

**PENERAPAN ARSITEKTUR EFFICIENTNET UNTUK  
KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN JERUK SIAM  
MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL  
NETWORK**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan  
di Program Studi Sains Data**



**Disusun Oleh:**

**BURHAN SYARIF ACARYA**

**20083010004**

**PROGRAM STUDI SAINS DATA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAWA  
TIMUR  
SURABAYA  
2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

# PENERAPAN ARSITEKTUR EFFICIENTNET UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN JERUK SIAM MENGGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

## SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains Data  
pada : Selasa, 14 Mei 2024

Program Studi S-1 Sains Data  
Fakultas Ilmu Komputer  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Surabaya

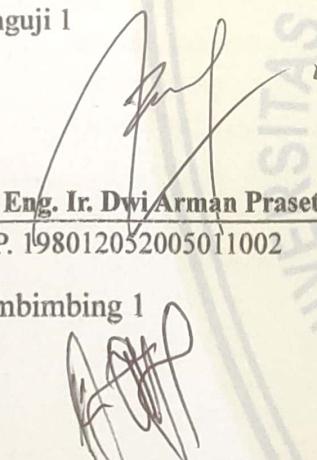
Oleh :

BURHAN SYARIF ACARYA

NPM. 20083010004

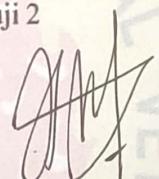
Disetujui oleh Tim Pengaji Skripsi

Pengaji 1



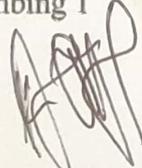
Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, ST., MT., IPU.  
NIP. 198012052005011002

Pengaji 2



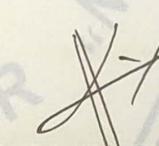
Aviolla Terza Damaliana, S.Si., M.Stat.  
NIP. 199408022022032015

Pembimbing 1



Amri Muhammin S.Sat., M.Stat., M.S.  
NPT. 2111950723270

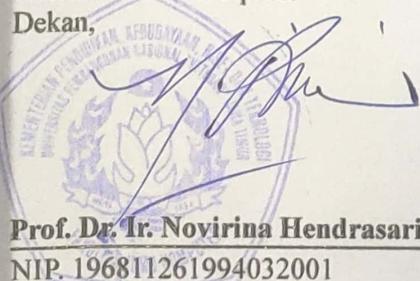
Pembimbing 2



Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom.  
NIP. 199209092022032009

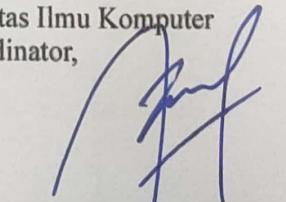
Mengetahui,

Fakultas Ilmu Komputer  
Dekan,



Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT.  
NIP. 196811261994032001

Program Studi Sains Data  
Fakultas Ilmu Komputer  
Koordinator,



Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, ST., MT., IPU.  
NIP. 198012052005011002

Surabaya, Mei 2024

## **SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Burhan Syarif Acarya  
NPM : 20083010004  
Program Studi : Sains Data

Menyatakan bahwa judul Skripsi / Tugas Akhir sebagai berikut:

### **PENERAPAN ARSITEKTUR EFFICIENTNET UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN JERUK SIAM MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK**

Bukan merupakan plagiat dari Skripsi/ Tugas Akhir/ Penelitian orang lain dan juga bukan merupakan produk/ *software*/ hasil karya yang saya beli dari orang lain

Saya juga menyatakan bahwa Skripsi/ Tugas Akhir ini adalah pekerjaan saya sendiri, kecuali yang dinyatakan dalam Daftar Pustaka, dan tidak pernah diajukan untuk syarat memperoleh gelar di Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lain.

Jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini terbukti tidak benar, maka Saya bertanggung jawab penuh dan siap menerima segala konsekuensi, termasuk pembatalan ijazah dikemudian hari

Surabaya, 28 – Mei – 2024

Hormat Saya



Burhan Syarif Acarya  
NPM. 20083010004

## ABSTRAK

### **PENERAPAN ARSITEKTUR EFFICIENTNET UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN JERUK SIAM MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK**

<b>Nama Mahasiswa / NPM</b>	<b>:</b> Burhan Syarif Acarya / 20083010004
<b>Program Studi</b>	<b>:</b> Sains Data, FASILKOM, UPN Veteran Jatim
<b>Dosen Pembimbing 1</b>	<b>:</b> Amri Muhamimin S.Sat., M.Stat., M.S.
<b>Dosen Pembimbing 2</b>	<b>:</b> Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom.

### **Abstrak**

Masalah penyakit pada tanaman jeruk sangat krusial dalam pertanian, karena dapat secara signifikan mempengaruhi produktivitas dan kualitas buah jeruk. Petani sering kali kekurangan pengetahuan untuk mengidentifikasi dan mendiagnosis penyakit pada daun jeruk siam, yang sering kali menyebabkan kesalahan. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan solusi dengan mendeteksi penyakit daun jeruk siam menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur *EfficientNet*. Data daun jeruk yang sakit dan sehat dikumpulkan dari kebun jeruk di Kecamatan Semboro, Kabupaten Jember, Jawa Timur. Kelas yang digunakan adalah *Healthy Leaf*, *Greening Leaf*, *Canker Leaf*, *Citrus Leafminer*, *Blackspot Leaf*, dan *Powdery Mildew*. Eksperimen dilakukan menggunakan model CNN dengan arsitektur *EfficientNet-B4* (*pretrained & scratch*), *DenseNet-121* (*pretrained & scratch*), dan *ResNet-50* (*pretrained & scratch*). Setiap model diuji dengan berbagai *optimizer* (*Adam*, *SGD*, dan *RMSprop*), *learning rate* (0.1, 0.01, 0.001, 0.0001, dan 0.00001), dan 50 *epoch*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arsitektur *EfficientNet* dengan *optimizer RMSprop* dan *learning rate* 0.0001 mencapai akurasi tertinggi: 97% untuk data latih dan 90% untuk data uji. Temuan ini menunjukkan bahwa *EfficientNet* efektif dalam mendeteksi penyakit pada daun jeruk siam, menawarkan dukungan yang menjanjikan untuk praktik pertanian berkelanjutan melalui teknologi.

**Kata kunci:** *CNN*, *EfficientNet*, *Klasifikasi*, *Penyakit Daun Jeruk Siam*.

## **ABSTRACT**

### **IMPLEMENTATION OF EFFICIENTNET ARCHITECTURE FOR CLASSIFICATION OF SIAM CITRUS LEAF DISEASES USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK METHOD**

<b>Student Name / NPM</b>	<b>:</b> Burhan Syarif Acarya / 20083010004
<b>Study Program</b>	<b>:</b> Sains Data, FASILKOM, UPN Veteran Jatim
<b>Advisor 1</b>	<b>:</b> Amri Muhamimin S.Sat., M.Stat., M.S.
<b>Advisor 2</b>	<b>:</b> Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom.

#### **Abstract**

The issue of diseases in citrus plants is crucial in agriculture because it can significantly affect the productivity and quality of citrus fruits. Farmers often lack the knowledge to identify and diagnose diseases in Siam citrus leaves, which frequently leads to errors. This research aims to find a solution by detecting diseases in Siam citrus leaves using the Convolutional Neural Network (CNN) method with EfficientNet architecture. Data of diseased and healthy citrus leaves were collected from an orchard in Semboro District, Jember Regency, East Java. The classes used are Healthy Leaf, Greening Leaf, Canker Leaf, Citrus Leafminer, Blackspot Leaf, and Powdery Mildew. Experiments were conducted using CNN models with EfficientNet-B4 (pretrained & scratch), DenseNet-121 (pretrained & scratch), and ResNet-50 (pretrained & scratch) architectures. Each model was tested with various optimizers (Adam, SGD, and RMSprop), learning rates (0.1, 0.01, 0.001, 0.0001, and 0.00001), and 50 epochs. The research results showed that the EfficientNet architecture with RMSprop optimizer and a learning rate of 0.0001 achieved the highest accuracy: 97% for training data and 90% for testing data. These findings indicate that EfficientNet is effective in detecting diseases in Siam citrus leaves, offering promising support for sustainable agricultural practices through technology.

**Keywords:** *Classification, CNN, EfficientNet, Siam Citrus Leaf Diseases.*

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kehadirat ALLAH SWT, atas limpahan Rahmat serta Kasih Sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang merupakan persyaratan dalam menyelesaikan mata kuliah Skripsi pada Program Studi S1 Sains Data di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Dalam penyusunan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, dan dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa.
2. Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.MT., IPU selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
4. Bapak Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, ST., MT., IPU selaku Koordinator Program Studi Sains Data Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
5. Bapak Amri Muhammin S.Sat., M.Stat., M.S selaku Dosen Pembimbing 1.
6. Ibu Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom selaku Dosen Pembimbing 2.
7. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer.
8. Teman-teman Sains Data angkatan 2020 yang senantiasa memberikan dukungan dan panduan dalam menyelesaikan tugas hingga penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam Skripsi ini, namun penulis berharap semoga Skripsi ini dapat memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang ilmu sains data.

Surabaya, 28 Mei 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1.    Latar Belakang .....	1
1.2.    Rumusan Masalah.....	4
1.3.    Batasan Masalah.....	5
1.4.    Tujuan Penelitian .....	5
1.5.    Manfaat Penelitian .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1.    Dasar Teori.....	7
2.2. <i>Convolutional Neural Network</i> .....	7
2.1.1. <i>Feature Learning</i> .....	8
2.1.2. <i>Classification</i> .....	13
2.3. <i>Categorical Cross Entropy Loss Function</i> .....	14
2.4. <i>Hyperparameter</i> .....	15
2.5. <i>EfficientNet</i> .....	15
2.6. <i>Confusion Matrix</i> .....	17
2.7.    Penyakit Daun Jeruk dan Daun Jeruk Sehat .....	18
2.8.    Penelitian Terdahulu .....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1.    Variabel Penelitian dan Sumber Data .....	27
3.1.1.    Variabel Bebas dan Variabel Terikat .....	27
3.1.2.    Data Primer dan Data Sekunder .....	27

3.2.	Langkah Analisis.....	31
3.2.1.	Pengumpulan Data .....	31
3.2.2.	<i>Preprocessing Data</i> .....	31
3.2.3.	Pembuatan Model.....	32
3.2.4.	Evaluasi Model.....	33
3.2.5.	Analisis Model .....	33
3.2.6.	<i>Deployment Aplikasi</i> .....	34
3.3.	Diagram Alir Penelitian .....	34
3.4.	Jadwal Penelitian.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		36
4.1.	Pengumpulan Data .....	36
4.2.	<i>Preprocessing Data</i> .....	37
4.3.	Pembuatan Model.....	38
4.4.	Evaluasi Model.....	40
4.5.	Analisis Model .....	53
4.6.	Pengujian Model .....	59
4.7.	<i>Deployment Aplikasi</i> .....	64
BAB V PENUTUP.....		65
5.1.	Kesimpulan .....	65
5.2.	Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA .....		67
LAMPIRAN .....		72
BIODATA PENULIS .....		121

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur CNN (Tabian et al., 2019).....	8
Gambar 2.2 Contoh Proses Konvolusi (Munir, 2019) .....	9
Gambar 2.3 <i>Max Pooling &amp; Average Pooling</i> (Admin, 2019) .....	10
Gambar 2.4 <i>Softmax Activation Function</i> (Pawar, 2023) .....	11
Gambar 2.5 <i>ReLU Activation Function</i> (Arafin et al., 2024).....	12
Gambar 2.6 <i>Dropout Layer</i> (Ozgur & Nar, 2020) .....	13
Gambar 2.7 Arsitektur <i>EfficientNet</i> .....	16
Gambar 2.8 <i>Confusion Matrix</i> .....	17
Gambar 2.9 <i>Blackspot Leaf</i> .....	19
Gambar 2.10 <i>Canker Leaf</i> .....	19
Gambar 2.11 <i>Greening Leaf</i> .....	20
Gambar 2.12 <i>Powdery Mildew</i> .....	20
Gambar 2.13 <i>Citrus Leafminer</i> .....	21
Gambar 2.14 <i>Healthy Leaf</i> (Daun Jeruk Sehat) .....	21
Gambar 3.1 Lokasi Sumber Data .....	28
Gambar 3.2 Model <i>EfficientNet</i> .....	33
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian .....	34
Gambar 4.1 <i>Folder</i> Penyimpanan Data Gambar di Laptop .....	36
Gambar 4.2 Jumlah Data Setiap Kelas.....	37
Gambar 4.3 Hasil <i>Splitting Data</i> .....	38
Gambar 4.4 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> pada <i>EfficientNet-B4 RMSprop 0.0001</i> ...	43
Gambar 4.5 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> pada <i>EfficientNet-B4 RMSprop 0.0001</i> ...	46
Gambar 4.6 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> pada <i>DenseNet RMSprop 0.0001</i> .....	49
Gambar 4.7 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> pada <i>ResNet Adam 0.0001</i> .....	52
Gambar 4.8 Grafik <i>Box-Plot</i> Hasil Akurasi <i>Training Model</i> .....	53
Gambar 4.9 Grafik <i>Box-Plot</i> Hasil Akurasi <i>Testing Model</i> .....	54
Gambar 4.10 <i>Confusion Matrix EfficientNet-B4 Pretrained RMSprop</i> .....	55
Gambar 4.11 Tampilan Menu <i>Home</i> .....	64
Gambar 4.12 Tampilan Menu <i>Services</i> .....	64

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Studi Literatur yang Relevan dalam Skripsi .....	22
Tabel 3.1 Sampel Data Primer Daun Jeruk Siam.....	29
Tabel 3.2 Sampel Data Sekunder Daun Jeruk Siam .....	30
Tabel 3.3 Jadwal Kegiatan Penelitian .....	35
Tabel 4.1 <i>EfficientNet-B4 Pretrained</i> dan <i>DenseNet-121 Pretrained</i> .....	42
Tabel 4.2 <i>EfficientNet-B4 Pretrained</i> dan <i>ResNet-50 Pretrained</i> .....	45
Tabel 4.3 <i>EfficientNet Scratch</i> dan <i>DenseNet Scratch</i> .....	48
Tabel 4.4 <i>EfficientNet Scratch</i> dan <i>ResNet Scratch</i> .....	51
Tabel 4.5 Matriks <i>Confusion Matrix EfficientNet-B4 Pretrained RMSprop</i> .....	56
Tabel 4.6 Hasil Klasifikasi Benar dan Klasifikasi Salah pada Data .....	59

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Hasil Uji Plagiasi .....	72
Lampiran 2. Data Penelitian.....	80
Lampiran 3. <i>Source Code</i> Pengolahan Data.....	81