

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Teh kombucha merupakan minuman fermentasi yang populer karena manfaat kesehatannya, namun proses fermentasi yang tidak terkontrol dapat menghasilkan kadar alkohol melebihi batas aman <1% ABV sebagaimana diatur dalam Permenkes No. 86/1977 dan menjadi perhatian dalam konteks regulasi halal oleh MUI. Berdasarkan hasil wawancara langsung dengan salah satu produsen lokal, R3 Kombucha yang berlokasi di Purwokerto, ditemukan bahwa fluktuasi kadar alkohol pada kombucha buatan rumahan kerap terjadi terutama saat suhu lingkungan tinggi atau durasi fermentasi melebihi 12 hari. Dalam salah satu kasus, hasil fermentasi menunjukkan kadar alkohol melebihi ambang batas yang dapat dikategorikan sebagai minuman beralkohol golongan A. Temuan ini menjadi latar belakang penting untuk penelitian ini karena menunjukkan adanya kebutuhan nyata dari pelaku UMKM lokal untuk sistem *monitoring* fermentasi yang mampu mendeteksi kadar alkohol secara *real-time* agar tetap sesuai regulasi. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya didasarkan pada kajian literatur semata, namun juga dilandasi oleh observasi lapangan dan studi kasus nyata. Dalam upaya menekan kadar alkohol selama fermentasi, penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan integrasi sensor MQ-3, DHT22, dan pH-4502C untuk memastikan proses fermentasi berlangsung dalam kondisi optimal (suhu 25–28°C, pH turun hingga 2.6–3.0), sehingga kadar alkohol tetap terkendali. Pendekatan ini diharapkan tidak hanya menjadi solusi teknologi tepat guna bagi produsen lokal seperti R3 Kombucha, tetapi juga sebagai kontribusi terhadap pemenuhan standar keamanan dan kehalalan produk fermentasi di Indonesia [1].

Untuk menghasilkan sistem deteksi kadar alkohol yang akurat, perlu ditambahkan sensor suhu seperti DHT22 untuk membantu kalibrasi atau kompensasi pembacaan sensor MQ-3. Selain itu, sensor pH-4502C juga diperlukan untuk mengamati perubahan tingkat keasaman sebagai indikator keberhasilan fermentasi. Kombucha yang berhasil difermentasi umumnya menunjukkan

penurunan pH dari sekitar 5.8 menjadi sekitar 2.6. Dengan integrasi ESP32 dan IoT, data dari ketiga sensor dapat dimonitor secara *real-time* melalui aplikasi streamlit yang di integrasi ke *firebase realtime database*. Sistem ini diharapkan mampu menjadi solusi monitoring fermentasi teh kombucha yang efisien dan terjangkau, terutama bagi pelaku industri skala kecil atau rumahan [2].

Kombucha memiliki kadar alkohol yang dihasilkan dari proses fermentasi, di mana ragi mengubah gula menjadi alkohol dan bakteri kemudian mengubah alkohol tersebut menjadi asam. Kadar alkohol rendah, biasanya di bawah 0,5% *ABV*, sangat penting untuk menjaga kombucha sebagai minuman non-alkohol yang aman untuk dikonsumsi oleh semua kalangan. Kadar alkohol yang lebih tinggi dapat memasukkan kombucha dalam kategori minuman beralkohol, yang memiliki implikasi regulasi dan konsumen yang signifikan. Oleh karena itu, penting untuk menjaga kadar alkohol di bawah batas ini untuk menjamin keamanan dan kepatuhan terhadap peraturan [3].

Penelitian tentang kadar alkohol dalam kombucha sangat penting untuk memastikan keamanan dan kesehatan konsumsi minuman ini. Variasi dalam proses fermentasi dapat menyebabkan fluktuasi signifikan dalam kadar alkohol, sehingga pengukuran yang akurat dan reguler sangat diperlukan. Hal ini membantu produsen kombucha memastikan bahwa produk mereka memenuhi standar yang ditetapkan dan tetap aman untuk dikonsumsi oleh semua kalangan, termasuk anak-anak dan mereka yang menghindari alkohol [4].

Fermentasi kombucha dilakukan untuk memastikan kadar alkohol tetap rendah, sehingga proses fermentasi harus diawasi dengan ketat. Faktor-faktor seperti suhu, durasi fermentasi, dan komposisi *SCOBY* harus dikontrol secara hati-hati untuk mencapai kondisi fermentasi yang optimal. Kondisi ini terlihat pada suhu sekitar 25-29°C dengan durasi fermentasi sekitar 7-14 hari, yang memungkinkan produksi maksimal asam organik sambil menjaga kadar alkohol tetap rendah. Pengawasan ini memastikan bahwa kombucha tidak hanya aman dikonsumsi tetapi juga memiliki rasa yang diinginkan dan manfaat kesehatan optimal [5].

Sensor MQ-3 adalah alat yang efektif dan efisien untuk mendeteksi kadar alkohol dalam kombucha. Sensor ini sangat sensitif terhadap uap alkohol dan dapat memberikan pengukuran konsentrasi alkohol secara *real-time*. Karena akurasi

tinggi yang ditawarkan, sensor ini sangat penting bagi produsen kombucha untuk memastikan produk mereka tetap dalam batas legal alkohol. Dengan menggunakan sensor ini, produsen dapat melakukan pengukuran secara *real-time* selama proses fermentasi, memberikan data yang diperlukan untuk membuat penyesuaian yang diperlukan untuk mempertahankan kualitas dan keamanan kombucha [6].

Cara kerja sensor MQ-3 mendeteksi kandungan alkohol dengan cara langsung, seperti dalam napas manusia. Ketika gas etanol terdeteksi oleh elemen sensor, resistansi sensor berubah. Dengan meningkatnya konsentrasi etanol, tegangan keluaran meningkat karena resistansi sensor menurun. Sensor MQ-3 cocok untuk mendeteksi langsung kandungan alkohol dari gas di udara yang berasal dari benda mati atau napas manusia. Elemen sensor MQ-3 terdiri dari lapisan SnO_2 yang memiliki konduktivitas rendah di udara bersih [7].

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, penting untuk memastikan bahwa teh kombucha yang dihasilkan memenuhi standar keamanan yang ditetapkan oleh regulasi kesehatan, khususnya terkait dengan batasan kadar alkohol. Oleh karena itu, pengembangan alat deteksi seperti sensor gas MQ-3 menjadi relevan untuk memfasilitasi pengukuran kadar alkohol pada teh kombucha. Dapat disimpulkan bahwa keberadaan sistem monitoring fermentasi yang mampu mendeteksi kadar alkohol secara *real-time* sangat dibutuhkan, khususnya bagi produsen lokal seperti R3 Kombucha di Purwokerto. Ketidakstabilan kadar alkohol akibat durasi fermentasi dan suhu yang tidak terkontrol dapat menimbulkan risiko pelanggaran terhadap regulasi kesehatan dan kehalalan. Yang dimana menurut Permenkes No. 86/1977 proses fermentasi yang tidak terkontrol dapat menghasilkan kadar alkohol melebihi batas aman $<1\%$ ABV menjadi perhatian dalam konteks regulasi halal oleh MUI. Dengan memanfaatkan teknologi berbasis *Internet of Things (IoT)* yang mengintegrasikan sensor alkohol, suhu, dan pH, penelitian ini diharapkan mampu memberikan solusi praktis, akurat, dan terjangkau bagi pelaku industri rumahan maupun skala kecil, serta mendukung upaya menjaga mutu dan legalitas produk fermentasi teh kombucha di Indonesia. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi deteksi alkohol yang lebih efisien dan terjangkau, sehingga dapat meningkatkan kontrol kualitas dalam produksi teh kombucha serta

memastikan kepatuhan terhadap regulasi kesehatan yang berlaku. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan sumbangan yang berarti dalam industri teh, khususnya dalam hal keamanan dan kualitas produk yang dikonsumsi oleh masyarakat.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1) Pada studi kasus di produsen R3 Teh Kombucha Purwokerto, Ditemukan belum adanya alat sederhana untuk memantau kadar alkohol pada teh kombucha secara *real-time* yang praktis.
- 2) Pengaruh suhu lingkungan terhadap pembacaan sensor MQ-3 dalam mendeteksi uap etanol selama proses fermentasi menentukan tingkat akurasi dari pembacaan sensor MQ-3.
- 3) Adanya pengaruh dari variasi durasi fermentasi yaitu (5, 8, dan 12 hari) pada hasil tren kadar alkohol dan pH selama proses fermentasi kombucha.

1.3 TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Membangun prototipe sistem monitoring fermentasi kombucha berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan mikrokontroler ESP32 dan visualisasi data melalui *website* Streamlit.
- 2) Menganalisis pengaruh suhu terhadap pembacaan sensor MQ-3 untuk mendeteksi kadar alkohol secara akurat.
- 3) Mengamati hubungan antara lama fermentasi dengan kadar alkohol dan tingkat keasaman (pH).
- 4) Menyediakan sistem yang dapat digunakan oleh produsen lokal (studi kasus pada produsen R3 Kombucha Purwokerto), sebagai kontrol kualitas untuk memastikan teh kombucha yang dihasilkan tidak melebihi batas alkohol legal (<1%), serta memenuhi syarat sebagai minuman non-alkohol yang aman dan halal.

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- 1) Memberikan solusi teknologi sederhana namun efektif dalam

mendeteksi kadar alkohol pada minuman fermentasi, terutama kombucha, untuk skala produksi rumahan atau UMKM.

- 2) Membantu produsen dalam meningkatkan kepercayaan konsumen bahwa produk yang dihasilkan tidak mengandung alkohol melebihi ambang batas yang diperbolehkan, sehingga aman dikonsumsi oleh masyarakat umum.
- 3) Menjadi acuan awal dalam pengembangan perangkat monitoring fermentasi berbasis sensor gas, suhu, dan pH secara *real-time*.
- 4) Menyediakan sistem yang bermanfaat untuk pengawasan mutu produk serta mendukung upaya produsen (studi kasus pada produsen R3 Kombucha Purwokerto), dalam mematuhi regulasi dari Kementerian Kesehatan maupun lembaga sertifikasi halal seperti MUI.

1.4 BATASAN MASALAH

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1) Deteksi kadar alkohol hanya mengukur uap etanol (C_2H_5OH) menggunakan sensor MQ-3, bukan dalam bentuk cair.
- 2) Pengukuran suhu menggunakan sensor DHT22 hanya untuk suhu lingkungan fermentasi.
- 3) Sensor pH-4502C hanya digunakan untuk mengukur pH cairan teh kombucha sebagai indikator perubahan kimia selama fermentasi.
- 4) Sampel hanya menggunakan jenis teh hitam, dan pengujian dilakukan terhadap tiga sampel kombucha dengan durasi fermentasi 5, 8, dan 12 hari pada suhu ruang $27^{\circ}C$.

1.5 METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode rekayasa (*engineering design*), yaitu suatu metode yang digunakan untuk mengembangkan solusi teknologi berupa perancangan dan pembuatan sistem. Metode ini dipilih karena penelitian berfokus pada pengembangan prototipe sistem *monitoring* fermentasi berbasis mikrokontroler dan *IoT*. Melalui metode ini, peneliti dapat merancang perangkat keras dan lunak secara sistematis, melakukan integrasi antarkomponen, serta melakukan pengujian dan evaluasi terhadap kinerja sistem yang dibangun.