

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Buah Apel adalah komoditas pertanian yang sangat menguntungkan dan banyak dikonsumsi di berbagai negara, namun buah ini rentan terhadap kontaminasi mikroorganisme seperti jamur dan bakteri yang mempercepat pembusukan serta menurunkan kualitasnya, sehingga prosedur sterilisasi yang efektif diperlukan sebelum distribusi ke pasar untuk menjaga kualitas dan memperpanjang umur simpannya (Utari Yolla Sundari et al., 2023). Meskipun disukai karena rasa segar dan kandungan nutrisinya, kelemahan utama apel adalah waktu penyimpanannya yang singkat, sebagai produk hortikultura, apel mudah rusak setelah dipanen akibat proses fisiologis alami seperti respirasi dan aktivitas enzim yang terus berlangsung, diperparah oleh kontaminasi mikroorganisme di permukaan buah, serta potensi residu pestisida yang berbahaya jika tidak dibersihkan dengan benar (Sucipto et al., 2023a).

Salah satu metode yang bisa diterapkan dalam sterilisasi produk hasil pertanian, termasuk buah apel, adalah penggunaan air ozon atau ozone water. Ozon (O_3) merupakan senyawa gas yang memiliki daya oksidasi sangat kuat dan dikenal efektif dalam menonaktifkan berbagai mikroorganisme seperti bakteri, virus, dan jamur yang dapat menyebabkan pembusukan pada buah. Keunggulan utama dari penggunaan ozon dibandingkan metode sterilisasi kimia lainnya adalah kemampuannya untuk menghancurkan kontaminan tanpa meninggalkan residu berbahaya pada permukaan buah. Setelah bereaksi, ozon akan terurai kembali menjadi oksigen sehingga aman bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Selain itu, air ozon juga mampu membantu mengurangi atau menghilangkan residu pestisida yang menempel pada buah secara efisien (Sucipto et al., 2023a).

Dalam implementasinya, pemantauan kualitas air ozonasi menjadi faktor penting agar proses sterilisasi berjalan optimal. Beberapa parameter yang perlu dipantau meliputi kadar ozon dalam air, suhu air, serta ketinggian air dalam wadah sterilisasi. Dengan adanya teknologi Internet of Things (IoT), pemantauan

parameter-parameter tersebut dapat dilakukan secara real-time dan terintegrasi dengan aplikasi mobile (Taru Febriani Prajayati et al., 2025).

Pada penelitian ini, dirancang sebuah sistem IoT berbasis ESP32 untuk sterilisasi apel menggunakan ozone water, yang dilengkapi dengan tiga sensor utama, yaitu sensor pH untuk mendeteksi kadar pH, sensor DS18B20 untuk memantau suhu air, dan sensor TDS untuk mengukur jumlah zat terlarut dalam (Narayana et al., 2024). Data dari ketiga sensor ini akan dikirim ke Firebase, sehingga dapat dimonitoring melalui aplikasi mobile secara real-time guna memastikan proses sterilisasi berjalan secara optimal dan terkontrol (Android et al., 2022).

Pada sistem ini, metode yang digunakan untuk menentukan waktu ozonisasi adalah Logika Fuzzy Mamdani. Metode ini memiliki beberapa kelebihan dibandingkan metode manual, seperti kemampuan menyesuaikan keputusan secara otomatis berdasarkan kondisi sensor serta memberikan hasil pengendalian yang lebih fleksibel (Nadzirin et al., 2025). Dalam penelitian ini, Logika Fuzzy Mamdani digunakan untuk mengoptimalkan kinerja sistem pada proses ozonisasi berbasis IoT. Metode ini mampu menentukan durasi ozonisasi secara lebih adaptif dengan mempertimbangkan nilai dari sensor yang digunakan dalam sistem. Dengan demikian, penerapan Logika Fuzzy Mamdani pada sistem sterilisasi buah apel menggunakan ozonisasi diharapkan dapat membantu mensterilkan buah dari bakteri dan residu pestisida serta memperpanjang masa simpan buah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem IoT yang mampu mengotomatiskan durasi proses sterilisasi buah apel menggunakan ozone water secara efektif di lokasi pascapanen atau gudang distribusi.
- b. Bagaimana memanfaatkan data dari sensor kadar ozon, suhu air, dan kelembaban untuk memantau kualitas air selama proses sterilisasi berlangsung.
- c. Bagaimana menentukan durasi sterilisasi buah apel yang optimal berdasarkan kondisi real-time dari kadar ozon, suhu air, dan kelembaban.

- d. Bagaimana memastikan bahwa proses sterilisasi dapat terpantau secara real-time untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi sterilisasi.

1.3 Tujuan

Tujuan utama dari penelitian ini antara lain untuk:

- a. Merancang dan mengimplementasikan sistem IoT yang mampu mengotomatisasi durasi proses sterilisasi buah apel menggunakan ozon water secara efektif.
- b. Memanfaatkan data dari sensor kadar ozon, suhu air, dan kelembaban untuk memantau kualitas air serta mengoptimalkan proses sterilisasi buah apel secara real-time.
- c. Menentukan durasi sterilisasi buah apel yang optimal berdasarkan kondisi real-time dari kadar ozon, suhu air, dan kelembaban.
- d. Memastikan proses sterilisasi dapat terpantau secara real-time untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi sterilisasi.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi berbagai pihak, antara lain yaitu:

1. Bagi Mahasiswa

Penelitian ini menawarkan kesempatan berharga bagi mahasiswa untuk memperoleh pengalaman praktis yang mendalam dalam merancang dan mengimplementasikan sistem IoT. Mereka dapat secara langsung terlibat dalam integrasi mikrokontroler, berbagai jenis sensor, dan cloud database untuk menciptakan solusi fungsional di dunia nyata. Selain itu, proyek ini akan memperkaya pemahaman mahasiswa mengenai teknologi ozonisasi dan aplikasinya yang spesifik dalam konteks penanganan pascapanen hortikultura, serta mengembangkan kemampuan esensial dalam penggabungan hardware dan software untuk sistem sterilisasi.

2. Bagi Kampus

Hasil penelitian ini memiliki potensi besar untuk meningkatkan reputasi dan kontribusi Politeknik Negeri Jember di bidang inovasi teknologi, khususnya dalam sektor pertanian cerdas dan penanganan pascapanen. Sistem yang dikembangkan

dapat berfungsi sebagai showcase nyata atau laboratorium riset bagi mahasiswa dan dosen, menunjukkan komitmen kampus dalam memanfaatkan teknologi IoT untuk keberlanjutan pangan. Lebih lanjut, proyek ini diharapkan dapat memicu dan mendorong kolaborasi lintas disiplin ilmu yang lebih erat antara program studi teknik, pertanian, dan teknologi informasi di lingkungan kampus.

3. Bagi Pengembang

Teknologi Penelitian ini menyajikan referensi atau prototipe awal yang solid dan aplikatif bagi para pengembang teknologi yang tertarik pada pengembangan alat sterilisasi pintar. Desain sistem yang berbasis *mobile* dan *cloud database* ini dapat dengan mudah diadaptasi atau ditingkatkan untuk diaplikasikan pada berbagai komoditas pertanian lainnya. Secara spesifik, penelitian ini memberikan wawasan mendalam tentang integrasi sensor pH, suhu air (DS18B20), dan Sensor TDS (Total Dissolved Solids) dengan mikrokontroler ESP32 dalam suatu sistem kontrol yang efisien, menawarkan model solusi yang dapat dikembangkan lebih lanjut untuk industri pascapanen yang lebih luas.

4. Bagi Masyarakat Umum

Manfaat paling langsung bagi masyarakat umum adalah peningkatan kualitas dan keamanan produk buah apel yang mereka konsumsi. Dengan adanya alat sterilisasi ini, buah apel yang sampai ke tangan konsumen diharapkan lebih higienis, bebas dari mikroorganisme berbahaya, dan memiliki umur simpan yang lebih panjang, sehingga mengurangi risiko kesehatan dan pemborosan. Secara tidak langsung, penelitian ini turut mendukung praktik pertanian berkelanjutan dengan meminimalkan ketergantungan pada bahan kimia berbahaya dalam proses sterilisasi pascapanen, serta berkontribusi pada ketersediaan produk berkualitas di pasar