

## DAFTAR ISI

COVER .....	i
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR RUMUS .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
INTISARI.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	8
1.3 Batasan Masalah.....	8
1.4 Tujuan Penelitian .....	10
1.5 Manfaat Penelitian .....	10
BAB II.....	12
2.1 Tempe dan Proses Fermentasi.....	12
2.1.1 Tempe Kedelai ( <i>Glycine max</i> (L.) Merr.) .....	12
2.1.2 Proses Pengolahan dan Fermentasi Tempe .....	13
2.1.3 Karakteristik <i>Rhizopus spp.</i> sebagai Starter .....	14
2.2 Variabel dalam Fermentasi Tempe .....	16
2.2.1 Variabel Input.....	16
2.2.2 Variabel Kontrol.....	20
2.2.3 Variabel Output.....	23

2.3 Standar Mutu Tempe.....	25
2.3.1 CODEX CXS 313R-2013 .....	25
2.3.2 SNI 3144:2015 .....	30
2.4 Desain Eksperimen.....	31
2.4.1 Rancangan Faktorial Penuh.....	31
2.5 Sistem Pengendalian Cerdas dalam Proses Fermentasi .....	32
2.5.1 <i>Internet of Things</i> .....	34
2.5.2 Kecerdasan Buatan dan <i>Machine Learning</i> .....	36
2.5.3 Metode Pemodelan.....	40
2.5.4 Metode Optimasi.....	46
BAB III .....	50
3.1 Objek Penelitian .....	50
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	50
3.3 Alat dan Bahan.....	50
3.3.1 Komponen Sistem Inkubator Fermentasi.....	50
3.3.2 Alat dan Bahan Pra-fermentasi .....	55
3.3.3 Prosedur Kalibrasi Sensor .....	57
3.4 Metode Pengambilan Data .....	58
3.4.1 Penelitian Pendahuluan .....	58
3.4.2 Data Primer .....	64
3.4.3 Data Sekunder .....	68
3.5 Desain Penelitian.....	68
3.5.1 Ringkasan Permasalahan dan Tujuan Penelitian.....	68
3.5.2 Studi Literatur dan Batasan.....	69
3.5.3 Desain Eksperimen Faktorial .....	69
3.5.4 Pelaksanaan Eksperimen.....	71
3.6 Pemodelan Sistem Pengendalian Cerdas .....	73

3.6.1	Pengolahan dan <i>Preprocessing</i> Data.....	73
3.6.2	Pembangunan Model JST .....	74
3.6.3	Pembangunan Model <i>Random Forest</i> .....	75
3.6.4	Evaluasi Kinerja Model.....	76
3.7	Optimasi Proses Fermentasi.....	76
3.7.1	Integrasi Model JST dengan AG.....	76
3.7.2	Evaluasi dan Analisis Solusi Optimal.....	77
3.8	Diagram Alir Penelitian .....	78
BAB IV	.....	80
4.1	Deskripsi Umum Data Penelitian.....	80
4.2	Implementasi Sistem Inkubator .....	87
4.2.1	Rancangan Sistem dan Alur Kerja .....	87
4.2.2	Sistem Kontrol Konseptual Inkubator.....	90
4.2.3	Hasil Kalibrasi Sensor.....	91
4.2.4	Hasil Monitoring Suhu dan Kelembapan relatif <i>Near Real-time</i> .....	97
4.2.5	Evaluasi Kinerja Sistem Inkubator .....	99
4.3	Analisis Pengaruh Variabel Fermentasi terhadap Mutu Sensoris Tempe. ....	101
4.3.1	Analisis Multivariat terhadap Mutu Sensoris.....	102
4.3.2	Analisis Varians Non-Parametrik Skor Warna .....	103
4.3.3	Analisis Varians Non-Parametrik Skor Bau .....	104
4.3.4	Uji Post-hoc untuk Jenis Inokulum dan Dosis Inokulum .....	105
4.3.5	Pembahasan Temuan Berdasarkan Literatur dan Praktik Industri.....	107
4.4	Pembangunan dan Evaluasi Model Prediktif JST .....	108
4.4.1	Struktur Jaringan dan Parameter Pelatihan .....	109
4.4.2	Proses Pelatihan dan Validasi Model JST.....	112
4.4.3	Evaluasi Kinerja Model: MSE, RMSE, MAE, R <sup>2</sup> , dan Plot Prediksi .....	116

4.4.4 Interpretasi Hasil Prediksi Terhadap Mutu Tempe .....	122
4.5 Optimasi Kondisi Fermentasi dengan AG .....	127
4.5.1 Skema Integrasi JST–AG .....	130
4.5.2 Hasil Proses Optimasi dan Visualisasi <i>Fitness</i> .....	130
4.5.3 Solusi Optimal: Kombinasi Variabel Terbaik.....	132
4.5.4 Evaluasi Kestabilan dan Robustness Solusi.....	134
4.5.5 Implikasi Praktis bagi Industri Tempe .....	134
4.5.6 Skalabilitas Inkubator dan Penerapan Skala Industri.....	139
BAB V.....	146
5.1 Kesimpulan .....	146
5.2 Saran.....	146
DAFTAR PUSTAKA .....	148
LAMPIRAN.....	159