

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tempe merupakan salah satu produk pangan tradisional Indonesia yang hingga saat ini masih banyak diproduksi menggunakan metode konvensional, khususnya oleh pelaku usaha kecil dan menengah. Seiring dengan meningkatnya tingkat konsumsi tempe dari tahun ke tahun, proses produksi tempe menjadi aspek yang semakin penting untuk diperhatikan guna menjaga kualitas produk agar tetap konsisten. Proses pembuatan tempe terdiri atas beberapa tahapan, yaitu pencucian kedelai, perebusan, perendaman, pengupasan kulit kedelai, pemberian ragi, pengemasan, serta proses fermentasi. Di antara seluruh tahapan tersebut, proses fermentasi merupakan tahap yang paling menentukan kualitas akhir tempe karena sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, terutama suhu. (Wulan Permata Sari et al., 2024).

Tempe memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan protein masyarakat Indonesia. Indonesia dikenal sebagai salah satu negara produsen sekaligus konsumen tempe terbesar di dunia, sehingga efisiensi dan kualitas produksi tempe perlu mendapat perhatian serius agar nilai produk tetap terjaga serta dapat mendukung keberlanjutan usaha para produsen. Salah satu faktor utama yang memengaruhi kualitas tempe adalah keberhasilan proses fermentasi, yang sangat bergantung pada kestabilan suhu selama proses fermentasi berlangsung (Rachmah et al., 2024). Proses fermentasi tempe umumnya berlangsung pada suhu 30°C hingga 40°C selama 18 hingga 36 jam, di mana suhu yang tidak sesuai dapat menghambat fermentasi atau menurunkan kualitas tempe (Setiawan et al., 2024).

Suhu menjadi faktor utama dalam proses fermentasi tempe. Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan proses fermentasi berlangsung secara tidak terkendali sehingga menurunkan kualitas tempe dan mempercepat kerusakan produk. Sebaliknya, suhu yang terlalu rendah dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme fermentasi sehingga proses fermentasi berjalan lebih lambat dan kurang optimal. Namun, dalam praktiknya masih banyak produsen tempe yang belum menerapkan sistem pengukuran dan pengendalian suhu secara otomatis.

Akibatnya, suhu fermentasi sering berubah-ubah dan sulit dijaga agar tetap stabil (Galih et al., 2024).

Kondisi tersebut menunjukkan perlunya suatu sistem pemantauan dan pengendalian suhu yang mampu bekerja secara otomatis dan real-time guna mengatasi keterbatasan metode konvensional. Seiring dengan perkembangan teknologi, Internet of Things (IoT) menjadi salah satu solusi yang banyak dimanfaatkan dalam sistem pemantauan dan pengendalian proses produksi pangan, termasuk pada proses fermentasi tempe. Beberapa penelitian terdahulu telah mengimplementasikan teknologi IoT untuk meningkatkan kestabilan suhu fermentasi. (Mekongga et al., 2023) mengembangkan sistem berbasis IoT untuk pengaturan suhu dan kelembaban fermentasi tempe menggunakan mikrokontroler WeMos D1 R2 dan sensor DHT11 yang dipantau melalui aplikasi Blynk, di mana sistem tersebut mampu menjaga kestabilan kondisi fermentasi. Selanjutnya, (Maghfira et al., 2025) menerapkan sistem kontrol suhu dan kelembaban berbasis IoT dengan metode logika fuzzy menggunakan ESP32 dan sensor DHT22 untuk mengoptimalkan proses fermentasi tempe. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh (Melita, 2025) serta (Bayu et al., 2024) juga mengembangkan sistem monitoring dan kontrol fermentasi tempe berbasis mikrokontroler yang berfokus pada pengendalian suhu dan kelembaban secara otomatis. Meskipun sistem-sistem tersebut terbukti mampu menjaga kondisi fermentasi tetap stabil, sebagian besar penelitian masih mengandalkan pengendalian berdasarkan nilai batas (setpoint) dan belum mempertimbangkan kecenderungan atau prediksi perubahan suhu selama proses fermentasi berlangsung.

Oleh karena itu, pada penelitian ini dirancang sebuah sistem monitoring dan kontrol suhu fermentasi tempe berbasis Internet of Things (IoT) yang bekerja secara otomatis, real-time, dan mudah digunakan. Sistem ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor suhu DS18B20, serta aktuaktor berupa pemanas PTC dan kipas DC yang berfungsi untuk menjaga kestabilan suhu fermentasi. Selain melakukan pemantauan suhu secara langsung, sistem ini dilengkapi dengan mekanisme prediksi sederhana terhadap perubahan suhu berdasarkan kecenderungan kenaikan atau penurunan suhu. Dengan adanya

mekanisme prediksi tersebut, sistem dapat mengantisipasi perubahan suhu lebih awal sebelum melewati batas yang ditentukan, sehingga respons pengendalian menjadi lebih cepat dan stabil. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Suhu pada Proses Fermentasi Tempe Berbasis Internet of Things (IoT)”, yang diharapkan dapat membantu produsen tempe dalam meningkatkan kualitas serta konsistensi hasil fermentasi.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem pengatur suhu secara otomatis pada proses fermentasi tempe berbasis Internet of Things (IoT)?
2. Bagaimana menerapkan sistem monitoring dan kontrol suhu fermentasi tempe yang dapat diakses secara real-time dan jarak jauh melalui jaringan internet?
3. Bagaimana menerapkan kontrol pemanas dan kipas berdasarkan prediksi perubahan suhu untuk menjaga kestabilan suhu fermentasi tempe?
4. Bagaimana pengaruh penerapan sistem monitoring dan kontrol suhu berbasis IoT terhadap kestabilan fermentasi tempe?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem monitoring dan kontrol suhu fermentasi tempe berbasis internet of Things (IoT) yang bekerja secara otomatis dan real-time.
2. Mengimplementasikan sistem monitoring dan kontrol suhu fermentasi tempe yang dapat diakses dan dipantau dari jarak jauh melalui jaringan internet.
3. Menerapkan kontrol pemanas dan kipas berdasarkan prediksi perubahan suhu untuk menjaga kestabilan suhu selama proses fermentasi tempe.
4. Menganalisis pengaruh penerapan sistem monitoring dan kontrol suhu berbasis IoT terhadap kestabilan suhu pada Proses fermentasi tempe.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama.
2. Sensor yang digunakan untuk monitoring suhu pada proses fermentasi tempe adalah sensor DS18B20.
3. Pengaturan suhu menggunakan pemanas PTC dan kipas DC yang dikendalikan melalui modul relay 3 channel, di mana pemanas PTC bekerja bersamaan dengan kipas pemancar panas, sedangkan kipas DC berfungsi sebagai pendingin. Sistem monitoring dan kontrol suhu dilakukan secara real-time berbasis Internet of Things (IoT) melalui jaringan internet
4. Pengendalian suhu dilengkapi dengan prediksi sederhana berdasarkan kecenderungan perubahan suhu untuk mengantisipasi kenaikan atau penurunan suhu selama proses fermentasi.
5. Sistem ini dirancang dan diuji hanya untuk ruang fermentasi tertutup.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membantu proses fermentasi tempe agar dapat berlangsung secara optimal dengan pengendalian suhu yang stabil dan otomatis.
2. Mempermudah produsen tempe dalam melakukan monitoring suhu fermentasi secara real-time dan jarak jauh melalui teknologi Internet of Things (IoT)