

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR SIMBOL.....	xviii
DAFTAR SINGKATAN.....	xix
INTISARI.....	xx
ABSTRACT.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Kontribusi Penelitian.....	7
1.7 Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Pertanian presisi berbasis IoT dan <i>Vision</i> pada sistem hidroponik cerdas.....	9
2.2 Identifikasi defisiensi nutrisi menggunakan metode <i>Machine Learning</i>	11
2.3 Estimasi kebutuhan makronutrien dengan metode <i>Machine Learning</i>	13
BAB III LANDASAN TEORI.....	20
3.1 <i>Computer Vision</i>	20
3.2 Preprocessing <i>Citra</i>	21
3.2.1 <i>Histogram Equalization</i>	22
3.3. Segmentasi Menggunakan Metode <i>Color Space</i>	23
3.3.1. Operasi Morfologi.....	26

3.4. <i>Region of Interest (ROI)</i>	26
3.4.1. <i>Mask-RCNN</i>	26
3.4.2. <i>Contour Analysis</i>	27
3.5. Ekstraksi Ciri	29
3.5.1 Ekstraksi RGB dan HSV	29
3.5.2 <i>Gray Level oCcurance Matrix (GLCM)</i>	31
3.5.3 Deteksi tepi menggunakan <i>Canny</i>	33
3.5.4. <i>Hu Moments</i> dan <i>Euclidiean Distance</i>	34
3.6 <i>Train-Test Split</i>	36
3.7 <i>Multi Layer Perceptron</i> dan <i>Artificial Neural Network</i>	37
3.8 <i>Confusion Matrix</i>	42
3.9 Cabai Rawit (<i>Capsicum frutescens</i>)	44
3.9.1 Fisiologi Daun Cabai	45
3.9.2 Nutrien yang dapat diamati melalui daun cabai	46
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	48
4.1 Deskripsi Penelitian	48
4.1.1 Skenario Penelitian.....	50
4.1.2 Jenis Penelitian	51
4.1.3 Variabel Penelitian	51
4.1.4 Sampel Penelitian	52
4.1.5 Alat dan Bahan Penelitian	52
4.1.6 Metode Pengumpulan Data	55
4.1.7 Prosedur Pengumpulan Data Penelitian	55
4.2 Analisis Sistem.....	57
4.3 Tahapan Penelitian	60
4.4 Perancangan Arsitektur <i>IoT</i> dan Perangkat Keras Hidroponik Cerdas	62
4.4.1 Rancangan Arsitektur <i>IoT</i> untuk Sistem Hidroponik Cerdas	62
4.4.2 Rancangan Elektronik untuk Sistem Hidroponik Cerdas	64
4.4.3 Rancangan Mekanik pada Sistem Pertanian Hidroponik Cerdas	66

4.5 Perancangan Perangkat Lunak pada Hidroponik Cerdas	67
4.6 Rancangan pengujian sistem	91
BAB V IMPLEMENTASI	94
5.1. Implementasi Perangkat Keras Sistem Hidroponik Cerdas	94
5.1.1. Implementasi Elektronik	94
5.1.2. Implementasi Mekanik	96
5.1.3. Implementasi <i>Internet of Things</i> (IoT)	96
5.2. Pengumpulan Data	98
5.3. Implementasi Perangkat Lunak	100
5.3.1. Akuisisi citra dari <i>Webcam</i> dan Komputer	100
5.3.2. Tahapan Prapemrosesan	101
5.3.3. Tahapan Segmentasi	102
5.3.4. Tahapan Augmentasi pada <i>Training Process</i>	102
5.3.5. Tahapan ROI untuk menghasilkan daun tunggal	104
5.3.6. Ekstraksi Fitur	107
5.3.7. Pembangunan Model	111
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN	118
6.1. Hasil Pengumpulan Data	118
6.2. Hasil Prapemrosesan	123
6.3. Hasil Segmentasi	123
6.4. Hasil <i>Region of Interest</i> (ROI) dan Augmentasi	126
6.5. Ekstraksi Fitur	129
6.6. Normalisasi Fitur	138
6.7. Seleksi Fitur pada Identifikasi Kekurangan Makronutrien pada Data Daun Cabai Tunggal	143
6.8. Identifikasi Kondisi Kesehatan Tanaman menggunakan MLP	164
6.9. Estimasi Persentase Kekurangan Makronutrien pada Citra Tanaman Cabai Utuh	175
6.10. Identifikasi dan Estimasi Kekurangan Makronutrien menggunakan <i>Multi Layer Perceptron</i>	189

6.11. Perbandingan penalaan jumlah <i>node</i> di <i>Hidden Layer</i> yang digunakan pada penelitian sebelumnya	216
6.12. Perbandingan Pembelajaran Mesin yang digunakan pada Penelitian Sebelumnya.....	221
6.13. Diskusi	241
BAB VII PENUTUP	258
7.1. Kesimpulan.....	258
7.2. Saran	260
DAFTAR PUSTAKA	261
Lampiran 1.	272
Lampiran 2.	298