

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesatnya urbanisasi di Indonesia telah menyebabkan keterbatasan lahan untuk budidaya tanaman, terutama di wilayah perkotaan. Dalam konteks ini, urban farming muncul sebagai solusi inovatif untuk memenuhi kebutuhan pangan sekaligus mendukung gaya hidup berkelanjutan. *Urban farming* tidak hanya meningkatkan ketahanan pangan lokal, tetapi juga mengurangi ketergantungan pada pasokan pangan dari luar kota dan mendukung ekonomi lokal melalui penjualan hasil panen (Suwandi et al., 2020). Salah satu tanaman yang populer dalam *urban farming* adalah tomat ceri, yang memiliki nilai ekonomi tinggi, perawatan relatif mudah, dan cocok ditanam pada media tanah. Tomat ceri digemari karena ukurannya yang kecil, rasa manis, serta fleksibilitasnya untuk dikonsumsi langsung atau sebagai pelengkap hidangan (Kusumiyati et al., 2023). Media tanah menjadi pilihan utama bagi penghobi tanaman di perkotaan karena biayanya terjangkau dan mudah diterapkan tanpa peralatan khusus (Suwandi et al., 2020). Oleh karena itu, urban farming menjadi alternatif yang menjanjikan untuk mendukung ketahanan pangan di tengah keterbatasan ruang.

Pelaku *urban farming* di perkotaan, yang sering memiliki rutinitas harian padat, menghadapi tantangan dalam merawat tanaman secara konsisten. Penyiraman dan pemberian nutrisi yang tidak teratur dapat menghambat pertumbuhan tomat ceri, yang membutuhkan kelembaban tanah 60–80% dan suhu lingkungan 25–28°C (Fadlil & Yuliana, 2022). Nutrisi yang seimbang, seperti nitrogen dan kalium, juga penting untuk mendukung pembentukan buah dan ketahanan tanaman terhadap stres lingkungan (Kartika et al., 2013). Kekurangan air menyebabkan tanaman layu, sedangkan penyiraman berlebihan meningkatkan risiko pembusukan akar dan serangan patogen, sehingga menurunkan kualitas dan kuantitas panen (Gashari et al., 2021). Kelembaban tanah yang stabil mendukung penyerapan nutrisi dan aktivitas fisiologis tanaman, seperti fotosintesis dan perkembangan buah, sementara fluktuasi kelembaban dapat mengurangi hasil panen hingga 20–30% (Tu et al., 2010; Kartika et al., 2013). Pemantauan kelembaban tanah secara manual kurang praktis bagi petani perkotaan dengan

waktu terbatas, menyebabkan pemborosan air atau penurunan produktivitas. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan solusi teknologi yang efisien dan praktis.

Teknologi Internet of Things (IoT) dalam pertanian cerdas menawarkan solusi untuk tantangan urban farming dengan memungkinkan pemantauan dan pengendalian kondisi lingkungan secara *real-time* melalui perangkat pintar, seperti smartphone (Gonzalez-Amarillo et al., 2018). Contohnya, sensor kelembaban tanah dan aktuator penyiraman otomatis dapat diintegrasikan untuk menjaga kondisi tanah yang optimal (Yudo Setyawan & Marjunus, 2024). Sistem penyiraman otomatis berbasis IoT meningkatkan efisiensi penggunaan air dan nutrisi pada budidaya tanaman, termasuk dalam skala kecil seperti urban farming. Dengan sistem ini, pelaku urban farming dapat mengelola kebutuhan tanaman tanpa pemantauan manual yang memakan waktu. Pendekatan ini memungkinkan optimalisasi sumber daya dan meningkatkan produktivitas tanaman.

Sistem berbasis IoT memberikan manfaat signifikan bagi pelaku urban farming. Pertama, sistem ini memudahkan perawatan tanaman secara efisien meskipun dengan jadwal padat. Kedua, teknologi ini mendukung produksi panen yang konsisten dan berkualitas untuk konsumsi pribadi atau pendapatan sampingan. Ketiga, *urban farming* berbasis IoT dapat memperkuat ikatan komunitas melalui kegiatan berkebun, seperti lokakarya pertanian perkotaan, dan mempromosikan gaya hidup sehat dengan konsumsi pangan organik (Sari & Santosa, 2023). Selain itu, budidaya dengan IoT mendukung pengurangan emisi karbon dan perluasan ruang hijau di perkotaan. Manfaat ini menjadikan IoT sebagai alat strategis untuk mendukung *urban farming* yang berkelanjutan.

Meskipun teknologi IoT telah diterapkan dalam pertanian di Indonesia, penelitian tentang sistem monitoring dan penyiraman otomatis untuk tomat ceri pada skala pertanian perkotaan masih terbatas, terutama untuk kebutuhan pelaku *urban farming* (Dewanto et al., 2024). Sebagian besar studi sebelumnya berfokus pada pertanian skala besar atau tanaman komersial, sehingga kurang relevan dengan kebutuhan petani urban yang memiliki keterbatasan lahan, sumber daya, dan akses terhadap teknologi canggih. Selain itu, kurangnya pelatihan teknologi dan biaya awal yang tinggi menjadi hambatan utama dalam adopsi IoT di kalangan petani perkotaan. Oleh karena itu, pengembangan prototipe sistem monitoring penyiraman

dan pemberian nutrisi otomatis berbasis IoT menjadi langkah strategis untuk mendukung *urban farming* di kalangan petani perkotaan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji prototipe sistem berbasis IoT yang dapat memantau kelembaban tanah, suhu, dan kebutuhan nutrisi tanaman tomat ceri secara otomatis. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi perawatan dan produktivitas tanaman di lingkungan perkotaan. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat mendukung pelaku *urban farming* dalam menerapkan pertanian cerdas, mempromosikan pola hidup sehat, dan memperluas akses budidaya tanaman di perkotaan. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan model pertanian perkotaan yang efisien, ramah lingkungan, dan mendukung ketahanan pangan nasional.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disampaikan, maka permasalahan yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Keterbatasan waktu dan pengetahuan pelaku *urban farming* untuk melakukan penyiraman dan pemberian nutrisi secara teratur pada tanaman tomat ceri.
2. Proses pemantauan kelembaban tanah dan kondisi lingkungan secara manual tidak efisien dan berpotensi menyebabkan kekurangan atau kelebihan penyiraman.
3. Belum tersedia sistem otomatis berbasis IoT yang mampu memantau kondisi tanah dan lingkungan sekaligus mengendalikan penyiraman serta pemberian nutrisi secara terjadwal untuk skala *urban farming*.

1.3 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penelitian dan menghindari pembahasan yang terlalu luas, penelitian ini memiliki batasan sebagai berikut:

1. Penelitian hanya difokuskan pada perancangan dan implementasi prototipe sistem monitoring serta otomatisasi penyiraman dan pemberian nutrisi pada tanaman tomat ceri (*Solanum lycopersicum var. cerasiforme*) berbasis *Internet of Things* (IoT).

2. Parameter yang dipantau terbatas pada kelembaban tanah, suhu, dan kelembaban udara, tanpa mencakup faktor lingkungan lain seperti intensitas cahaya atau pH tanah.
3. Pemberian nutrisi diatur secara otomatis menggunakan jadwal yang telah ditentukan, bukan berdasarkan analisis kadar nutrisi dalam tanah.
4. Penelitian hanya dilakukan untuk skala kecil, tidak mencakup pertanian skala besar.
5. Pengujian dilakukan untuk memverifikasi kinerja sistem (fungsi sensor, aktuator, dan konektivitas), tanpa melakukan perbandingan dengan metode manual.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang prototipe sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk memantau kelembaban tanah dan mengendalikan penyiraman serta pemberian nutrisi otomatis pada tanaman tomat ceri?
2. Bagaimana mengintegrasikan sensor dan aktuator agar sistem dapat bekerja secara otomatis sesuai parameter yang ditentukan?
3. Bagaimana kinerja prototipe sistem dalam menjalankan fungsi monitoring dan otomatisasi penyiraman serta pemberian nutrisi berdasarkan data sensor dan jadwal yang telah ditentukan.

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah, identifikasi masalah, batasan masalah, dan rumusan masalah, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan prototipe sistem berbasis IoT untuk memantau kelembaban tanah dan mengendalikan penyiraman serta pemberian nutrisi tanaman tomat ceri.
2. Mengintegrasikan sensor kelembaban tanah, suhu, dan aktuator pompa air serta nutrisi dengan mikrokontroler ESP32 untuk menghasilkan sistem yang responsif dan efisien.

3. Menguji kinerja sistem dalam menjalankan fungsi monitoring real-time dan otomatisasi penyiraman serta pemberian nutrisi sesuai parameter yang ditentukan. Mengevaluasi kinerja prototipe sistem IoT dalam memaksimalkan penggunaan air penyiraman pada budidaya tomat ceri skala kecil

1.6 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, dan tujuan penelitian, manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan solusi teknologi berbasis IoT untuk memantau dan mengendalikan kelembaban tanah, suhu, dan nutrisi pada tomat ceri, sehingga membantu perawatan tanam di perkotaan dengan lahan terbatas.
2. Meningkatkan kualitas tomat ceri melalui otomatisasi penyiraman dan pemberian nutrisi.
3. Menyediakan referensi akademis tentang penerapan teknologi IoT dalam *urban farming* skala kecil, yang dapat digunakan sebagai dasar untuk penelitian lanjutan di bidang pertanian cerdas.
4. Mendorong adopsi teknologi IoT yang praktis dan terjangkau di kalangan petani urban, dengan mengidentifikasi kendala teknis dan operasional untuk pengembangan solusi yang lebih mudah diakses.
5. Mendukung gaya hidup berkelanjutan di perkotaan melalui *urban farming* berbasis IoT, yang berkontribusi pada pengurangan emisi karbon, perluasan ruang hijau, dan promosi konsumsi pangan organik.