

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Budidaya jamur merupakan salah satu kegiatan agribisnis yang memiliki prospek yang cukup baik seiring dengan meningkatnya permintaan pasar. Keberhasilan budidaya jamur sangat dipengaruhi oleh kualitas bibit yang digunakan. Baglog jamur yang berkualitas harus terbebas dari kontaminasi mikroorganisme yang dapat menghambat pertumbuhan miselium serta menurunkan produktivitas jamur. Oleh karena itu, proses sterilisasi media baglog menjadi tahapan yang sangat penting dalam pembuatan baglog jamur, termasuk pada baglog jamur tahap lanjutan seperti F1 dan F2 (Chang & Miles, 2004).

Sterilisasi media baglog jamur umumnya dilakukan menggunakan autoclave, yaitu alat sterilisasi yang memanfaatkan uap air bertekanan tinggi pada suhu tertentu dalam kurun waktu tertentu. Prinsip kerja autoclave didasarkan pada kemampuan uap panas bertekanan tinggi dalam membunuh mikroorganisme patogen, spora, dan bakteri secara efektif (Tortora, Funke, & Case, 2019). Keberhasilan proses sterilisasi sangat ditentukan oleh kestabilan tekanan uap selama proses berlangsung, karena tekanan uap berperan langsung dalam memastikan tercapainya kondisi sterilisasi yang optimal. Tekanan uap yang tidak stabil atau tidak sesuai dengan standar dapat menyebabkan proses sterilisasi menjadi tidak maksimal dan meningkatkan risiko kontaminasi pada media bibit.

Berdasarkan hasil observasi di PT Mitra Jamur Indonesia, proses sterilisasi baglog jamur masih dilakukan menggunakan autoclave dengan sistem pengoperasian dan pengaturan tekanan uap secara manual. Pengaturan tekanan uap dilakukan berdasarkan pengalaman operator tanpa adanya sistem monitoring tekanan yang terukur secara digital dan real-time. Selain itu, pemantauan kondisi autoclave masih mengandalkan pengamatan langsung, sehingga kestabilan tekanan uap selama proses sterilisasi sulit dipertahankan secara konsisten.



Gambar 1. 1 Sterilisasi Manual

Penggunaan sistem manual tersebut memiliki beberapa keterbatasan, antara lain rendahnya akurasi dalam pengendalian tekanan uap, tingginya ketergantungan pada operator, serta besarnya potensi terjadinya kesalahan manusia (human error). Ketidakteraturan tekanan uap selama proses sterilisasi dapat mengakibatkan kualitas sterilisasi yang tidak seragam, sehingga meningkatkan risiko kontaminasi dan kegagalan produksi baglog jamur.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan integrasi antara sensor, mikrokontroler, dan sistem komunikasi berbasis jaringan untuk mendukung proses monitoring dan kontrol secara real-time. Teknologi IoT telah banyak diterapkan pada sistem industri karena mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, serta kemudahan dalam pemantauan dan pengendalian proses (Ashton, 2009). Salah satu protokol komunikasi yang umum digunakan dalam sistem IoT adalah MQTT (Message Queuing Telemetry Transport), yang memiliki karakteristik ringan, cepat, dan efisien dalam pengiriman data (Hunkeler, Truong, & Stanford-Clark, 2008).

Dalam konteks sterilisasi baglog jamur, parameter utama yang perlu dikontrol adalah tekanan uap, karena tekanan berpengaruh langsung terhadap efektivitas proses sterilisasi. Adapun suhu digunakan sebagai parameter monitoring untuk memastikan proses berjalan sesuai dengan kondisi sterilisasi yang diharapkan, namun tidak dijadikan sebagai variabel kontrol utama.

Berdasarkan uraian tersebut, hingga saat ini belum tersedia sistem sterilisasi autoclave baglog jamur yang mampu melakukan monitoring dan kontrol tekanan uap secara otomatis, real-time, dan berbasis IoT, khususnya pada proses sterilisasi baglog jamur F1 dan F2 di PT Mitra Jamur Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring dan kontrol tekanan uap autoclave berbasis IoT menggunakan protokol MQTT dan aplikasi mobile. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu menjaga kestabilan tekanan uap selama proses sterilisasi, mengurangi ketergantungan pada operator, serta meningkatkan konsistensi dan kualitas baglog jamur yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring tekanan uap autoclave pada proses sterilisasi baglog jamur berbasis IoT menggunakan protokol MQTT yang mampu menampilkan data secara real-time?
2. Bagaimana merancang sistem kontrol tekanan uap autoclave yang bekerja secara otomatis berbasis nilai setpoint untuk menjaga kestabilan tekanan selama proses sterilisasi baglog jamur?
3. Bagaimana kinerja sistem kontrol tekanan uap berbasis setpoint dalam mempertahankan tekanan autoclave agar tetap berada pada rentang yang ditentukan selama proses sterilisasi?
4. Bagaimana proses pengiriman dan visualisasi data monitoring tekanan uap dan suhu autoclave secara real-time melalui protokol MQTT pada aplikasi mobile?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem monitoring tekanan uap autoclave baglog jamur berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu menampilkan data secara real-time.

2. Mengimplementasikan sistem kontrol tekanan uap autoclave secara otomatis berbasis nilai setpoint untuk menjaga tekanan tetap berada dalam rentang toleransi yang telah ditentukan selama proses sterilisasi.
3. Menganalisis kinerja sistem kontrol tekanan uap berbasis setpoint dalam mempertahankan kestabilan tekanan autoclave selama proses sterilisasi baglog jamur.
4. Menerapkan protokol MQTT sebagai media komunikasi data monitoring tekanan dan suhu autoclave secara real-time melalui aplikasi mobile.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan solusi penerapan teknologi Internet of Things (IoT) pada sistem monitoring dan kontrol tekanan autoclave dalam proses sterilisasi baglog jamur.
2. Membantu PT Mitra Jamur Indonesia dalam menjaga tekanan uap autoclave agar tetap stabil dan aman selama proses sterilisasi secara otomatis, sehingga mengurangi ketergantungan pada operator.
3. Mempermudah pihak operator dan manajemen PT Mitra Jamur Indonesia dalam melakukan pemantauan kondisi tekanan dan suhu autoclave secara real-time melalui aplikasi mobile.
4. Meningkatkan konsistensi proses sterilisasi baglog jamur, sehingga dapat menurunkan risiko kontaminasi dan kegagalan produksi.
5. Menjadi bahan referensi dan acuan bagi pengembangan sistem monitoring dan kontrol berbasis IoT pada proses industri sejenis.

1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah ada, penulis menetapkan batasan masalah agar pembahasan tidak terlalu melebar sebagai berikut:

1. Sistem difokuskan pada monitoring dan kontrol tekanan uap autoclave baglog jamur berbasis setpoint.

2. Sensor PT100/RTD digunakan hanya sebagai parameter monitoring dan tidak digunakan sebagai variabel kontrol.
3. Sistem komunikasi data monitoring dan kontrol menggunakan protokol MQTT.
4. Pengujian MQTT pada penelitian ini difokuskan pada keberhasilan pengiriman data secara real-time. Parameter Quality of Service (QoS) jaringan seperti delay rata-rata, jitter, dan packet loss belum dianalisis secara mendalam sehingga dapat menjadi pengembangan pada penelitian berikutnya.
5. Metode kontrol tekanan yang digunakan bersifat kontrol sederhana berbasis setpoint, tanpa membahas optimasi algoritma kontrol lanjutan seperti PID atau Fuzzy.
6. Pengujian sistem dilakukan dalam lingkup dan skala yang disesuaikan dengan kebutuhan penelitian.
7. Servo digunakan sebagai aktuator pendukung pengaturan gas/pemanasan, sedangkan variabel kendali utama sistem adalah tekanan uap.
8. Penelitian ini tidak membahas aspek biologis maupun kualitas mikrobiologis baglog jamur