

**PERBANDINGAN DAN IMPLEMENTASI ARSITEKTUR
DEEP LEARNING UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT
DAUN TOMAT BERBASIS CITRA**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



disusun oleh

Arya Dana Saputra

21.11.3965

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2025

**PERBANDINGAN DAN IMPLEMENTASI ARSITEKTUR
DEEP LEARNING UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT
DAUN TOMAT BERBASIS CITRA**

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



disusun oleh

Arya Dana Saputra

21.11.3965

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2025

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PERBANDINGAN DAN IMPLEMENTASI ARSITEKTUR DEEP
LEARNING UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT
DAUN TOMAT BERBASIS CITRA**

yang disusun dan diajukan oleh

Arya Dana Saputra

21.11.3965

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
pada tanggal 28 Oktober 2024

Dosen Pembimbing,


Majid Rahardi, S.Kom., M.Eng
NIK. 190302393

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI
PERBANDINGAN DAN IMPLEMENTASI ARSITEKTUR DEEP
LEARNING UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT
DAUN TOMAT BERBASIS CITRA

yang disusun dan diajukan oleh

Arya Dana Saputra

21.11.3965

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 18 Februari 2025

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Dr. Andi Sunyoto, S.Kom., M.Kom.
NIK. 190302052

Theopilus Bayu Sasongko, S.Kom., M.Kom.
NIK. 190302375

Majid Rahardi, S.Kom., M.Eng.
NIK. 190302393

Tanda Tangan

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 18 Februari 2025

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



Hanif Al Fatta, S.Kom., M.Kom., Ph.D.
NIK. 190302096

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Arya Dana Saputra
NIM : 21.11.3965

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

Perbandingan dan Implementasi Arsitektur Deep Learning untuk Klasifikasi Penyakit Daun Tomat Berbasis Citra

Dosen Pembimbing : Majid Rahardi, S.Kom., M.Eng

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta.
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima SANKSI AKADEMIK dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Yogyakarta, 18 Februari 2025

Yang Menyatakan,


D3ALX348326210
Arya Dana Saputra

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, dengan telah diselesaikannya Naskah skripsi ini Penulis mempersembahkannya kepada:

1. Kedua orang tua saya yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, dan doa tanpa henti. Mereka adalah sumber inspirasi dan motivasi terbesar dalam hidup saya, yang selalu percaya pada kemampuan saya untuk mencapai impian ini.
2. Universitas Amikom Yogyakarta, sebagai tempat saya menimba ilmu dan mengembangkan diri. Lingkungan akademis yang mendukung dan fasilitas yang memadai telah memberikan saya kesempatan untuk belajar.
3. Bapak dosen pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan yang sangat berarti dalam penyelesaian naskah skripsi ini. Kesabaran dan dedikasi beliau dalam membimbing saya selama proses penelitian ini sangat saya hargai, dan ilmu yang beliau berikan akan selalu saya ingat.
4. Teman-teman yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan arahan yang sangat berharga. Kebersamaan dan kerja sama kita selama masa studi telah menciptakan kenangan indah dan pengalaman berharga yang tidak akan terlupakan. Terima kasih atas semua diskusi, motivasi, dan tawa yang telah kita bagi bersama.

KATA PENGANTAR

Dengan puji syukur kepada Allah subhānahu wa ta'āla, saya dapat menyelesaikan skripsi berjudul "Perbandingan dan Implementasi Arsitektur Deep Learning untuk Klasifikasi Penyakit Daun Tomat Berbasis Citra" sebagai syarat kelulusan Program Studi S1 Informatika. Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dalam membantu penyelesaian naskah skripsi ini. Penulis sepenuhnya menyadari bahwa tanpa adanya bantuan, arahan, dan dukungan dari berbagai pihak, naskah skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan.

Dalam menyusun skripsi ini penulis banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, Tuhan semesta alam yang selalu memberikan nikmat, rahmat dan hidayah-Nya.
2. Bapak dan Ibu serta Saudara kandung yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan kasih sayang tanpa henti.
3. Prof, Dr. M. Suyanto, MM., selaku Rektor Universitas Amikom Yogyakarta.
4. Majid Rahardi, S.Kom., M.Eng selaku Dosen pembimbing yang telah membantu dan memberikan arahan dan bimbingan selama proses penyusunan skripsi.
5. Segenap Dosen Teknik Komputer yang telah memberikan wawasan dan pengetahuan kepada penulis selama proses pembelajaran di Universitas Amikom Yogyakarta.
6. Seluruh Teman – teman S1-02 prodi Informatika Angkatan 2021 yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan naskah skripsi.
7. Semua pihak yang telah berkontribusi membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

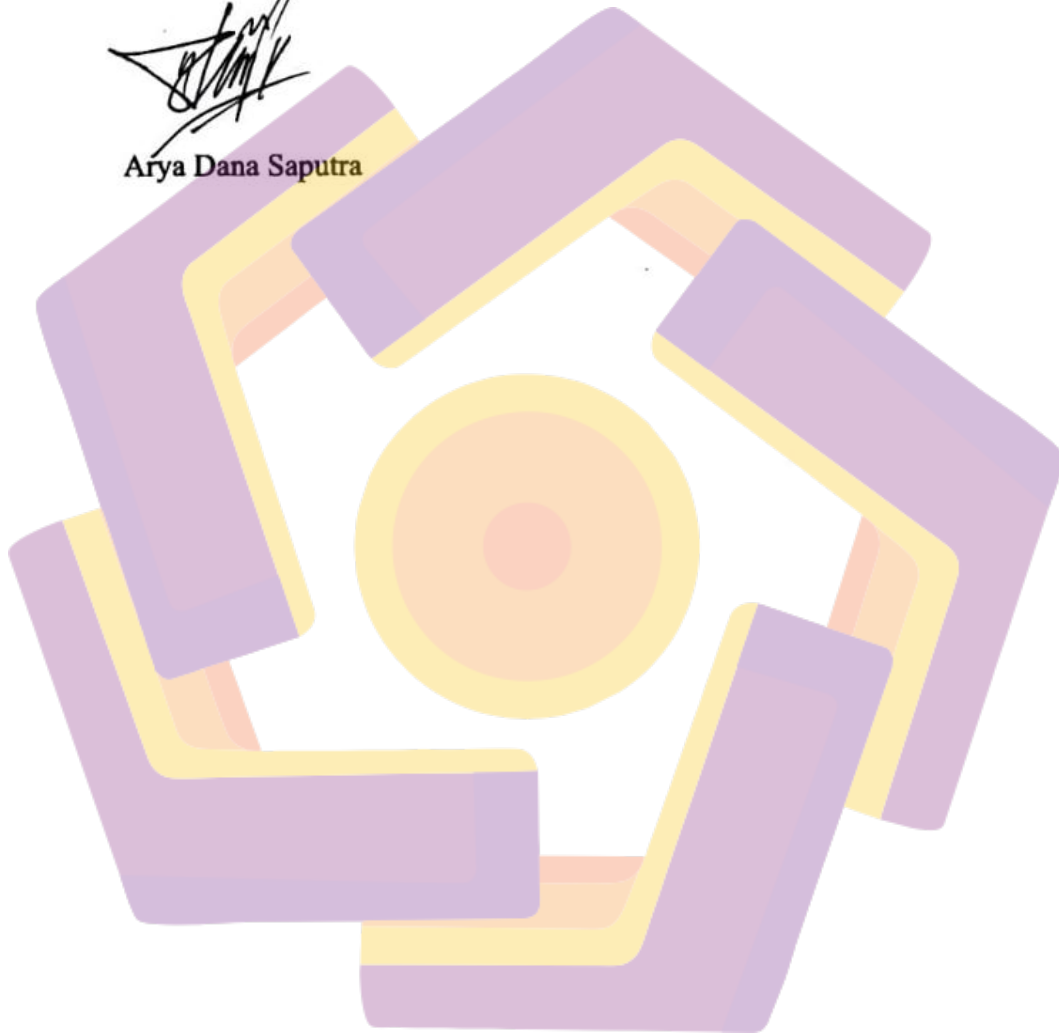
Penulis menyadari bahwa di dalam skripsi ini masih ada banyak kekurangannya, oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan juga saran

yang sifatnya membangun untuk karya yang lebih baik lagi kedepannya.
Harapannya, skripsi ini akan memberikan manfaat bagi para pembaca.

Yogyakarta, 18 Februari 2025



Arya Dana Saputra



DAFTAR ISI

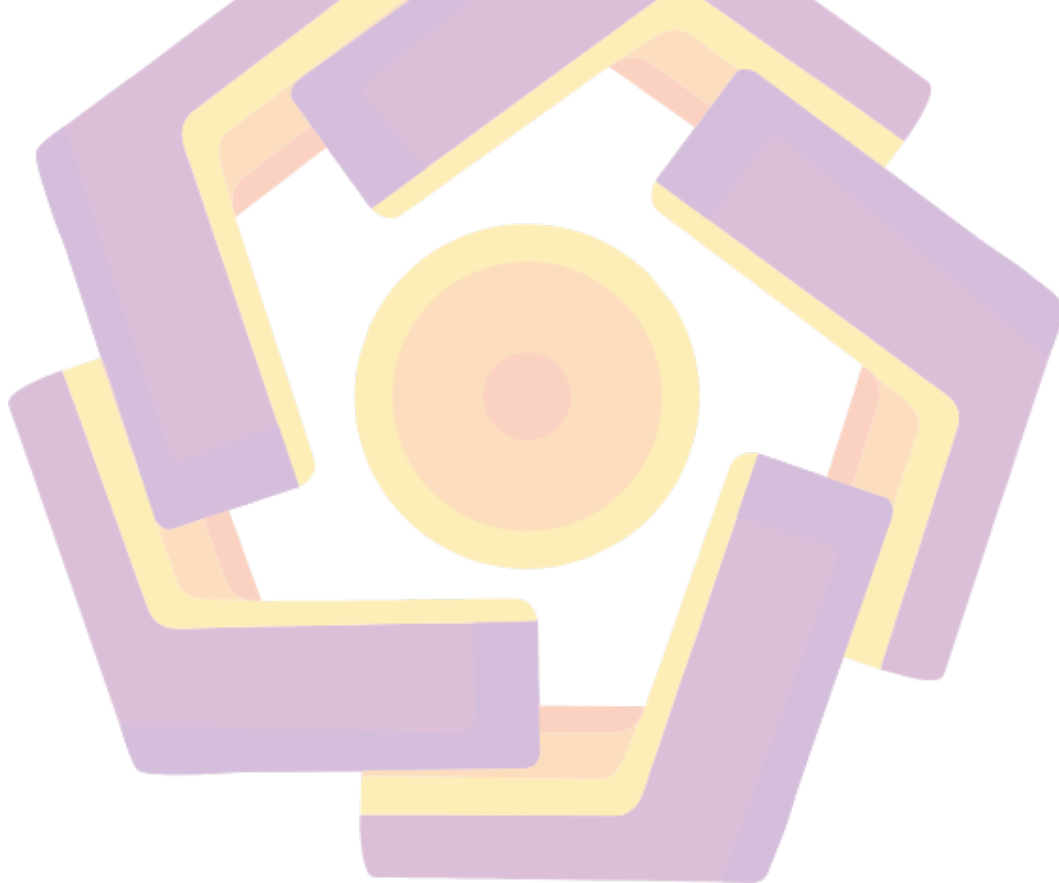
HALAMAN JUDUL	I
HALAMAN PERSETUJUAN.....	II
HALAMAN PENGESAHAN	III
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	IV
HALAMAN PERSEMBAHAN	V
KATA PENGANTAR	VI
DAFTAR ISI.....	VIII
DAFTAR TABEL.....	XI
DAFTAR GAMBAR.....	XII
DAFTAR LAMPIRAN.....	XIII
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	XIV
DAFTAR ISTILAH	XV
INTISARI	XVI
ABSTRACT.....	XVII
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Studi Literatur	6
2.2. Dasar Teori.....	12
2.2.1. Kecerdasan Buatan.....	12
2.2.2. Machine Learning	12
2.2.3. Deep Learning.....	13
2.2.4. Preprocessing Data.....	14
2.2.5. Augmentation Data	14

2.2.6.	Resize Input Data	15
2.2.7.	Convolutional Neural Network.....	16
2.2.8.	Lapisan Konvolusi	17
2.2.9.	Lapisan Pooling	18
2.2.10.	Lapisan Fully Connected	18
2.2.11.	ResNet50.....	19
2.2.12.	DenseNet121.....	20
2.2.13.	Callback	21
2.2.14.	Early Stopping	22
2.2.15.	ReduceLROnPlateau.....	22
2.2.16.	Confusion Matrix	23
BAB III METODE PENELITIAN		25
3.1	Objek Penelitian.....	25
3.2	Alur Penelitian	25
3.2.1.	Studi Literatur	26
3.2.2.	Pengumpulan Dataset	27
3.2.3.	Pre Processing.....	27
3.2.4.	Menghitung Bobot	29
3.2.5.	Pembuatan Model	29
3.2.6.	Callback	31
3.2.7.	Evaluasi Model	32
3.2.8.	Deployment.....	32
3.3	Alat dan Bahan.....	33
3.3.1.	Instrument Penelitian	33
3.3.2.	Populasi dan Sampel	33
3.3.3.	Instrument Penelitian	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1.	Memuat Dataset	37
4.2.	Pre Processing	37
4.3.	Menghitung Bobot	39
4.4.	Pemodelan Data	39

4.5.	Evaluasi Model	41
4.5.1.	Grafik Pelatihan Model.....	41
4.5.2.	Laporan Hasil Klasifikasi	46
4.5.3.	Confusion Matrix	48
4.5.4.	Uji Coba Model.....	51
4.6.	Deployment Model	53
4.6.1.	Pembuatan UI/UX.....	53
4.6.2.	Pengembangan Frontend dan Backend.....	54
4.6.3.	Deployment Model	55
4.7.	Hasil	56
BAB V PENUTUP		57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	58
REFERENSI		59
LAMPIRAN.....		62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Keaslian Penelitian	9
Tabel 2.2.	Confusion Matrix	22
Tabel 2.3.	Persamaan Rumus Penghitung Performa Klasifikasi	24
Tabel 3.1.	Jumlah Gambar per Kelas Train Dataset	33
Tabel 3.2.	Jumlah Gambar per Kelas Valid Dataset	34
Tabel 3.3.	Jumlah Gambar per Kelas Test Dataset	34
Tabel 3.4.	Perbandingan pesebaran Dataset	35
Tabel 4.1.	Tabel Perbandingan Performa F1-Score	48
Tabel 4.2.	Tabel Perbandingan Performa Kecepatan Komputasi	53



DAFTAR GAMBAR

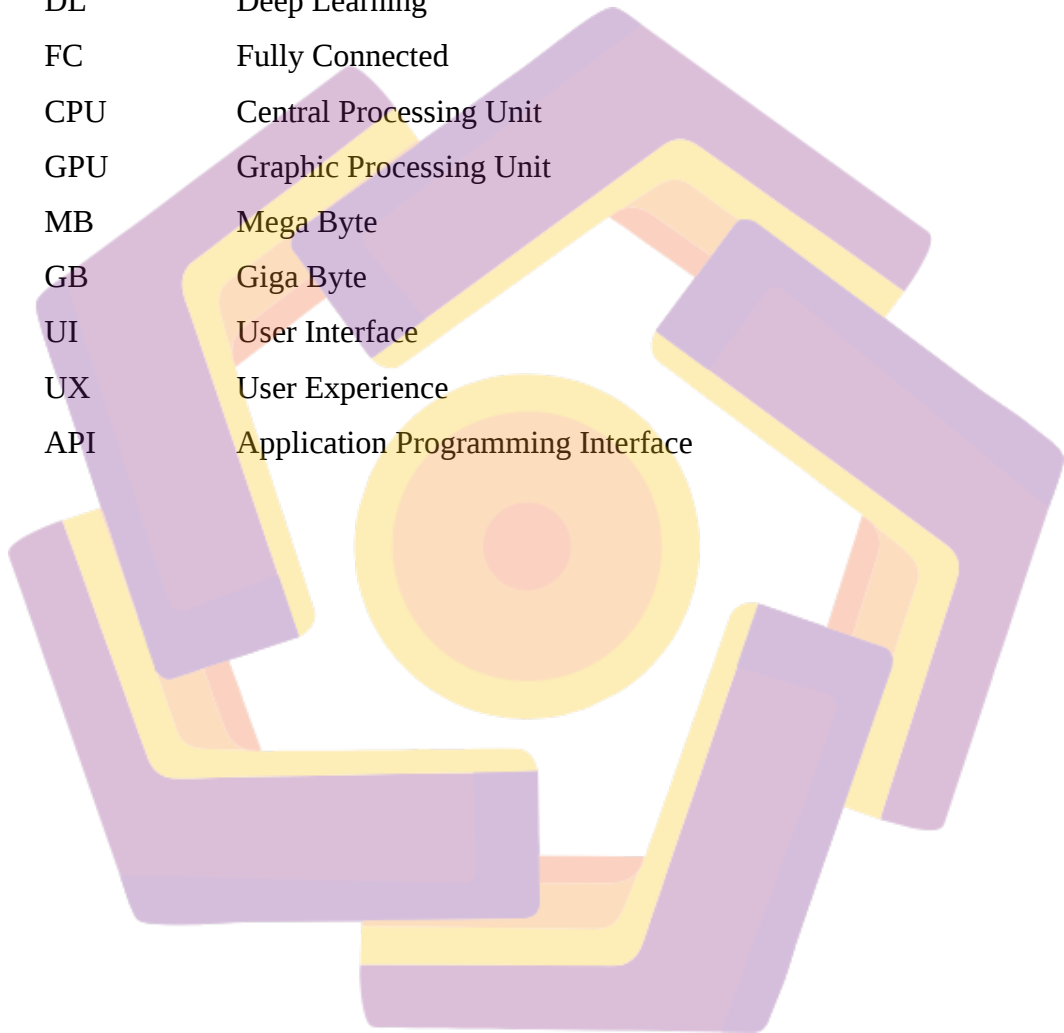
Gambar 2.1.	Contoh Augmentasi Data	15
Gambar 2.2.	Arsitektur CNN dan proses pelatihannya	17
Gambar 2.3.	Model Arsitektur ResNet50	19
Gambar 2.4.	Arsitektur DenseNet121	21
Gambar 3.1.	Alur Penelitian	26
Gambar 4.1.	Augmentasi Yang Dilakukan Pada Dataset	38
Gambar 4.2.	Grafik Pelatihan CNN Dasar	42
Gambar 4.3.	Grafik Pelatihan ResNet50	42
Gambar 4.4.	Grafik Pelatihan DenseNet121	43
Gambar 4.5.	Laporan Hasil Klasifikasi CNN Dasar	46
Gambar 4.6.	Laporan Hasil Klasifikasi ResNet50	47
Gambar 4.7.	Laporan Hasil Klasifikasi DenseNet121	47
Gambar 4.8.	Confusion Matrix CNN Dasar	49
Gambar 4.9.	Confusion Matrix ResNet50	49
Gambar 4.10.	Confusion Matrix DenseNet121	50
Gambar 4.11.	Performa CNN Dasar	52
Gambar 4.12.	Performa ResNet50	52
Gambar 4.13.	Performa DenseNet121	52
Gambar 4.14.	Desain UI Pada Figma	54
Gambar 4.15.	Implementasi Desain UI Pada Website	55
Gambar 4.16.	Hasil Deployment Model ResNet50	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Source Code pustaka yang digunakan dan load dataset	62
Lampiran 2.	Source Code augmentasi yang diberlakukan	62
Lampiran 3.	Source Code Oversampling dan Undersampling	63
Lampiran 4.	Source Code perhitungan bobot pada model CNN	64
Lampiran 5.	Source Code perhitungan bobot pada model ResNet50	64
Lampiran 6.	Source Code perhitungan bobot pada model DenseNet121	65
Lampiran 7.	Source Code model sequential CNN	65
Lampiran 8.	Source Code model sequential ResNet50 dan DenseNet121	65
Lampiran 9.	Source Code Compile dan Callbacks	66
Lampiran 10.	Source Code pelatihan model	66
Lampiran 11.	Source Code Grafik Akurasi dan Loss	66
Lampiran 12.	Source Code Confusion Matrix	67
Lampiran 13.	Source Code menyimpan model	67
Lampiran 14.	Source Code uji coba model dengan 3 gambar	68

DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

CNN	Convolutional Neural Network
AI	Artificial Intelligence
ML	Machine Learning
DL	Deep Learning
FC	Fully Connected
CPU	Central Processing Unit
GPU	Graphic Processing Unit
MB	Mega Byte
GB	Giga Byte
UI	User Interface
UX	User Experience
API	Application Programming Interface



DAFTAR ISTILAH

Dataset	Kumpulan data untuk analisis dan pelatihan.
Komputasi	Proses pengolahan data menggunakan algoritma.
Augmentasi Data	Teknik meningkatkan variasi data pelatihan.
Resize Data	Mengubah ukuran data untuk konsistensi.
Data Training	Data yang digunakan untuk melatih model.
Data Validasi	Data yang digunakan untuk validasi model.
Confusion Matrix	Tabel untuk evaluasi hasil klasifikasi.
Overfitting	Model terlalu cocok dengan data pelatihan.
Callback	Fungsi yang dipanggil selama pelatihan model.
Learning Rate	Kecepatan pembaruan bobot model.
Epoch	Satu siklus penuh pelatihan model.
UI	Antarmuka pengguna untuk interaksi.
UX	Pengalaman pengguna saat menggunakan aplikasi.
Frontend	Bagian aplikasi yang terlihat oleh pengguna.
Backend	Bagian aplikasi yang mengelola data dan logika.
Kernel	Fungsi yang digunakan dalam algoritma pembelajaran.
Rescaling	Proses mengubah skala data untuk normalisasi.
ReLU	Fungsi aktivasi yang mengubah nilai negatif menjadi nol.
Konvergensi	Proses di mana model mencapai stabilitas dalam pelatihan.
Framework	Kerangka kerja untuk pengembangan aplikasi dan sistem.
Open-source	Perangkat lunak yang kode sumbernya tersedia umum.
Residual Learning	Pendekatan untuk memudahkan pelatihan jaringan dalam.
Vanishing Gradient	Masalah saat gradien menjadi sangat kecil dalam pelatihan.

INTISARI

Tanaman tomat, sebagai salah satu komoditas hortikultural yang penting di Indonesia, sering kali mengalami serangan penyakit yang disebabkan oleh bakteri, jamur, virus, dan hama serangga. Gejala penyakit ini umumnya terlihat pada daun, yang menjadi indikator utama dalam mendeteksi kesehatan tanaman. Penyakit seperti bacterial spot, yellow leaf curl virus, dan tomato mosaic virus dapat mengurangi produktivitas dan kualitas hasil pertanian, sehingga berdampak negatif terhadap pendapatan petani dan ketahanan pangan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi penyakit daun tomat menggunakan pendekatan deep learning, khususnya Convolutional Neural Network (CNN). Tiga arsitektur CNN yang dibandingkan adalah DenseNet121, ResNet50, dan CNN biasa. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan dataset gambar daun tomat yang dikelompokkan ke dalam sepuluh kategori penyakit, pemuatan data menggunakan Jupyter Notebook, serta pelatihan dan evaluasi model untuk mengukur akurasi dan kecepatan komputasi masing-masing arsitektur.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ResNet50 mencapai akurasi tertinggi sebesar 98,97%, diikuti oleh DenseNet121 dengan akurasi 98,65%, dan CNN biasa dengan akurasi 85,81%. Meskipun CNN biasa memiliki akurasi terendah, algoritma ini unggul dalam kecepatan komputasi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi yang bermanfaat bagi petani dalam mendiagnosis penyakit tanaman secara cepat dan akurat, serta dapat diadopsi secara luas dalam industri pertanian untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil pertanian. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk mengembangkan model yang lebih efisien dan akurat dalam klasifikasi penyakit tanaman.

Kata kunci: Tomat, Penyakit Tanaman, Deep Learning, Convolutional Neural Network, Klasifikasi.

ABSTRACT

Tomato plants, as one of the important horticultural commodities in Indonesia, often suffer from diseases caused by bacteria, fungi, viruses, and insect pests. Symptoms of these diseases are generally visible on the leaves, which serve as the primary indicators for assessing plant health. Diseases such as bacterial spot, yellow leaf curl virus, and tomato mosaic virus can reduce productivity and quality of agricultural yields, negatively impacting farmers' income and food security.

This study aims to develop a disease classification system for tomato leaves using a deep learning approach, specifically Convolutional Neural Network (CNN). Three CNN architectures compared in this research are DenseNet121, ResNet50, and a basic CNN. The methodology includes collecting a dataset of tomato leaf images categorized into ten disease types, loading the data using Jupyter Notebook, and training and evaluating the models to measure the accuracy and computational speed of each architecture.

The results indicate that ResNet50 achieved the highest accuracy of 98.97%, followed by DenseNet121 with an accuracy of 98.65%, and the basic CNN with an accuracy of 85.58%. Although the basic CNN had the lowest accuracy, it excelled in computational speed. This research is expected to provide solutions beneficial for farmers in quickly and accurately diagnosing plant diseases and can be widely adopted in the agricultural industry to enhance productivity and quality of agricultural outputs. Further research could be conducted to develop more efficient and accurate models for plant disease classification.

Keyword: Tomato, Plant Diseases, Deep Learning, Convolutional Neural Network, Classification.