

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi di era digital semakin pesat dan memberikan berbagai manfaat dalam berbagai sektor, termasuk sektor pertanian. Terobosan teknologi saat ini, khususnya *Internet of Things* (IoT), telah membuka peluang baru dalam modernisasi agrikultur. Teknologi ini memfasilitasi penggabungan perangkat pintar untuk mengelola irigasi otomatis serta memantau parameter lingkungan lahan secara langsung (*real-time*) [1]. Dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT), proses pertanian dapat dilakukan dengan lebih efisien, mengurangi pemborosan sumber daya [2]. *Internet of Things* (IoT) merupakan konsep yang menghubungkan berbagai perangkat elektronik melalui jaringan internet, memungkinkan perangkat tersebut untuk saling berkomunikasi dan berbagi data tanpa intervensi manusia secara langsung [3]. Dengan semakin berkembangnya teknologi *Internet of Things* (IoT), para petani kini dapat mengontrol berbagai aspek pertanian hanya melalui perangkat berbasis web. Implementasi *Internet of Things* (IoT) dalam sektor pertanian tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga mengurangi biaya operasional [4].

Tanaman tomat merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan banyak dibudidayakan di berbagai daerah. Namun, produktivitas tanaman tomat sangat bergantung pada kondisi lingkungan, terutama tingkat kelembapan tanah [5]. Agar dapat mencapai fase pertumbuhan yang ideal, tanaman tomat memerlukan kondisi tanah dengan tingkat kelembapan spesifik, yaitu harus dijaga dalam rentang 60% sampai dengan 80% [6]. Jika kelembapan terlalu rendah, tanaman akan mengalami stres air yang menghambat pertumbuhan, sedangkan jika kelembapan terlalu tinggi, akar tanaman dapat mengalami pembusukan [7]. Selain itu, Tanaman tomat memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap tingkat keasaman (pH) tanah, di mana kondisi pH ideal berada pada kisaran 6.0 hingga 6.8 untuk menjamin optimalisasi penyerapan nutrisi. Sejalan dengan temuan [8], rentang pH tersebut sangat krusial karena penyimpangan kondisi tanah yang terlalu asam atau terlalu basa dapat

mengganggu proses penyerapan unsur hara, menghambat pertumbuhan, serta meningkatkan kerentanan tanaman terhadap patogen tular tanah. Oleh karena itu, pengelolaan sistem penyiraman dan pemantauan kualitas tanah yang tepat krusial untuk menjaga produktivitas tanaman tomat [9]. Namun demikian, kebanyakan sistem *Internet of Things* (IoT) yang telah dikembangkan di bidang pertanian masih berfokus hanya pada satu parameter seperti kelembapan tanah, dan belum menggabungkan pemantauan pH secara bersamaan dalam satu sistem terpadu yang mendukung aksi otomatis maupun notifikasi instan.

Teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam pertanian telah digunakan untuk berbagai keperluan seperti monitoring kondisi lingkungan, sistem irigasi otomatis, pengendalian suhu dan kelembapan, serta pemantauan pertumbuhan tanaman [10]. *Internet of Things* (IoT) memungkinkan penggunaan sensor yang dapat mendeteksi berbagai parameter lingkungan seperti suhu, kelembapan tanah, kelembapan udara, dan intensitas Cahaya. Data yang diperoleh dari sensor ini dikirimkan ke sistem berbasis cloud atau server yang dapat diakses melalui aplikasi web atau mobile, sehingga petani dapat melakukan pemantauan dan pengambilan keputusan secara lebih akurat dan efisien [11]. Dalam sistem penyiraman otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT), sensor kelembapan tanah dipasang di area perkebunan untuk mengukur kadar air di dalam tanah. Sensor ini akan mengirimkan data ke *mikrokontroler* seperti ESP32 yang kemudian memproses informasi tersebut. Jika kelembapan tanah berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan (di bawah 60%), sistem akan secara otomatis mengaktifkan pompa air untuk melakukan penyiraman. Sebaliknya, jika kelembapan tanah berada dalam kisaran optimal (di atas 80%), sistem akan menonaktifkan penyiraman [12]. Selain sensor kelembapan, sistem juga dapat dilengkapi dengan sensor pH tanah untuk memantau tingkat keasaman. Sensor ini akan membaca nilai pH tanah secara berkala dan mengirimkan data ke server. Jika nilai pH tanah berada di luar batas optimal, maka sistem akan memberikan notifikasi kepada petani agar dapat dilakukan tindakan korektif, seperti penambahan kapur dolomit atau bahan organik untuk menyesuaikan pH [13]. Hingga saat ini, masih sangat terbatas sistem *Internet of Things* (IoT) berbasis *website* dan notifikasi *WhatsApp* yang mampu memantau kedua

parameter (kelembapan dan pH) secara *real-time* dan komprehensif, khususnya pada budidaya tomat di wilayah Kelurahan Dadaprejo.

Sebagai pembeda dari penelitian-penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem penyiraman otomatis dan monitoring terpadu yang tidak hanya berfokus pada kontrol kelembapan tanah, tetapi juga mengintegrasikan pemantauan pH tanah secara *real-time*. Penerapan mekanisme *Human-in-the-Loop* melalui notifikasi aktif WhatsApp difungsikan sebagai sistem peringatan dini (*Early Warning System*) yang memberikan instruksi spesifik kepada petani saat terjadi anomali pH, sehingga penanganan manual dapat dilakukan secara presisi sebelum tanaman mengalami kerusakan. Selain itu, sistem ini menerapkan arsitektur *server* berbasis protokol HTTP yang memungkinkan akses data tanpa batasan geografis, berbeda dengan sistem terdahulu yang mayoritas masih terbatas pada jaringan lokal (LAN) atau koneksi *Bluetooth*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem penyiraman otomatis berbasis Internet of Things (IoT) pada tanaman tomat?
2. Bagaimana merancang dan membangun sistem monitoring kelembapan dan pH tanah berbasis IoT?
3. Bagaimana sistem ini dapat memberikan notifikasi secara real-time melalui website dan WhatsApp?"

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan membangun sistem penyiraman otomatis berbasis IoT pada tanaman tomat.
2. Merancang dan membangun sistem monitoring kelembapan dan pH tanah berbasis IoT.
3. Membuat sistem monitoring berbasis website yang terintegrasi dengan notifikasi WhatsApp."

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya menggunakan sensor kelembapan tanah dan sensor pH tanah untuk mendeteksi kondisi tanah pada tanaman tomat.
2. Penelitian ini hanya menggunakan mikrokontroler ESP32, platform website, dan bot WhatsApp untuk monitoring.
3. Penelitian hanya membuat alat dalam versi prototipe.
4. Tempat dan percobaan alat dalam penelitian ini dilakukan di Perkebunan Pak Bari.
5. Komunikasi jaringan internet dari ESP32 ke website Menerapkan protokol HTTP.
6. Penelitian ini melakukan pengujian fungsionalitas alat dalam jangka waktu terbatas dan tidak mengevaluasi dampak jangka panjang terhadap pertumbuhan tomat.
7. Sistem hanya melakukan *monitoring* dan memberikan peringatan dini (notifikasi) jika nilai pH tanah tidak ideal. Tindakan koreksi pH (seperti pemberian kapur atau belerang) dilakukan secara manual oleh petani, bukan secara otomatis oleh sistem.