

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kopi dan kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan komoditas perkebunan unggulan di Indonesia yang memiliki peran penting dalam sektor pertanian dan perekonomian nasional (Kusuma Hati et al., 2025). Kedua tanaman tersebut memiliki nilai ekonomi tinggi serta menjadi bahan baku utama dalam industri pangan dan minuman di pasar global (Tani, 2023). Oleh karena itu, keberlanjutan produksi kopi dan kakao menjadi salah satu faktor penting dalam mendukung stabilitas ekonomi dan daya saing komoditas perkebunan Indonesia di pasar internasional.

Sebagian besar budidaya kopi dan kakao di Indonesia dikelola oleh petani perkebunan rakyat dengan skala usaha yang relatif kecil. Sehingga keberhasilan pengembangan kedua komoditas tersebut sangat bergantung pada kondisi dan kapasitas pengelolaan di tingkat petani. Selain itu, kondisi iklim mikro di tingkat kebun berperan penting dalam menciptakan lingkungan tumbuh yang optimal bagi tanaman. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengelolaan budidaya yang adaptif dan berkelanjutan untuk menjaga stabilitas produksi kopi dan kakao (Nailil et al., 2025).

Namun demikian, pada perkebunan kopi dan kakao diketahui bahwa pengelolaan budidaya hingga saat ini masih belum didukung oleh sistem pemantauan kondisi lingkungan yang akurat dan berkelanjutan. Sebagian besar petani masih mengandalkan metode tradisional dalam memantau kondisi tanaman, sehingga proses pengelolaan kebun cenderung kurang efisien dan tidak berbasis data aktual di lapangan (Ajisaka et al., 2024).

Di sisi lain, pengembangan komoditas kopi dan kakao di Indonesia masih menghadapi berbagai permasalahan di tingkat budidaya yang berdampak pada penurunan dan ketidakstabilan produksi. Salah satu tantangan utama dalam

budidaya kopi adalah tingginya sensitivitas tanaman terhadap perubahan iklim. Peningkatan suhu udara disertai dengan gelombang panas serta pola curah hujan yang tidak menentu dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan dan penurunan produktivitas tanaman. Suhu yang lebih tinggi juga berpotensi mempercepat proses pematangan biji kopi sehingga kualitas dan cita rasa yang dihasilkan cenderung menurun, khususnya pada varietas Arabika yang memiliki tingkat kerentanan lingkungan yang tinggi (Ketaren, 2025). Kondisi serupa juga terjadi pada tanaman kakao, di mana ketidaksesuaian suhu dan kelembapan lingkungan dapat mengganggu proses pembungaan dan pembentukan buah, sehingga berdampak pada penurunan hasil produksi.

Permasalahan tersebut diperparah keterbatasan modal, peralatan, serta akses teknologi menyebabkan petani mengalami kesulitan dalam menerapkan sistem pemantauan dan pengelolaan kebun yang lebih presisi. Selain itu masih dominannya praktik budidaya tradisional dengan keterbatasan pengetahuan teknis, mengakibatkan pengelolaan tanaman belum sepenuhnya didasarkan pada kondisi aktual di lapangan. (Indonesiana, 2025). Hingga saat ini, sebagian besar petani kopi dan kakao belum memiliki sistem monitoring lingkungan yang mampu menyajikan data kondisi tanaman secara real-time dan berkelanjutan sebagai dasar pengambilan keputusan penyiraman.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu sistem pengelolaan budidaya tanaman kopi dan kakao yang mampu mendukung pemantauan kondisi lingkungan secara akurat dan berkelanjutan. Penerapan sistem berbasis *Internet of Things (IoT)* yang terintegrasi dengan aplikasi mobile berbasis Android menjadi salah satu solusi yang dapat digunakan untuk memantau parameter lingkungan tanaman, seperti suhu udara, kelembapan udara, dan kelembapan tanah secara real-time. Informasi yang diperoleh dari sistem monitoring tersebut dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam memberikan peringatan dini serta mendukung pengambilan keputusan penyiraman yang lebih tepat dan efisien sesuai dengan kebutuhan tanaman. Dengan adanya sistem monitoring dan peringatan dini berbasis IoT, potensi peningkatan suhu, ketidakstabilan kelembapan, serta perubahan kondisi lingkungan yang dapat

mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman dapat terdeteksi lebih awal.

Berdasarkan permasalahan dan peluang tersebut, maka pada tugas akhir ini diimplementasikan sebuah sistem monitoring dan peringatan kondisi tanaman kopi dan kakao berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk mendukung efisiensi proses penyiraman. Sistem ini dirancang untuk memantau kondisi lingkungan tanaman secara *real-time*, meliputi suhu udara, kelembapan udara, dan kelembapan tanah, serta memberikan peringatan dini apabila kondisi lingkungan berada di luar batas optimal pertumbuhan tanaman.

Efisiensi proses penyiraman dalam penelitian ini mengacu pada kemampuan sistem untuk melakukan penyiraman sesuai dengan kebutuhan tanaman berdasarkan kondisi kelembapan tanah, kondisi hujan, dan jadwal penyiraman yang telah ditentukan. Dengan mekanisme tersebut, penyiraman yang tidak diperlukan dapat dihindari, penggunaan air menjadi lebih terkontrol, serta waktu dan tenaga yang dibutuhkan untuk melakukan pemantauan maupun penyiraman secara manual dapat dikurangi.

Dengan adanya sistem ini, diharapkan petani dapat memonitor kondisi lingkungan kebun secara berkelanjutan, sehingga membantu pengambilan keputusan penyiraman yang lebih tepat, meningkatkan efektivitas pengelolaan tanaman, serta mendukung produktivitas dan keberlanjutan budidaya tanaman kopi dan kakao.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring kondisi lingkungan tanaman kopi dan kakao berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu memantau suhu udara, kelembapan udara, dan kelembapan tanah secara *real-time*?
2. Bagaimana sistem tersebut dapat memberikan peringatan dini apabila kondisi lingkungan berada di luar batas optimal pertumbuhan tanaman kopi dan kakao?

3. Bagaimana efektivitas sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) dalam mendukung efisiensi proses penyiraman melalui penyiraman berdasarkan kondisi kelembapan tanah, hujan, dan jadwal penyiraman?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari pelaksanaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring kondisi lingkungan tanaman kopi dan kakao berbasis Internet of Things (IoT).
2. Mengembangkan sistem peringatan dini berdasarkan parameter suhu udara, kelembapan udara, dan kelembapan tanah yang tidak sesuai dengan kondisi optimal pertumbuhan tanaman.
3. Meningkatkan efisiensi proses penyiraman tanaman kopi dan kakao melalui pemanfaatan data lingkungan secara real-time sehingga penyiraman dilakukan sesuai kondisi kelembapan tanah, kondisi hujan, dan jadwal yang telah ditentukan.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah:

- 1.4.1 Manfaat bagi Petani Kopi dan Kakao
 - a. Membantu petani dalam memantau kondisi lingkungan kebun kopi dan kakao secara real-time dan berkelanjutan.
 - b. Memberikan informasi suhu udara, kelembapan udara, dan kelembapan tanah secara akurat dan berkelanjutan.
- 1.4.3 Manfaat dalam Efisiensi Pengelolaan Penyiraman
 - a. Mendukung proses penyiraman yang lebih efisien melalui penggunaan air sesuai kebutuhan tanaman serta mengurangi waktu dan tenaga dalam pemantauan maupun penyiraman manual.
 - b. Mendukung pengambilan keputusan penyiraman yang lebih tepat dan efisien berdasarkan kondisi aktual tanaman.
- 1.4.3 Manfaat Akademis dan Pengembangan Teknologi
 - a. Menjadi referensi dan pengembangan teknologi berbasis IoT dalam bidang pertanian, khususnya budidaya tanaman kopi dan kakao.

- b. Menjadi dasar pengembangan teknologi pertanian presisi untuk komoditas kopi dan kakao.

1.5 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini, batasan masalah ditetapkan agar ruang lingkup pembahasan lebih terarah dan tidak melebar. Adapun batasan masalah sebagai berikut:

1. Sistem yang dikembangkan berfokus pada pemantauan suhu udara, kelembapan udara, dan kelembapan tanah yang mendukung budidaya tanaman kopi dan kakao, dengan pengujian sistem dilakukan pada tanaman kopi.
2. Proses penyiraman yang dibahas terbatas pada pengendalian berdasarkan kondisi lingkungan tanpa mempertimbangkan faktor pemupukan atau pengendalian hama dan penyakit.
3. Implementasi sistem dilakukan pada skala prototipe dan belum mencakup penerapan pada skala industri atau perkebunan besar.
4. Efisiensi proses penyiraman pada penelitian ini dibatasi pada kemampuan sistem dalam mengoptimalkan waktu pelaksanaan penyiraman serta penggunaan air berdasarkan kondisi kelembapan tanah, kondisi hujan, dan jadwal penyiraman, tanpa melakukan pengukuran kuantitatif terhadap volume air atau biaya operasional yang dihemat.
5. Sistem bergantung pada koneksi internet untuk komunikasi antara ESP32, server, dan aplikasi Android. Ketika koneksi internet terputus, proses pengiriman data sensor, monitoring secara real-time, dan pengendalian pompa melalui aplikasi tidak dapat dilakukan hingga koneksi internet kembali normal.