

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
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 ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Tahapan Penelitian .....	4
1.6.1 Metodologi Penelitian.....	4
1.6.2 Metodologi Pengembangan Sistem .....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Tomat Sayur .....	7
2.2 Citra Digital.....	7
2.3 Pengolahan Citra Digital .....	9
2.4 Deep Learnig .....	11
2.5 Convolutional Neural Network (CNN) .....	11
2.5.1 Convolution Layer .....	13
2.5.2 Pooling Layer.....	14
2.5.3 Fully Connected Layer .....	14
2.5.4 Flatten .....	15
2.5.5 Drop Out .....	15
2.6 Aktivasi CNN .....	16
2.6.1 ReLU Function .....	16
2.6.2 Softmax Function.....	16
2.6.3 Loss Function.....	17
2.6.4 Sigmoid Function.....	17

2.7	Arsitektur CNN .....	17
2.8	Optimizer CNN .....	17
2.8.1	ADAM .....	18
2.8.2	RMSprop.....	18
2.8.3	SGD .....	19
2.9	Confusion Matrix .....	19
2.10	State of The Art .....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN SISTEM..		24
3.1	Metodologi Penelitian .....	24
3.1.1	Pengumpulan Data.....	25
3.1.2	Preprocessing Data .....	27
3.1.3	Pengujian Optimizer .....	30
3.1.4	Pembangunan Model CNN.....	30
3.1.5	Rencana Pengujian Optimizer .....	37
3.1.6	Evaluasi Model .....	37
3.2	Metodologi Pengembangan Sistem .....	38
3.2.1	Analisis Kebutuhan Sistem.....	38
3.2.2	Desain Sistem .....	40
3.2.3	Pengujian Sistem .....	41
3.2.4	Implementasi dan Pemeliharaan .....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		43
4.1	Implementasi CNN.....	43
4.1.1	Proses Binding Data .....	43
4.1.2	Proses Import Library .....	43
4.1.3	Inisiasi Data .....	44
4.1.4	Proses Preprocessing dan Augmentasi Data.....	45
4.1.5	Inisiasi Model CNN .....	46
4.1.6	Inisiasi Optimizer Model CNN.....	46
4.1.7	Proses Training Model CNN .....	47
4.1.8	Evaluasi Model .....	48
4.2	Implementasi Perangkat Lunak .....	50
4.3	Hasil Pengujian Optimizer Model CNN .....	51
4.4	Hasil Penelitian.....	55
4.5	Hasil Pengujian Sistem.....	57
4.6	Pembahasan .....	58
BAB V PENUTUP.....		59
5.1	Kesimpulan.....	59
5.2	Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA .....		60

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Citra digital (Gazali et al., 2012).....	8
Gambar 2.2 Citra grayscale.....	9
Gambar 2.3 Proses ekstraksi deep learning .....	11
Gambar 2.4 Proses CNN .....	12
Gambar 2.5 Convolutional layer .....	13
Gambar 2.6 A. Matriks, B. Max pooling, C. Average pooling, D. Sum pooling .	14
Gambar 2.7 Proses fully connected layer.....	14
Gambar 2.8 Ilustrasi Flattening.....	15
Gambar 2.9 Dropout (Purba et al., 2022).....	15
Gambar 2.10 Operasi ReLU.....	16
Gambar 2.11 Contoh penggunaan Softmax .....	16
Gambar 2.12 Tabel confusion matrix .....	20
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian .....	24
Gambar 3.2 Preprocessing data.....	28
Gambar 3.3 Perbedaan citra setelah remove background .....	28
Gambar 3.4 Proses training model CNN .....	31
Gambar 3.5 Contoh penggunaan aktivasi softmax .....	36
Gambar 3.6 Metodologi pengembangan sistem.....	38
Gambar 3.7 Diagram alur desain sistem .....	40
Gambar 3.8 Rancangan antarmuka sistem.....	41
Gambar 4.1 Hasil Nilai Output Model CNN .....	48
Gambar 4.2 Confusion Matrix dari Optimizer Terbaik .....	49
Gambar 4.3 Ilustrasi Program Aplikasi Klasifikasi/Deteksi (a) Tampilan Awal, (b) Tingkat Kematangan Matang .....	51
Gambar 4.4 Ilustrasi Program Aplikasi Klasifikasi/Deteksi (a) Tingkat Kematangan Setengah Matang, (b) Tingkat Kematangan Mentah .....	51
Gambar 4.5 Hasil Visualisasi Training Model CNN Menggunakan Optimizer Adam .....	52
Gambar 4.6 Hasil Visualisasi Training Model CNN Menggunakan Optimizer RMSProp.....	53
Gambar 4.7 Hasil Visualisasi Training Model CNN Menggunakan Optimizer SGD.....	54
Gambar 4.8 Confusion Matrix dari Optimizer Terbaik .....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan warna kematangan tomat (Johan & Rifna, 2022) .....	7
Tabel 2.2 Pembagian nilai grayscale.....	9
Tabel 2.3 State of The Art.....	21
Tabel 3.1 Contoh tingkat kematangan buah tomat .....	25
Tabel 3.2 Contoh data citra yang digunakan.....	26
Tabel 3.3 Pembagian data .....	29
Tabel 3.4 Proses augmentasi data .....	29
Tabel 3.5 Proses rescale .....	30
Tabel 3.6 Pengujian optimizer .....	30
Tabel 3.7 Proses input citra.....	31
Tabel 3.8 Proses input filter .....	32
Tabel 3.9 Hasil konvolusi ke-1 .....	32
Tabel 3.10 Proses input citra.....	33
Tabel 3.11 Proses input filter .....	33
Tabel 3.12 Hasil konvolusi ke-2 .....	33
Tabel 3.13 Proses input citra.....	34
Tabel 3.14 Proses input filter .....	34
Tabel 3.15 Hasil konvolusi ke-n .....	34
Tabel 3.16 Input citra hasil konvolusi ke-n.....	35
Tabel 3.17 Hasil max pooling .....	35
Tabel 3.18 Proses flattening.....	36
Tabel 3.19 Rencana pengujian optimizer.....	37
Tabel 3.20 Pengujian Confusion Matrix .....	37
Tabel 3.21 Classification Report.....	37
Tabel 3.22 Kebutuhan perangkat keras (Hardware) .....	39
Tabel 3.23 Kebutuhan perangkat lunak (Software) .....	39
Tabel 3.24 Spesifikasi pengguna (User) .....	39
Tabel 3.25 Rencana pengujian black box testing.....	41
Tabel 4.1 Hasil Training Model CNN .....	48
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Model CNN .....	51
Tabel 4.3 Hasil Optimizer Terbaik .....	55
Tabel 4.4 Classification Report dari Optimizer Terbaik.....	55
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Black Box Testing .....	57