



SKRIPSI

**KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN APEL
DENGAN EFFICIENTNET VERSI 2 BERBASIS
FLASK DAN SVELTEKIT**

SRI FUJI SANTOSO

NPM 20081010184

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT. IPU

Budi Nugroho, S.Kom., M.Kom

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

SURABAYA

2024



SKRIPSI

**KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN APEL
DENGAN EFFICIENTNET V2 BERBASIS
FLASK DAN SVELTEKIT**

SRI FUJI SANTOSO
NPM 20081010184

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Ir. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT. IPU
Budi Nugroho, S.Kom., M.Kom

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2024**

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN APEL DENGAN EFFICIENTNET
VERSI 2 BERBASIS FLASK DAN SVELTEKIT

Oleh :
SRI FUJI SANTOSO
NPM. 20081010184

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada tanggal 02 September 2024

Menyetujui,

Dr. Ir. I Gede Susrama Mas, ST. MT. IPU
NIP. 197006192021211009



(Pembimbing I)

Budi Nugroho, S.Kom., M.Kom
NIP. 198009072021211005



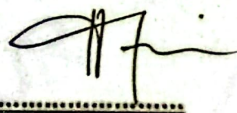
(Pembimbing II)

Achmad Junaidi, S.Kom., M.Kom
NPT. 378110401991



(Ketua Penguji)

Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom
NIP. 199312132022032010



(Penguji I)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Ilmu Komputer



Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT
NIP. 19681126 199403 2 001

LEMBAR PERSETUJUAN

**KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN APEL DENGAN EFFICIENTNET
VERSI 2 BERBASIS FLASK DAN SVELTEKIT**

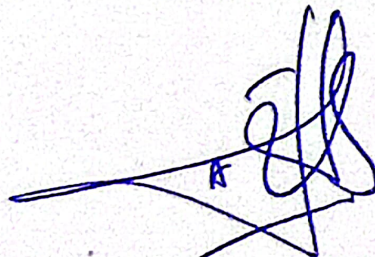
Oleh :

SRI FUJI SANTOSO

NPM. 20081010184

Menyetujui,

**Koordinator Program Studi Informatika
Fakultas Ilmu Komputer**



Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.

NIP. 198202112021212005

Halaman ini sengaja dikosongkan

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : SRI FUJI SANTOSO
Program Studi : Informatika
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Ir. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT. IPU
2. Budi Nugroho, S.Kom., M.Kom

dengan ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan disertasi dengan judul:

KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN APEL DENGAN EFFICIENTNET VERSI 2 BERBASIS FLASK DAN SVELTEKIT

adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.



Surabaya, 21 September 2024
Yang Membuat Pernyataan,



SRI FUJI SANTOSO
NPM. 20081010184

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Sri Fuji Santoso / 20081010184
Judul Skripsi : Klasifikasi Penyakit Daun Apel Dengan EfficientNet
Versi 2 Berbasis Flask Dan Sveltekit
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Ir. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT. IPU
2. Budi Nugroho, S.Kom., M.Kom

Industri pertanian apel menghadapi tantangan dalam pengelolaan penyakit daun apel. Metode deteksi manual yang saat ini digunakan memiliki beberapa kelemahan, yaitu ketergantungan pada keahlian manusia yang dapat bervariasi, proses yang memakan waktu, potensi keterlambatan dalam identifikasi yang dapat mengakibatkan penyebaran penyakit yang lebih luas, kesulitan membedakan jenis penyakit dengan gejala visual yang serupa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi penyakit daun apel yang akurat, efisien, dan otomatis menggunakan pendekatan hybrid yang menggabungkan arsitektur EfficientNet V2 dan Vision Transformer. Tujuan utamanya adalah meningkatkan akurasi deteksi penyakit, mengurangi komputasi yang diperlukan, memfasilitasi manajemen tanaman yang lebih efektif, dan mendukung praktik pertanian modern dalam industri apel. Hasil eksperimen menunjukkan keefektifan metode ini dalam mengklasifikasi penyakit pada daun apel dengan tingkat akurasi 98.35% dan skor F1 sebesar 0.9835 pada data tes, memiliki jumlah parameter 18.5 juta lebih ringan dari model EfficientNetV2S asli yang mempunyai 20 juta parameter, dan membutuhkan waktu pelatihan yang lebih cepat yaitu selama 6 menit dimana model EfficientNetV2S yang asli membutuhkan waktu training selama 8 menit untuk 6 epoch pada dataset yang sama.

Kata kunci : Machine Learning, CNN, EfficientNet Versi 2, Vision Transformer, Flask, Sveltekit

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Student Name / NPM : Sri Fuji Santoso / 20081010184
Thesis Title : Apple Leaf Diseases Classification Using EfficiEntNet
Version 2 based on Flask and Sveltekit
Advisor : 1. Dr. Ir. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT. IPU
2. Budi Nugroho, S.Kom., M.Kom

ABSTRACT

The apple farming industry faces challenges in managing apple leaf diseases. The current manual detection methods have several weaknesses, including dependence on variable human expertise, time-consuming processes, potential delays in identification that can result in more widespread disease spread, and difficulty distinguishing between disease types with similar visual symptoms. Therefore, this research aims to develop an accurate, efficient, and automated apple leaf disease classification system using a hybrid approach that combines the EfficientNet V2 architecture and Vision Transformer. The main objectives are to improve disease detection accuracy, reduce required computation, facilitate more effective crop management, and support modern agricultural practices in the apple industry. Experimental results demonstrate the effectiveness of this method in classifying apple leaf diseases with an accuracy rate of 98.35% and an F1 score of 0.9835 on test data, having 18.5 million parameters which is lighter than the original EfficientNetV2S model with 20 million parameters, and requiring a faster training time of 6 minutes compared to the original EfficientNetV2S model which needs 8 minutes of training time for 6 epochs on the same dataset.

Keywords: Machine Learning, CNN, EfficientNet Versi 2, Vision Transformer, Flask, Sveltekit

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul **“Klasifikasi Penyakit Daun Apel Dengan EfficientNet V2 Berbasis Flask Dan Sveltekit”** dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT. IPU selaku Dosen Pembimbing utama dan Bapak Budi Nugroho, S.Kom., M.Kom selaku Dosen Pembimbing kedua yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasehat serta motivasi kepada penulis. Dan penulis juga banyak menerima bantuan dari berbagai pihak, baik itu berupa moril, spiritual maupun materiil. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom selaku Ketua Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Semua dosen program studi Informatika yang telah mengajarkan penulis ilmu yang membantu untuk penyelesaian skripsi ini
4. Kedua orang tua dan kakak yang telah memberikan dukungan motivasi
5. Semua teman-teman Angkatan 2020 yang telah memberikan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat kekurangan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya, dengan segala keterbatasan yang penulis miliki semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, 22 September 2024

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
SURAT PERNYATAAN ORIGINALITAS	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Batasan Masalah	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Penelitian Terdahulu.....	7
2.2. Convolutional Neural Network	7
2.3. EfficientNet Versi 1	8
2.4. EfficientNet Versi 2	9
2.5. Pointwise Convolution	11
2.6. Depthwise Separable Convolution	12
2.7. Squeeze Excitation	13
2.8. SiLU (Sigmoid Weighted Linear Units)	15
2.9. Sigmoid	16
2.10. MBConv (Mobile Convolution)	17

2.11.	Fused MBConv	18
2.12.	Pooling	19
2.13.	Fully Connected Layer	20
2.14.	Vision Transformer	21
2.15.	GELU (Gaussian Error Linear Unit)	25
2.16.	Softmax	26
2.17.	Python	27
2.18.	PyTorch	27
2.19.	Google Colab	28
2.20.	VPS	29
2.21.	Machine Learning	29
2.22.	Frontend	30
2.23.	Backend	30
2.24.	Flask	31
2.2.	Sveltekit	31
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		33
3.1.	Pengumpulan Data	34
3.2.	Preprocessing Data	34
3.3.	Pembuatan Model	37
3.4.	Pelatihan Model	59
3.5.	Perancangan Evaluasi	60
3.6.	Deployment	63
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		65
4.1.	Hasil Pengumpulan Data	65
4.2.	Hasil Preprocessing Data	67
4.3.	Hasil Pembuatan Model	70
4.4.	Hasil Pelatihan Model	70
4.5.	Hasil Evaluasi Model	72
4.6.	Hasil Deployment	79
BAB 5 PENUTUP		88
5.1.	Kesimpulan.....	88
5.2.	Saran Pengembangan.....	89
DAFTAR PUSTAKA.....		91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Konvolusi	8
Gambar 2.2 Arsitektur EfficientNet Versi 1	9
Gambar 2.3 Arsitektur EfficientNet Versi 2 S	10
Gambar 2.4 Konvolusi Normal	11
Gambar 2.5 Konvolusi Pointwise	11
Gambar 2.6 Konvolusi Normal	12
Gambar 2.7 Konvolusi Depthwise Separable	13
Gambar 2.8 Squeeze And Excitation	13
Gambar 2.9 Grafik SiLU dan ReLU	16
Gambar 2.10 Grafik Sigmoid	17
Gambar 2.11 Arsitektur MBConv	17
Gambar 2.12 Arsitektur Fused MBConv	18
Gambar 2.13 Ilustrasi Average Pooling	19
Gambar 2.14 Ilustrasi Max Pooling	20
Gambar 2.15 Ilustrasi Fully Connected Layer atau Linear Layer	21
Gambar 2.16 Arsitektur Vision Transformer	21
Gambar 2.17 Arsitektur Transformer Encoder	22
Gambar 2.18 Arsitektur Multi Head Self Attention	23
Gambar 2.19 Arsitektur Scaled Dot Product Attention	24
Gambar 2.20 Grafik GELU	25
Gambar 3.1 Flowchart	33
Gambar 4.1 Gambar Dataset Apple Scab	65
Gambar 4.2 Gambar Dataset Cedar Apple Rust	66
Gambar 4.3 Gambar Dataset Black Rot	66
Gambar 4.4 Gambar Dataset Healthy	67
Gambar 4.5 Gambar Data Augmentasi Random Rotation	68
Gambar 4.6 Gambar Data Augmentasi Random Affine	68
Gambar 4.7 Gambar Data Augmentasi Random Horizontal Flip	69
Gambar 4.8 Gambar Data Augmentasi Random Color Jitter	69
Gambar 4.9 Grafik Training Model	71

Gambar 4.10 Grafik Pelatihan Model EfficientNetV2S – Vision Transformer	71
Gambar 4.11 Grafik Pelatihan Model EfficientNetV2S Asli	72
Gambar 4.12 Hasil Evaluasi Model EfficientNetV2S – Vision Transformer	73
Gambar 4.13 Hasil Evaluasi Model EfficientNetV2S Asli	73
Gambar 4.14 Confussion Matriks	76
Gambar 4.15 Hasil Evaluasi ROC AUC, Cohen’s Kappa, Log Loss, Dan Balanced Accuracy	78
Gambar 4.16 Hasil Pengujian Performa	78
Gambar 4.17 Halaman Home	80
Gambar 4.18 Halaman Upload	80
Gambar 4.19 Halaman Hasil Deteksi	81
Gambar 4.20 Halaman Rekomendasi Pengobatan	81
Gambar 4.21 Halaman Grafik Penyakit	82
Gambar 4.22 Halaman List Kebun	82
Gambar 4.23 Halaman Histori Deteksi	83
Gambar 4.24 Halaman Forum Diskusi	83
Gambar 4.25 Halaman Grafik Pengunjung	84
Gambar 4.26 Halaman Pengelola Akun Pengguna	84
Gambar 4.27 Halaman Pengelola Artikel	85
Gambar 4.28 Halaman Penedit Artikel	85
Gambar 4.29 Halaman Artikel	86

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Arsitektur Model EfficientNetV2 – Vision Transformer	38
--	----

Halaman ini sengaja dikosongkan