

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang bernilai ekonomis dan memiliki kandungan nutrisi tinggi seperti protein, serat, vitamin, dan mineral (Moslem, 2017). Budidaya jamur tiram banyak dikembangkan oleh pelaku Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) karena prosesnya relatif mudah, tidak membutuhkan lahan luas, serta dapat diolah menjadi berbagai produk makanan yang bernilai jual tinggi (Moslem, 2017). Salah satunya adalah UMKM Budidaya Jamur Tiram Barokah yang berlokasi di Kecamatan Baleendah, Kabupaten Bandung. UMKM ini berdiri sejak tahun 2019 hingga kini, dan berfokus pada produksi jamur tiram serta berbagai produk olahannya. Berdasarkan hasil observasi langsung di lokasi budidaya serta wawancara bersama pemilik usaha, ditemukan sejumlah permasalahan yang berkaitan dengan proses pemantauan dan perawatan jamur tiram, disajikan pada Tabel I.1.

Tabel I.1 Permasalahan Pada Budidaya Jamur Tiram Barokah

No.	Permasalahan
1.	Tindakan perawatan jamur tiram tidak dapat ditentukan dengan tepat karena suhu dan kelembapan tidak diketahui secara pasti.
2.	Suhu yang tinggi dan kelembapan yang rendah pada lingkungan budidaya menuntut tindakan perawatan seperti penyiraman dilakukan lebih sering berdasarkan suhu dan kelembapannya.
3.	Tidak tersedia pencatatan suhu dan kelembapan secara rutin, sehingga tidak ada histori data yang dapat digunakan untuk analisis atau evaluasi perawatan.

(Sumber : Hasil Wawancara)

Permasalahan utama yang dihadapi adalah ketidaktepatan dalam mengetahui kondisi suhu dan kelembapan pada ruang budidaya. Hal ini berdampak langsung pada pengambilan tindakan perawatan yang sering kali tidak sesuai kebutuhan. Suhu tinggi dan kelembapan rendah menuntut adanya perawatan seperti penyiraman yang lebih sering dilakukan. Di sisi lain, tidak adanya pencatatan suhu dan kelembapan secara rutin menyebabkan tidak ada data histori yang bisa digunakan untuk menganalisis perubahan kondisi budidaya. Meski demikian,

pihak Budidaya Jamur Tiram Barokah sendiri menunjukkan kesediaannya dalam mendukung eksperimen serta menunjukkan ketertarikan dalam penerapan teknologi sebagai solusi untuk membantu proses budidaya.

Permasalahan terkait suhu kelembapan yang dialami budidaya jamur tiram sejalan dengan penelitian yang dilakukan (Riski et al., 2021) yang menunjukkan bahwa lokasi budidaya pada daerah dataran rendah dengan suhu berkisar $\pm 30^{\circ}\text{C}$, memerlukan pengelolaan lingkungan budidaya yang lebih intensif agar suhu dan kelembapan optimal tetap terjaga. Stabilitas kedua parameter ini sangat penting dalam mendukung pertumbuhan budidaya jamur tiram, sehingga perlu diketahui dengan tepat agar perawatan yang diberikan juga tepat (Riski et al., 2021). Namun dalam praktiknya, staf pemeliharaan di Budidaya Jamur Tiram Barokah masih melakukan perawatan dengan menentukan suhu dan kelembapan secara manual, berdasarkan pengamatan subjektif dan berbasis intuisi, tanpa bantuan teknologi seperti sistem pencatatan atau sensor otomatis seperti yang disajikan pada Tabel I.1. Kondisi ini membuat pengambilan keputusan perawatan tidak akurat, misalnya saat suhu tinggi dan kelembapan rendah tidak dilakukan penyiraman, atau sebaliknya penyiraman dilakukan saat suhu rendah dan kelembapan tinggi. Pengukuran suhu dan kelembapan secara manual dan perawatan yang tidak tepat dapat berisiko menurunkan hasil panen (Kevin Hendinata et al., 2024).

Masalah serupa telah dilaporkan dalam sejumlah studi, yang menunjukkan bahwa pertanian masih menggunakan pendekatan manual berbasis intuisi dalam menentukan suhu dan kelembapan. Hal ini menyebabkan kesalahan dalam pengelolaan yang menjadi penyebab menurunnya hasil produksi jamur tiram (Chong et al., 2023; Guragain et al., 2024; Rukhiran et al., 2023). Pemanfaatan teknologi monitoring seperti *Internet of Things* (IoT) dapat menjadi solusi permasalahan tersebut. IoT memungkinkan pengambilan data suhu dan kelembapan secara *real-time* dan kontinu melalui sensor yang terhubung ke sistem digital (Al-Talib et al., 2024). Namun, data mentah dari sensor perlu disajikan dalam bentuk yang mudah dipahami, dan mendukung pengambilan keputusan perawatan yang cepat dan tepat, khususnya bagi pengguna lapangan seperti staf pemeliharaan.

Untuk itu, pendekatan teknologi *digital twin* diterapkan untuk membangun representasi visual dari kondisi fisik lingkungan budidaya jamur ke bentuk digital, yang ditampilkan secara interaktif melalui *dashboard* (Cárdenas-León et al., 2024; Tao et al., 2019). Kondisi fisik yang direpresentasikan dapat berupa suhu, kelembapan maupun pertumbuhan jamur tiram. *Digital twin* dapat digunakan untuk menjalankan simulasi, memantau proses, mendukung pengambilan keputusan dan mengekstraksi informasi penting yang bermanfaat bagi pengguna (Goldenits et al., 2024). Dalam suatu sistem, sering kali kegagalan manusia dalam memahami aliran informasi (*sensemaking*) dapat menyebabkan pengambilan keputusan yang salah, terutama dalam kondisi kritis (Grieves & Vickers, 2017). Dengan menyederhanakan data teknis menjadi visualisasi yang lebih informatif, *digital twin* berperan dalam meningkatkan pemahaman pengguna terhadap kondisi lingkungan.

Untuk mendukung keterhubungan antara sistem IoT dan dashboard visualisasi, diperlukan platform yang dapat mengintegrasikannya. Data dari sensor IoT disimpan secara otomatis ke penyimpanan *cloud*, sehingga memerlukan sistem visualisasi yang mampu terintegrasi langsung antara data lingkungan dan sistem visualisasi tanpa perlu pemrosesan manual tambahan. Hal ini juga memungkinkan akses informasi dari berbagai perangkat secara jarak jauh, serta mendukung monitoring berkelanjutan yang fleksibel. Penelitian serupa telah diterapkan dalam sistem monitoring IoT berbasis *cloud* untuk mendukung pengolahan dan penyajian data secara *real-time* melalui dashboard digital (Alrubaye et al., 2025; Chong et al., 2023). Pendekatan ini membentuk satu sistem informasi yang terdiri dari komponen akuisisi data dari sensor IoT, penyimpanan otomatis di *cloud*, serta antarmuka visual melalui *dashboard* yang menyajikan informasi secara interaktif. Sistem ini sekaligus berfungsi sebagai alat bantu pengambilan keputusan berbasis data *real-time* yang relevan untuk kebutuhan operasional lapangan.

Meski memiliki potensi yang tinggi, penerapan teknologi mampu memberikan dampak yang positif bahkan di sektor UMKM (Supriadi et al., 2023), namun penerapan di sektor ini memiliki tantangan yaitu adanya keterbatasan dalam hal literasi digital, biaya operasional, dan pengetahuan teknis (Gumbi et al., 2023; Jamalut et al., 2022; Winarno et al., 2025). Oleh karena itu, *dashboard* monitoring

yang dikembangkan harus mempertimbangkan aspek kemudahan penggunaan (*ease of use*) dan biaya agar dapat diadopsi secara berkelanjutan oleh pelaku usaha kecil.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *dashboard digital twin* berbasis IoT yang mampu memvisualisasikan kondisi lingkungan budidaya jamur tiram secara aktual. Solusi ini secara langsung merespons kebutuhan divisi pemeliharaan Budidaya Jamur Tiram Barokah, yang mengalami kesulitan dalam memantau suhu dan kelembapan secara akurat serta menentukan tindakan perawatan yang sesuai. *Dashboard* ini dirancang untuk membantu staf pemeliharaan dalam memantau parameter lingkungan utama seperti suhu dan kelembapan, memantau fase pertumbuhan jamur, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat. Sistem dikembangkan dengan mempertimbangkan keterbatasan pelaku UMKM dari sisi biaya dan kemudahan penggunaan, agar dapat diadopsi secara berkelanjutan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi aplikatif yang mendukung produktivitas usaha kecil dan memperkuat pemanfaatan teknologi dalam praktik pertanian berbasis data.

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, apakah sistem *dashboard digital twin* berbasis IoT yang dikembangkan, dengan dukungan platform visualisasi data berbasis *cloud*, dapat digunakan untuk mendukung proses pemantauan kondisi lingkungan budidaya jamur tiram, menyajikan informasi parameter suhu, kelembapan, fase pertumbuhan yang mudah dipahami, dan rekomendasi aksi untuk mendukung pengambilan keputusan?

I.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *dashboard digital twin* yang terintegrasi dengan sistem *Internet of Things* (IoT), untuk mendukung proses monitoring suhu kelembapan dan fase pertumbuhan dalam lingkungan budidaya jamur tiram, dan memudahkan petani yaitu pemilik dan staf pemeliharaan mengambil keputusan perawatan dengan rekomendasi aksi. Sistem ini dirancang agar mudah digunakan oleh pengguna non-teknis di lapangan, dengan

memberikan visualisasi data yang sederhana namun informatif untuk mendukung pengambilan keputusan yang cepat dan tepat, serta dapat diimplementasikan dengan untuk pelaku usaha kecil dan menengah seperti budidaya jamur tiram.

I.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi UMKM Budidaya Jamur Tiram Barokah, penelitian ini bermanfaat untuk mendukung pengambilan keputusan perawatan budidaya dalam organisasi dengan memberikan informasi suhu dan kelembapan aktual. Selain itu juga memudahkan dalam pemantauan lingkungan budidaya dimana dan kapan saja.
2. Bagi penulis, memberikan kesempatan untuk mengimplementasikan teori-teori yang dipelajari dalam konteks nyata dan memperoleh pengalaman dalam merancang dan melaksanakan penelitian yang terstruktur.
3. Bagi Universitas Telkom, dapat menjadi contoh konkret kontribusi Universitas Telkom dalam pengembangan teknologi pertanian, membangun kerja sama dengan petani lokal dalam meningkatkan produktivitas melalui inovasi digital.
4. Bagi pembaca, dapat memberikan wawasan baru tentang penggunaan teknologi dalam bidang pertanian, diharapkan dapat meningkatkan dan menginspirasi mengenai pentingnya teknologi dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian

I.5 Batasan dan Asumsi Penelitian

Adapun batasan pada penelitian ini berfokus pada perancangan *dashboard* berbasis *digital twin* dengan sumber data dari perangkat IoT, untuk pengawasan budidaya jamur tiram, yang menyajikan informasi terkait suhu, kelembapan, fase pertumbuhan, rekomendasi tindakan serta grafik historis yang dapat membantu pengambilan keputusan. Ruang lingkup penelitian mencakup :

1. Lingkup geografis: implementasi *dashboard* berdasarkan salah satu kumbung pada budidaya jamur tiram Barokah yang berlokasi di Kec. Baleendah, Kab. Bandung, Jawa Barat.
2. Fungsi sistem: sistem hanya mendukung pemantauan suhu, kelembapan, memberikan rekomendasi tindakan berdasarkan data yang dikumpulkan,

menampilkan fase pertumbuhan jamur tiram, dan memberikan grafik historis guna membantu pengambilan keputusan.

3. Integrasi data: platform pengembangan *dashboard* telah mendukung integrasi dari sumber data berbasis *cloud* seperti PostgreSQL, sehingga integrasi data dilakukan langsung dari *data source* ke platform visualisasi.
4. Fase pengembangan: penelitian hanya mencakup proses pengembangan sistem hingga tahap pengujian. Hal ini dikarenakan fokus penelitian hanya pada pengembangan dan evaluasi *dashboard* yang dapat diterima oleh pengguna.
5. Pengguna: sistem dirancang untuk digunakan oleh pelaku UMKM dalam bidang budidaya jamur, sehingga fitur yang dibuat disederhanakan, baik dari desain, akses dan perangkat yang digunakan.

Untuk memudahkan proses pengembangan sistem, terdapat beberapa hal yang diasumsikan. Pertama, kondisi data seperti suhu dan kelembaban yang digunakan bersumber dari perangkat sensor akurat dan terukur dengan baik. Kedua, penelitian mengasumsikan bahwa konektivitas jaringan telah stabil sehingga dapat mendukung pengiriman data *real-time* dari perangkat sensor ke *database*. Ketiga, alat yang digunakan seperti Looker Studio dapat beroperasi tanpa kendala pada data yang diberikan.

Batasan dan asumsi yang telah dipaparkan ditetapkan untuk memastikan bahwa penelitian terarah, realistis dan dapat diselesaikan batas waktu dan sumber daya yang tersedia, serta mempertahankan relevansi penelitian terhadap kebutuhan pengguna.

I.6 Sistematika Laporan

Sistematika penulisan laporan disusun untuk memberikan gambar mengenai isi tugas akhir secara terstruktur. Berikut merupakan uraian dari masing-masing bab:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang permasalahan pada budidaya jamur tiram yang memerlukan adanya pengembangan *dashboard* berbasis *Digital Twin* yang terintegrasi dengan *Internet of Things* untuk melakukan pemantauan suhu dan kelembapan. Selain itu terdapat perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan dan asumsi penelitian serta sistematika laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan dan solusi yang diusulkan seperti jamur tiram, *dashboard*, *Digital Twin*, *Internet of Things* dan Looker Studio. Pada bab ini juga terdapat informasi mengenai pemilihan metode kerangka kerja dan penelitian terdahulu yang relevan dengan permasalahan utama pada penelitian seperti *dashboard* monitoring dan *digital twin*.

BAB III METODE PENYELESAIAN MASALAH

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam pengembangan *dashboard* monitoring berbasis *digital twin* serta langkah-langkah sistematis penyelesaian permasalahan. Selain itu terdapat kerangka berpikir yang mendefinisikan organisasi, teknologi dan hasil penelitian, sistematika penyelesaian masalah, metode pengumpulan data, metode pengembangan produk berdasarkan data yang dikumpulkan, metode evaluasi dan alasan pemilihan metode.

BAB IV PENYELESAIAN PERMASALAHAN

Bab ini menjelaskan proses pengumpulan dan analisis data, perancangan dan pengembangan *dashboard* monitoring berbasis *digital twin*. Pengumpulan dan analisis data dilakukan sesuai dengan metode yang ditetapkan guna mendapatkan informasi untuk keperluan perancangan dan pengembangan *dashboard*. Selanjutnya perancangan mencakup pembuatan diagram dan desain *dashboard*. Bagian akhir dari bab ini yaitu pengembangan sistem, meliputi implementasi *dashboard* sesuai desain yang telah dibuat.

BAB V VALIDASI, ANALISIS HASIL, DAN IMPLIKASI

Bab ini membahas validasi, analisis hasil dan implikasi pengembangan *dashboard* monitoring berbasis *digital twin* untuk pemantauan suhu dan kelembapan pada budidaya jamur tiram. Validasi dilakukan untuk melakukan pengujian sistem terhadap kondisi riil dengan mendapat umpan balik dari pengguna akhir yaitu pemilik dan pekerja budidaya jamur tiram. Selain itu terdapat analisis hasil meliputi analisis dari hasil pengujian. Pada bab ini juga dijelaskan bagaimana implikasi hasil pada kondisi riil dan pengujian secara teknis yang dilakukan pada *dashboard*.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bagian terakhir dari penelitian yang menyajikan kesimpulan dari hasil penelitian yaitu pengembangan *dashboard* monitoring dengan pendekatan *digital twin* untuk melakukan pemantauan suhu dan kelembapan pada budidaya jamur tiram serta saran untuk pengembangan kedepannya.