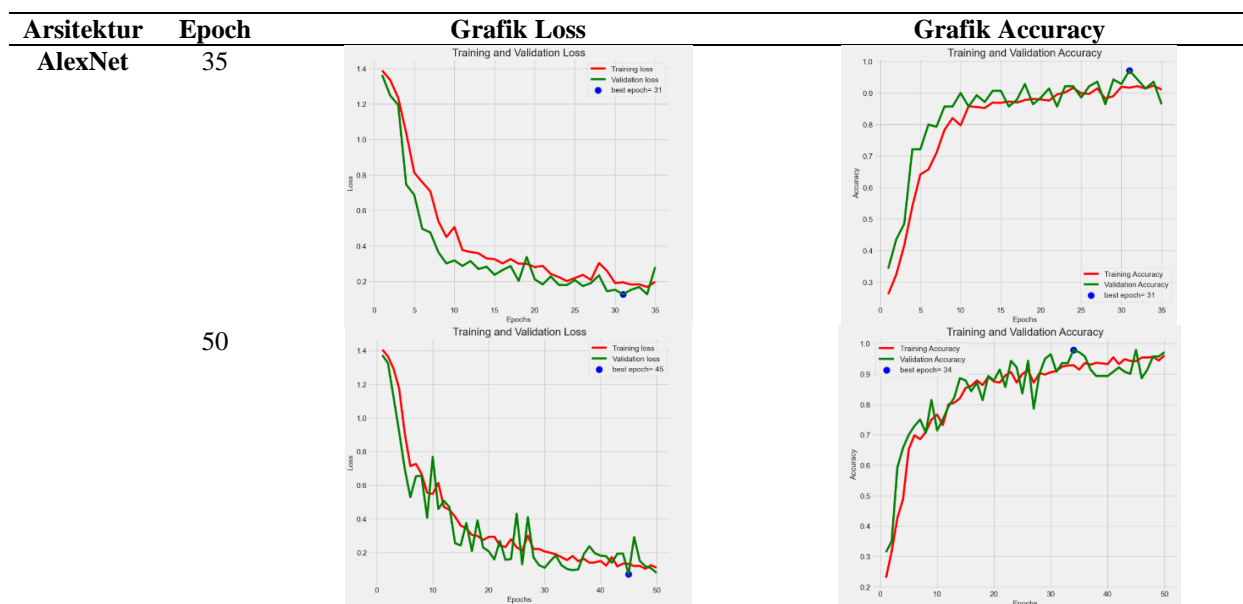
Tabel 2. Hasil Pengujian Model

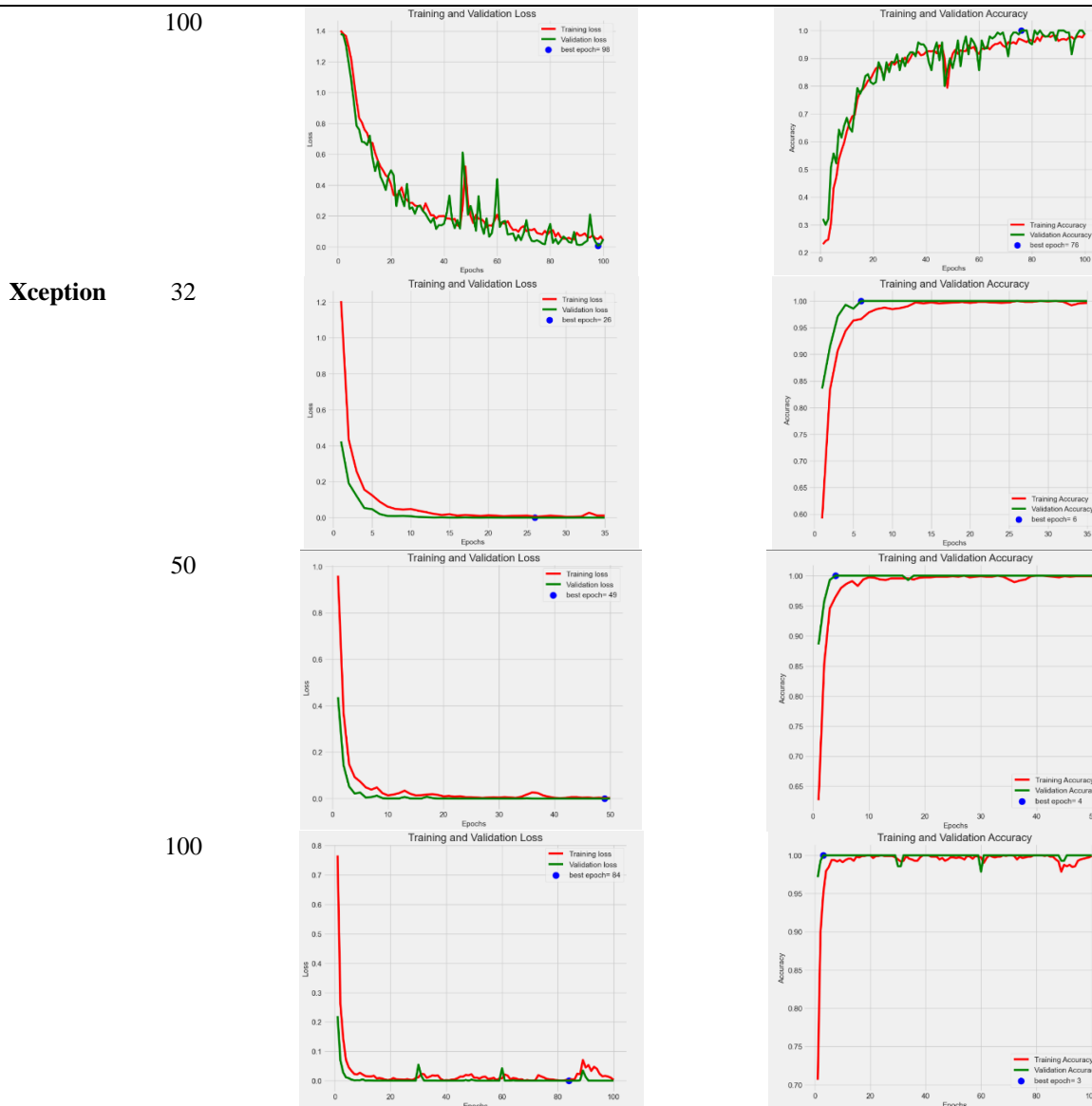
Arsitektur	Batch Size	Drop Out	Epoch	Learning Rate	Optimizer	Hasil	
						Loss	Accuracy
AlexNet	64	0.5	35	0.001	Adam	0.2165	0.9071
	64	0.5	50	0.001	Adam	0.0548	0.9857
	64	0.5	100	0.001	Adam	0.1032	0.9714
Xception	64	0.5	35	0.001	Adam	0.0013	1.0000
	64	0.5	50	0.001	Adam	2.2690e-05	1.0000
	64	0.5	100	0.001	Adam	8.6085e-07	1.0000

Tabel 2 merupakan hasil pengujian model CNN dengan arsitektur AlexNet dan Xception dengan setting parameter epoch yang berbeda (35, 50, dan 100), batch size (64), drop out (0,5), learning rate (0.001) dan optimizer Adam. Dari hasil perbandingan tiga model AlexNet, model dengan 50 epoch menunjukkan performa terbaik dibanding 35 epoch dan 100 epoch dengan *loss* paling rendah (0.0548) dan akurasi tertinggi (98.57%), yang berarti model ini paling akurat dan memiliki kesalahan prediksi paling sedikit. Secara keseluruhan, model dengan 50 epoch memberikan kombinasi terbaik antara akurasi tinggi dan minimnya kesalahan prediksi.

Sementara itu, arsitektur Xception menunjukkan performa yang sangat baik dengan akurasi sempurna (100%) di semua pengujian, bahkan pada 35 epoch. Nilai *loss* pada Xception juga sangat rendah terutama pada 100 epoch, di mana nilai *loss*-nya hampir mendekati nol (8.6085e-07). Hal ini menandakan bahwa model CNN dengan arsitektur Xception dapat menghasilkan model yang sangat akurat dengan kesalahan prediksi yang sangat minim, bahkan dengan jumlah epoch yang lebih sedikit dibandingkan model CNN dengan arsitektur AlexNet. Secara keseluruhan, arsitektur Xception terbukti lebih unggul dibandingkan arsitektur AlexNet dalam hal pengurangan *loss* dan pencapaian akurasi sempurna.

Tabel 3. Grafik Hasil Pengujian Model





Grafik performa setiap percobaan epoch pada model CNN dengan arsitektur *AlexNet* dan *Xception* dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4. Berdasarkan hasil tersebut, model CNN *AlexNet* dengan percobaan 50 *epoch* dan model CNN *Xception* dengan percobaan 100 *epoch* menunjukkan performa terbaik dengan nilai *loss* terendah dan nilai akurasi tertinggi di antara percobaan lainnya. Oleh karena itu, model CNN *AlexNet* dengan percobaan 50 *epoch* dan model CNN *Xception* dengan percobaan 100 *epoch* akan digunakan untuk melakukan klasifikasi terhadap citra baru.

### 3.3 Implementasi Sistem

Implementasi sistem klasifikasi dengan model CNN pada penelitian ini adalah tampilan *website* yang terdiri dari dua halaman *user interface*. Halaman pertama adalah home page yang menampilkan halaman depan *website*, dan halaman kedua adalah halaman klasifikasi untuk melakukan proses klasifikasi daun tanaman kopi robusta. Berikut adalah antarmuka pengguna untuk sistem klasifikasi penyakit daun tanaman kopi robusta dengan metode CNN:

#### 3.3.1 Home Page

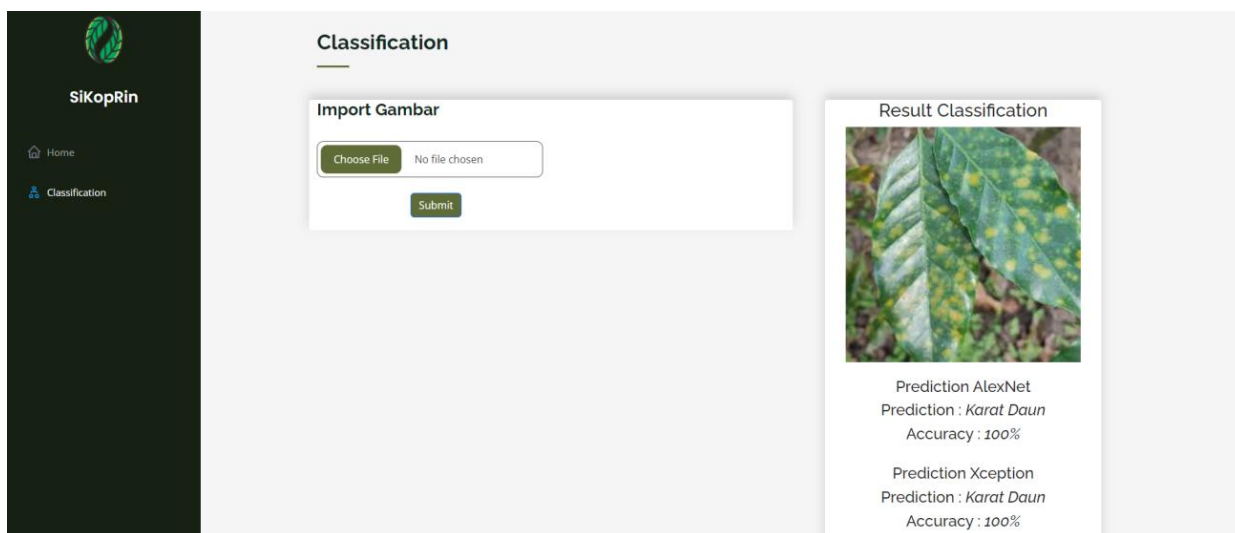
Home page adalah tampilan awalan sistem klasifikasi penyakit pada daun tanaman kopi robusta. Pada halaman ini terdapat deskripsi singkat tentang sistem yang bertujuan untuk melakukan klasifikasi penyakit pada daun tanaman kopi robusta. Di sisi kiri halaman terdapat menu navigasi yang berisi nama sistem. Terdapat dua menu, yaitu "Home" dan "Classification", yang mempermudah pengguna untuk beralih antara halaman saat menggunakan sistem. Gambar 7 adalah halaman utama sistem klasifikasi penyakit daun kopi robusta dengan metode CNN.



Gambar 7. Halaman Home Page

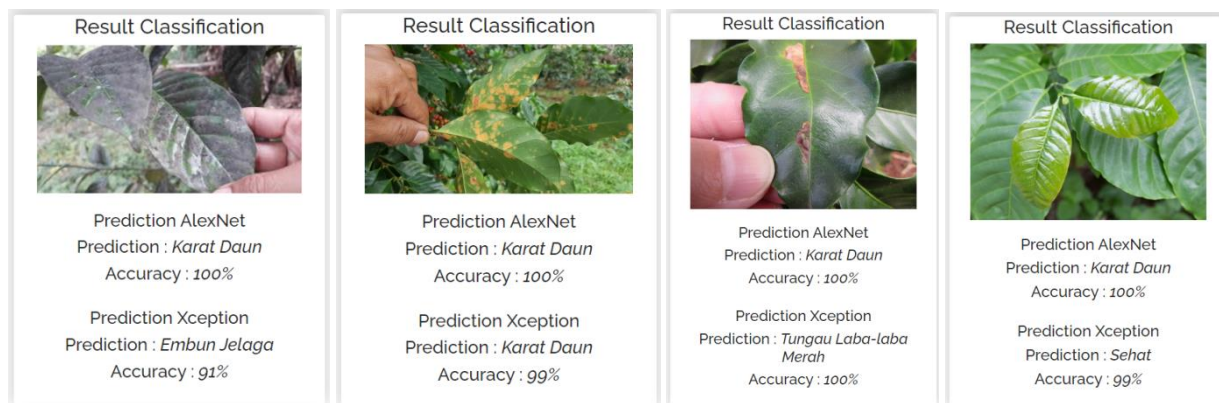
### 3.3.2 Halaman Klasifikasi

Halaman klasifikasi merupakan halaman untuk melakukan proses klasifikasi gambar daun kopi robusta. Pada bagian kiri terdapat tombol “Choose File” untuk import gambar daun tanaman kopi robusta dimana pengguna dapat memilih gambar daun yang akan diklasifikasi serta tombol “Submit” agar sistem melakukan klasifikasi terhadap gambar yang telah diinputkan. Setelah gambar daun tanaman kopi robusta diunggah, hasil klasifikasi akan ditampilkan pada sisi kanan layar pada bagian “Result Classification”. Berikut ini merupakan halaman klasifikasi pada sistem klasifikasi penyakit daun kopi robusta menggunakan CNN. Gambar 8 adalah halaman klasifikasi pada sistem klasifikasi penyakit daun kopi robusta dengan metode CNN.



Gambar 8. Halaman Klasifikasi

### 3.4 Pembahasan Hasil



Gambar 9. Hasil Klasifikasi Menggunakan Sistem

Gambar 9 menunjukkan hasil klasifikasi penyakit pada daun kopi robusta menggunakan dua arsitektur Convolutional Neural Network (CNN), yaitu AlexNet dan Xception. Model CNN dengan arsitektur Xception menunjukkan bahwa model melakukan klasifikasi gambar daun tanaman kopi yang lebih baik dibandingkan dengan arsitektur AlexNet. Hal

ini dikarenakan arsitektur *Xception* memiliki kinerja yang baik dan efisiensi dalam mengatasi keterbatasan model CNN sehingga mampu mengidentifikasi penyakit pada daun tanaman kopi robusta secara lebih spesifik terhadap variasi dalam kondisi daun. Arsitektur *AlexNet* cenderung memberikan akurasi yang tinggi, tetapi memberikan prediksi diagnosa yang salah pada saat melakukan klasifikasi penyakit daun kopi robusta dengan kelas embun jelaga, tungau laba-laba merah dan sehat. Hal ini dikarenakan kemampuan arsitektur *AlexNet* lebih baik dalam mengidentifikasi jenis penyakit tertentu seperti karat daun sehingga menyebabkan model CNN mengalami *overfitting*. Overfitting terjadi pada model CNN dengan arsitektur *AlexNet* ketika model sangat spesifik dalam mempelajari data latih sehingga kinerjanya buruk pada data uji atau data nyata. Fitur visual baik dari segi karakteristik dan warna yang mirip juga menjadi salah satu alasan membingungkan model untuk membedakan ketiga kelas tersebut.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian mengenai klasifikasi penyakit pada daun tanaman kopi robusta menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)* dengan arsitektur *AlexNet* dan *Xception* menunjukkan bahwa arsitektur *Xception* memiliki kinerja yang lebih baik daripada *AlexNet*. Arsitektur *Xception* dengan penerapan *depthwise separable convolution* mampu menangani kompleksitas pola penyakit pada daun kopi robusta dengan lebih baik, memungkinkan model CNN dengan arsitektur *Xception* untuk melakukan klasifikasi dan menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi yaitu 100%. Sementara arsitektur *AlexNet* memiliki kemampuan sebagai arsitektur awal dalam pengenalan citra dengan tingkat akurasi terbaik 98,57% namun, kemampuannya untuk menangani gambar yang lebih kompleks sangat terbatas dibandingkan dengan arsitektur *Xception*. Dengan demikian, arsitektur *Xception* merupakan pilihan arsitektur yang lebih efektif dibanding dengan arsitektur *AlexNet*. Penggunaan arsitektur *Xception* dan metode *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk klasifikasi penyakit pada daun tanaman kopi robusta memungkinkan deteksi dini untuk pengendalian penyakit pada tanaman kopi robusta. Dengan melakukan deteksi dini pada tanaman kopi robusta melalui daunnya maka pengambilan tindakan untuk pencegahan dapat dilakukan tepat waktu untuk mencegah penyebaran penyakit.

#### REFERENCES

- [1] A. A. Azzahrah, K. Budiraharjo, and M. Handayani, "Analisis Faktor Produksi Kopi Robusta Analysis of Robusta Coffee Production Factors," *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, vol. 19, no. 3, 2023, doi: <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jsep/article/view/29904>.
- [2] T. Endang Togatorop, I. Mariami, S. Informasi, and S. Triguna Dharma, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Pada Tanaman Kopi Robusta Menggunakan Metode Dempster Shafer," *Jurnal Sains Manajemen Informatika dan Komputer*, vol. 21, no. 1, pp. 32–39, 2022, doi: <https://doi.org/10.53513/jis.v21i1.4867>.
- [3] A. Raup, W. Ridwan, Y. Khoeriyah, Q. Yuliaty Zaqiah, and U. Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, "Deep Learning dan Penerapannya dalam Pembelajaran," *JHIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, vol. 5, no. 9, 2022, doi: [10.54371/jiip.v5i9.805](https://doi.org/10.54371/jiip.v5i9.805).
- [4] I. Awaludin, M. Fadhil, and M. Andhika Zaini Zulfikor, "Analisis Kinerja ResNet-50 dalam Klasifikasi Penyakit pada Daun Kopi Robusta," *JURNAL INFORMATIKA*, vol. 9, no. 2, 2022, doi: [10.31294/inf.v9i1.13049](https://doi.org/10.31294/inf.v9i1.13049).
- [5] Y. Annisa, P. Vandalis, S. Soim, and L. Lindawati, "Pengembangan Algoritma Convolutional Neural Networks (CNN) dengan Penambahan Layer Konvolusi untuk Klasifikasi Objek dalam Gambar Sampah," *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 6, no. 2, 2024, doi: [10.47065/bits.v9i9.999](https://doi.org/10.47065/bits.v9i9.999).
- [6] A. Rinaldi, N. Mukti, and P. T. Prasetyaningrum, "Klasifikasi Daun Teh Klon Seri GMB Menggunakan Convolutional Neural Network dengan Arsitektur VGG16 dan Xception," *Journal of Information Technology Ampera*, vol. 5, no. 1, pp. 2774–2121, 2024, doi: [10.51519/journalita.v5i1.540](https://doi.org/10.51519/journalita.v5i1.540).
- [7] J. I. Massie and A. M. Widodo, "DEEP LEARNING UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT RETINOPATI DIABETIK MENGGUNAKAN ARSITEKTUR ALEXNET DAN GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORK," *Jurnal SIMETRIS*, vol. 14, no. 2, 2023, doi: <https://doi.org/10.24176/simet.v14i2.9498>.
- [8] D. Irfansyah *et al.*, "Arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) Alexnet Untuk Klasifikasi Hama Pada Citra Daun Tanaman Kopi," *JPIT (Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT)*, vol. 6, no. 2, 2021, doi: <https://doi.org/10.30591/jpit.v6i2.2802>.
- [9] A. I. Saputra, I. Weni, U. Khaira, A. Info, and K. Kunci, "Implementasi Metode Convolutional Neural Network Untuk Deteksi Penyakit Pada Tanaman Kopi Arabika Melalui Citra Daun Berbasis Android," *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 41–51, 2024, doi: [10.51454/decode.v4i1.231](https://doi.org/10.51454/decode.v4i1.231).
- [10] A. Savira, W. Sabrina, and A. M. Fawwaz, "Klasifikasi Penyakit pada Tanaman Kopi Robusta Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Convolutional Neural Network," *eProceedings of Engineering*, vol. 9, no. 3, 2022, doi: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/17997>.
- [11] A. Fatchurrachman and D. Udjulawa, "Identifikasi Penyakit Pada Tanaman Kopi Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Metode Convolution Neural Network," *Jurnal Algoritme*, vol. 3, no. 2, 2023, doi: [10.35957/algoritme.xxxx](https://doi.org/10.35957/algoritme.xxxx).
- [12] R. Windiawan, A. Suharso, and S. Artikel, "Identifikasi Penyakit pada Daun Kopi Menggunakan Metode Deep Learning VGG16," *Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Informatika*, vol. 13, no. 2, 2021, doi: [10.35891/explorit](https://doi.org/10.35891/explorit).
- [13] I. Firdaus, R. Hidayati, R. S. Hamidah, R. Rianti, R. Cahyuni, and K. Khotimah, "Model-Model Pengumpulan Data dalam Penelitian Tindakan Kelas," *Jurnal Kreativitas Mahasiswa*, vol. 1, no. 2, 2023, doi: <https://riset-iaid.net/index.php/jpm/article/view/1443>.



- [14] S. Dewi, F. Ramadhani, and S. Djasmayena, “Klasifikasi Jenis Jerawat Berdasarkan Gambar Menggunakan Algoritma CNN (Convolutional Neural Network),” *Hello World Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 2, pp. 68–73, Jul. 2024, doi: 10.56211/helloworld.v3i2.518.
- [15] Dian Anisa Agustina, “KLASIFIKASI CITRA JENIS KULIT WAJAH DENGAN ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) RESNET-50,” *Jurnal Riset Sistem Informasi*, vol. 1, no. 3, pp. 01–07, Jul. 2024, doi: 10.69714/13sbbby24.
- [16] A. Bagas Prakosa and dan Radius Tanone, “IMPLEMENTASI MODEL DEEP LEARNING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) PADA CITRA PENYAKIT DAUN JAGUNG UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT TANAMAN,” *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (JUKANTI)*, vol. 6, no. 1, 2023, doi: <https://doi.org/10.37792/jukanti.v6i1.919>.
- [17] N. Ibrahim *et al.*, “Klasifikasi Tingkat Kematangan Pucuk Daun Teh menggunakan Metode Convolutional Neural Network,” *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 10, no. 1, p. 162, Jan. 2022, doi: 10.26760/elkomika.v10i1.162.
- [18] M. Zahir and R. Adi Saputra, “DETEKSI PENYAKIT RETINOPATI DIABETES MENGGUNAKAN CITRA MATA DENGAN IMPLEMENTASI DEEP LEARNING CNN,” *Jurnal Teknoinfo*, vol. 18, no. 1, pp. 121–132, 2024, doi: <https://doi.org/10.33365/jti.v18i1.3348>.
- [19] Moh. A. Hasan, Y. Riyanto, and D. Riana, “Grape leaf image disease classification using CNN-VGG16 model,” *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 9, no. 4, pp. 218–223, Oct. 2021, doi: 10.14710/jtsiskom.2021.14013.
- [20] A. Rachmatullah Pratama and A. F. Cobantoro, “KLASIFIKASI CITRA PNEUMONIA MENGGUNAKAN ARSITEKTUR CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) PNEUMONIA IMAGE CLASSIFICATI ON USING CONVOLUTINAL NEURAL NETWORK (CNN) ARCHITECTURE,” *Jurnal Ilmiah NERO*, vol. 8, no. 2, p. 2023, 2023, doi: <https://doi.org/10.21107/nero.v8i2.18992>.
- [21] Fahmi Anugrah Danendra, Fetty Tri Anggraeny, and Hendra Maulana, “Klasifikasi Citra Penyakit Daun Cabai Rawit Dengan Menggunakan CNN Arsitektur AlexNet dan SqueezeNet,” *Syntax: Jurnal Informatika*, vol. 12, no. 1, pp. 50–61, 2023, doi: <https://doi.org/10.35706/syji.v12i01>.
- [22] A. Akram, K. Fayakun, and H. Ramza, “Klasifikasi Hama Serangga pada Pertanian Menggunakan Metode Convolutional Neural Network,” *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 5, no. 2, Sep. 2023, doi: 10.47065/bits.v5i2.4063.
- [23] M. Farid Naufal, J. Siswanto, and M. Ghifari Kusuma Wicaksono, “Klasifikasi Tulisan Tangan Pada Resep Obat Menggunakan Convolutional Neural Network,” *Jurnal Techno.Com*, vol. 22, no. 2, pp. 508–526, 2023, doi: <https://doi.org/10.33633/tc.v22i2.8075>.