

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman cabai (*Capsicum annuum L.*) merupakan komoditas hortikultura strategis yang memiliki nilai ekonomi tinggi di Indonesia. Di wilayah Provinsi Riau, pengembangan budidaya cabai banyak dilakukan di lahan gambut karena ketersediaan lahan yang luas. Namun, lahan gambut memiliki kendala kimia yang kompleks, terutama tingkat keasaman yang sangat tinggi dengan *pH* tanah rata-rata hanya berkisar 4,04 [1]. Kondisi tanah yang masam ini mengharuskan adanya perbaikan kualitas melalui pemberian pupuk kandang dan unsur hara tambahan guna menstabilkan kondisi media tanam sebelum proses budidaya dilakukan agar akar tanaman dapat tumbuh dengan optimal [2].

Proses pencampuran pupuk dan bahan penetral ke dalam tanah gambut sangat krusial karena efektivitas bahan tersebut sangat bergantung pada tingkat homogenitas campuran. Jika proses pengadukan tidak merata, akan terjadi penumpukan zat hara pada titik tertentu yang dapat menyebabkan pembusukan akar pada bibit cabai, sementara bagian tanah lainnya tetap kekurangan nutrisi [3]. Oleh karena itu, diperlukan standarisasi dalam mekanisme pencampuran guna mencapai target produksi yang lebih baik dan konsisten dibandingkan metode konvensional [4]. Distribusi hara yang homogen merupakan langkah krusial untuk memastikan setiap tanaman menerima asupan nutrisi yang merata, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman cabai yang optimal.

Kondisi Lapangan saat ini, menunjukkan bahwa petani cabai di lahan gambut masih melakukan pelarutan pupuk *NPK* dan Kapur Dolomit secara manual menggunakan alat sederhana di dalam wadah penampungan. Metode manual memiliki keterbatasan berupa hasil adukan yang tidak konsisten, memakan waktu pengerjaan yang lama, serta memberikan beban kerja fisik yang berat bagi petani [5]. Di sisi lain, tren teknologi pertanian saat ini mulai mengarah pada penggunaan sistem otomatisasi guna mempermudah petani dalam pengolahan lahan pertanian

sehingga lebih efisien secara waktu dan tenaga [6]. Pentingnya otomatisasi ini didukung oleh penelitian Fakhruddin dkk. (2025) yang membuktikan bahwa penggunaan mesin pengaduk otomatis mampu meningkatkan konsistensi hasil adukan dan produktivitas secara signifikan dibandingkan metode manual [4]. Selain itu, studi dari Yuslinawari (2021) juga menegaskan bahwa mekanisme pengadukan mekanis dengan durasi yang terkontrol sangat menentukan homogenitas distribusi nutrisi pada media tanam [3]. Berdasarkan landasan tersebut, kebutuhan akan alat bantu mekanis yang stabil menjadi solusi mutlak untuk mencapai kualitas media tanam yang terukur.

Solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menerapkan teknologi sistem kendali otomatis berbasis mikrokontroler. Penggunaan ESP32 menjadi pilihan ideal karena memiliki performa tinggi serta fitur konektivitas nirkabel yang handal untuk mendukung otomatisasi pengomposan dan pengadukan media [7].

Mengingat material tanah gambut yang padat dan berserat, sistem pengaduk memerlukan tenaga putar (torsi) yang besar dan stabil. Implementasi *driver motor* BTS7960 menjadi komponen kritis dalam perancangan ini. Keandalan komponen ini didukung oleh penelitian Amin (2024) yang mengimplementasikan *driver* BTS7960 pada prototipe alat pengolah tanah berbasis IoT. Penelitian tersebut membuktikan bahwa BTS7960 mampu menangani arus tinggi dan menjaga kestabilan motor saat menghadapi hambatan beban fisik dari media tanah, karakteristik yang sangat krusial untuk diterapkan pada *mixer* pupuk [8].

Dalam penerapannya, penentuan takaran dan jenis perlakuan tanah seringkali membutuhkan analisis pakar yang kompleks. Oleh karena itu, sistem *mixer* otomatis ini dirancang untuk bekerja secara terintegrasi dengan sistem rekomendasi pemupukan portabel mitra penelitian. Sistem *mixer* akan bertindak sebagai unit eksekusi yang menerima data instruksi dosis secara nirkabel, sehingga proses pengadukan dapat berjalan otomatis menyesuaikan dengan karakteristik beban material yang direkomendasikan tanpa perlu pengaturan manual oleh petani.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian Tugas Akhir dengan judul "Prototipe sistem otomasi *mixer* pupuk tanaman cabai pada

tanah gambut berbasis ESP32". Penelitian ini difokuskan pada perancangan mekanisme *mixer* otomatis yang mampu menghasilkan campuran media tanam yang homogen secara efektif untuk mengurangi risiko gagal panen. Melalui inovasi ini, diharapkan petani dapat melakukan persiapan media tanam dengan lebih terstruktur dan terukur melalui pemanfaatan teknologi informasi di bidang pertanian cerdas.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang bangun prototipe *mixer* otomatis berbasis ESP32 yang mampu mengolah data rekomendasi pemupukan yang diterima melalui komunikasi *Bluetooth Serial* dari aplikasi mitra untuk mengendalikan kecepatan dan torsi *Motor DC Gearbox* dengan *driver* BTS7960 sesuai kebutuhan media tanam.
2. Bagaimana membangun sistem *monitoring* berbasis *web* Vue.js yang terintegrasi dengan *database MySQL* untuk menampilkan status alat dan menyimpan riwayat aktivitas pengadukan secara *real-time*.

1.3 Batasan Masalah

1. Unit kendali utama yang digunakan adalah mikrokontroler ESP32 dan motor penggerak menggunakan *Motor DC Gearbox* 12V dengan *driver* BTS7960 sebagai pengatur daya tinggi.
2. Berdasarkan observasi lapangan, Prototipe ini berfungsi sebagai *mixer* pupuk di dalam wadah untuk menggantikan cara manual. Pencampuran media tanam hanya dengan skala wadah kapasitas 5 liter.
3. Sistem tidak menggunakan sensor fisik mandiri, melainkan diperoleh dari data mentah dan rekomendasi dosis melalui komunikasi *Bluetooth Serial* dari sistem mitra sebagai acuan penentuan mode pengadukan
4. Sistem pemantauan dan penyimpanan riwayat beroperasi pada jaringan lokal dengan akses terbatas tanpa koneksi *internet* publik.

5. Prototipe ini belum dilengkapi dengan pelindung *waterproof* standar industri, sehingga pengoperasian harus dilakukan di area yang kering atau terlindung dari hujan.

1.4 Tujuan

1. Merancang dan membangun prototipe sistem *mixer* pupuk otomatis yang mampu menerima data rekomendasi dosis pemupukan secara nirkabel melalui dari aplikasi *mobile* mitra untuk membantu petani dalam menyiapkan media tanam cabai secara efisien.
2. Menerapkan sistem kendali kecepatan motor otomatis guna menghasilkan campuran pupuk yang rata.
3. Mengimplementasikan algoritma kontrol pada ESP32 yang dapat menyesuaikan durasi dan kecepatan pengadukan secara otomatis berdasarkan berat dosis yang direkomendasikan dari sistem mitra.
4. Membangun antarmuka *monitoring* berbasis *web* yang dilengkapi dengan fitur *login* dan penyimpanan riwayat aktivitas ke *database MySQL*.

1.5 Manfaat

1. Meningkatkan efisiensi proses netralisasi *pH* tanah gambut melalui mekanisme pengadukan otomatis yang homogen, sehingga mengurangi ketergantungan pada tenaga fisik manual.
2. Memberikan alternatif solusi teknologi pertanian di area yang sulit sinyal *internet*, dengan memanfaatkan kombinasi koneksi *Bluetooth* dan *WiFi* agar sistem kendali dan pemantauan tetap dapat berjalan secara digital
3. Sebagai sarana implementasi ilmu mikrokontroler, komunikasi data serial, dan pemrograman *web* dalam menciptakan solusi teknis yang relevan dengan permasalahan nyata di sektor pertanian.