

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI TUGAS AKHIR.....	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR ALGORITMA.....	xiii
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    Tanaman Kentang.....	5
2.2    Identifikasi Penyakit Daun Kentang.....	5
2.3    Citra Digital.....	6
2.4    Pengolahan Citra (Image Processing) .....	7
2.4.1    Operasi Pengolahan Citra Digital.....	7
2.5    Deep Learning .....	9
2.6    Artificial Neural Network.....	9
2.6.1    ReLU Function.....	11
2.6.2    Softmax Function .....	11
2.6.3    Loss Function.....	12
2.7    Optimizer .....	12
2.7.1    RMSProp .....	12
2.7.2    Stochastic Gradient Descent (SGD) optimizer .....	12
2.7.3    Adam Optimizer .....	13
2.8    Convolutional Neural Network.....	13
2.8.1    Convolutional layer .....	13
2.8.2    Flatten .....	15
2.8.3    Fully Connected Layer .....	15
2.9    Hyperparameter .....	16
2.10    Confusion Matrix .....	16

2.11	Penelitian Sebelumnya .....	17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN SISTEM .....</b>		<b>25</b>
3.1	Metodologi Penelitian.....	25
3.1.1	Pengumpulan Data .....	26
3.1.2	Data Preprocessing .....	26
3.1.3	Pembangunan Model CNN .....	28
3.1.4	Membuat Rencana Kombinasi Pengujian Nilai Epoch,Jenis Optimizer dan Layer Konvolusi .....	31
3.1.5	Rencana Pengujian dan Indikator Keberhasilan Penelitian .....	32
3.2	Pengembangan Perangkat Lunak .....	33
3.2.1	Analisis .....	33
3.2.2	Perancangan .....	33
3.2.3	Implementasi.....	33
3.2.4	Uji Coba.....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>36</b>
4.1	Implementasi CNN .....	36
4.1.1	Binding Data .....	36
4.1.2	Inisialisasi Data .....	36
4.1.3	Proses Preprocessing dan Augmentasi Data .....	36
4.1.4	Inisialisasi Model CNN .....	37
4.1.5	Proses Training Model CNN.....	38
4.1.6	Evaluasi Model CNN.....	39
4.2	Implementasi Perangkat Lunak.....	40
4.3	Hasil Pengujian Model CNN .....	43
4.3.1	Analisis Pengujian Model CNN .....	44
4.4	Hasil Penelitian .....	45
4.4.1	Hasil Pengujian Sistem.....	46
4.5	Pembahasan.....	55
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>56</b>
5.1	Kesimpulan .....	56
5.2	Saran .....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>57</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Early Blight .....	5
Gambar 2.2 Late Blight.....	6
Gambar 2.3 Representasi Citra RGB ukuran 3x3 .....	6
Gambar 2.4 Rotasi Sebesar 45° .....	7
Gambar 2.5 Pencerminan terhadap sumbu X.....	8
Gambar 2.6 Pencerminan terhadap sumbu Y .....	8
Gambar 2.7 Perbandingan layer <i>machine learning</i> (kiri) dan <i>deep learning</i> (kanan) .....	9
Gambar 2.8 Proses Training <i>Deep Learning</i> .....	9
Gambar 2.9 Jaringan Syaraf Manusia .....	10
Gambar 2.10 Jaringan Syaraf Tiruan (JST).....	10
Gambar 2.11 Grafik fungsi ReLU .....	11
Gambar 2.12 Contoh Arsitektur CNN .....	13
Gambar 2.13 Ilustrasi operasi konvolusi.....	14
Gambar 2.14 Ilustrasi operasi konvolusi pada citra RGB .....	14
Gambar 2.15 Ilustrasi operasi <i>pooling</i> .....	15
Gambar 2.16 Ilustrasi <i>Flattening</i> .....	15
Gambar 3.1 Tahapan penelitian.....	25
Gambar 3.2 Citra Daun Kentang .....	26
Gambar 3.3 Citra Daun Kentang yang Sudah di Augmentasi.....	27
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> dari CNN .....	28
Gambar 3.5 Contoh Proses Konvolusi.....	29
Gambar 3.6 <i>Feature Map</i> pada lapisan konvolusi.....	29
Gambar 3.7 Contoh Proses Pooling .....	30
Gambar 3.8 Hasil Pooling .....	30
Gambar 3.9 Proses Klasifikasi Menggunakan Softmax.....	31
Gambar 3.10 Metodologi Pengembangan Sistem Linear Sequential Model .....	33
Gambar 3.11 Flowchart Sistem Aplikasi .....	33
Gambar 3.12 Rancangan antarmuka Aplikasi .....	34
Gambar 4.1 Output Evaluasi Model CNN .....	39
Gambar 4.2 Model CNN .....	41
Gambar 4.3 Halaman Awal Untuk Input Data Citra.....	42
Gambar 4.4 Hasil Proses Klasifikasi Kentang Healthy .....	42
Gambar 4.5 Hasil Proses Klasifikasi Kentang Early Blight.....	43
Gambar 4.6 Hasil Proses Klasifikasi Kentang Late Blight .....	43
Gambar 4.7 Hasil Visualisasi <i>Training Model</i> dan <i>Loss Model</i> CNN Pengujian ke 6 .....	45

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Confusion Matrix</i> .....	16
Tabel 2.2 <i>State of The Art</i> .....	20
Tabel 3.1 Pembagian data latih dan data uji.....	26
Tabel 3.2 Teknik Pada Proses Data Augmentasi.....	27
Tabel 3.3 Proses Rescale .....	28
Tabel 3.4 Proses Pooling Layer .....	30
Tabel 3.5 Proses <i>Flattening</i> .....	31
Tabel 3.6 Kombinasi Pengujian.....	32
Tabel 3.7 Rencana Pengujian Kombinasi <i>Hyperparameter</i> dan <i>Optimizer</i> .....	32
Tabel 3.8 Rencana Pengujian .....	35
Tabel 3.9 Rencana Pengujian Augmentasi.....	35
Tabel 4.1 Hasil Training Model CNN .....	39
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Model CNN .....	43
Tabel 4.3 Kombinasi Optimal <i>Hyperparameter</i> dan <i>Optimizer</i> .....	46
Tabel 4.4 <i>Confusion Matrix</i> Model Optimal .....	46
Tabel 4.5 Hasil Pengujian <i>Format File</i> pada Sistem.....	46
Tabel 4.6 Hasil Pengujian API pada Sistem.....	47
Tabel 4.7 Citra Daun Kentang dalam Pengujian .....	47
Tabel 4.8 Hasil Klasifikasi Menggunakan Rotasi 30 Derajat .....	48
Tabel 4.9 Hasil Klasifikasi Menggunakan Rotasi 60 Derajat .....	49
Tabel 4.10 Hasil Klasifikasi Brightness 40% .....	51
Tabel 4.11 Hasil Klasifikasi Menurunkan Brightness 40% .....	52
Tabel 4.12 Hasil Klasifikasi <i>Shear Range</i> 15 % .....	53
Tabel 4.13 Hasil Klasifikasi <i>Shear Range</i> 30 % .....	54

## **DAFTAR ALGORITMA**

Algoritma 4.1 Binding Data ke Cloud Storage.....	36
Algoritma 4.2 Proses Inisialisasi Data kedalam Variabel .....	36
Algoritma 4.3 Preprocessing dan Augmentasi Data .....	36
Algoritma 4.4 Inisialisasi Model CNN .....	37
Algoritma 4.5 Inisialisasi Proses Training Model CNN .....	38
Algoritma 4.6 Evaluasi Akurasi Model CNN .....	39
Algoritma 4.7 Proses Visualisasi Confusion Matrix .....	40
Algoritma 4.8 Penyimpanan Model CNN .....	40
Algoritma 4.9 Proses Load Model .hdf5 Pada Perangkat Lunak .....	41
Algoritma 4.10 Proses Klasifikasi dan Menampilkan Hasil .....	41