

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iv
SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR MODUL PROGRAM	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Tahapan Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN LITERATUR	7
2.1 Tanaman Kelapa Sawit.....	7
2.2 Penyakit Bercak Daun (<i>Leaf Spot</i>) pada Kelapa Sawit.....	7
2.2.1 Karakteristik Visual Gejala.....	7
2.2.2 Konsep Tingkat Keparahan Penyakit Bercak Daun Kelapa Sawit.....	8
2.3 Konsep <i>Deep Learning</i>	10
2.4 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	10
2.5 Model YOLO (<i>You Only Look One</i>).....	11
2.6 Roboflow.....	12
2.7 <i>Instance Segmentation</i>	13
2.8 Model YOLOv8-seg	13
2.9 Arsitektur YOLOv8-seg	14
2.9.1 <i>Backbone</i>	15
2.9.2 <i>Neck</i>	19
2.9.3 <i>Head</i>	21
2.10 <i>HyperParameter</i>	23
2.11 <i>Transfer Learning</i>	23
2.12 <i>Fine Tuning</i>	24

2.13	Matriks Evaluasi	24
2.14	<i>Instance Segmentation</i>	26
2.15	Penelitian Terdahulu	27
2.16	Tinjauan Pustaka.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		30
3.1	Pengumpulan Data.....	31
3.2	Pre-Processing	32
3.2.1	Anotasi Citra	33
3.2.2	<i>Splitting Data</i>	36
3.2.3	<i>Resize Data</i>	36
3.2.4	Augmentasi Data	37
3.2.5	<i>New Dataset</i>	38
3.3	<i>Modelling</i>	38
3.3.1	Tahapan <i>Modelling</i>	39
3.4	Penerapan Arsitektur	40
3.4.1	<i>Conv Module</i>	41
3.4.2	C2f.....	48
3.4.3	<i>Spatial Pyramid Pooling Fast (SPPF)</i>	49
3.4.4	<i>Upsample</i>	49
3.4.5	<i>Concatenate</i>	50
3.4.6	<i>Detect Layer</i>	51
3.5	Evaluasi Model.....	51
3.6	Perhitungan Severity	51
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN.....		54
4.1	Hasil Penelitian.....	54
4.1.1	Lingkungan Implementasi	54
4.1.2	Pengumpulan Data.....	54
4.1.3	Preprocessing Data	55
4.1.4	Implementasi Model YOLOv8-seg.....	58
4.1.5	Hasil Pelatihan Model.....	60
4.1.6	Evaluasi Model.....	62
4.1.7	Pengujian Validasi Objek Kelapa Sawit	63
4.1.8	Perhitungan <i>Severity</i> (Tingkat Keparahan)	63
4.2	Pembahasan.....	66
4.2.1	Analisis Performa Model.....	66
4.2.2	Analisis Kesalahan Model.....	74
4.2.3	Analisis Segmentasi.....	75

4.2.4 Analisis Validasi Objek Non-Sawit.....	76
4.2.5 Analisis Tingkat Keparahan (<i>Severity</i>).....	77
4.2.6 Perbandingan dengan Penelitian Lain	78
BAB V PENUTUP	80
5.1 Kesimpulan	80
5.2 Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA.....	81
LAMPIRAN.....	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kriteria skor keparahan penyakit bercak daun (Cameron et al., 2024)....	8
Tabel 2. 2 Tabel Confusion Matrix (Sumber : Sokolova & Lapalme, 2009).....	25
Tabel 2. 3 State Of The Art	28
Tabel 3. 1 Sampel citra daun sawit	32
Tabel 3. 2 Teknik augmentasi data dan tujuannya	38
Tabel 3. 4 Konfigurasi Hyperparameter	40
Tabel 3. 5 Perhitungan Matriks conv2d	43
Tabel 3. 6 Rancangan confusion matrix	51
Tabel 4. 1 Spesifikasi Perangkat Lunak	54
Tabel 4. 2 Spesifikasi Perangkat Keras	54
Tabel 4. 3 Hasil dari Splitting Data.....	56
Tabel 4. 4 Output New Dataset	58
Tabel 4. 5 Hasil Metrik Hasil dari Pelatihan Model.....	60
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Model YOLOv8-seg	63
Tabel 4. 7 Perbandingan Kinerja Model YOLOv8l-seg dan YOLOv8n-seg.....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gejala klinis penyakit bercak daun pada bibit kelapa sawit.....	8
Gambar 2. 2 arsitektur Convolutional Neural Network (CNN)	11
Gambar 2. 3 Ilustrasi sistem deteksi YOLO yang membagi citra input menjadi grid S x S untuk memprediksi bounding box dan probabilitas kelas	12
Gambar 2. 4 Arsitektur YOLOv8-seg	15
Gambar 2. 5 Operasi pada Convolutional Layer.....	16
Gambar 2. 6 Ilustrasi proses Max Pooling untuk mereduksi dimensi fitur	19
Gambar 2. 7 Ilustrasi proses Upsample.....	20
Gambar 2. 8 Ilustrasi pada operasi Concatenate	21
Gambar 2. 9 Ilustrasi arsitektur Decoupled Head	21
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian	30
Gambar 3. 2 Alur Preprocessing Data.....	33
Gambar 3. 3 Strategi Anotasi pada Daun Kelapa Sawit yang terkena penyakit Bercak Daun.....	34
Gambar 3. 4 Strategi Anotasi pada Daun Kelapa Sawit yang sehat	35
Gambar 3. 5 Strategi Anotasi pada Daun Non-Sawit.....	35
Gambar 3. 6 Contoh hasil file dari anotasi citra	36
Gambar 3. 7 Perbandingan gambar sebelum dan sesudah resize	37
Gambar 3. 8 Contoh gambar yang telah diaugmentasi.....	38
Gambar 3. 9 Tahapan Modelling	39
Gambar 3. 10 Diagram Arsitektur Layer YOLOv8-seg.....	41
Gambar 3. 11 Flowchart alur proses Conv2d terhadap gambar	42
Gambar 3. 12 Contoh matriks konvolusi.....	42
Gambar 3. 13 Contoh Matriks kernel.....	43
Gambar 3. 14 Contoh Matrik conv2d	43
Gambar 3. 15 Matriks Hasil Conv2d	44
Gambar 3. 16 Alur Proses Batch Normalization.....	45
Gambar 3. 17 Matriks Hasil Conv2d	45
Gambar 3. 18 Feature Map Hasil Batch Normalization	47
Gambar 3. 19 Alur Proses Aktivasi SiLU.....	47
Gambar 3. 20 Feature Map Hasil Batch Normalization	48
Gambar 3. 21 Feature Map Hasil SiLU.....	48
Gambar 3. 22 Visualisasi Matriks hasil proses SPPF	49
Gambar 3. 23 Matriks Hasil Upsample.....	50
Gambar 3. 24 Contoh Perhitungan Mencari Luas Piksel.....	52
Gambar 3. 25 Ilustrasi Array Binner Bernilai Satu yang Membentuk suatu Objek	52
Gambar 4. 1 Proses Anotasi Citra.....	55
Gambar 4. 2 File txt Hasil Anotasi	56
Gambar 4. 3 contoh perbandingan ukuran citra sebelum dan sesudah proses resize	57

Gambar 4. 4 Contoh Hasil Augmentasi.....	57
Gambar 4. 5 Contoh Batch Gambar Train.....	60
Gambar 4. 6 Confusion Matrix Hasil Evaluasi Model	62
Gambar 4. 7 Hasil Pengujian Validasi Daun Non-Sawit	63
Gambar 4. 8 Visualisasi Segmentasi pada Antarmuka Sistem	66
Gambar 4. 9 Kalkulasi dan Kategorisasi Severity pada Antarmuka Sistem.....	66
Gambar 4. 10 Grafik Precision.....	67
Gambar 4. 11 Grafik Recall	68
Gambar 4. 12 Grafik mAP50	69
Gambar 4. 13 Grafik mAP50-95	70
Gambar 4. 14 Grafik Box Loss.....	71
Gambar 4. 15 Grafik Seg Loss	72
Gambar 4. 16 Grafik Cls Loss.....	73
Gambar 4. 17 Grafik DFL Loss.....	73
Gambar 4. 18 Confusion Matrix Hasil Pengujian	74
Gambar 4. 19 Visualisasi Masking Segmentasi pada Sistem.....	76
Gambar 4. 20 Hasil Pengujian Validasi Daun Non-Sawit	77
Gambar 4. 21 Hasil Perhitungan Tingkat Keparahan (Severity).....	77

DAFTAR MODUL PROGRAM

Modul Program 4. 1 Melakukan Import Library	58
Modul Program 4. 2 Mengunduh Dataset dari Roboflow	59
Modul Program 4. 3 Melakukan Training.....	59
Modul Program 4. 4 Perhitungan Luas Pixel dan Severity.....	64
Modul Program 4. 5 Kategorisasi Tingkat Keparahan.....	65