

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hidroponik merupakan metode budidaya tanaman tanpa tanah yang mengandalkan media *inert* dan larutan nutrisi untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman. Sistem ini unggul dalam kebersihan, pengendalian hama, serta produktivitas dibandingkan pertanian konvensional. Kultur seperti *Nutrient Film Technique (NFT)* dan *aeroponik* memungkinkan budidaya di lahan terbuka maupun ruang sempit seperti apartemen (Zirrazaq dkk., 2023). Lahan terbatas dapat dimanfaatkan untuk menanam sayuran segar bernilai ekonomi tinggi, dengan selada sebagai pilihan utama karena permintaannya tinggi. Sebanyak 65% peserta pelatihan hidroponik rumah tangga lebih memilih selada dibanding bayam dan kangkung karena lebih mudah dijual dan sesuai pasar *online* serta restoran (Razita Hariani dkk., 2024). Konsumsi selada populer di kalangan masyarakat *urban* sebagai sayuran segar (Wiastari & Sujaya, 2021). Tanaman ini mampu menghasilkan panen hingga 28% lebih tinggi dibandingkan sayuran daun lain dengan nutrisi optimal (Ginandjar dkk., 2021). Sistem hidroponik juga menghemat air hingga 90% dibandingkan metode konvensional (Meriaty, 2021).

Salah satu tanaman yang paling umum dibudidayakan dalam sistem hidroponik adalah selada (*Lactuca sativa L.*). Tanaman ini tumbuh baik di kondisi terkontrol, sehingga dapat membantu meningkatkan hasil panen (Zahra dkk., 2023). Budidaya selada hidroponik juga membatasi serangan hama yang dapat merusak hasil dan kualitas tanaman. Petani juga dapat mempercepat waktu panen, biasanya 6 minggu setelah ditanam, dan ini memperbolehkan frekuensi panen yang lebih cepat dan hasil yang lebih banyak (Meriaty, 2021).

Sistem hidroponik menawarkan banyak keunggulan, namun dihadapkan pada tantangan krusial, yakni *presisi* dalam *monitoring* dan pengelolaan nutrisi. Ketidakseimbangan nutrisi bukan sekadar isu teknis, melainkan permasalahan fundamental yang dapat secara drastis menggagalkan potensi pertumbuhan dan

produktivitas tanaman. Perubahan tingkat *ion* yang dinamis dalam larutan nutrisi, jika tidak dikelola secara akurat dan cepat, dapat mengakibatkan kondisi *defisiensi* maupun *toksitas*, yang berujung pada penurunan kesehatan dan kualitas tanaman (Amanda dkk., 2023). Ketergantungan pada pemantauan *manual* dan penyesuaian periodik seringkali kurang responsif terhadap perubahan cepat dan rentan terhadap *human error*, sehingga sulit mencapai kondisi optimal secara konsisten. Kondisi inilah yang mendasari kebutuhan mendesak akan sebuah sistem yang mampu mengatasi kerentanan ini, meminimalkan risiko ketidakseimbangan nutrisi, dan mengamankan keberhasilan budidaya hidroponik (Handryani dkk., 2021).

Penggunaan *Internet of Things (IoT)* dalam budidaya hidroponik merupakan solusi potensial untuk mengatasi masalah ketidakseimbangan nutrisi yang sering menghambat pertumbuhan tanaman. Beberapa penelitian telah mengembangkan sistem monitoring dan kontrol otomatis berbasis *ESP32* dengan sensor *Total Dissolved Solids (TDS)* dan pH untuk memantau serta mengatur kondisi larutan secara *real-time* (Iswanda dkk., 2022). Penggunaan aplikasi *mobile* telah mempermudah petani dalam mengakses dan mengendalikan sistem dari jarak jauh (Khairani & Prawiroredjo, 2024). Sistem penyimpanan data menggunakan *cloud* berbasis *Firebase* memungkinkan akses data sensor dari berbagai perangkat yang terhubung ke internet (Mulia, 2024). Pendekatan pengambilan keputusan berbasis kecerdasan buatan juga telah diterapkan melalui algoritma *forward chaining*, yang berfungsi menyaring data dari sensor untuk memberikan rekomendasi penyesuaian nutrisi secara adaptif (Ramadhan dkk., 2021).

Pendekatan pada penelitian sebelumnya masih cenderung parsial dan belum menggabungkan fungsi monitoring, kontrol, serta pengambilan keputusan dalam satu sistem yang utuh. Metode *rule-based* konvensional hanya menjalankan aturan *IF-THEN* berdasarkan kecocokan fakta secara langsung, sehingga kurang mampu menangani perubahan antar parameter yang bersifat dinamis dan *real-time*. Metode *forward chaining* dipilih karena menggunakan mekanisme inferensi berbasis data (*data-driven*), yang memulai proses dari fakta awal berupa data sensor, lalu menelusuri aturan secara bertahap hingga menghasilkan keputusan yang paling sesuai. Pendekatan

ini membuat sistem lebih responsif terhadap perubahan nilai pH dan TDS secara adaptif, fleksibel, dan presisi, sehingga lebih cocok digunakan pada lingkungan hidroponik yang dinamis (Sakti & Thoriq, 2021).

Berdasarkan kekurangan dari penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem otomatis berbasis *IoT* yang mampu memantau dan mengatur keseimbangan nutrisi pada budidaya hidroponik secara *real-time*. Sistem akan memanfaatkan sensor pH dan TDS untuk memperoleh data aktual larutan, kemudian mengaktifkan aktuator secara otomatis guna menambahkan larutan nutrisi atau menyeimbangkan pH sesuai kebutuhan. Keputusan sistem dikendalikan oleh algoritma *forward chaining* yang dirancang untuk menyesuaikan kondisi larutan terhadap nilai optimal secara responsif. Seluruh sistem terhubung dengan aplikasi *mobile* sebagai antarmuka pengguna dan menggunakan *cloud Firebase* untuk mendukung akses data secara daring. Pendekatan ini, sistem diharapkan mampu meningkatkan pengelolaan nutrisi dalam budidaya hidroponik secara presisi dan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan utama dalam sistem *monitoring* dan kontrol nutrisi pada tanaman selada hidroponik. Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana sistem *monitoring* dan kontrol kadar nutrisi pada hidroponik dapat diotomatisasi menggunakan *Internet of Things (IoT)*?
2. Bagaimana penerapan algoritma *forward chaining* dalam sistem kontrol otomatis dapat meningkatkan akurasi dalam menjaga keseimbangan nutrisi hidroponik?
3. Bagaimana merancang dan mengintegrasikan sistem *monitoring* dan kontrol kadar nutrisi hidroponik ke dalam aplikasi *mobile* berbasis *cloud* menggunakan *Firebase* secara *real-time*?

1.3 Tujuan

Tujuan dari pembuatan *Internet of Things (IoT)* untuk Sistem *Monitoring* dan Kontrol Nutrisi pada Tanaman Selada Hidroponik adalah sebagai berikut.

1. Merancang sistem berbasis IoT yang dapat memantau kadar pH dan TDS dalam larutan nutrisi hidroponik menggunakan sensor dan mengontrol penambahan larutan nutrisi dan pH dengan aktuatuor secara otomatis.
2. Menerapkan algoritma *forward chaining* dalam sistem kontrol untuk mengoptimalkan pemberian nutrisi secara adaptif sesuai dengan kondisi *real-time* larutan hidroponik.
3. Merancang dan mengintegrasikan sistem *monitoring* dan kontrol kadar nutrisi hidroponik ke dalam aplikasi *mobile* berbasis *cloud* menggunakan *Firebase* secara *real-time*.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Membantu petani hidroponik dalam mengontrol keseimbangan nutrisi secara otomatis melalui sistem IoT yang terintegrasi dengan aplikasi *mobile*, sehingga meningkatkan produktivitas tanaman, efisiensi waktu, serta mendukung pertanian yang lebih modern dan ramah lingkungan.
2. Menambah wawasan dalam bidang pertanian cerdas(*smart agriculture*), khususnya dalam penerapan IoT pada sistem hidroponik, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya terkait teknologi pertanian berbasis IoT.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan fokus, terdapat beberapa batasan masalah yang ditetapkan dalam perancangan sistem *monitoring* dan kontrol nutrisi hidroponik berbasis IoT ini, yaitu.

1. Jenis tanaman yang digunakan dalam penelitian ini hanya selada (*Lactuca sativa L.*) dengan sistem hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT).
2. Parameter nutrisi yang dipantau terbatas pada kadar pH dan *Total Dissolved Solids* (TDS) dalam larutan hidroponik, tanpa mempertimbangkan parameter lingkungan lain seperti suhu dan kelembaban udara.

3. Algoritma *forward chaining* yang diterapkan hanya digunakan untuk pengaturan pemberian larutan nutrisi dan pH, tanpa melibatkan optimasi lebih lanjut berbasis kecerdasan buatan.
4. Aplikasi yang dikembangkan berbasis *mobile* hanya digunakan untuk *monitoring* dan kontrol sistem, tanpa fitur tambahan seperti analisis prediktif atau pemrosesan data lebih lanjut.
5. Sistem ini menggunakan *Firebase Cloud* hanya sebagai media penyimpanan data sensor pH dan TDS secara *real-time* dan sebagai penghubung antara mikrokontroler (ESP32) dan aplikasi *mobile*.
6. Jangkauan komunikasi sistem berbasis IoT ini dibatasi pada jaringan Wi-Fi, sehingga tidak menggunakan teknologi jaringan lain seperti LoRa atau GSM.