

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI .....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iv
SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI TUGAS AKHIR .....	v
ABSTRAK .....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR ALGORITMA .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Tahapan Penelitian .....	3
1.7 Sistematika Penulisan .....	3
BAB II TINJAUAN LITERATUR .....	5
2.1 Mangga .....	5
2.2 Identifikasi Penyakit Daun Mangga .....	5
2.2.1 <i>Anthraco</i> .....	5
2.2.2 <i>Bacterial Canker</i> .....	5
2.2.3 <i>Powdery Mildew</i> .....	6
2.2.4 <i>Sooty Mould</i> .....	6
2.3 Pengolahan Citra Digital .....	6
2.4 <i>Data Pre-processing</i> .....	7
2.4.1 <i>Resize</i> .....	7
2.4.2 <i>Rescale</i> .....	8
2.4.3 <i>Data Augmentation</i> .....	8
2.5 Klasifikasi Citra .....	8
2.6 Jaringan Syaraf Tiruan .....	9
2.6.1 <i>Rectified Linear Unit (ReLU)</i> .....	10
2.6.2 <i>Softmax</i> .....	10
2.7 <i>Convolutional Neural Network</i> .....	10
2.7.1 <i>Convolutional Layer</i> .....	11
2.7.2 <i>Pooling Layer</i> .....	12
2.7.3 <i>Flatten</i> .....	12
2.7.4 <i>Fully Connected Layer</i> .....	12

2.8 <i>Hyperparameter</i> .....	12
2.9 <i>Particle Swarm Optimization</i> .....	13
2.10 <i>Orthogonal Learning Particle Swarm Optimization</i> .....	14
2.11 <i>Confusion Matrix</i> .....	18
2.12 Penelitian Sebelumnya .....	19
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN SISTEM</b> .....	<b>24</b>
3.1 Metodologi Penelitian .....	24
3.1.1 Pengumpulan Data .....	25
3.1.2 <i>Data Preprocessing</i> .....	25
3.1.3 Membangun Model Klasifikasi .....	29
3.1.4 <i>Hyperparameter Tuning</i> .....	31
3.1.5 Rencana Pengujian Algoritma .....	40
3.1.6 Kombinasi <i>Hyperparameter</i> Terbaik .....	41
3.1.7 Evaluasi Klasifikasi .....	41
3.2 Metodologi Pengembangan Sistem .....	41
3.2.1 Kebutuhan Sistem .....	42
3.2.2 Desain Sistem .....	42
3.2.3 Implementasi .....	44
3.2.4 Pengujian Sistem .....	44
<b>BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>46</b>
4.1 Pengumpulan Data .....	46
4.2 <i>Data Preprocessing</i> .....	46
4.3 Membangun Model Klasifikasi .....	47
4.4 <i>Hyperparameter Tuning</i> .....	48
4.4.1 Inisialisasi .....	48
4.4.2 PSO .....	48
4.4.3 OLPSO .....	50
4.5 Hasil Pengujian Algoritma .....	51
4.6 Hasil Kombinasi <i>Hyperparameter</i> Terbaik .....	52
4.7 Hasil Evaluasi Klasifikasi .....	54
4.8 Hasil Pengembangan Sistem .....	58
4.9 Hasil Pengujian Sistem .....	58
4.10 Pembahasan .....	59
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>62</b>
5.1 Kesimpulan .....	62
5.2 Saran .....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>64</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Penyakit Daun Mangga <i>Anthracnose</i> .....	5
Gambar 2. 2 Penyakit Daun Mangga <i>Bacterial Canker</i> .....	6
Gambar 2. 3 Penyakit Daun Mangga <i>Powdery Mildew</i> .....	6
Gambar 2. 4 Penyakit Daun Mangga <i>Sooty Mould</i> .....	6
Gambar 2. 5 Koordinat Piksel pada Citra Digital .....	7
Gambar 2. 6 <i>Resize</i> .....	7
Gambar 2. 7 Augmentasi Citra .....	8
Gambar 2. 8 Ilustrasi Jaringan Syaraf Tiruan .....	9
Gambar 2. 9 Fungsi Aktifasi <i>ReLU</i> .....	10
Gambar 2. 10 Arsitektur Umum CNN .....	11
Gambar 2. 11 Ilustrasi Operasi Konvolusi .....	11
Gambar 2. 12 <i>Max Pooling dan Average Pooling</i> .....	12
Gambar 2. 13 Proses Flatten .....	12
Gambar 2. 14 <i>Oscillation</i> pada PSO .....	14
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian .....	24
Gambar 3. 2 Dataset Citra Daun Mangga .....	25
Gambar 3. 3 <i>Flowchart Data Preprocessing</i> .....	26
Gambar 3. 4 Proses Mengisi Piksel Kosong Menggunakan Metode <i>Nearest</i> .....	28
Gambar 3. 5 Implementasi <i>Fill Mode Nearest</i> .....	28
Gambar 3. 6 Model Klasifikasi .....	29
Gambar 3. 7 Proses Konvolusi .....	30
Gambar 3. 8 <i>Flowchart</i> Algoritma PSO (a) dan OLPSO (b) .....	33
Gambar 3. 9 <i>Construct P<sub>o</sub></i> .....	36
Gambar 3. 10 Metodologi Pengembangan Sistem <i>Waterfall</i> .....	42
Gambar 3. 11 Alur Sistem .....	43
Gambar 3. 12 Rancangan Antar Muka Sistem .....	44
Gambar 4. 1 Hasil Data <i>Preprocessing</i> .....	47
Gambar 4. 2 (A) Grafik Nilai Akurasi, (B) Grafik Nilai <i>Loss</i> (OLPSO) .....	54
Gambar 4. 3 <i>Confusion Matrix</i> (OLPSO) .....	54
Gambar 4. 4 (A) Grafik Nilai Akurasi, (B) Grafik Nilai <i>Loss</i> (PSO) .....	56
Gambar 4. 5 <i>Confusion Matrix</i> (PSO) .....	56
Gambar 4. 6 Antarmuka Sistem .....	58

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Faktor dan Level .....	15
Tabel 2. 2 <i>Full Factorial Design</i> .....	15
Tabel 2. 3 <i>Orthogonal Array L4(2<sup>3</sup>)</i> .....	16
Tabel 2. 4 Implementasi OA .....	16
Tabel 2. 5 <i>Factor Analysis</i> .....	16
Tabel 2. 6 <i>Confusion Matrix</i> .....	18
Tabel 2. 7 <i>State of The Art</i> .....	21
Tabel 2. 8 Lanjutan <i>State of The Art</i> .....	22
Tabel 2. 9 Lanjutan <i>State of The Art</i> .....	23
Tabel 3. 1 Pembagian Dataset .....	26
Tabel 3. 2 Proses Augmentasi Data .....	27
Tabel 3. 3 Hasil Teknik Pengolahan Citra .....	27
Tabel 3. 4 Proses <i>Rescale</i> .....	28
Tabel 3. 5 Hasil <i>Rescale</i> .....	28
Tabel 3. 6 Hasil Aktivasi ReLU .....	30
Tabel 3. 7 Proses <i>Max Pooling</i> .....	30
Tabel 3. 8 Proses <i>Flattening</i> .....	30
Tabel 3. 9 Bobot dan Bias pada <i>Fully Connected Layer</i> .....	31
Tabel 3. 10 Hasil Keluaran <i>Fully Connected Layer</i> .....	31
Tabel 3. 11 Proses <i>Softmax</i> .....	31
Tabel 3. 12 Nilai <i>Hyperparameter</i> PSO dan OLPSO .....	32
Tabel 3. 13 Nilai Acak Posisi Awal Partikel .....	33
Tabel 3. 14 Kecepatan Maksimal Untuk Setiap Dimensi .....	34
Tabel 3. 15 Nilai Acak Kecepatan Awal Partikel .....	34
Tabel 3. 16 Evaluasi <i>Fitness</i> .....	35
Tabel 3. 17 Proses Perbarui Pbest dan Gbest .....	35
Tabel 3. 18 <i>Orthogonal Array</i> .....	37
Tabel 3. 19 Implementasi OA .....	37
Tabel 3. 20 Analisis Faktor .....	37
Tabel 3. 21 Hasil Perbarui Kecepatan Partikel PSO dan OLPSO .....	38
Tabel 3. 22 Hasil Perbarui Posisi Partikel PSO dan OLPSO .....	39
Tabel 3. 23 Fenomena Osilasi dan <i>Two Step Forward, One Step Back</i> .....	39
Tabel 3. 24 <i>Hyperparameter</i> CNN pada Koordinat Partikel .....	40
Tabel 3. 25 Rencana Pengujian Algoritma .....	40
Tabel 3. 26 Lanjutan Rencana Pengujian Algoritma .....	41
Tabel 3. 27 Pengujian <i>Confusion Matrix</i> .....	41
Tabel 3. 28 Rencana Pengujian Sistem .....	45
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Algoritma .....	51
Tabel 4. 2 Lanjutan Hasil Pengujian Algoritma .....	52
Tabel 4. 3 Hasil Kombinasi Terbaik dengan 2 Partikel dan 2 Iterasi .....	52
Tabel 4. 4 Hasil Kombinasi Terbaik dengan 2 Partikel dan 4 Iterasi .....	52
Tabel 4. 5 Hasil Kombinasi Terbaik dengan 2 Partikel dan 8 Iterasi .....	53

Tabel 4. 6 Hasil Kombinasi Terbaik dengan 4 Partikel dan 2 Iterasi .....	53
Tabel 4. 7 Hasil Kombinasi Terbaik dengan 4 Partikel dan 4 Iterasi .....	53
Tabel 4. 8 Hasil Kombinasi Terbaik dengan 4 Partikel dan 8 Iterasi .....	53
Tabel 4. 9 Hasil Evaluasi Klasifikasi .....	57
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Sistem .....	58
Tabel 4. 11 Lanjutan Hasil Pengujian Sistem .....	58
Tabel 4. 12 Pencarian Solusi dengan PSO .....	59
Tabel 4. 13 Pencarian Solusi dengan OLPSO .....	60

## DAFTAR ALGORITMA

Algoritma 4.1 : <i>Data Preprocessing</i> .....	46
Algoritma 4.2 : Membangun Model Klasifikasi .....	47
Algoritma 4.3 : Inisialisasi .....	48
Algoritma 4.4 : <i>Hyperparameter Tuning</i> dengan PSO .....	48
Algoritma 4.5 : Pembaruan Nilai Kecepatan Partikel pada PSO .....	48
Algoritma 4.6 : Pembaruan Nilai Posisi Partikel .....	49
Algoritma 4.7 : Evaluasi Fitness .....	49
Algoritma 4.8 : Perbarui Nilai Partikel Terbaik pada PSO .....	49
Algoritma 4.9 : Perbarui Nilai Global Terbaik .....	49
Algoritma 4.10 : <i>Hyperparameter Tuning</i> dengan OLPSO .....	50
Algoritma 4.11 : Pembaruan Nilai Kecepatan Partikel pada OLPSO .....	50
Algoritma 4.12 : Perbarui Nilai Partikel Terbaik pada OLPSO .....	50