

**PEMODELAN *DEEP LEARNING* UNTUK DETEKSI
PENYAKIT TANAMAN: KOMBINASI *MOBILENETV3* DAN
U-NET DALAM KLASIFIKASI DAN SEGMENTASI DAUN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

**AFIF MOELANA
NIM. 210705067**

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknologi Informasi**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2025 M/1446 H**

LEMBAR PERSETUJUAN

PEMODELAN *DEEP LEARNING* UNTUK DETEKSI PENYAKIT TANAMAN: KOMBINASI *MOBILENETV3* DAN *U-NET* DALAM KLASIFIKASI DAN SEGMENTASI DAUN

TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh
sebagai salah satu persyaratan penulisan Tugas Akhir dalam
Prodi Teknologi Informasi

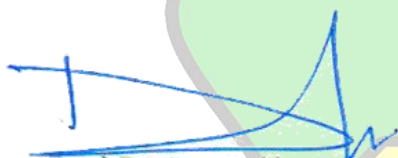
Oleh:
Afif Moelana
NIM. 210705067

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknologi Informasi

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Prof. Dr. Ir. M. Dirhamsyah, M.T., I.P.U
NIP. 196210021988111001


Muhammad Syamsu Rizal, M.T

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknologi Informasi


Malahayati, M.T.
NIP.198301272015032003

LEMBAR PENGESAHAN

PEMODELAN *DEEP LEARNING* UNTUK DETEKSI PENYAKIT TANAMAN: KOMBINASI *MOBILENETV3* DAN *U-NET* DALAM KLASIFIKASI DAN SEGMENTASI DAUN

TUGAS AKHIR

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S1)
Dalam Program Studi Teknologi Informasi

Pada Hari/Tanggal: Kamis, 24 Juli 2025 M
29 Muharram 1447 H
Di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir:

Ketua,

Sekretaris,

Prof. Dr. Ir. M. Dirhamsyah, M.T., I.P.U
NIP. 196210021988111001

Muhammad Syamsu Rizal, M.T

Penguji I,

Penguji II,

Khairan AR, M.Kom.
NIP. 198607042014031001

Malahavati, M.T.
NIP. 198301272015032003

Mengetahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh,

Prof. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU
NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Afif Moelana

NIM : 210705067

Program Studi : Teknologi Informasi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Tugas Akhir : *Pemodelan Deep Learning Untuk Deteksi Penyakit Tanaman: Kombinasi Mobilenetv3 Dan U-Net Dalam Klasifikasi Dan Segmentasi Daun*

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir ini, saya:

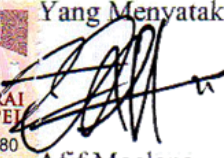
1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya.
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenakan sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 30 Juli 2025

Yang Menyatakan,

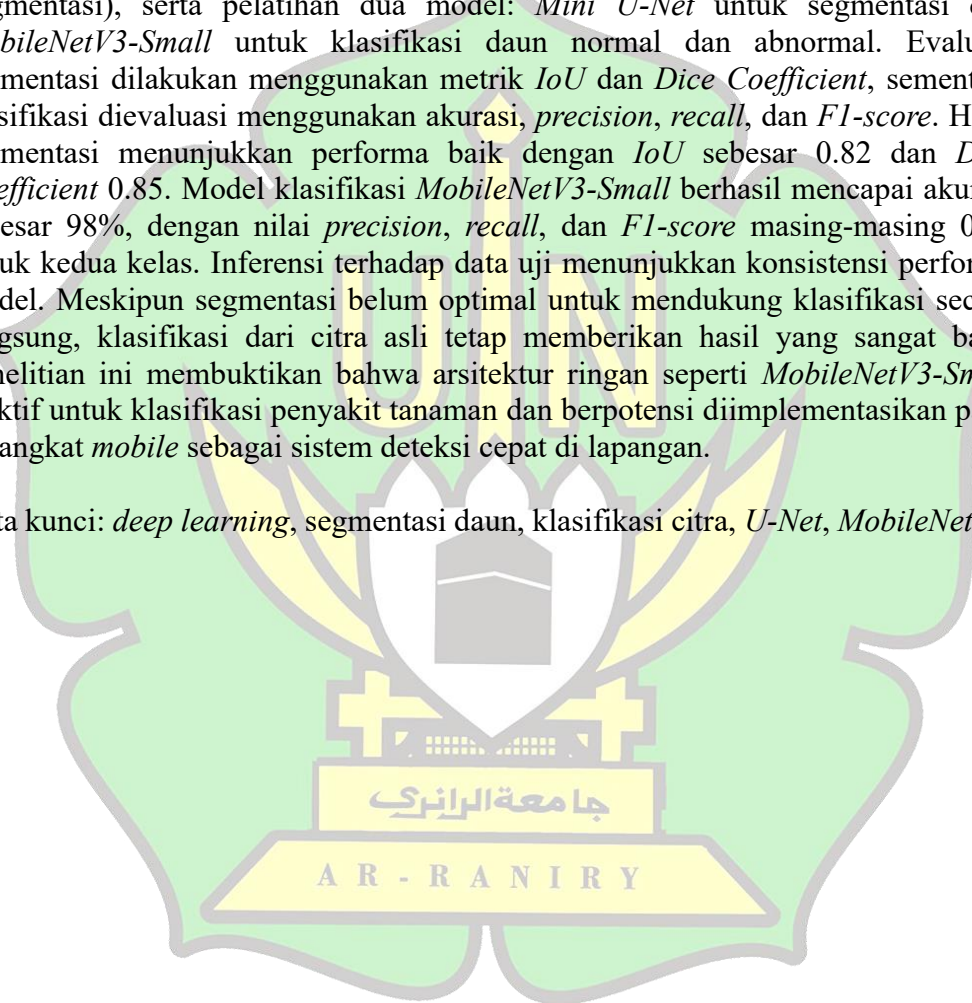

Afif Moelana



ABSTRAK

Produktivitas pertanian di Indonesia menghadapi tantangan serius akibat serangan penyakit tanaman yang dapat menurunkan hasil panen secara signifikan. Deteksi dini terhadap penyakit tanaman sangat krusial untuk mencegah kerugian lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem berbasis *deep learning* yang mampu melakukan deteksi penyakit tanaman melalui citra daun, dengan menggabungkan arsitektur *U-Net* untuk segmentasi dan *MobileNetV3* untuk klasifikasi. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data dari dataset publik (*PlantVillage* dan *Cassava*) dan lapangan, *preprocessing* (*cropping*, kontras, augmentasi), serta pelatihan dua model: *Mini U-Net* untuk segmentasi dan *MobileNetV3-Small* untuk klasifikasi daun normal dan abnormal. Evaluasi segmentasi dilakukan menggunakan metrik *IoU* dan *Dice Coefficient*, sementara klasifikasi dievaluasi menggunakan akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Hasil segmentasi menunjukkan performa baik dengan *IoU* sebesar 0.82 dan *Dice Coefficient* 0.85. Model klasifikasi *MobileNetV3-Small* berhasil mencapai akurasi sebesar 98%, dengan nilai *precision*, *recall*, dan *F1-score* masing-masing 0.98 untuk kedua kelas. Inferensi terhadap data uji menunjukkan konsistensi performa model. Meskipun segmentasi belum optimal untuk mendukung klasifikasi secara langsung, klasifikasi dari citra asli tetap memberikan hasil yang sangat baik. Penelitian ini membuktikan bahwa arsitektur ringan seperti *MobileNetV3-Small* efektif untuk klasifikasi penyakit tanaman dan berpotensi diimplementasikan pada perangkat *mobile* sebagai sistem deteksi cepat di lapangan.

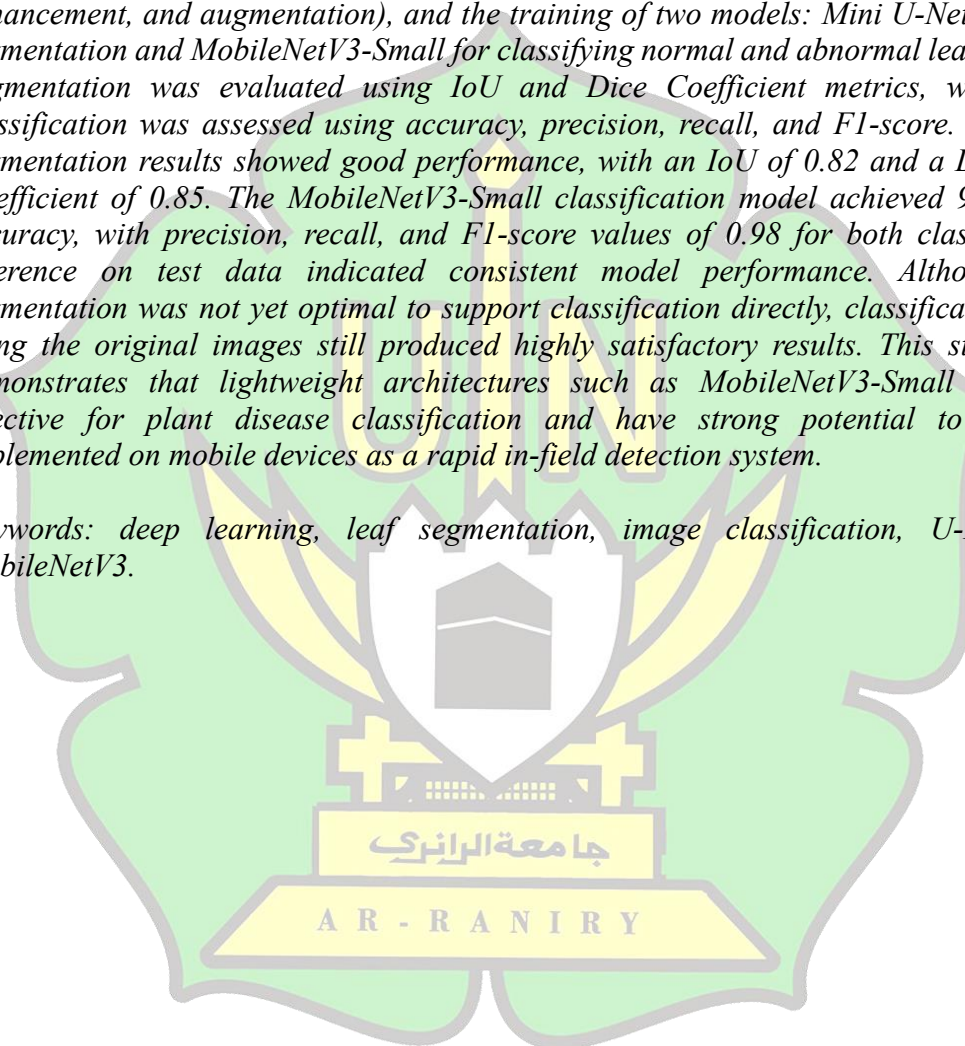
Kata kunci: *deep learning*, segmentasi daun, klasifikasi citra, *U-Net*, *MobileNetV3*.



ABSTRACT

Agricultural productivity in Indonesia faces serious challenges due to plant diseases that can significantly reduce crop yields. Early detection of plant diseases is crucial to prevent further losses. This study aims to develop a deep learning-based system capable of detecting plant diseases through leaf images, by integrating the U-Net architecture for segmentation and MobileNetV3 for classification. The research stages include data collection from public datasets (PlantVillage and Cassava) and field sources, preprocessing (cropping, contrast enhancement, and augmentation), and the training of two models: Mini U-Net for segmentation and MobileNetV3-Small for classifying normal and abnormal leaves. Segmentation was evaluated using IoU and Dice Coefficient metrics, while classification was assessed using accuracy, precision, recall, and F1-score. The segmentation results showed good performance, with an IoU of 0.82 and a Dice Coefficient of 0.85. The MobileNetV3-Small classification model achieved 98% accuracy, with precision, recall, and F1-score values of 0.98 for both classes. Inference on test data indicated consistent model performance. Although segmentation was not yet optimal to support classification directly, classification using the original images still produced highly satisfactory results. This study demonstrates that lightweight architectures such as MobileNetV3-Small are effective for plant disease classification and have strong potential to be implemented on mobile devices as a rapid in-field detection system.

Keywords: deep learning, leaf segmentation, image classification, U-Net, MobileNetV3.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Pemodelan *Deep learning* Untuk Deteksi Penyakit Tanaman: Kombinasi *MobileNetV3* dan *U-Net* Dalam Klasifikasi Dan Segmentasi Daun”. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarganya, para sahabatnya, dan seluruh umatnya yang selalu istiqamah hingga akhir zaman. Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Tugas akhir ini merupakan hasil dari proses panjang yang penuh perjuangan, kerja keras, tantangan, serta pembelajaran yang berharga. Dalam prosesnya, penulis menyadari bahwa pencapaian ini tidak akan terwujud tanpa doa, dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kepada kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan, serta motivasi yang tiada henti selama penulis menjalani studi dan Kerja Praktik.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. M. Dirhamsyah, M.T., I.P.U dan Muhammad Syamsu Rizal, M.T selaku dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2 yang telah memberikan arahan serta masukan berharga kepada penulis dalam membuat tugas akhir ini.
3. Ibu Malahayati, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Informasi, yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan ilmu yang sangat berharga kepada penulis.
4. Bapak/Ibu dosen dan seluruh staf pengajar di Program Studi Teknologi Informasi, yang telah membekali penulis dengan ilmu, nilai, dan wawasan selama masa perkuliahan.
5. Seluruh teman-teman seperjuangan di Prodi Teknologi Informasi, dosen penguji, serta pihak-pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per

satu, namun telah memberikan bantuan dan kontribusi dalam bentuk apapun.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan menjadi kontribusi kecil dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang teknologi informasi dan kimia. Semoga segala ilmu dan pengalaman yang diperoleh selama proses ini dapat menjadi bekal perjalanan penulis selanjutnya.

Banda Aceh, 24 Juli 2025

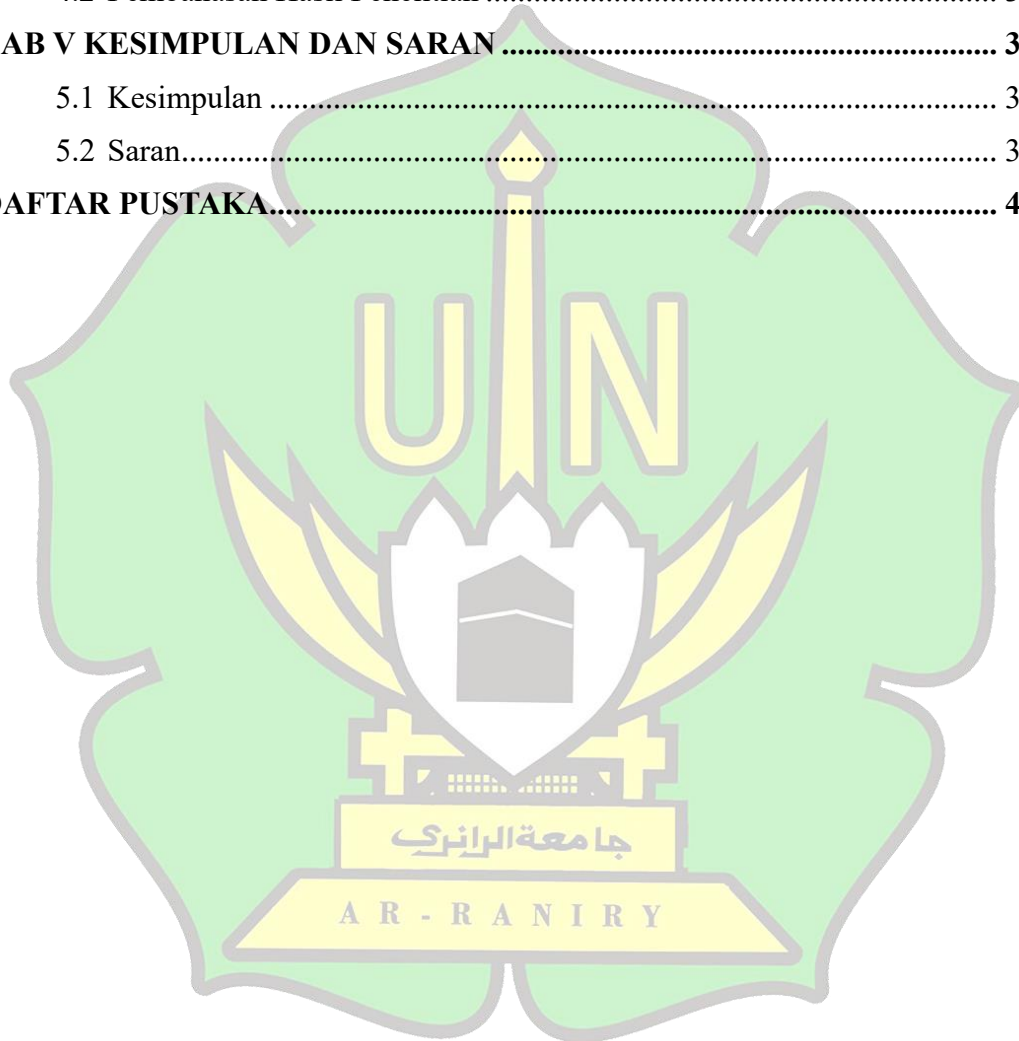
Afif Moelana



DAFTAR ISI

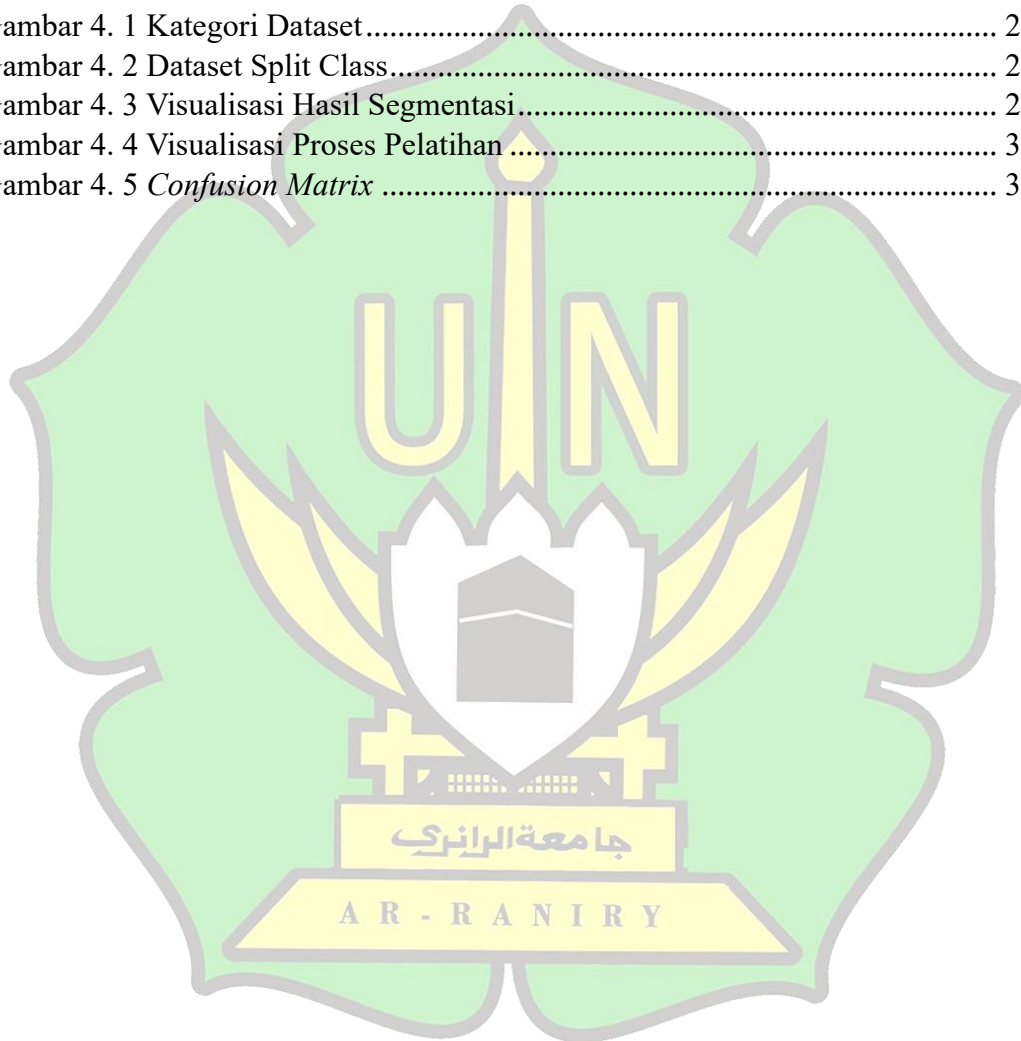
LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	5
2.3 <i>U-Net</i>	6
2.4 <i>MobileNetV3</i>	7
2.5 Segmentasi Citra	8
2.6 Hubungan Segmentasi dan Klasifikasi Daun.....	9
2.7 Python	10
2.8 <i>Confusion Matrix</i> dan Metrik.....	11
2.9 Python dan TensorFlow.....	13
BAB III METODE PENELITIAN	16
1.1 Tahapan Penelitian	16
1.1.1 Pengumpulan Data	16
1.1.2 Pra-Pemrosesan (<i>Preprocessing</i>)	18
1.1.3 Pembangunan Model.....	20
1.1.4 Evaluasi Model	23
1.2 Waktu dan Lokasi penelitian.....	25
1.3 Alat dan Bahan.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26

4.1 Hasil Penelitian	26
4.1.1 Statistik Dataset.....	26
4.1.2 Preprocessing dan Augmentasi	27
4.1.3 Pelatihan Model Segmentasi (<i>U-Net</i>).....	28
4.1.4 Pelatihan Model Klasifikasi <i>MobileNetV3</i>	30
4.1.5 Inferensi Model	33
4.1.6 Perbandingan dengan Studi Sebelumnya	35
4.2 Pembahasan Hasil Penelitian	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	41



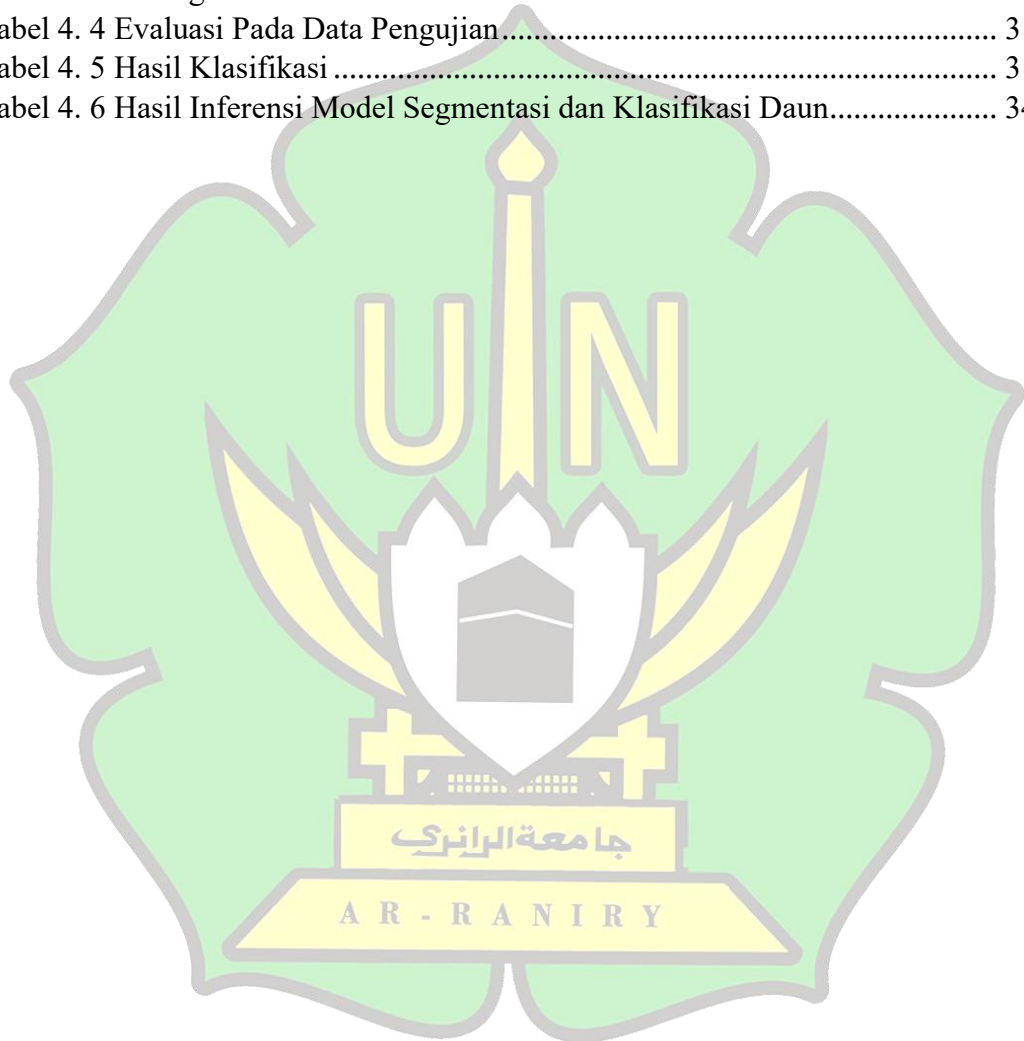
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 CNN	6
Gambar 2. 2 <i>U-Net</i>	7
Gambar 2. 3 <i>MobileNetV3</i>	8
Gambar 2. 4 <i>Confusion Matrix</i>	11
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian	16
Gambar 3. 2 Cropping Gambar	18
Gambar 3. 3 Kontras Gambar	19
Gambar 4. 1 Kategori Dataset.....	26
Gambar 4. 2 Dataset Split Class.....	27
Gambar 4. 3 Visualisasi Hasil Segmentasi.....	29
Gambar 4. 4 Visualisasi Proses Pelatihan	32
Gambar 4. 5 <i>Confusion Matrix</i>	32



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ringkasan Penelitian Terdahulu Terkait <i>MobileNetV3</i> dan <i>U-Net</i>	5
Tabel 3. 1 Distribusi Dataset	20
Tabel 3. 2 Perangkat Keras	25
Tabel 3. 3 Perangkat Lunak	25
Tabel 4. 1 Konfigurasi Pelatihan U-Net	28
Tabel 4. 2 Hasil Evaluasi Segmentasi	29
Tabel 4. 3 Konfigurasi Pelatihan MobileNetV3	30
Tabel 4. 4 Evaluasi Pada Data Pengujian	31
Tabel 4. 5 Hasil Klasifikasi	31
Tabel 4. 6 Hasil Inferensi Model Segmentasi dan Klasifikasi Daun.....	34



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian merupakan salah satu sektor kunci dalam ketahanan pangan dan perekonomian Indonesia, menyumbang sekitar 13% dari Produk Domestik Bruto (PDB) nasional (BPS, 2023). Namun, produktivitas sektor ini terus menghadapi tantangan serius akibat serangan penyakit tanaman, yang dapat menyebabkan kerugian hasil hingga 30–40% pada komoditas utama seperti padi dan jagung (Syamsuddin et al., 2021). Salah satu indikator utama terjadinya penyakit tanaman adalah perubahan visual pada daun, baik dalam bentuk bercak, perubahan warna, maupun kerusakan jaringan daun. Oleh karena itu, deteksi penyakit tanaman umumnya dilakukan melalui analisis citra daun. Deteksi dini terhadap penyakit tanaman menjadi langkah krusial untuk menekan dampak negatif tersebut.

Metode konvensional dalam mendeteksi penyakit, seperti pengamatan visual oleh ahli atau uji laboratorium, dinilai kurang efisien karena memerlukan waktu yang lama, biaya tinggi, serta akses yang terbatas—terutama di daerah pedesaan (Sutaryo et al., 2020). Hal ini mendorong perlunya solusi berbasis teknologi yang cepat, akurat, dan mudah diimplementasikan di lapangan.

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan, khususnya *deep learning* dalam bidang *computer vision*, telah membuka peluang baru dalam otomatisasi deteksi penyakit tanaman. *Convolutional Neural Networks* (CNN), sebagaimana dijelaskan oleh LeCun et al. (2015), telah menunjukkan kinerja tinggi dalam klasifikasi citra medis dan pertanian. Namun, banyak penelitian sebelumnya, seperti Mohanty et al. (2016), masih terbatas pada klasifikasi gambar daun secara utuh tanpa mempertimbangkan segmentasi area terinfeksi. Padahal, segmentasi area daun dan lesi penyakit dapat meningkatkan akurasi diagnosis dengan fokus pada wilayah yang relevan (Zhang et al., 2021). Studi oleh Febrianto dan Setyawan (2021) juga menunjukkan bahwa pendekatan segmentasi dapat membantu memetakan sebaran patogen secara visual, sehingga mendukung tindakan preventif yang lebih tepat sasaran.

Dalam konteks ini, integrasi arsitektur *MobileNetV3* (Howard et al., 2019) dan *U-Net* (Ronneberger et al., 2015) menjadi pendekatan yang menjanjikan. *MobileNetV3* dirancang ringan dan efisien untuk dijalankan pada perangkat *edge* seperti smartphone, menjadikannya cocok untuk aplikasi di lapangan dengan keterbatasan sumber daya. Sementara itu, *U-Net* dengan struktur *encoder-decoder* dan *skip connections* terbukti unggul dalam segmentasi citra medis dan pertanian (Ferentinos, 2018; Arifin et al., 2022).

Beberapa studi sebelumnya masih memiliki keterbatasan, seperti penggunaan dataset homogen dengan variasi lingkungan yang rendah (Singh et al., 2020), atau belum mengintegrasikan proses klasifikasi dan segmentasi secara menyeluruh (Too et al., 2019). Selain itu, masih sedikit penelitian yang mengoptimalkan model *deep learning* untuk lingkungan terbatas sumber daya, khususnya di Indonesia.

Melalui penelitian ini, dikembangkan model yang menggabungkan *U-Net* untuk segmentasi daun dan *MobileNetV3* untuk klasifikasi daun sehat atau sakit. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat tercipta sistem diagnosis penyakit tanaman yang efisien, akurat, dan mudah diakses oleh petani secara *real-time* melalui perangkat mobile. Inisiatif ini juga sejalan dengan program pemerintah dalam pengembangan pertanian berbasis teknologi (Kementan, 2022), serta berkontribusi terhadap transformasi digital dan ketahanan pangan nasional secara berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah yang akan diteliti adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membangun model segmentasi daun berbasis *U-Net* yang mampu mengekstrak area daun secara akurat?
2. Bagaimana membangun model klasifikasi kondisi daun (sehat/sakit) menggunakan *MobileNetV3*?
3. Bagaimana performa sistem klasifikasi jika menggunakan input citra hasil segmentasi dibandingkan dengan citra asli?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin peneliti capai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengembangkan model segmentasi daun menggunakan *U-Net* untuk mengekstrak area daun dari citra.
2. Mengembangkan model klasifikasi daun sehat dan sakit menggunakan *MobileNetV3*.
3. Menganalisis performa sistem klasifikasi baik menggunakan citra hasil segmentasi maupun citra asli.

1.4 Batasan Penelitian

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dataset yang digunakan merupakan dataset citra daun dari *PlantVillage* dengan dua kelas: daun normal dan daun abnormal.
2. Segmentasi daun dilakukan menggunakan arsitektur *U-Net* versi ringan (*Mini U-Net*).
3. Klasifikasi dilakukan menggunakan arsitektur *MobileNetV3-Small*.
4. Evaluasi dilakukan berdasarkan metrik akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score*.
5. Fokus penelitian terbatas pada deteksi penyakit secara visual melalui citra daun, tanpa melibatkan faktor lingkungan atau jenis patogen.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang di harapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi peneliti, memberikan pemahaman dan pengalaman dalam menerapkan *deep learning* untuk *image processing* di bidang pertanian.
2. Bagi petani atau praktisi, sebagai langkah awal dalam pengembangan sistem deteksi penyakit tanaman secara otomatis dan efisien.
3. Bagi akademisi, sebagai referensi untuk penelitian lanjutan di bidang *computer vision* untuk aplikasi pertanian.