

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara agraris dengan kekayaan alam melimpah yang dikenal sebagai negara industri yang menghasilkan sumber daya alam terutama di sektor pertanian seperti buah alpukat. Alpukat (*Persea americana* Mill) merupakan salah satu buah klimakterik yang mengalami peningkatan produksi dari tahun ke tahun (Aprilliani *et al.*, 2021). Badan Pusat Statistika (BPS) mencatat, total produksi alpukat di Indonesia mencapai 669.260 ton pada tahun 2021, meningkat menjadi 865.780 ton pada tahun 2022, dan 874.046 ton pada tahun 2023. Meskipun hasil produksi alpukat ini cukup besar, banyak di antaranya yang terbuang dan tidak layak dijual akibat kerusakan dan kesalahan penanganan.

Kerusakan alpukat akibat penanganan yang tidak baik akan menyebabkan terbuangnya alpukat (*food loss*). *Food Loss* dan *Food Waste* (FL&FW) merupakan pemborosan makanan yang sejak lama menjadi isu utama di dunia karena jumlahnya yang berlimpah (Ayu *et al.*, 2023). Indonesia sendiri diperkirakan menghasilkan 13 juta ton sampah makanan setiap tahunnya, dan berada pada peringkat ke dua setelah Arab. Besarnya FL&FW yang dihasilkan Indonesia pada tahun 2000-2019 ada pada kisaran 23-24 juta ton/tahun yang setara dengan 115-184 kg/kapita/tahun (Ayu *et al.*, 2023). Penyebab dari *food loss* ini yaitu kurangnya pemahaman petani terhadap cara penanganan dan transportasi alpukat dengan tepat, sehingga terjadi kerusakan pada alpukat akibat benturan atau suhu yang tidak sesuai selama proses penanganan dan transportasi. Selain itu, kondisi penyimpanan yang buruk seperti suhu yang tidak stabil dapat menyebabkan buah dan sayur cepat rusak atau terkontaminasi.

Salah satu solusi untuk menghambat atau memperlambat kerusakan alpukat yang masih mengalami produksi gas etilen

setelah dipanen (klimakterik), sehingga menyebabkan alpukat memiliki masa simpan yang relatif pendek adalah dengan metode penyimpanan dingin. Hal itu dikarenakan penyimpanan pada suhu rendah, aktivitas respirasi berkurang dan aktivitas mikroorganisme terhambat. Penyimpanan dingin tidak membunuh mikroorganisme, tetapi hanya menghambat aktivitasnya. Penyimpanan produk pertanian pada suhu rendah akan tahan lebih lama dari pada disimpan pada suhu ruang. Penggunaan suhu rendah untuk setiap jenis buah berbeda, tetapi jika suhu lebih rendah dari pada suhu optimum dapat mengakibatkan kerusakan (*chilling injury*)(Siti, 2022).

Metode penyimpanan yang sering digunakan yaitu dengan metode kompresi uap yang memiliki banyak komponen dan sistem kontrol yang sulit. Menurut Manik (2019), ada alternatif lain untuk sistem penyimpanan sayur dan buah, yaitu dengan menggunakan peltier. Peltier ini merupakan sumber energi alternatif yang tidak memerlukan refrigeran berupa bahan kimia, sehingga lebih ramah lingkungan. Menurut penelitian Sukarjadi dan Yoyok Supriyono (2020) dan penelitian Setiawan dan Budiman (2016) juga mengatakan penggunaan peltier lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan teknologi kompresi uap yang dapat meningkatkan pemanasan global.

Penelitian sebelumnya, penggunaan peltier sebagai elemen pendingin sudah banyak digunakan, namun untuk penggunaan metode kontrol PID (*Proportional Integral Derivative*) masih jarang. Selain itu, penggunaan *Internet of Things* (IoT) juga masih jarang digunakan untuk penyimpanan dingin. IoT memungkinkan monitoring dan pengendalian kondisi lingkungan penyimpanan secara *real-time*, sementara PID Controller dapat memastikan stabilitas dan presisi dalam pengaturan suhu. Kombinasi kedua teknologi ini berpotensi besar dalam menciptakan sistem penyimpanan yang tidak hanya memperpanjang masa simpan alpukat, tetapi juga meminimalkan kerugian dan meningkatkan

efisiensi distribusi serta mengurangi terjadinya *food loss*. Maka dari itu, penulis tertarik untuk membuat alat penyimpanan cerdas yang dapat mempermudah proses penyimpanan buah alpukat dengan judul **“Perancangan Sistem Penyimpanan Cerdas berbasis PID Controller dan Internet of Things (IoT) untuk Pengendalian Kesegaran Buah Alpukat”**

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan perancangan sistem penyimpanan cerdas berbasis PID Controller dan Internet of Things (IoT) dan uji kinerja pada sistem penyimpanan tersebut.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem penyimpanan cerdas berbasis PID Controller dan Internet of Things (IoT) yang dapat mempertahankan suhu optimal?
2. Bagaimana kinerja sistem penyimpanan cerdas tersebut dalam menjaga suhu stabil sesuai dengan nilai *set point* yang ditentukan?
3. Bagaimana kestabilan sensor DHT22 dibandingkan dengan data *logger* dalam pemantauan suhu penyimpanan?
4. Bagaimana pengaruh penggunaan beban (buah alpukat) terhadap performa sistem dalam hal kestabilan suhu dan konsumsi daya listrik?

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu diharapkan dapat mengurangi tingkat kerusakan pada buah yang disebabkan oleh kondisi penyimpanan yang tidak tepat. Selain itu, penggunaan teknologi IoT diharapkan dapat memudahkan para petani dalam

mengawasi dan menyesuaikan kondisi penyimpanan kapan saja diperlukan.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem penyimpanan cerdas yang dirancang dengan metode kontrol PID dan dilengkapi dengan IoT mampu menjaga suhu dalam kotak penyimpanan mendekati *set point* yang telah ditentukan (23°C).
2. Penggunaan PID *Controller* dengan parameter *tuning* yang tepat (K_p , K_i , dan K_d) dapat meningkatkan kestabilan suhu penyimpanan dan menurunkan *settling time* sistem.
3. Sensor DHT22 memiliki performa yang cukup baik dalam mendeteksi suhu, namun data *logger* memberikan hasil yang lebih stabil.
4. Penambahan jumlah beban (buah alpukat) akan memengaruhi kinerja pendinginan dan meningkatkan konsumsi daya listrik karena adanya panas dari proses respirasi buah.

