

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas plagiat, dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Bojonegoro, 30 September 2022



Nur Eka Yulia Riana
NIM. 2120180193



UNUGIRI

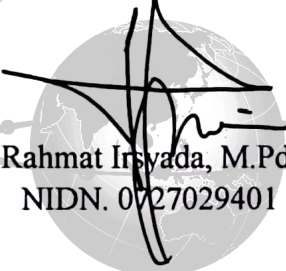
HALAMAN PERSETUJUAN

Nama : Nur Eka Yulia Riana
NIM : 2120180193
Judul : *Smart Coffee Fermentation Menggunakan Algoritma Machine Learning Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*

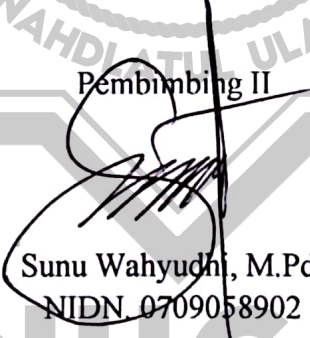
Telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat untuk diajukan dalam ujian skripsi.

Bojonegoro, 12 Agustus 2022.

Pembimbing I


Rahmat Irsyada, M.Pd.
NIDN. 0727029401

Pembimbing II


Sunu Wahyudhi, M.Pd.
NIDN. 0709058902

UNUGIRI

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Nur Eka Yulia Riana
NIM : 2120180193
Judul : *Smart Coffee Fermentation Menggunakan Algoritma Machine Learning Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*

Telah dipertahankan di hadapan penguji pada tanggal 05 September 2022.

Dewan Penguji

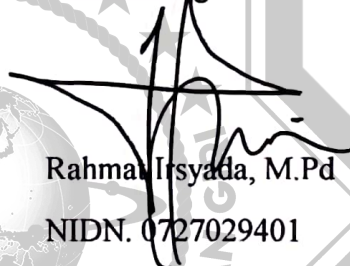
Ketua



Dr. H. Yogi Prana Izza, Lc. M.A
NIDN. 0731127601

Tim Pembimbing

Pembimbing I



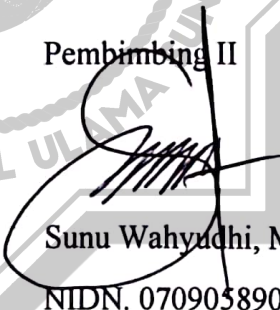
Rahmat Irsyada, M.Pd
NIDN. 0727029401

Anggota



M. Jauhar Vikri, M.Kom
NIDN. 0712078803

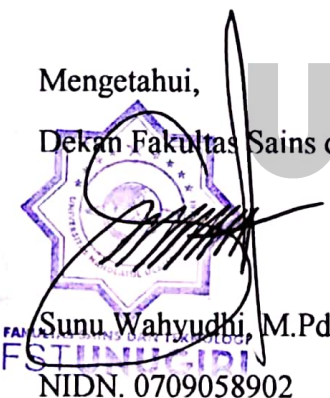
Pembimbing II



Sunu Wahyudhi, M.Pd
NIDN. 0709058902

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi


Sunu Wahyudhi, M.Pd
NIDN. 0709058902

Mengetahui,

Ketua Program Studi


Ita Aristia Sa'ida, M.Pd
NIDN. 0708039101

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Yakinlah, ada sesuatu yang menantimu setelah banyak kesabaran, yang akan membuatmu terpana hingga kau lupa betapa pedihnya rasa sakit”

(Ali Bin Abi Thalib)

“Sebaik-baik harapan hanya kepada Allah SWT, dan yang paling mengerti dirimu sekaligus yang bisa kamu andalkan hanyalah dirimu sendiri”

PERSEMBAHAN

Aku persembahkan skripsi ini untuk:

1. Allah SWT, terima kasih atas nikmat dan karunia yang telah diberikan kepadaku.
2. Kedua orang tuaku Bapak Sudarminto dan Ibu Darwati, yang selalu memberikan dukungan dan do'a.
3. Bapak dan Ibu Dosen Prodi Teknik Informatika, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, serta bimbingan dan arahan yang telah diberikan.
4. Teman-teman Mahasiswa satu Prodi Teknik Informatika Angkatan 2018 Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri.

UNUGIRI

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur peneliti panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kasih dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan baik dan tepat waktu. Laporan ini berjudul “*Smart Coffee Fermentation Menggunakan Algoritma Machine Learning Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*”. Penyusunan laporan disusun sebagai salah satu persyaratan kelulusan mahasiswa Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri. Selama mengerjakan tugas akhir, peneliti banyak mendapatkan pengetahuan, bimbingan, arahan dan dukungan dari semua pihak yang telah membantu peneliti dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Dengan selesainya penulisan laporan ini, peneliti tidak lupa mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak H. M. Jauharul Ma'arif, M. Pd. I selaku Rektor Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri.
2. Bapak Sunu Wahyudi M.Pd. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi dan Dosen Pembimbing II, yang telah mengarahkan dan memberikan ilmu yang bermanfaat, serta dukungannya.
3. Ibu Ita Aristia Sa'ida, M.Pd selaku Kepala Program Studi Teknik Informatika
4. Bapak Rahmat Irsyada, M.Pd. selaku Dosen Pembimbing I, yang telah mengarahkan dan memberikan ilmu yang bermanfaat, serta dukungannya.
5. Bapak Ifnu Wisma Dwi Prastya, S.Kom selaku Dosen Konsultasi mengenai studi kasus dalam penelitian, yang telah mengarahkan dan memberikan ilmu yang bermanfaat serta dukungannya.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan laporan skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan serta masih jauh dari kesempurnaan. Akhir kata penulis sangat berharap, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat kepada semua pihak yang memerlukan.

Bojonegoro, 13 Agustus 2022

Nur Eka Yulia Riana

ABSTRACT

Riana, Nur Eka Yulia. 2022. Smart Coffee Fermentation Using Arduino Uno Microcontroller-Based Machine Learning Algorithm. Thesis, Department of Informatics Engineering Faculty of Science and Technology Nahdlatul Ulama Sunan Giri University. Main Advisor Rahmat Irsyada, M.Pd. and Assistant Advisor Sunu Wahyudhi, M.Pd.

Indonesia is a country with a tropical climate, which is suitable for activities agriculture. Most of the population work as farmers, one of them is namely coffee farmers. There are several ways of processing coffee that can make the popularity of coffee is increasing, one of which is through the coffee processing process fermentation. The purpose of fermentation is to remove mucus still attached to the coffee beans. There are several factors in the coffee fermentation process factors that can affect fermentation such as time, temperature, and pH. Because of cause, that's why we need an intelligent system to monitor the coffee fermentation process currently running, namely the smart coffee fermentation system. In system development. This microcontroller used is Arduino Uno, sensor DS18B20, sensor pH, and led light as output on the system are set using the application sugeno fuzzy logic algorithm. And when the implementation of the system is in progress coffee fermentation, the LED light is on from the start to the end of the fermentation process. The LED lights up indicating that the temperature and pH during the coffee fermentation process took place accordingly. The results of this study are good coffee and appropriate.

Keywords: Coffee Fermentation, DS18B20 Sensor, Fuzzy Logic, Fuzzy Sugeno, pH Sensor.

UNUGIRI

ABSTRAK

Riana, Nur Eka Yulia. 2022. Smart Coffee Fermentation Menggunakan Algoritma Machine Learning Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Skripsi, Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri. Pembimbing Utama Rahmat Irsyada, M.Pd. dan Pembimbing Pendamping Sunu Wahyudhi, M.Pd.

Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis, yang cocok untuk kegiatan pertanian. Hampir sebagian penduduknya bekerja sebagai petani, salah satunya yaitu petani kopi. Adapun beberapa cara pengolahan kopi yang dapat menjadikan popularitas kopi meningkat, salah satunya yaitu melalui proses pengolahan kopi fermentasi. Tujuan dari fermentasi yaitu untuk menghilangkan lendir-lendir yang masih menempel pada biji kopi. Dalam proses fermentasi kopi ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi fermentasi seperti waktu, suhu, dan pH. Karena sebab itulah, diperlukannya sistem cerdas untuk memantau proses fermentasi kopi yang sedang berjalan yaitu sistem *smart coffee fermentation*. Dalam pengembangan sistem ini mikrokontroler yang digunakan yaitu Arduino Uno, sensor DS18B20, sensor pH, dan lampu led sebagai keluaran pada sistem diatur menggunakan penerapan algoritma logika fuzzy sugeno. Dan ketika penerapan sistem dalam proses fermentasi kopi, lampu led menyala dari mulai awal-berakhirnya proses fermentasi. Lampu led menyala menandakan bahwa suhu dan pH ketika proses fermentasi kopi berlangsung telah sesuai. Hasil dari penelitian ini adalah kopi yang dihasilkan baik dan sesuai.

Kata kunci: *Logika Fuzzy, Fuzzy Sugeno, Sensor DS18B20, Sensor pH, Fermentasi Kopi.*

UNUGIRI

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPEL	i
HALAMAN SAMPEL DALAM	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRACT	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terkait	4
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 Kopi	6
2.2.2 Fermentasi Kopi	7
2.2.3 <i>Cupping</i> Kopi	9
2.2.4 Arduino	10
2.2.5 Arduino IDE	11
2.2.6 Sensor Suhu DS18B20	12
2.2.7 Sensor pH	12

2.2.8	<i>Machine Learning</i>	14
2.2.9	Sistem Pakar	14
2.2.10	Logika Fuzzy	15
BAB III		20
METODOLOGI PENELITIAN		20
3.1	Gambaran Umum Sistem	20
3.2	Proses Eksperimen	20
3.2.1	Standar Fermentasi Kopi	20
3.2.2	Proses fermentasi kopi	21
3.3	Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.4	Metode Pengumpulan Data	21
3.5	Metode dan Model yang Digunakan	22
3.5.1	Analisa Kebutuhan	23
3.5.2	Desain	26
3.5.3	Implementasi Algoritma Fuzzy Sugeno pada Sistem <i>Smart Coffee Fermentation</i>	28
3.5.4	Rencana Pengujian	30
BAB IV		36
HASIL DAN PEMBAHASAN		36
4.1	Hasil Implementasi Desain Sistem	36
4.1.1	Hasil Implementasi Sistem <i>Smart Coffee Fermentation</i>	36
4.1.2	Implementasi Algoritma Fuzzy Sugeno	40
4.2	Proses Pengolahan Kopi	45
4.2.1	Proses <i>Pulping</i>	46
4.2.2	Proses Fermentasi	46
4.2.3	Proses Penyangraian	47
4.2.4	Proses Penggilingan	48
4.3	Penerapan Sistem	48
4.4	Hasil Uji	51
4.4.1	Hasil Uji <i>Rule Base</i>	51
4.4.2	Hasil Uji <i>Black-box</i>	61
4.4.3	Hasil Uji Angket	62
BAB V		65
PENUTUP		65

5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN.....	69



UNUGIRI

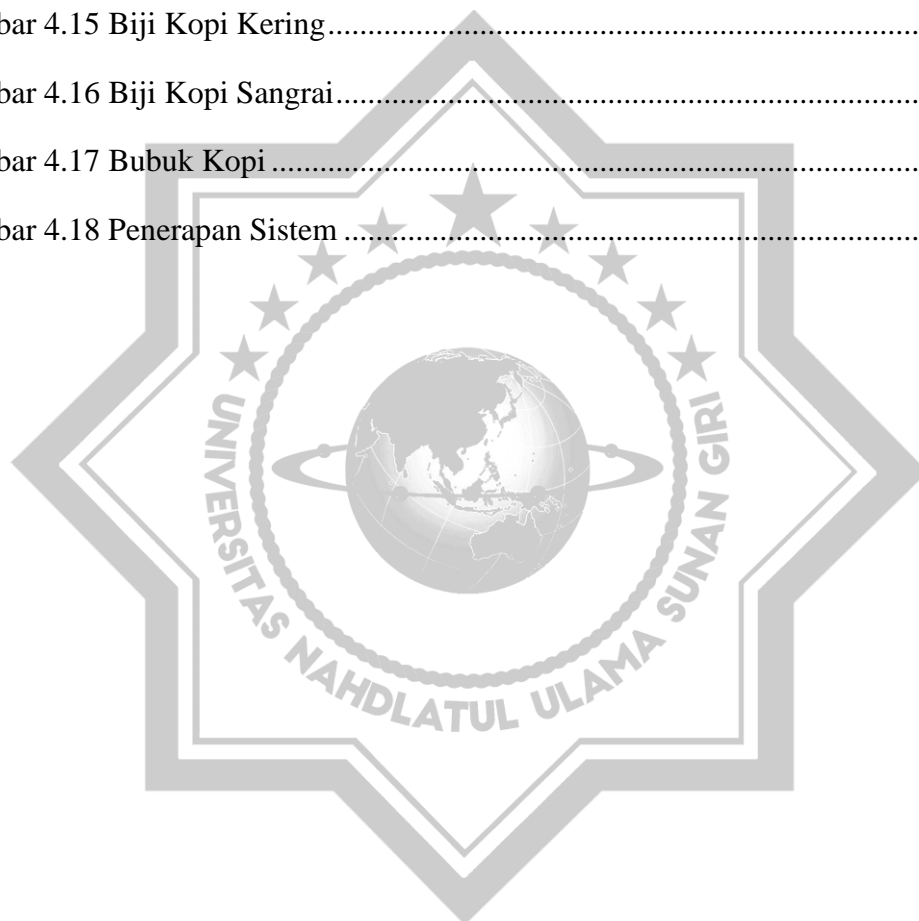
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai <i>Range</i> pH.....	13
Tabel 3.1 Kebutuhan Fungsional dan Non-Fungsional.....	24
Tabel 3.2 Alat dan Bahan.....	25
Tabel 3.3 Aturan Fuzzy.....	30
Tabel 3.4 Uji <i>Rule</i> dan <i>Output</i>	31
Tabel 3.5 Pengujian <i>Black-Box</i>	33
Tabel 3.6 Nilai Validasi Responden.....	34
Tabel 3.7 Nilai Persentase Responden	34
Tabel 3.8 Pertanyaan Uji Angket.....	35
Tabel 4.1 Hasil Uji Sensor pada Air	38
Tabel 4.2 Nilai Data pada Sistem Waktu Fermentasi	50
Tabel 4.3 Hasil Uji Respon <i>Output</i>	53
Tabel 4.4 Keanggotaan <i>Input</i>	53
Tabel 4.5 Nilai <i>Output</i>	54
Tabel 4.6 Hasil Uji Nilai <i>Defuzzifikasi</i>	61
Tabel 4.7 Hasil Uji <i>Black-box</i>	62
Tabel 4.8 Hasil Kuesioner Responden	62
Tabel 4.9 Kriteria Interpretasi Skor	63
Tabel 4.10 Interpretasi Skor Angket.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Biji Buah Kopi	7
Gambar 2.2 Arduino.....	11
Gambar 2.3 Sensor DS18B20	12
Gambar 2.4 Sensor pH	13
Gambar 2.5 Kurva Linear Naik.....	16
Gambar 2.6 Kurva Linear Turun.....	16
Gambar 2.7 Kurva Segitiga.....	17
Gambar 2.8 Kurva Trapesium.....	17
Gambar 2.9 Alur Logika Sistem <i>Interferensi</i> Fuzzy.....	18
Gambar 3.1 Tahapan Model <i>Prototype</i> (tahapan penelitian).....	23
Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem <i>Smart Coffee Fermentation</i>	26
Gambar 3.3 Diagram Blok Proses Logika Fuzzy.....	27
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> System <i>Smart Coffee Fermentation</i>	28
Gambar 3.5 Kurva Keanggotaan Suhu.....	29
Gambar 3.6 Kurva Keanggotaan pH.....	29
Gambar 4.1 Rangkaian Sistem <i>Smart Coffee Fermentation</i>	36
Gambar 4.2 Sensor DS18B20 dan Modul Sensor.....	37
Gambar 4.3 Sensor pH dan Modul Sensor.....	37
Gambar 4.4 Uji Sensor pada Air	38
Gambar 4.5 Sistem <i>Smart Coffee Fermentation</i>	39
Gambar 4.6 Pengambilan Data Nilai Sensor.....	40
Gambar 4.7 Program Nilai Keanggotaan Suhu dan pH	41
Gambar 4.8 Program <i>Fuzzifikasi</i> Suhu	41
Gambar 4.9 Program <i>Fuzzifikasi</i> pH.....	42

Gambar 4.10 Program Nilai <i>Rule</i>	44
Gambar 4.11 Program <i>Defuzzifikasi</i>	45
Gambar 4.12 Buah Kopi yang Disortir	46
Gambar 4.13 Biji Kopi setelah Dikupas	46
Gambar 4.14 Fermentasi Biji Kopi	47
Gambar 4.15 Biji Kopi Kering.....	47
Gambar 4.16 Biji Kopi Sangrai.....	48
Gambar 4.17 Bubuk Kopi	48
Gambar 4.18 Penerapan Sistem	49



UNUGIRI

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengujian <i>Balck-box</i>	69
Lampiran 2 Uji Angket	70
Lampiran 3 <i>Source Code</i>	81
Lampiran 4 Dokumentasi.....	88



UNUGIRI