

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Penyimpanan dan pengolahan bahan farmasi sangat bergantung pada stabilitas suhu dan kelembapan, karena kedua faktor tersebut secara signifikan memengaruhi kualitas serta masa simpan bahan. Permasalahan stabilitas ini sejalan dengan temuan pada penyimpanan obat di Rumah Sakit Aryoko Sorong, yang menunjukkan bahwa fluktuasi suhu yang tidak terkontrol dapat merusak struktur kimia persediaan medis Nugraha dkk. (2023) Selain risiko kerusakan bahan, proses pengeringan di laboratorium yang dilakukan secara manual sering kali menghasilkan tingkat akurasi yang rendah. Ketergantungan pada pengawasan manual oleh staf laboratorium berisiko menyebabkan ketidakefektifan proses pengeringan, baik akibat suhu yang tidak mencapai standar maupun durasi pemanasan yang berlebihan. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan sebuah sistem kontrol otomatis berbasis mikrokontroler yang mampu menjaga stabilitas suhu secara presisi untuk memastikan kualitas bahan tetap terjaga selama proses pengeringan[1].

Guna mengatasi kendala ketidakstabilan suhu tersebut, diperlukan implementasi unit pengendali otomatis berbasis mikrokontroler. Penelitian oleh Alit dkk. (2022) menunjukkan bahwa stabilitas suhu dapat dijaga dengan presisi melalui pemanfaatan modul mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor[2]. Sejalan dengan hal tersebut, penelitian oleh Khalifa dkk.

(2021) memaparkan bahwa suhu yang tidak sesuai dengan *setpoint* dapat menurunkan mutu produk farmasi secara signifikan hingga menghentikan proses produksi. Temuan tersebut memberikan dasar teknis bahwa penggunaan otomatisasi berbasis sensor sangat krusial sebagai pengganti pemantauan manual. Sistem ini berperan penting dalam menjaga parameter termal agar tetap stabil dan sesuai dengan standar operasional ruang farmasi pada unit alat secara mandiri[3].

Masalah teknis mengenai persebaran panas yang tidak merata dalam ruang pengering telah dianalisis oleh Adetia Riski Wardana dkk. (2024)[4]. Selain itu, efektivitas metode pengeringan elektrik diperkuat oleh penelitian Bagem Br Sembiring dkk. (2022), yang menyatakan bahwa rak pengering elektrik lebih unggul dalam menekan kadar air simplisia hingga di bawah 10% dibandingkan metode tradisional[5].

Selain aspek teknis, keberhasilan proses pengeringan juga ditentukan oleh karakteristik kimia bahan yang sensitif terhadap suhu. Gita Aprilsa dkk. (2025) menjelaskan bahwa senyawa kimia krusial pada daun mangga memerlukan kontrol suhu yang presisi untuk mempertahankan khasiat kesehatannya[6]. Hal serupa ditegaskan oleh Azizah Niken Ayu Widowati dkk. (2022) terkait degradasi Vitamin C pada komoditas buah akibat panas yang tidak stabil. Oleh karena itu, diperlukan perlakuan termal yang spesifik dan terkendali agar senyawa aktif dalam bahan medis tersebut tidak rusak selama proses pemanasan[7].

Penelitian Endah Kartikawati dan Yus Hargono Cahyaning Yudi (2020) mempertegas kerentanan nutrisi buah lemon terhadap paparan suhu tinggi dan durasi pengeringan yang tidak tepat. Mengingat sifat Vitamin C yang termolabil dan mudah teroksidasi, distribusi panas yang tidak merata dalam ruang pengering dapat mengakibatkan degradasi nutrisi yang signifikan pada bahan. Oleh sebab itu, pemahaman terhadap batasan termal setiap jenis bahan menjadi faktor penentu dalam menjaga stabilitas kadar senyawa aktif agar tetap optimal selama proses pengeringan berlangsung[8].

Penelitian ini difokuskan pada perancangan *hardware* oven pengering dua *layer* guna menjawab tantangan stabilitas suhu dalam menjaga kualitas bahan farmasi, sebagaimana ditekankan oleh Patihul Husni dkk. (2025)[9]. Pengolahan simplisia daun mangga pada penelitian ini memanfaatkan oven pengering berbasis mikrokontroler ESP32, di mana sensor suhu diintegrasikan guna mendukung jalannya sistem secara otomatis. Sejalan dengan temuan Agus Darwanto dkk. (2022), perangkat ini dikembangkan untuk menjaga suhu stabil pada 50°C sebagai titik optimal penguapan kadar air, guna menjaga efektivitas senyawa aktif tanpa merusak kualitas daun[10].

Penerapan mekanisme pengkondisian otomatis dalam sistem ini bertujuan untuk memastikan fluktuasi termal pada area kompartemen pengering dapat dikendalikan secara konstan dan cermat, sebagaimana ditekankan dalam penelitian Sayid Maulana dkk. (2026)[11]. Efektivitas sistem otomatisasi dalam proses pengeringan ini juga didukung oleh temuan Deni Aulia dkk. (2023) Riset mereka mengonfirmasi bahwa metode dehidrasi

mutakhir tidak hanya memberikan hasil pengeringan yang jauh lebih konsisten dibandingkan cara konvensional, tetapi juga mampu menekan tingkat penggunaan daya secara signifikan. Integrasi sistem ini menjadi kunci utama dalam mencapai standar pengeringan yang presisi bagi bahan farmasi pada purwarupa yang dikembangkan[12].

Berdasarkan permasalahan fluktuasi suhu pada proses pengeringan bahan farmasi, penelitian ini menghasilkan purwarupa *hardware* oven dua *layer* berbasis mikrokontroler ESP32 sebagai solusi teknis yang mandiri. Sistem ini mengintegrasikan sensor suhu yang presisi untuk menjaga stabilitas panas secara otomatis di setiap kompartemen. Dengan demikian, perangkat ini mampu menjamin kualitas produk farmasi tetap optimal melalui mekanisme kontrol suhu yang stabil, presisi, serta lebih efisien dibandingkan metode pengeringan konvensional yang selama ini diterapkan.

1.2. Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini berfokus pada ketidakakuratan proses pengeringan bahan farmasi akibat sistem kontrol yang masih manual sehingga menyebabkan fluktuasi suhu yang sulit dipantau serta beresiko membuat bahan menjadi lembab saat digunakan di laboratorium. Pokok masalah dalam kajian ini dititikberatkan pada rancangan integrasi antara modul ESP32 dengan sensor DHT22 di tiap kompartemen dalam *oven*. Hal ini diperlukan untuk mengurangi kesalahan operator dan memastikan distribusi panas yang seimbang selama proses dehidrasi farmasi.

1.3. Batasan Masalah

1. Sistem Kontrol: Perancangan sistem kendali menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengontrol utama.
2. Komponen *Hardware*: Sistem menggunakan sensor DHT22 pada setiap kompartemen, heater sebagai elemen pemanas, kipas DC untuk sirkulasi udara (forced convection), serta relay sebagai pemutus arus otomatis.
3. Parameter Pengujian: Fokus pengujian stabilitas suhu dilakukan pada *setpoint* 40°C dan 50°C.
4. Objek Penelitian: Bahan praktikum yang digunakan terbatas pada simplisia daun mangga dan buah lemon.
5. Ruang Lingkup Analisi: Penelitian tidak mencakup analisis kimiawi zat aktif pasca-pengeringan maupun pengujian ketahanan fisik material rangka *oven* dalam jangka panjang.

1.4. Tujuan dan Manfaat

Melalui proyek tugas akhir ini, fokus utama yang ingin dicapai adalah mendesain sekaligus menguji performa alat pengendali suhu pada *oven* dua layer berbasis mikrokontroler. Sistem ini dirancang secara khusus untuk memastikan proses pengeringan bahan praktikum seperti buah lemon dan daun mangga berjalan efisien. Dengan memanfaatkan koordinasi antara modul ESP32 dan sensor DHT22, fluktuasi panas yang berisiko merusak kandungan nutrisi atau zat aktif simplisia dapat diminimalisir secara optimal.

Alat pengering otomatis ini diharapkan mampu menjadi instrumen pendukung yang andal di lingkungan laboratorium farmasi agar pengolahan bahan uji coba menjadi efisien dan akurat. Disamping itu, adanya otomatisasi pada pengaturan temperatur ini akan memangkas resiko *human eror* yang kerap terjadi sewaktu laboran melakukan penyetelan suhu secara manual.

1.5. Sistematika Penulisan Laporan

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini dibagi ke dalam enam bab utama untuk menyajikan alur pembahasan penelitian yang terstruktur dan sistematis. Rincian dari masing-masing bab dipaparkan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini menguraikan problematic utama terkait kendala operasional dalam pemansan manual laboratorium farmasi yang mendasari urgensi penelitian. Selain itu, bab ini juga merumuskan batasan ruang lingkup kerja, tujuan yang ingin dicapai, serta kontribusi nyata dari perancangan sistem kendali temperatur oven tersebut.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori teori yang mendukung penelitian, seperti konsep sistem kontrol suhu, mikrokontroler ESP32, sensor suhu DHT22, serta penelitian terdahulu yang relevan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini memaparkan tahapan serta kerangka kerja operasional yang diterapkan dalam riset, mencakup pemodelan sistem, Menyusun diagram blok, perakitan instrument komponen alat hingga skema pengujian alat.

BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini menekankan pada penelaahan kebutuhan sistem sekaligus proses perancangan komponen *hardware* maupun pemrograman *software*. Penjelasan didalamnya mengulas secara rinci mengenai alur sirkuit elektronik, pengerjaan fisik oven 2 layer, dan desain antarmuka.

BAB V HASI DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan akumulasi data serta visualisasi dari serangkaian pengujian yang telah dieksekusi. Cakupan pembahasannya meliputi kalibrasi tingkat sensor. Konsistensi penyebaran suhu pada tiap kompartemen layer, serta efektivitas mekanisme kontrol otomatis dalam menjaga regulasi panas agar tidak merusak zat yang aktif pada bahan.

BAB IV SIMPULAN DAN SARAN

Sebagai bagian penutup, bab ini merangkum inti sari penelitian sekaligus memberikan jawaban konkret atas rumusan masalah yang diajukan. Disamping itu, dimuat pula beberapa rekomendasi strategis guna penyempurnaan sistem kendali temperatur ini pada pengembangan selanjutnya.