

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Revolusi sektor pertanian menjadi pendorong transformasi global, didorong oleh meningkatnya kebutuhan pangan akibat pertumbuhan populasi dan dampak perubahan iklim. Pendekatan tradisional yang bergantung pada metode manual kini beralih ke teknologi berbasis data dan otomatisasi. *Internet of Things* (IoT) muncul sebagai solusi utama, memungkinkan pengelolaan pertanian yang lebih efisien, presisi, dan berkelanjutan (Rachmawati, 2021).

IoT di sektor pertanian mengacu pada jaringan perangkat pintar yang saling terhubung untuk mengumpulkan, menganalisis, dan berbagi data secara *real-time*. Sensor IoT, yang dipasang di ladang atau pada peralatan pertanian, mampu mengukur berbagai parameter penting seperti kelembapan tanah, suhu, kualitas udara, tingkat sinar matahari, serta kondisi tanaman secara langsung. Data ini membantu petani atau sistem otomatis mengambil keputusan cepat dan tepat, seperti penyiraman, pemupukan, atau perlindungan tanaman dari hama. Dengan penerapan IoT, penggunaan air, pupuk, dan pestisida dapat dikurangi, meningkatkan efisiensi produksi sekaligus mendukung keberlanjutan lingkungan (Erwin et al., 2023).

Keterbatasan lahan di perkotaan menjadi tantangan utama sektor pertanian modern akibat pesatnya urbanisasi dan pertumbuhan populasi. Banyak lahan produktif berubah fungsi menjadi kawasan hunian, industri, atau infrastruktur, sehingga mengurangi ruang untuk kegiatan pertanian. Kondisi ini menyulitkan pemenuhan kebutuhan pangan lokal di kota besar dan meningkatkan

ketergantungan pada pasokan dari pedesaan atau impor. Selain itu, keterbatasan ini menghambat pengembangan pertanian skala kecil yang sebelumnya memanfaatkan lahan terbuka di sekitar permukiman (Suryani et al., 2020).

Keterbatasan lahan mendorong inovasi seperti pertanian vertikal dan urban farming, yang memanfaatkan ruang terbatas dengan menanam secara vertikal di dalam ruangan. Teknologi hidroponik, akuaponik, dan aeroponik menjadi solusi populer untuk mengoptimalkan penggunaan lahan minimal di perkotaan. Ditambah dengan teknologi berbasis IoT, pemantauan dan pengelolaan tanaman menjadi lebih efisien melalui sensor, sistem otomatisasi, dan data *real-time*. Pendekatan ini memungkinkan pertanian di lingkungan urban untuk menghasilkan tanaman secara optimal tanpa memerlukan lahan luas (Halawa, 2024).

Pertanian pakcoy (*Brassica rapa subsp. chinensis*) terus berkembang seiring implementasi teknologi modern, yang mempermudah budidayanya baik dalam skala kecil maupun besar. Sebagai sayuran daun dengan permintaan tinggi, pakcoy kini dibudidayakan lebih efisien dan presisi melalui adopsi teknologi seperti hidroponik, IoT, dan otomatisasi pertanian. Berbagai penelitian telah membuktikan bahwa inovasi ini secara signifikan meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil tanaman pakcoy. Pertanian lahan kering untuk pakcoy kini lebih efisien berkat implementasi teknologi modern. Dengan keterbatasan sumber daya seperti air dan lahan, teknologi irigasi otomatis dan sensor kelembapan tanah memungkinkan budidaya pakcoy skala kecil tetap berkembang. Sensor ini memantau kebutuhan air dan pupuk secara otomatis, sehingga tanaman tumbuh optimal tanpa pemborosan. Penelitian berbasis IoT untuk otomatisasi pupuk dan pengelolaan kelembapan telah

terbukti meningkatkan hasil panen sekaligus mengurangi penggunaan air secara signifikan (Kolo et al., 2023).

Media tanam yang mampu menyimpan air dan nutrisi dengan baik menjadi komponen penting dalam pertanian lahan kering. Cocopeat, yang terbuat dari serat kelapa, menjadi pilihan populer untuk budidaya pakcoy di lahan kering. Media tanam ini memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap dan menyimpan air, sehingga dapat mempertahankan kelembapan lebih lama dibandingkan tanah biasa. Cocopeat efektif di lingkungan dengan keterbatasan air karena mampu mengurangi frekuensi penyiraman. Strukturnya yang longgar dan aerasi yang baik mendukung pertumbuhan akar pakcoy, memastikan akar mendapatkan oksigen dan nutrisi secara optimal, sehingga mempercepat pertumbuhan dan meningkatkan kualitas tanaman (Charitsabita et al., 2019).

Menjaga kelembapan tanah, memperhatikan pencahayaan, dan memberikan pupuk yang tepat adalah tiga faktor kunci dalam pertanian pakcoy (*Brassica rapa subsp. chinensis*) yang saling terkait dan sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Kelembapan tanah yang konsisten diperlukan untuk mendukung proses fotosintesis dan penyerapan nutrisi, dimana teknologi sensor kelembapan yang terintegrasi dengan sistem irigasi otomatis dapat mengoptimalkan pengelolaan air, memastikan pakcoy mendapatkan kelembapan yang cukup tanpa pemborosan (Al-Jufri et al., 2023)

Pencahayaan yang cukup juga penting untuk pertumbuhan optimal, dan teknologi penerangan *LED* dapat membantu meningkatkan cahaya di lingkungan dengan keterbatasan cahaya alami, memberikan spektrum yang diperlukan untuk fotosintesis (Utami et al., 2023).

Pemberian pupuk yang tepat melalui sistem pemupukan otomatis memungkinkan petani mengatur dosis pupuk secara terjadwal, sehingga memaksimalkan efektivitas dan menghindari *over-fertilization* (Damayanti et al., 2019).

Fenomena yang melatarbelakangi pembuatan alat ini adalah kebiasaan masyarakat yang gemar bercocok tanam, namun sering kali menghadapi keterbatasan lahan, terutama di lingkungan perkotaan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dirancanglah sebuah alat sistem monitoring indoor yang dirancang khusus untuk mendukung pertumbuhan tanaman pakcoy dalam skala kecil. Alat ini bertujuan untuk mempermudah pemantauan dan perawatan tanaman, sehingga warga tetap dapat menikmati hobi bertanam meskipun memiliki lahan terbatas.

Integrasi teknologi dalam alat ini memberikan solusi untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan budidaya tanaman pakcoy. Penelitian berjudul “Sistem Monitoring Pertumbuhan Tanaman Pakcoy dengan Menggunakan Sensor Cahaya, Sensor Kelembapan, dan Otomatisasi Pemberian Pupuk Cair Berbasis *Internet of Things*” menjadi landasan utama pengembangannya. Penelitian ini berfokus pada pemanfaatan teknologi IoT untuk mengontrol kelembapan tanah, pencahayaan, dan pemberian pupuk secara otomatis.

Sensor kelembapan memastikan tanaman mendapatkan air yang cukup, sedangkan sensor cahaya membantu mengoptimalkan pencahayaan. Sistem otomatisasi pupuk cair memungkinkan pemberian nutrisi yang lebih efisien dan sesuai kebutuhan tanaman. Dengan pendekatan ini, alat tidak hanya mendukung

masyarakat dalam bercocok tanam di ruang terbatas, tetapi juga berkontribusi pada praktik pertanian modern yang lebih produktif, efisien, dan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikembangkan, rumusan masalah dalam penelitian ini diantaranya:

1. Bagaimana sistem IoT yang dikembangkan dapat memberikan informasi yang akurat dan tepat waktu kepada pengguna untuk meminimalkan kesalahan dalam pengelolaan pertumbuhan tanaman pakcoy?
2. Bagaimana pengembangan sistem monitoring yang dikembangkan dapat meningkatkan efisiensi dalam pembibitan tanaman pada skala kecil dan mendukung keberlanjutan pertanian yang lebih modern?

1.3 Batasan Masalah

Berikut batasan masalah dari penelitian ini:

1. Penelitian ini dibatasi pada skala pembibitan kecil dengan kapasitas awal yang dikembangkan hanya untuk 8 tanaman. Pengembangan sistem ini tidak mencakup implementasi pada lahan pertanian yang luas atau skala pembibitan massal.
2. Penelitian difokuskan pada proses pembibitan tanaman pakcoy (*Brassica rapa subsp. chinensis*). Pengembangan dan pengujian sistem dilakukan hanya untuk tanaman pakcoy, sehingga hasil penelitian mungkin tidak sepenuhnya sesuai untuk jenis tanaman lainnya tanpa penyesuaian lebih lanjut.
3. Sistem yang dikembangkan hanya akan memantau tiga parameter utama, yaitu intensitas cahaya, kelembapan tanah, dan pemberian pupuk cair.

Faktor-faktor lain yang mungkin mempengaruhi pertumbuhan tanaman, seperti suhu udara, tingkat CO₂, atau angin, tidak termasuk dalam pengembangan sistem ini.

4. Penelitian ini dilakukan di lingkungan terkendali (*indoor*) untuk meminimalkan pengaruh variabel luar seperti cuaca, hama, atau penyakit tanaman. Penggunaan di luar ruangan memerlukan penyesuaian tambahan yang tidak menjadi fokus penelitian ini.
5. Sistem yang dikembangkan membutuhkan suplai daya listrik yang stabil untuk menjaga fungsi otomatisasi dan pemantauan. Penelitian tidak mencakup pengembangan sistem yang dapat berjalan mandiri tanpa listrik (misalnya, menggunakan panel surya).
6. Sistem IoT memerlukan koneksi internet untuk mengirimkan data pemantauan secara *real-time*. Batasan penelitian ini adalah implementasi pada area yang memiliki akses internet stabil. Daerah tanpa jaringan internet atau dengan sinyal yang buruk tidak termasuk dalam fokus penelitian.
7. Pengembangan aplikasi ini dibatasi untuk platform *mobile* dengan fokus pada sistem operasi Android, sehingga tidak tersedia untuk perangkat berbasis iOS atau platform lainnya.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikembangkan, berikut adalah tujuan penelitian yang dirancang untuk menjawab masalah terkait:

1. Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengembangkan sistem berbasis IoT yang dapat memonitor parameter penting dalam proses pertumbuhan tanaman pakcoy, seperti intensitas cahaya, kelembapan tanah, dan

pemberian pupuk cair. Sistem ini diharapkan mampu memberikan informasi yang akurat dan *real-time* kepada pengguna, sehingga dapat meminimalkan kesalahan dalam pengelolaan dan pemeliharaan tanaman pakcoy. Selain itu, dengan adanya notifikasi otomatis, pengguna dapat mengetahui bahwa tanaman sudah tersiram atau sudah diberi pupuk.

2. Tujuan kedua adalah pengembangan sistem ini, diharapkan mampu meningkatkan efisiensi pembibitan tanaman pada skala kecil, khususnya dalam ruang lingkup *indoor*. Dengan mengotomatisasi pengelolaan faktor pertumbuhan, seperti pemberian pupuk cair dan pengaturan cahaya, diharapkan pengguna dapat lebih efisien dalam mengatur kebutuhan tanaman tanpa harus memantau secara manual. Penggunaan teknologi IoT pada monitoring pertumbuhan tanaman pakcoy diharapkan dapat menjadi solusi inovatif dalam mendukung pertanian modern, terutama di daerah urban atau rumah tangga yang memiliki lahan yang terbatas.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini terbagi atas dua jenis, diantaranya:

1.5.1 Manfaat Praktis

Manfaat praktis dalam penelitian ini diantaranya:

1. Penelitian ini membantu pengguna dalam melakukan pemeliharaan pertumbuhan tanaman pakcoy dengan lebih optimal dan efisien melalui sistem IoT yang otomatis memberikan informasi dan notifikasi tentang penyiraman dan pemberian pupuk. Sistem ini diharapkan dapat mengurangi kesalahan manusia dan meningkatkan kualitas dari pertumbuhan tanaman pakcoy.

2. Dengan sistem otomatisasi yang dapat dipantau dari jarak jauh, pengguna tidak perlu secara manual memeriksa kondisi tanaman setiap saat. Hal ini menghemat waktu dan tenaga, khususnya bagi pengguna di lingkungan urban atau yang memiliki keterbatasan waktu dalam mengelola pembibitan.
3. Penggunaan teknologi IoT memungkinkan pengelolaan sumber daya secara efisien, seperti penggunaan air dan pupuk cair yang tepat guna. Ini mendukung upaya keberlanjutan dalam pertanian, terutama dalam meminimalkan penggunaan berlebihan dari air dan pupuk yang dapat merusak lingkungan.

1.5.2 Manfaat Teoritis

Manfaat teoritis dalam penelitian ini diantaranya:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan teori mengenai penerapan teknologi IoT dalam bidang pertanian, khususnya dalam pemantauan dan pengelolaan tanaman dengan skala kecil. Hal ini membuka peluang lebih luas untuk pengembangan IoT di sektor pertanian.
2. Penelitian ini memperkaya literatur ilmiah terkait dengan proses pemantauan pertumbuhan tanaman pakcoy menggunakan berbagai sensor (cahaya, kelembapan, dan pupuk cair). Ini memberikan pemahaman baru tentang hubungan antara variabel lingkungan dan perkembangan tanaman.
3. Penelitian ini menyajikan model teoritis mengenai bagaimana sistem otomatisasi berbasis IoT dapat diaplikasikan pada tahap pembibitan sampai dengan siap panen dari tanaman pakcoy. Model ini dapat menjadi referensi bagi penelitian-penelitian berikutnya yang ingin mengembangkan teknologi serupa untuk sektor pertanian lainnya.

1.6 Metode Penelitian

Berikut adalah metode penelitian yang akan digunakan:

1. Desain Penelitian: Menjelaskan metode yang akan digunakan dalam perancangan sistem, seperti studi kasus atau eksperimen.
2. Teknik Pengumpulan Data: Menjelaskan teknik pengumpulan data yang akan diterapkan, seperti studi literatur, observasi, atau wawancara.

1.6.1 Metode Pengumpulan Data

1. Metode Studi Literatur

Peneliti mengumpulkan dan menganalisis literatur terkait mengenai teknologi IoT dalam pertanian, sensor yang relevan, serta sistem pemantauan pertumbuhan tanaman. Studi ini mencakup penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan pembibitan tanaman, penggunaan sensor, dan sistem otomatisasi dalam pertanian.

2. Metode Observasi

Peneliti melakukan observasi langsung terhadap objek, sehingga data dan informasi yang diperoleh relevan dengan topik yang dibahas.

3. Metode Wawancara

Peneliti mewawancarai warga sekitar secara langsung untuk menentukan faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan tanaman pakcoy.

1.6.2 Metode Pengembangan Sistem

Penelitian ini menggunakan metode prototipe, yang memungkinkan pengembangan model awal untuk memperoleh umpan balik dan menyempurnakan kebutuhan sistem sebelum menjadi produk akhir (Syarif & Risdiansyah, 2024).

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini, meliputi:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi gambaran umum penelitian yang mencakup latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metodologi penelitian, metode pengumpulan data, metode pengembangan sistem, serta sistematika penulisan.

2. BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini memuat teori dasar yang relevan dengan topik penelitian. Landasan teori ini digunakan sebagai pendukung dalam pembahasan penelitian untuk menyelesaikan permasalahan yang diangkat.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan desain dan perancangan sistem yang akan dibuat, termasuk metode dan tahapan yang digunakan dalam proses penelitian.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil implementasi, analisis, dan pembahasan sistem yang telah dibuat berdasarkan perancangan pada bab sebelumnya.

5. BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian dan rangkuman yang mencakup poin-poin penting dari pembahasan di bab-bab sebelumnya.