

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanaman cabai (*Capsicum spp.*) merupakan komoditas hortikultura signifikan yang memainkan peran penting dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam domain kuliner. Selain memberikan rasa pedas yang unik, cabai diperkaya dengan berbagai nutrisi penting yang bermanfaat bagi kesehatan manusia, termasuk vitamin A dan C, bersama senyawa antioksidan yang dapat meningkatkan daya tahan fisiologis [1]. Di Indonesia, permintaan cabai sebagai bumbu dasar dalam masyarakat terus meningkat, didorong oleh pertumbuhan populasi dan pola konsumsi yang berkembang (misalnya, preferensi umum untuk masakan pedas). Sebaliknya, pasar domestik dan prospek ekspor cabai menunjukkan bahwa komoditas ini berfungsi tidak hanya untuk memenuhi konsumsi lokal tetapi juga memiliki nilai ekonomi yang cukup besar. Misalnya, analisis perdagangan mengungkapkan bahwa Indonesia memiliki potensi untuk meningkatkan posisinya dalam ekspor cabai sambil menambah nilai produk hortikultura tersebut [2]. Budidaya cabai menghadirkan peluang kewirausahaan yang sangat menjanjikan, melayani tidak hanya pasar lokal tetapi juga menyediakan jalan untuk terlibat dengan pasar ekspor [3].

Meskipun demikian, hasil rata-rata tanaman cabai Indonesia hanya 7,78 ton/ha. Tingkat produktivitas ini tetap jauh di bawah potensi hasil maksimum, yang diukur pada 22,4 ton/ha [4]. Keberhasilan budidaya cabai dipengaruhi oleh berbagai faktor, terutama faktor abiotik, yang meliputi suhu, kelembapan, intensitas cahaya, pH tanah, dan ketersediaan air [5]. Secara umum, usaha tani cabai menghadapi tantangan berupa fluktuasi produksi yang dipengaruhi oleh perubahan iklim, serangan hama dan penyakit tanaman, serta ketidakpastian musim tanam. Di sisi lain, meskipun tantangan tersebut cukup besar, ada pula berbagai peluang yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan produksi dan kualitas cabai [6]. Salah satu peluang besar adalah dengan menerapkan teknologi pertanian yang lebih modern, yaitu dengan menggunakan sistem *monitoring* cerdas untuk membantu pengambilan keputusan dalam pengelolaan tanaman cabai, sehingga tindakan budidaya lebih tepat waktu dan sesuai kondisi aktual di lapangan.

Penelitian [7] menganalisis prediksi hasil produksi tanaman cabai menggunakan metode multi linier regresi, yang menggunakan variabel berupa x_1 = laju pertumbuhan tanaman, x_2 = kelembapan, x_3 = suhu, x_4 = volume, x_5 = pH tanah, x_6 = batang, x_7 = cabang, x_8 = daun. Hasil analisis prediksi dalam penelitian [7] memperoleh nilai koefisien intersep sebesar 153,94 dari total data 100 sampel, menghasilkan tingkat kesesuaian model regresi multilinear dengan skor R^2 sebesar 1,00 yang menunjukkan tingkat akurasi prediksi hasil ini sangat baik. Penelitian [8] menganalisis pemberian nutrisi menggunakan metode *fuzzy logic* studi kasus tanaman cabai, dimana dalam pengujian yang dilakukan, ketika variabel masukan kadar air adalah 35,6 pada suhu 30,8 dengan pH tanah 3,7, sistem merekomendasikan volume irigasi sebesar 204, yang dikategorikan tinggi. Temuan penelitian [8] dapat berfungsi sebagai alat prediksi untuk membantu petani cabai menentukan volume aplikasi nutrisi optimal berdasarkan kondisi lingkungan. Penelitian [9] mengembangkan sistem pemantauan pertumbuhan tanaman yang memanfaatkan teknologi Internet of Things untuk mengamati berbagai parameter pertumbuhan, termasuk tinggi batang, jumlah daun, tampilan daun, dan jumlah cabang. Melalui penerapan aplikasi Tableau dan metode statistik, kumpulan data komprehensif mengenai pertumbuhan tanaman dihasilkan. Penelitian [10] menunjukkan bahwa penggunaan *IoT* mampu meningkatkan efisiensi kerja petani karena sistem dapat mengirimkan informasi, notifikasi, dan status kondisi tanah melalui platform digital seperti *MQTT*, *Node RED*, dan *Telegram Bot*, sehingga pemantauan dapat dilakukan dari jarak jauh secara praktis. Penelitian [11] dirancang agar penyiraman tanaman berlangsung secara optimal dengan memantau kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban tanah, dan pH tanah. Rencana pengujian sistem ini mencakup beberapa tahap untuk memastikan fungsionalitas dan keakuratan sistem kontrol penyiraman otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan *Decision Tree C5*. Penelitian [12] menjelaskan bahwa integrasi teknologi canggih seperti sensor canggih yang dipadukan dengan *Internet of Things (IoT)* dapat meningkatkan produksi pertanian dan meminimalkan kerugian ekonomi. Penelitian [13] mendeskripsikan bahwa dengan menyesuaikan keputusan pengeluaran teknologi mereka, para pemangku kepentingan di bidang pertanian dapat lebih baik melindungi lingkungan dan meningkatkan produksi pangan dengan cara yang memenuhi permintaan global di masa depan. Penelitian [14] menyimpulkan bahwa dengan menjaga kondisi lingkungan perairan yang terkontrol dengan baik melalui

sistem pemantauan dan pengendalian berbasis IoT yang didukung oleh energi surya fotovoltaik terbarukan, operasi budidaya perikanan yang ramah lingkungan dapat dilakukan secara efisien dan produktif. Penelitian [15] memperoleh informasi bahwa teknologi meminimalkan campur tangan manusia, meningkatkan akurasi, dan manfaat ekonominya telah menjadikannya alat penting dalam praktik pertanian modern dan aplikasi penting lainnya. Penelitian [16] menjelaskan bahwa aplikasi IoT inovatif meningkatkan produktivitas pertanian dalam hal kualitas, kuantitas, keberlanjutan dan efektivitas biaya sambil memenuhi tantangan industri. Penelitian [17] memperoleh hasil peninjauan bahwa pemantauan berbasis IoT menyediakan jalur penting untuk meningkatkan produktivitas tanaman dan kapasitas adaptasi di bawah kondisi iklim yang berubah.

Dari beberapa penelitian sebelumnya terlihat bahwa pemanfaatan teknologi *Internet of Things (IoT)* dapat membantu dalam proses *monitoring* pemberian nutrisi pada tanaman cabai. Untuk lebih meningkatkan akurasi dari sistem, maka teknologi IoT dapat dikombinasikan dengan teknik *data mining*. Beberapa metode *data mining* yang dapat digunakan mencakup metode *Random Forest* [18], *K-Nearest Neighbor*, *Decision Tree* [19] dan *Fuzzy Logic* [20]. Logika *fuzzy* digunakan hampir di mana saja di mana penggunaan logika klasik menimbulkan masalah karena kesulitan dalam menotasikan proses secara matematis atau ketika tidak mungkin untuk menghitung atau mengambil variabel yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah tersebut [21]. Kontrol Logika *Fuzzy* adalah salah satu metode yang membuat pilihan dengan menggunakan pengetahuan ahli dan mengendalikan ketidakpastian, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti energi dan jarak dari unit utama [22]. *Fuzzy Logic* memungkinkan pengolahan data sensor yang tidak pasti, seperti kelembaban tanah dan suhu udara yang nilainya terus berubah, sehingga sistem dapat memberikan kontrol otomatis yang adaptif sesuai kebutuhan tanaman melalui aturan-aturan logika yang fleksibel [23]. Dengan demikian, penyiraman dan pemberian nutrisi dapat dilakukan secara optimal dan *real-time*, menyesuaikan kondisi lingkungan dan karakteristik tanaman cabai pada setiap fase pertumbuhan [24]. Kombinasi *IoT* dan *Fuzzy Logic* telah terbukti efektif dalam meningkatkan akurasi pengambilan keputusan lingkungan tanaman dan banyak digunakan pada sistem *greenhouse* maupun kebun cabai untuk menjaga suhu, kelembaban, dan kebutuhan nutrisi secara otomatis,

sehingga mengurangi ketergantungan pada pengamatan manual yang rentan kesalahan [25].

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka penulis bermaksud untuk merancang sebuah sistem *monitoring* untuk memberikan kemudahan bagi petani dengan otomatisasi penyiraman dan pemberian pupuk secara efektif sesuai kebutuhan tanaman. Oleh karena itu, penulis memilih penelitian dengan judul **"Sistem Monitoring Pemberian Nutrisi pada Tanaman Cabai Berbasis IoT dengan Metode Fuzzy Logic"**.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang Sistem *Monitoring* Pemberian Nutrisi pada Tanaman Cabai Berbasis *IoT* yang mampu mengukur parameter lingkungan dan nutrisi secara *real-time*?
2. Bagaimana menerapkan metode *Fuzzy Logic* untuk menentukan kebutuhan pemberian nutrisi berdasarkan data sensor?
3. Bagaimana sistem dapat mengatur pemberian nutrisi secara otomatis berdasarkan hasil perhitungan analisis *Fuzzy Logic*?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, agar penelitian dapat menghasilkan hasil yang lebih akurat, diperlukan batasan masalah. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem *monitoring* pemberian nutrisi menggunakan studi kasus tanaman cabai.
2. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Fuzzy Logic*.
3. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pH tanah, suhu udara, kelembapan udara dan takaran pemberian nutrisi.

4. Sistem *monitoring* pemberian nutrisi dilengkapi dengan menggunakan sistem yang dapat mengirim, mengambil, dan *monitoring* data secara *real-time*.
5. Tools yang digunakan adalah *Google Colab*.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem *monitoring* takaran pemberian nutrisi pada tanaman cabai berbasis *IoT* yang mampu memantau kondisi lingkungan dan nutrisi secara *real-time*, serta menerapkan metode *Fuzzy Logic* untuk membantu pengambilan keputusan secara otomatis. Penelitian ini diharapkan dapat membantu meningkatkan produktivitas tanaman cabai melalui pengaturan nutrisi yang lebih tepat dan efisien.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat dalam menyediakan Sistem *Monitoring* Pemberian Nutrisi pada Tanaman Cabai yang lebih praktis dan efisien dalam pemanfaatan teknologi *IoT* dan metode *Fuzzy Logic*. Sistem ini dapat membantu petani untuk memantau kondisi lingkungan dan nutrisi secara *real-time* serta mampu melakukan penyesuaian secara otomatis berdasarkan kebutuhan tanaman. Dengan demikian, penelitian ini berpotensi meningkatkan efektivitas pengelolaan nutrisi, mengurangi kesalahan dalam pemberian nutrisi, dan mendukung peningkatan produktivitas tanaman cabai.