

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian modern menghadapi berbagai tantangan dalam upaya meningkatkan produktivitas dan efisiensi budidaya tanaman. Salah satu faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan budidaya tanaman adalah kondisi lingkungan tempat tanaman tumbuh. Parameter lingkungan seperti suhu udara, kelembapan tanah, kelembapan udara, serta tingkat keasaman (pH) tanah memiliki peranan penting dalam proses pertumbuhan tanaman. Apabila kondisi lingkungan tersebut tidak berada pada rentang yang sesuai dengan kebutuhan tanaman, maka pertumbuhan tanaman dapat terganggu dan berdampak pada penurunan hasil produksi. Salah satu teknologi yang banyak digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah greenhouse. Greenhouse merupakan suatu bangunan yang dirancang untuk melindungi tanaman dari kondisi lingkungan luar yang tidak sesuai serta memungkinkan pengaturan kondisi lingkungan agar tetap berada pada kondisi optimal bagi pertumbuhan tanaman. Greenhouse umumnya menggunakan material transparan seperti kaca atau plastik pada bagian atap dan dinding sehingga cahaya matahari tetap dapat masuk ke dalam ruang budidaya. Dalam perkembangannya, greenhouse di Indonesia tidak hanya menggunakan kaca tetapi juga menggunakan plastik, jaring, ataupun kain kasa yang dikenal sebagai serra (Sutiyoso, 2024). Penggunaan greenhouse memungkinkan petani untuk mengontrol berbagai parameter lingkungan seperti suhu, kelembapan udara, serta kondisi tanah sehingga tanaman dapat tumbuh dengan lebih optimal (Tando, 2019).

Penggunaan greenhouse memiliki berbagai kelebihan, antara lain mampu mengontrol perubahan suhu dan kelembapan lingkungan, melindungi tanaman dari kondisi cuaca ekstrem seperti hujan dan angin kencang, serta mengurangi risiko serangan hama dan penyakit tanaman. Selain itu, greenhouse juga dapat membantu menjaga ketersediaan air bagi tanaman sehingga mengurangi risiko kekurangan air pada musim kemarau maupun kelebihan air pada musim hujan. Meskipun demikian, pengelolaan greenhouse masih sering dilakukan secara konvensional dengan cara pemantauan langsung oleh petani. Metode ini memiliki keterbatasan karena tidak memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara terus menerus,

sehingga perubahan kondisi lingkungan yang terjadi tidak selalu dapat diketahui secara cepat.

Salah satu tanaman hortikultura yang cukup banyak dibudidayakan di Indonesia adalah bayam. Tanaman bayam memiliki nilai ekonomi yang cukup baik karena masa panennya relatif singkat serta memiliki kandungan nutrisi yang tinggi. Namun demikian, pertumbuhan tanaman bayam sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tempat budidaya. Kondisi suhu, kelembapan tanah, serta tingkat keasaman tanah menjadi faktor penting yang menentukan keberhasilan pertumbuhan tanaman bayam. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), produksi bayam di Indonesia pada tahun 2022 tercatat sebesar 1.171.201 ton, mengalami penurunan dibandingkan dengan produksi pada tahun 2021 yang mencapai 1.171.706 ton atau mengalami penurunan sebesar 0,3%. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa masih terdapat berbagai faktor yang mempengaruhi produktivitas tanaman bayam, salah satunya adalah pengelolaan kondisi lingkungan budidaya yang belum optimal. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu membantu pemantauan dan pengelolaan kondisi lingkungan tanaman secara lebih efektif.

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi saat ini memungkinkan penerapan konsep *Internet of Things* (IoT) dalam bidang pertanian. IoT merupakan konsep yang memungkinkan berbagai perangkat elektronik seperti sensor dan mikrokontroler saling terhubung melalui jaringan internet sehingga data yang diperoleh dari sensor dapat dikirim, dipantau, dan dianalisis secara real-time. Penerapan teknologi IoT pada greenhouse memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan tanah, dan pH tanah dilakukan secara otomatis tanpa harus melakukan pengamatan secara langsung di lokasi. Selain pemantauan kondisi lingkungan, pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan juga mulai banyak digunakan dalam bidang pertanian. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Artificial Neural Network* (ANN). ANN merupakan metode komputasi yang terinspirasi dari cara kerja jaringan saraf manusia dalam memproses informasi. Metode ini mampu mempelajari pola dari data yang diperoleh sehingga dapat digunakan untuk melakukan analisis maupun prediksi terhadap kondisi tertentu. Dalam sistem greenhouse, ANN dapat dimanfaatkan

untuk menganalisis data lingkungan yang diperoleh dari sensor sehingga dapat membantu dalam menentukan kondisi lingkungan yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman. Integrasi antara teknologi IoT dan metode ANN memungkinkan sistem greenhouse tidak hanya mampu melakukan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time, tetapi juga mampu melakukan analisis terhadap data lingkungan yang diperoleh. Dengan adanya sistem tersebut, proses pengelolaan greenhouse diharapkan menjadi lebih efektif dan efisien sehingga dapat membantu meningkatkan produktivitas tanaman.

Pengembangan teknologi greenhouse berbasis IoT dan kecerdasan buatan juga sejalan dengan upaya pembangunan berkelanjutan, khususnya dalam mendukung ketahanan pangan. Dalam konteks global, pengembangan teknologi pada sektor pertanian sejalan dengan tujuan Sustainable Development Goals (SDGs) khususnya pada tujuan kedua yaitu Zero Hunger yang menekankan pentingnya peningkatan produktivitas pertanian secara berkelanjutan. Selain itu, pengembangan inovasi teknologi pada sektor pertanian juga sejalan dengan salah satu misi pembangunan nasional yang tertuang dalam Asta Cita, yaitu mendorong kemandirian bangsa melalui penguatan sektor pangan dan pemanfaatan teknologi. Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan suatu sistem yang mampu melakukan pemantauan serta analisis kondisi lingkungan greenhouse secara otomatis dan real-time. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring parameter lingkungan pada greenhouse berbasis Internet of Things menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan metode Artificial Neural Network (ANN) sehingga diharapkan dapat membantu meningkatkan efektivitas pengelolaan greenhouse dan mendukung pertumbuhan tanaman bayam secara optimal.

1.2 Identifikasi Masalah

Beberapa permasalahan utama yang diidentifikasi dari latar belakang yang telah dikemukakan adalah sebagai berikut:

1. Pengelolaan kondisi lingkungan pada greenhouse seperti suhu udara, kelembapan tanah, dan tingkat keasaman (pH) tanah masih belum optimal sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman bayam.
2. Proses pemantauan kondisi lingkungan greenhouse masih banyak

dilakukan secara manual sehingga perubahan kondisi lingkungan tidak dapat diketahui secara cepat dan terus-menerus.

3. Pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) dan metode Artificial Neural Network (ANN) dalam sistem greenhouse untuk monitoring dan analisis kondisi lingkungan secara otomatis dan real-time masih belum diterapkan secara optimal.

1.3 Batasan Masalah

Dalam rangka pembatasan ruang lingkup penelitian ini, beberapa aspek yang tidak akan menjadi fokus dari sistem yang dikembangkan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada sistem greenhouse untuk tanaman bayam dengan parameter lingkungan yang diamati meliputi suhu udara, kelembapan tanah, dan tingkat keasaman (pH) tanah.
2. Sistem monitoring lingkungan greenhouse dirancang menggunakan teknologi Internet of Things (IoT) dengan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor untuk memperoleh data kondisi lingkungan secara real-time.
3. Metode Artificial Neural Network (ANN) digunakan untuk menganalisis data yang diperoleh dari sensor guna membantu menentukan kondisi lingkungan yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman.

1.4 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana merancang sistem monitoring kondisi lingkungan pada greenhouse tanaman bayam menggunakan teknologi Internet of Things (IoT) berbasis mikrokontroler ESP32?.
2. Bagaimana mengimplementasikan sensor sebagai alat ukur dari parameter lingkungan berupa suhu udara, kelembapan tanah, dan tingkat keasaman (pH) tanah pada greenhouse dengan tingkat akurasi yang tinggi dan tingkat eror yang rendah?.
3. Bagaimana menerapkan metode Artificial Neural Network (ANN) untuk menganalisis data kondisi lingkungan greenhouse sehingga dapat

membantu menentukan kondisi yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman bayam?.

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat penerapan teknologi IoT dalam pengelolaan lingkungan greenhouse terhadap efisiensi dan efektivitas pertumbuhan tanaman bayam.
2. Menghasilkan sistem yang dapat melakukan pemantauan suhu dalam greenhouse, kelembapan tanah, dan pH tanah dalam rentang optimal (pH 6–7) terhadap pertumbuhan dan hasil panen tanaman bayam dengan tingkat kesalahan pembacaan sensor diatas 5%.
3. Melakukan pengelolaan faktor-faktor lingkungan dalam greenhouse (suhu, kelembapan tanah, kualitas tanah, dan pengendalian hama) terhadap pertumbuhan tanaman bayam.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik dari sisi teknologi, industri, maupun pertanian, sebagai berikut:

- a. Untuk Masyarakat atau Petani
 1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan petani alat yang lebih efektif untuk meningkatkan hasil panen bayam.
 2. Penerapan teknologi IoT akan mempermudah petani dalam memantau kondisi lingkungan secara real-time tanpa perlu bergantung pada pengamatan manual yang rentan terhadap kesalahan.
 3. Memberikan solusi inovatif untuk pertanian perkotaan dan dapat meningkatkan keterampilan mahasiswa dalam menganalisis dan memecahkan masalah pertanian secara ilmiah.
- b. Untuk Akademisi
 1. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi instansi pendidikan dan lembaga penelitian dalam pengembangan sistem *smart greenhouse* berbasis *Internet of Things* (IoT) dan *Artificial Neural Network* (ANN).

2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi instansi yang bergerak di bidang pertanian dalam menerapkan teknologi monitoring dan pengendalian lingkungan greenhouse secara otomatis untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan tanaman.
3. Penelitian ini diharapkan dapat mendukung instansi terkait dalam mengembangkan inovasi pertanian modern berbasis teknologi digital sebagai upaya meningkatkan produktivitas, kualitas hasil budidaya, dan penerapan konsep *smart farming*.

c. Untuk Peneliti

1. Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan pengalaman peneliti dalam merancang serta mengimplementasikan sistem monitoring dan pengendalian greenhouse berbasis *Internet of Things* (IoT) dan *Artificial Neural Network* (ANN).
2. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan peneliti dalam mengintegrasikan perangkat keras, perangkat lunak, serta metode kecerdasan buatan untuk menyelesaikan permasalahan di bidang pertanian.
3. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dan referensi bagi peneliti untuk mengembangkan penelitian selanjutnya dalam bidang *smart greenhouse*, *Internet of Things* (IoT), dan *Artificial Neural Network* (ANN) dengan sistem yang lebih akurat dan adaptif.

Intelligentia - Dignitas