

**RANCANG BANGUN ALAT
PEMANTAUAN PH DAN KADAR ALKOHOL SERTA
PENGENDALIAN SUHU PADA FERMENTASI KOMBUCHA
MENGUNAKAN METODE LOGIKA FUZZY**

SKRIPSI



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

2025

**RANCANG BANGUN ALAT
PEMANTAUAN PH DAN KADAR ALKOHOL SERTA
PENGENDALIAN SUHU PADA FERMENTASI KOMBUCHA
MENGUNAKAN METODE LOGIKA FUZZY**

SKRIPSI

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
dari Universitas Andalas**



**RIFFAN SUDIRA
2010442007**

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

2025

**RANCANG BANGUN ALAT
PEMANTAUAN PH DAN KADAR ALKOHOL SERTA
PENGENDALIAN SUHU PADA FERMENTASI KOMBUCHA
MENGUNAKAN METODE LOGIKA FUZZY**

ABSTRAK

Proses fermentasi kombucha sangat dipengaruhi oleh suhu, pH, dan kadar alkohol. Jika tidak dikendalikan secara tepat, parameter tersebut dapat menurunkan kualitas dan keamanan produk, bahkan menyebabkan kadar alkohol melebihi batas halal yang ditetapkan, yaitu di bawah 0,5%. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu memantau pH dan kadar alkohol, serta mengendalikan suhu secara otomatis menggunakan metode logika fuzzy. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 DevKitC V4 yang terhubung dengan sensor suhu DS18B20, sensor pH E4502C, dan sensor alkohol MQ-3. Pengendalian suhu dilakukan melalui elemen pemanas dan kipas DC yang dikendalikan dengan sinyal PWM berdasarkan evaluasi fuzzy terhadap suhu aktual dan selisih suhu terhadap setpoint yang ditetapkan 29°C. Data pemantauan ditampilkan melalui LCD dan dikirim secara *real-time* ke aplikasi *Blynk* serta disimpan di *Google Cloud*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan suhu fermentasi mendekati setpoint. Sensor DS18B20 memiliki tingkat *error* rata-rata sebesar 0,41%, sedangkan sensor MQ-3 dan sensor pH E4502C menunjukkan hubungan yang sangat kuat terhadap nilai referensi dengan koefisien korelasi linear masing-masing sebesar 0,9992 dan 0,9987. Hasil pengujian fermentasi kombucha berlangsung selama 111 jam dengan kadar alkohol akhir sebesar 0,48% dan pH akhir sebesar 3,37 yang sesuai dengan standar mutu dan batas kehalalan yang berlaku. Sistem juga mampu mengirimkan data secara stabil melalui jaringan Wi-Fi 2,4 GHz serta memberikan notifikasi otomatis ketika proses fermentasi memenuhi kriteria selesai. Dengan demikian, sistem ini dapat membantu produsen kombucha menjaga kualitas dan kehalalan produk secara efisien, adaptif, dan berkelanjutan.

Kata kunci : Kombucha, *Internet of Things*, logika fuzzy, Alkohol, pH.

DESIGN AND DEVELOPMENT OF PH AND ALCOHOL CONTENT MONITORING AND TEMPERATURE CONTROL SYSTEM FOR KOMBUCHA FERMENTATION USING FUZZY LOGIC

ABSTRACT

The kombucha fermentation process is strongly influenced by temperature, pH, and alcohol content. If not properly controlled, these parameters can reduce product quality and safety, and may even cause the alcohol content to exceed the halal limit of 0.5%. This study aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based system capable of monitoring pH and alcohol content, as well as automatically controlling temperature using the fuzzy logic method. The system utilizes an ESP32 DevKitC V4 microcontroller connected to a DS18B20 temperature sensor, an E4502C pH sensor, and an MQ-3 alcohol sensor. Temperature control is carried out through a heating element and a DC fan, both driven by PWM signals based on fuzzy evaluations of the actual temperature and its error relative to the setpoint of 29°C. Monitoring data are displayed on an LCD, transmitted in real-time to the Blynk application, and stored in Google Cloud. The test results show that the system is able to maintain the fermentation temperature close to the setpoint. The DS18B20 sensor achieved an average error rate of 0.41%, while the MQ-3 alcohol sensor and the E4502C pH sensor demonstrated very strong correlations with the reference values, with linear correlation coefficients of 0.9992 and 0.9987, respectively. The fermentation experiment lasted for 111 hours, resulting in a final alcohol content of 0.48% and a final pH of 3.37, both of which comply with quality standards and halal requirements. In addition, the system was able to transmit data reliably via a 2.4 GHz Wi-Fi network and provide automatic notifications when the fermentation process reached completion criteria. Therefore, this system can assist kombucha producers in maintaining product quality and halal compliance efficiently, adaptively, and sustainably.

Keyword: Kombucha, Internet of Things, fuzzy logic, Alcohol, pH.