

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Greenhouse merupakan inovasi dalam bidang pertanian modern yang berfungsi sebagai sarana pengendali lingkungan mikro untuk menciptakan kondisi optimal bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman hortikultura, termasuk tanaman melon (*Cucumis melo L.*) [1]. Namun, permasalahan utama dalam penggunaan *greenhouse* adalah peningkatan suhu internal yang sering kali melebihi suhu lingkungan luar [2]. Hal ini terjadi akibat terperangkapnya udara panas di dalam *greenhouse* serta kurang optimalnya sistem sirkulasi udara [3]. Suhu tinggi tersebut dapat menyebabkan stres termal pada tanaman melon yang dikenal sensitif terhadap perubahan lingkungan [4].

Melon (*Cucumis melo L.*) merupakan tanaman semusim yang tumbuh merambat, memiliki batang lunak, dan menghasilkan tunas lateral pada setiap tangkai daun [5]. Karakteristik ini menjadikan melon sangat bergantung pada kestabilan kondisi lingkungan. Melon membutuhkan intensitas cahaya matahari 10-12 jam per hari, kelembapan udara relatif 70-80%, dan suhu udara optimum berkisar 25-30°C [6]. Jika suhu terlalu panas dan kering, maka akan terjadi gangguan pada proses reproduksi tanaman, seperti kepala putik yang mengering, menurunnya viabilitas serbuk sari, kerusakan pollen, serta terhambatnya pembentukan dan perkembangan buah [7].

Berdasarkan hasil observasi di lapangan, *greenhouse* yang menjadi lokasi penelitian digunakan untuk budidaya melon mengalami kondisi kritis pada siang hari, dengan suhu udara yang mencapai 60,2°C dan kelembapan relatif turun hingga 10,2%. Ketidakteraturan suhu dan kelembapan ini berdampak negatif terhadap proses reproduksi tanaman melon seperti terganggunya perkecambahan serbuk sari, kerusakan pollen, serta pembentukan buah yang tidak optimal [8]. Selain itu, kelembapan tinggi meningkatkan risiko serangan penyakit [9]. Oleh karena itu, diperlukan sistem kendali *temperature* untuk menciptakan lingkungan tumbuh yang stabil sesuai kebutuhan tanaman melon.

Ukuran area *greenhouse* yang cukup luas menyebabkan ketidakteraturan parameter lingkungan di berbagai titik, termasuk suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya [10]. Untuk mengatasi permasalahan ini, diterapkan *Wireless Sensor Network* (WSN) pada empat titik area di dalam *greenhouse* [11]. Setiap *node sensor* dilengkapi dengan sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan udara, sensor BH1750 untuk mendeteksi intensitas cahaya, sensor kelembapan tanah untuk mengukur tingkat kelembapan tanah, serta modul *relay* yang digunakan untuk mengendalikan aktuator berupa kipas (*fan*) sebagai ventilasi, *sprayer* untuk menjaga kelembapan udara dengan menyemprotkan kabut air halus, dan *Grow LED* sebagai pencahayaan tambahan guna mendukung proses fotosintesis.

Wireless Sensor Network (WSN) merupakan sistem jaringan nirkabel yang terdiri dari beberapa *node sensor* yang tersebar di suatu area untuk memantau fenomena fisik atau kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan cahaya secara *real-time* [12]. Dalam penelitian ini, WSN diintegrasikan dengan sistem kendali berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk merekayasa iklim mikro yang mendukung pertumbuhan tanaman melon. Data dari sensor digunakan sebagai masukan sistem, dan berdasarkan hasil pembacaan tersebut, aktuator diaktifkan secara otomatis untuk menyesuaikan kondisi lingkungan.

Berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi, penelitian ini mengimplementasikan *Wireless Sensor Network* Untuk Pengendalian *Temperature* Pada *Greenhouse* Budidaya Melon Terintegrasi IoT. WSN terdiri dari empat *node sensor* berbasis Arduino Nano ATmega328 dan satu *sink node* Arduino Mega 2560 sebagai pusat pemrosesan data utama. *Sink node* mengumpulkan data dari seluruh *node sensor* melalui komunikasi nirkabel, kemudian diteruskan ke *gateway* ESP32 DevKit C4 untuk dikirim ke web monitoring melalui protokol HTTP. Data yang terkumpul disajikan *real-time* dalam bentuk grafik historis, nilai numerik, kontrol manual dan otomatis pada antarmuka web guna memudahkan pemantauan dan kendali dari jarak jauh [13]. Sistem ini dirancang untuk menjaga kestabilan iklim mikro guna mendukung pertumbuhan optimal dan meningkatkan produktivitas tanaman melon [14].

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana Implementasi *Wireless Sensor Network* untuk Pengendalian *Temperature* pada *Greenhouse* Budidaya Melon Terintegrasi IoT?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah mengimplementasikan *Wireless Sensor Network* untuk Pengendalian *Temperature* pada *Greenhouse* Budidaya Melon Terintegrasi IoT.

1.4 Batasan Masalah

Batasan penelitian yang dirumuskan, antara lain :

1. Parameter iklim mikro yang dimonitoring adalah kelembapan tanah, sedangkan parameter yang dikendalikan meliputi suhu udara, kelembapan udara, dan intensitas cahaya, sesuai kebutuhan fisiologis tanaman melon (*Cucumis melo L.*).
2. Komunikasi nirkabel antar *node* menggunakan modul NRF24L01+PA+LNA berantena eksternal 2 dBi dengan topologi *star*.
3. Arsitektur sistem terdiri dari satu unit *Sink Node* (Arduino Mega 2560 Rev.3), empat *Node Sensor* (Arduino Nano ATmega328), dan satu *Gateway* (ESP32 DevKit C4) yang terhubung ke web monitoring.
4. Implementasi dilakukan pada *greenhouse* berukuran 4×3×3 meter (luas 12 m²) di area semi-terbuka, dilengkapi *insect net 50 mesh*, dengan empat *node* ditempatkan di titik strategis.
5. Aktuator dikendalikan otomatis berbasis *rule-based logic*, dengan opsi kontrol manual melalui antarmuka web.
6. Web monitoring berbasis HTTP menampilkan data secara *real-time* dalam bentuk numerik, grafik historis, dan kontrol manual aktuator.
7. Evaluasi performa jaringan WSN dilakukan menggunakan metrik *Packet Delivery Ratio* (PDR) pada sejumlah skenario jarak dalam kondisi *Line of Sight* (LOS) dan *Non-Line of Sight* (NLOS) dengan penghalang *insect net mesh 50*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah pengembangan sistem kendali *temperature* berbasis *wireless sensor network* yang terintegrasi dengan IoT untuk budidaya melon pada *greenhouse*. Sistem ini memungkinkan pengendalian *temperature* secara *real-time* guna menciptakan lingkungan yang sesuai dengan kebutuhan tanaman melon, sehingga mendukung pertumbuhan optimal dan meningkatkan keberhasilan budidaya pada *greenhouse*.

