

**PENERAPAN ARSITEKTUR *EFFICIENTNET* UNTUK
KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN JERUK SIAM
MENGUNAKAN 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 Penguji Skripsi

Penguji 1

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

NIP. 198012052005011002

Penguji 2

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

NIP. 199408022022032015

Pembimbing 1

Amri Muhaimin 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*

Nama Mahasiswa / NPM : Burhan Syarif Acarya / 20083010004
Program Studi : Sains Data, FASILKOM, UPN Veteran Jatim
Dosen Pembimbing 1 : Amri Muhaimin S.Sat., M.Stat., M.S.
Dosen Pembimbing 2 : 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

Student Name / NPM : Burhan Syarif Acarya / 20083010004
Study Program : Sains Data, FASILKOM, UPN Veteran Jatim
Advisor 1 : Amri Muhaimin S.Sat., M.Stat., M.S.
Advisor 2 : 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 Muhaimin 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 & 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 Penyimpanan Data Gambar di Laptop</i>	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