

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Dadih merupakan produk hasil fermentasi alami dari susu kerbau yang menjadi salah satu makanan tradisional khas Minangkabau dengan cita rasa asam lembut dan tekstur padat menyerupai yoghurt [1]. Produk ini umumnya diproduksi oleh Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) secara turun-temurun menggunakan wadah bambu yang disebut tabung bungkih atau sarai, tanpa menggunakan bahan pengawet maupun starter buatan. Proses pembuatannya berlangsung dengan cara fermentasi spontan, yaitu membiarkan susu kerbau segar dalam wadah tertutup pada suhu ruang selama 24–48 jam, sehingga bakteri asam laktat alami akan tumbuh dan mengentalkan susu menjadi dadih [2]. Kualitas dadih yang baik umumnya memiliki pH antara 4,0 hingga 4,6, beraroma segar, serta memiliki tekstur padat dan lembut [3]. Selain itu, suhu optimal fermentasi berada pada kisaran 28–30°C, dengan kelembapan udara 70–85% untuk menjaga kestabilan pertumbuhan bakteri asam laktat dan mencegah kontaminasi mikroba lain [4]. Namun, karena proses ini sangat bergantung pada kondisi lingkungan dan dilakukan secara manual, maka hasil dadih sering kali tidak konsisten, baik dari segi rasa, tekstur, maupun waktu fermentasi. Situasi ini menjadi tantangan utama bagi UMKM penghasil dadih yang berupaya menjaga kualitas produk dan efisiensi produksi di tengah persaingan pasar modern.

Untuk mengatasi ketidakstabilan kualitas yang dihasilkan oleh proses fermentasi manual, diperlukan sistem yang mampu memantau dan mengendalikan kondisi lingkungan secara otomatis dan real-time. Pada konteks ini, penerapan *Internet of Things* (IoT) menjadi solusi yang relevan dan efisien bagi pelaku UMKM dadih. Teknologi IoT memungkinkan berbagai sensor dan perangkat elektronik, seperti sensor pH serta suhu dan kelembapan, untuk mengumpulkan data fermentasi secara terus-menerus dan mengirimkannya ke server atau aplikasi berbasis *web* melalui koneksi internet. Data tersebut kemudian dapat dianalisis untuk memastikan bahwa proses fermentasi berlangsung pada suhu optimal 28–30°C dan kelembapan 70–85% dengan target pH sekitar 4,0–4,6 [4], sehingga kualitas dadih yang dihasilkan tetap konsisten. Selain itu, sistem kontrol otomatis dapat menyesuaikan suhu menggunakan elemen pemanas atau pendingin, serta memberikan notifikasi apabila terjadi penyimpangan dari parameter ideal. Dengan cara ini, IoT tidak hanya membantu menjaga mutu produk, tetapi juga meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan akurasi proses fermentasi tanpa membutuhkan pengawasan manual secara terus-menerus.

Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan dadih dan penerapan teknologi pemantauan proses fermentasi menunjukkan bahwa topik ini memiliki potensi pengembangan lebih lanjut. Febrianti *et al.* (2025) [5] mengkaji dadih sebagai pangan probiotik asli Sumatera Barat dan melaporkan bahwa dadih memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi serta mengandung bakteri asam laktat potensial probiotik, sehingga layak dikembangkan sebagai pangan fungsional. Namun, penelitian tersebut belum membahas aspek pengendalian proses fermentasi

maupun penerapan teknologi IoT di tingkat UMKM. Di sisi lain, Bhimantoro (2025) [6] merancang sistem kontrol dan monitoring suhu serta kelembapan pada inkubator fermentasi tempe berbasis ESP32 dan sensor DHT22, yang terbukti mampu menstabilkan kondisi fermentasi dibandingkan cara manual. Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan sistem kontrol otomatis berbasis IoT dapat meningkatkan konsistensi proses fermentasi produk pangan.

Pendekatan serupa juga terlihat pada penelitian Hamidah *et al.* (2024) [7] yang mengembangkan prototipe sistem monitoring dan kontrol fermentasi cuka apel menggunakan mikrokontroler, sensor suhu dan pH, serta logika *fuzzy* berbasis IoT. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa parameter proses seperti suhu dan pH dapat dijaga lebih stabil sehingga kualitas produk menjadi lebih terkontrol. Sementara itu, Nugraha *et al.* (2024) [8] merancang sistem monitoring suhu dan kelembapan pada air blast freezer berbasis ESP32 dan aplikasi Android untuk pemantauan secara real-time. Meskipun fokusnya bukan pada proses fermentasi atau produk tradisional, penelitian ini menguatkan bahwa integrasi IoT dan aplikasi berbasis Android efektif untuk memantau kondisi suhu dan kelembapan pada lingkungan penyimpanan atau pengolahan pangan.

Dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang umumnya hanya berfokus pada pemantauan suhu atau kelembapan secara terpisah, penelitian ini memiliki keunggulan dalam hal integrasi sistem monitoring dan kontrol otomatis berbasis IoT yang berfungsi secara simultan. Sistem yang dirancang tidak hanya mengamati perubahan suhu dan kelembapan selama proses fermentasi dadih, tetapi juga mampu mengatur suhu secara otomatis menggunakan *Heater PTC* dan

Peltier TEC1 agar suhu tetap berada dalam rentang ideal 28–30°C. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan *Mist Maker* dan *Fan Exhaust* agar kelembapan dapat diatur di sekitar 70-85% RH serta sensor PH 4502C sebagai monitoring pH untuk memberikan informasi proses fermentasi dadih, sehingga bisa mengetahui apakah dadih sudah mencapai tingkat kematangan yang ideal dengan pH sekitar 4,0 – 4,6. Sistem juga menggunakan platform *Firebase* sebagai penyimpanan data berbasis *cloud*, yang memungkinkan pelaku UMKM untuk memantau kondisi fermentasi dari jarak jauh melalui smartphone atau perangkat komputer. Pendekatan ini memberikan nilai tambah berupa otomatisasi, kemudahan akses data, serta peningkatan konsistensi produk, sehingga lebih sesuai dengan kebutuhan industri pangan tradisional seperti UMKM penghasil dadih yang umumnya masih mengandalkan metode manual dalam produksinya.

Penerapan sistem monitoring dan kontrol suhu serta kelembapan berbasis IoT dalam proses fermentasi dadih memberikan berbagai manfaat praktis bagi pelaku UMKM. Melalui sistem ini, pelaku usaha dapat memantau kondisi fermentasi secara real-time tanpa harus selalu berada di lokasi produksi, sehingga dapat menghemat waktu dan tenaga. Penggunaan kontrol otomatis suhu dan kelembapan juga membantu menjaga proses fermentasi tetap stabil, mengurangi risiko gagal fermentasi, dan menghasilkan dadih dengan kualitas yang lebih konsisten. Selain itu, data fermentasi yang tersimpan di *Cloud Firebase* dapat digunakan sebagai rekam jejak produksi untuk analisis lebih lanjut, seperti menentukan lama fermentasi optimal atau waktu terbaik untuk penyimpanan produk. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya membantu meningkatkan efisiensi

produksi, tetapi juga dapat menjadi langkah awal digitalisasi proses produksi tradisional, membuka peluang bagi UMKM untuk meningkatkan daya saing di pasar lokal maupun nasional melalui penerapan teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT).

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah bagaimana mengimplementasikan Sistem Monitoring dan Kontrol Suhu serta Kelembapan berbasis IoT untuk Fermentasi Dadih (Makanan Fermentasi Susu Kerbau khas Minangkabau) agar proses fermentasi dapat berlangsung secara optimal dan menghasilkan dadih yang berkualitas.

1.3 BATASAN MASALAH

Agar penelitian ini lebih terarah, maka batasan masalah dalam perancangan sistem ini ditentukan sebagai berikut:

1. Objek fermentasi yang digunakan adalah dadih, yaitu produk fermentasi susu kerbau khas Minangkabau.
2. Parameter yang dimonitor dan dikontrol hanya terbatas pada suhu dan kelembapan serta pH.

3. Perangkat keras yang digunakan dibatasi pada mikrokontroler berbasis IoT, seperti NodeMCU, ESP8266, sensor DHT22, sensor PH4502C serta aktuator pendukung seperti Heater PTC, Peltier TEC1 dan kipas.
4. Monitoring dilakukan secara real time melalui platform IoT, yaitu *web dashboard* berbasis *Firebase*.
5. Keamanan data pada server *Firebase* tidak dibahas secara mendalam, sehingga sistem hanya difokuskan pada pengiriman dan tampilan data tanpa implementasi enkripsi atau pengamanan akses lanjutan.

1.4 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Adapun tujuan dan manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberikan peningkatan produktivitas terhadap metode pembuatan dadih.

1.4.1 Tujuan Penelitian

Bedasarkan pada masalah yang telah didefinisikan di atas maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membangun sistem monitoring berbasis IoT yang mampu mengontrol suhu serta kelembapan secara real time pada proses fermentasi dadih.
2. Menerapkan sistem kontrol otomatis untuk menjaga suhu dan kelembapan tetap berada pada rentang yang sesuai selama fermentasi berlangsung.
3. Menambahkan fitur indikator tingkat keasaman (pH) pada sistem monitoring untuk memberikan informasi kondisi fermentasi, sehingga dapat

diketahui apakah dadih telah mencapai tingkat kematangan yang ideal pada kisaran pH 4,0 hingga 4,6.

1.4.2 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini terdapat beberapa poin, antara lain:

1. Memberikan solusi untuk memantau dan mengontrol suhu serta kelembapan fermentasi dadih secara real time.
2. Membantu menjaga kualitas hasil fermentasi dadih.
3. Mempermudah pengawasan fermentasi dadih tanpa harus hadir langsung di lokasi fermentasi.
4. Menjadi referensi bagi penelitian atau pengembangan sistem IoT pada produk pangan tradisional.

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Dalam penulisan penelitian ini, sistematika penulisan terbagi menjadi enam bagian utama yang masing-masing dijelaskan seperti berikut:

- BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan bagian awal dari penulisan skripsi yang berfungsi untuk memberikan gambaran umum mengenai penelitian yang dilakukan oleh penulis. Pada bab ini dijelaskan alasan dilakukannya penelitian melalui uraian latar belakang yang memaparkan kondisi nyata, permasalahan yang muncul, serta

pentingnya topik tersebut untuk dikaji lebih lanjut. Selain itu, bab ini juga berisi rumusan masalah yang menjadi fokus utama penelitian dan akan dijawab melalui proses penelitian yang dilakukan.

- BAB II LANDASAN TEORI

Pada Bab ini berisi kumpulan teori, konsep, dan hasil penelitian terdahulu yang menjadi dasar dalam pelaksanaan penelitian. Pada bab ini, penulis menjelaskan berbagai teori yang relevan dengan topik yang diteliti untuk memperkuat pemahaman dan memberikan dasar ilmiah terhadap permasalahan yang diangkat. Bab ini berfungsi sebagai pijakan dalam menganalisis data dan menarik kesimpulan, sehingga teori yang digunakan harus sesuai dengan variabel atau komponen yang dibahas dalam penelitian.

- BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai cara atau langkah-langkah yang digunakan penulis dalam melaksanakan penelitian. Bab ini bertujuan untuk menggambarkan secara sistematis bagaimana penelitian dilakukan, mulai dari perencanaan, pengumpulan data, hingga analisis hasil. Dengan adanya metodologi yang jelas, penelitian dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dan dapat diulang oleh peneliti lain dengan hasil yang sebanding.

- **BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN ALAT**

Di Bab ini berisi penjelasan mengenai proses analisis kebutuhan sistem serta tahapan perancangan alat yang dilakukan berdasarkan hasil analisa tersebut. Pada bab ini, penulis menguraikan secara detail bagaimana sistem atau alat yang dirancang dapat bekerja untuk mencapai tujuan penelitian. Proses analisis dilakukan untuk memahami kebutuhan fungsional dan non-fungsional dari sistem, meliputi identifikasi komponen, input, output, serta hubungan antarbagian dalam sistem.

- **BAB V IMPLEMENTASI PENGUJIAN**

Bab ini mengandung uraian mengenai penerapan rancangan alat yang telah dibuat serta hasil pengujian untuk memastikan sistem bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Pada bagian implementasi, penulis menjelaskan proses perakitan dan instalasi perangkat keras serta penerapan perangkat lunak yang telah dirancang pada bab sebelumnya. Setiap komponen dijelaskan cara kerjanya secara nyata setelah diintegrasikan menjadi satu sistem utuh..

- **BAB VI PENUTUP**

Bab ini merupakan bagian akhir dari penulisan skripsi yang berisi kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan. Bagian kesimpulan berisi ringkasan hasil penelitian secara singkat dan padat, yang menjawab rumusan masalah dan

menunjukkan apakah tujuan penelitian telah tercapai. Kesimpulan harus disusun secara objektif berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.