

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah membawa dampak besar di berbagai sektor, termasuk sektor pertanian [1]. *Internet of Things* (IoT) memungkinkan berbagai perangkat elektronik saling terhubung melalui internet sehingga proses pemantauan, pengendalian, dan pertukaran data dapat berlangsung secara otomatis dan *real-time* [2]. Teknologi ini menjadi bagian penting dalam *smart farming* karena membantu pengelolaan sumber daya pertanian agar lebih efisien dan tepat sasaran.

Pada penerapannya, sensor kelembaban tanah, suhu udara, dan curah hujan mengirimkan data secara berkelanjutan ke mikrokontroler sehingga kondisi lingkungan di lahan dapat dipantau setiap saat [3]. Informasi yang terkumpul kemudian diolah untuk menjalankan berbagai tindakan otomatis seperti pengaturan irigasi, pemupukan, hingga penyemprotan pestisida sesuai kebutuhan.

Penerapan IoT juga memudahkan petani mengawasi lahan dari jarak jauh melalui aplikasi maupun platform web [4]. Cara ini dapat mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual sekaligus membuat kegiatan operasional menjadi lebih efisien. Bukan hanya mendukung otomatisasi, IoT juga membantu menghasilkan keputusan yang lebih akurat karena seluruh tindakan didasarkan pada data kondisi lapangan yang terus diperbarui [5].

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan teknologi *Internet of Things* (IoT) di bidang pertanian memberikan

hasil yang menguntungkan dalam peningkatan efisiensi serta hasil panen [6]. Melalui sistem pertanian cerdas berbasis IoT, petani bisa melihat kondisi lahan secara *real-time*, mulai dari suhu hingga tingkat kelembaban tanah, sebagaimana ditemukan dalam studi tersebut. Hal ini memungkinkan proses pengairan untuk dilakukan dengan lebih akurat dan efisien. Selanjutnya, studi lainnya menunjukkan bahwa sistem yang didasarkan pada IoT juga dapat membantu dalam memantau dan membuat keputusan dalam aktivitas pertanian [7]. Studi lain yang dilaksanakan pada tahun 2025 turut memperlihatkan bahwa sistem pemantauan lingkungan yang menggunakan IoT dapat menyajikan data mengenai keadaan lahan secara langsung, memungkinkan petani untuk mengambil keputusan dengan lebih cepat dalam pengelolaan tanaman bawang merah [8]. Selain itu, studi yang dilakukan pada tahun 2024 menunjukkan bahwa sistem pengawasan rumah kaca pintar yang memanfaatkan IoT dapat memperbaiki efisiensi dalam pengelolaan tanaman dengan cara memantau dari jarak jauh dan mengatur secara otomatis berbagai proses pertanian [9]. Sementara itu, studi pada tahun 2025 mengungkapkan bahwa penggunaan sistem irigasi otomatis yang berbasis *Internet of Things* mampu memaksimalkan pemanfaatan air serta mendukung pertumbuhan tanaman dengan cara yang lebih efisien jika dibandingkan dengan teknik manual. Temuan dari berbagai kajian tersebut menunjukkan bahwa teknologi IoT memiliki peluang signifikan dalam meningkatkan efektivitas pengelolaan pertanian melalui sistem pemantauan dan otomatisasi yang lebih akurat [10].

Bawang merah termasuk komoditas hortikultura yang cukup berperan dalam sektor pertanian Indonesia karena banyak dibudidayakan petani dan memiliki nilai ekonomi yang menjanjikan [11]. Namun, selama proses budidaya, bawang merah sering kali menghadapi sejumlah masalah yang dapat menurunkan hasil panen. Salah satu masalah utama ialah serangan hama yang menyerang baik daun maupun umbi tanaman. Penelitian tentang keanekaragaman hama pada bawang merah mengungkapkan bahwa terdapat beberapa jenis hama yang sering dijumpai di lahan pertanian bawang merah seperti lalat pengorek daun (*Liriomyza chinensis*), ulat bawang (*Spodoptera exigua*), dan kutu putih (*Bemisia tabaci*) yang bisa merusak jaringan tanaman dan menurunkan kualitas hasil panen [12]. Kerugian akibat serangan hama dan penyakit pada bawang merah bahkan bisa mencapai 20% hingga 100% jika tidak ada pengendalian yang tepat. Bawang merah termasuk komoditas hortikultura yang cukup berperan dalam sektor pertanian Indonesia karena banyak dibudidayakan petani dan memiliki nilai ekonomi yang menjanjikan. Oleh karena itu, diperlukan strategi pengendalian hama yang lebih efektif dan efisien untuk menjaga produktivitas bawang merah.

Berdasarkan masalah yang telah dijelaskan, dibutuhkan sebuah solusi teknologi yang dapat meningkatkan efektivitas dalam mengendalikan hama pada tanaman bawang merah dengan lebih efisien dan tepat. Penelitian ini akan mengedepankan desain serta pelaksanaan sistem yang berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat melakukan pemantauan kondisi lingkungan serta mengatur penyemprotan pestisida secara otomatis pada tanaman bawang merah. Sistem yang sedang dikembangkan diharapkan mampu mengukur parameter lingkungan

secara langsung sebagai dasar untuk pengambilan keputusan selama proses penyemprotan. *Smart Sprayer* berbasis IoT menjadi salah satu teknologi yang layak diterapkan karena mampu menyesuaikan proses penyemprotan pestisida secara otomatis dengan kondisi lingkungan yang sedang berlangsung. Sistem yang dikembangkan tidak menetapkan waktu penyemprotan secara tetap. Keputusan penyemprotan diambil dari kondisi suhu, kelembaban tanah, dan hujan yang terdeteksi saat itu juga sehingga respons terhadap perubahan musim hujan maupun kemarau menjadi lebih cepat dan sesuai dengan keadaan lahan. Dengan strategi ini, sistem diharapkan dapat melakukan penyemprotan pestisida dengan waktu yang lebih sesuai dan sasaran yang tepat berdasarkan kondisi lingkungan, sehingga dapat meningkatkan efektivitas pengendalian hama kutu dan mengurangi penggunaan pestisida yang berlebihan.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa meskipun teknologi IoT telah banyak diterapkan dalam sistem pertanian, masih terdapat keterbatasan dalam pengembangan sistem yang secara khusus mengintegrasikan penyemprotan pestisida otomatis berbasis kondisi lingkungan untuk pengendalian hama pada tanaman bawang merah. Selain itu, faktor perbedaan kondisi lingkungan antara musim hujan dan musim kemarau belum banyak dimanfaatkan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam sistem otomatis. Oleh karena itu, penelitian dengan judul “Rancang Bangun Smart Sprayer IoT untuk Pengendalian Hama Kutu pada Bawang Merah di Musim Hujan dan Kemarau” dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan mengembangkan sistem penyemprotan pestisida yang adaptif terhadap kondisi lingkungan. Penelitian ini diharapkan

dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi pertanian berbasis IoT serta meningkatkan efektivitas pengendalian hama secara lebih efisien dan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan perbedaan antara kebutuhan sistem pengendalian hama kutu pada tanaman bawang merah yang fleksibel terhadap perubahan lingkungan dengan kondisi nyata di lapangan yang masih bergantung pada penyemprotan secara manual tanpa mempertimbangkan faktor cuaca secara langsung, maka pertanyaan utama dalam penelitian rekayasa perangkat keras ini adalah:

- 1) Bagaimana menciptakan desain perangkat keras *Smart Sprayer* yang menggunakan IoT dan menggabungkan sensor suhu, kelembaban tanah, dan curah hujan untuk mengatasi kelemahan sistem penyemprotan manual yang tidak dapat menyesuaikan waktu dan intensitas semprotan secara otomatis dengan kondisi lingkungan di musim hujan dan kemarau?
- 2) Bagaimana cara menerapkan algoritma penjadwalan untuk penyemprotan otomatis pada mikrokontroler yang berbasis pada data sensor secara *real-time* sehingga sistem bisa menentukan waktu yang paling tepat untuk penyemprotan hama kutu pada tanaman bawang merah sesuai dengan variasi kondisi iklim di musim hujan dan kemarau?

- 3) Bagaimana mengevaluasi ketepatan pembacaan sensor lingkungan (suhu, kelembaban tanah, dan curah hujan) serta menguji daya tahan sistem kontrol penyemprotan otomatis pada prototipe Smart Sprayer IoT untuk memastikan bahwa perangkat tersebut konsisten, responsif, dan siap digunakan pada lahan untuk budidaya bawang merah?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memperjelas ruang lingkup penelitian agar tidak meluas, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Fokus utama penelitian ini adalah pada tanaman bawang merah
- 2) Jenis hama yang dianalisis terbatas pada hama kutu.
- 3) Parameter yang diukur mencakup suhu lingkungan, kelembaban tanah, dan intensitas curah hujan
- 4) Sistem yang digunakan berlandaskan *Internet of Things* (IoT)
- 5) Proses penyemprotan dilakukan secara otomatis mengikuti aturan yang telah ditentukan.
- 6) Pengembangan sistem dilakukan dalam bentuk prototipe berukuran kecil.
- 7) Data pemantauan disajikan secara *real-time* melalui platform berbasis web/IoT.
- 8) Pengujian dilaksanakan pada musim hujan dan musim kemarau

1.4 Tujuan dan Manfaat

Penelitian mengenai *Smart Sprayer* berbasis IoT untuk pengendalian hama kutu pada tanaman bawang merah di musim hujan dan kemarau ini bertujuan mengembangkan sistem penyemprotan cerdas yang mampu memantau kondisi lingkungan sekaligus menjalankan penyemprotan pestisida secara otomatis. Sistem tersebut memanfaatkan konsep *Internet of Things* (IoT) dan pengendalian berbasis kondisi lingkungan sehingga keputusan penyemprotan dapat disesuaikan dengan keadaan aktual di lapangan.

Hasil dari studi ini diharapkan dapat membantu petani mengendalikan hama kutu pada bawang merah dengan lebih efektif melalui penerapan sistem penyemprotan otomatis. Selain menekan penggunaan pestisida yang berlebihan, teknologi ini juga berpotensi menghemat waktu dan tenaga kerja serta mendukung budidaya bawang merah yang lebih adaptif terhadap perubahan kondisi iklim sepanjang musim hujan maupun kemarau.

1.5 Sistematika Penulisan Laporan

Laporan Tugas Akhir ini terdiri dari 6 bab dan masing-masing bab berisi uraian singkat sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi latar belakang masalah mengenai pentingnya efisiensi pengendalian hama kutu pada tanaman bawang merah,

keterbatasan metode penyemprotan manual di musim hujan dan kemarau, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan laporan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini terdapat dua *point* yang akan dibahas yaitu teori terkait dan landasan teori. Di dalam teori terkait ini akan dibahas teori-teori penelitian yang serupa dengan penelitian ini dan di dalam landasan teori ini sendiri akan dibahas tentang kajian yang diteliti.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, meliputi, perancangan sistem, diagram blok sistem, metode pengumpulan data, serta tempat dan waktu pelaksanaan penelitian.

BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini berisi uraian semua permasalahan yang ada, di mana masalah-masalah yang muncul akan diselesaikan melalui penelitian.

Pada bab ini juga dilaporkan secara detail rancangan terhadap penelitian yang dilakukan.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan visualisasi implementasi sistem yang sudah dirakit serta data hasil pengujian yang telah dilakukan. Meliputi uji fungsionalitas komponen (*black-box*), uji akurasi pembacaan sensor lingkungan (DHT22, soil moisture, sensor hujan), responsivitas

aktuator pompa sprayer, serta performa pengiriman data sensor secara real-time ke website.

BAB VI SIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir ini berisi ringkasan akhir atau jawaban dari rumusan masalah mengenai efektivitas dan keandalan sistem *Smart Sprayer* IoT dalam mengotomatisasi penyemprotan hama kutu tanaman bawang merah yang adaptif terhadap perubahan musim. Selain itu, diberikan saran-saran untuk pengembangan sistem di masa depan agar alat dapat diimplementasikan pada skala lahan yang lebih luas.