

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian merupakan sektor yang sangat penting bagi ekonomi Indonesia, dengan cabai merah sebagai salah satu komoditas strategis yang paling banyak dibutuhkan masyarakat. Meskipun memiliki nilai ekonomis tinggi, budidaya cabai merah memiliki risiko kegagalan yang besar, terutama pada fase awal pertumbuhan. Karena permintaan pasar yang selalu tinggi, petani dituntut untuk memaksimalkan hasil panen. Namun, keberhasilan panen ini sangat ditentukan oleh kualitas pertumbuhan pada fase *vegetatif* yaitu masa pertumbuhan akar, batang, dan daun. Tanaman cabai dikenal sangat peka terhadap ketersediaan unsur hara yakni *Nitrogen*, *Fosfor*, dan *Kalium* serta kondisi tanah, di mana kesalahan penanganan pada fase awal ini dapat menyebabkan tanaman kerdil, rentan penyakit, atau bahkan mati sebelum memasuki masa pembuahan.

Kondisi di lapangan menunjukkan bahwa praktik pemupukan tanaman cabai oleh sebagian petani masih didasarkan pada pengalaman dan kebiasaan turun-temurun tanpa pengukuran presisi. Pendekatan konvensional ini sering kali mengabaikan kondisi aktual tanah, padahal fase vegetatif membutuhkan takaran unsur hara, khususnya *Nitrogen* (N), yang sangat spesifik untuk memacu pembentukan biomassa. Ketidaktepatan dosis pada fase kritis ini berakibat fatal; kekurangan hara akan menghambat pertumbuhan organ vital tanaman, sedangkan kelebihan pupuk dapat menyebabkan keracunan tanah dan pemborosan biaya. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan terukur berbasis teknologi untuk menjamin daya hidup tanaman pada masa-masa awal yang rentan ini.

Tantangan budidaya semakin kompleks pada lahan spesifik seperti gambut yang memiliki karakteristik kemasaman (pH) tinggi dan miskin hara. Pemantauan intensif mutlak diperlukan. Perkembangan teknologi *Internet of Things* menawarkan solusi pemantauan *real-time*. Penelitian oleh Arianty (2024) merancang sistem monitoring hara berbasis IoT. Meskipun mampu menyajikan data secara daring, sistem ini sangat bergantung pada stabilitas koneksi internet,

sehingga kurang optimal diterapkan pada area perkebunan pelosok dengan akses sinyal terbatas.

Dalam upaya peningkatan akurasi, Ismail (2025) mengimplementasikan sensor industri tipe *RS485* untuk mengakuisisi data *NPK* dan *pH*. Hasilnya memvalidasi bahwa sensor ini jauh lebih akurat dibanding sensor analog biasa. Namun, sistem yang dibangun masih bersifat monitoring pasif dan belum memiliki fitur cerdas untuk memberikan rekomendasi dosis pupuk secara otomatis kepada petani, sehingga petani masih harus menghitung manual kebutuhan pupuknya.

Pada sisi perangkat lunak, Birla et al. (2024) mengembangkan aplikasi seluler pendukung keputusan pemupukan. Meskipun fungsional, arsitekturnya yang berbasis *cloud* mengharuskan koneksi terus-menerus ke server. Hal ini menjadi kendala teknis signifikan bagi petani di lahan yang tidak memiliki kuota data atau jaringan memadai. Sementara itu, Nugroho (2024) menawarkan solusi server mandiri, namun tetap mensyaratkan infrastruktur jaringan lokal dan sumber listrik yang rumit, sehingga membatasi portabilitas alat di lahan luas.

Berdasarkan permasalahan urgensi penanganan fase awal tanam dan kendala infrastruktur tersebut, penulis mengajukan penelitian Tugas Akhir dengan judul **"Rancang Bangun Sistem Rekomendasi Pemupukan Tanaman Cabai Berbasis IoT Portable Terintegrasi Mobile"**. Penelitian ini difokuskan secara spesifik untuk mengoptimalkan *Fase Vegetatif*, mengingat fase ini merupakan pondasi krusial penentu keberhasilan hidup tanaman cabai. Alat dirancang agar dapat digenggam, dan beroperasi secara *offline* menggunakan komunikasi *Bluetooth*, sehingga dapat memberikan rekomendasi pemupukan di lokasi tanpa sinyal internet sekalipun.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah utama dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang dan membangun sistem rekomendasi pemupukan portabel yang mampu mengukur hara tanah gambut (*NPK* dan *pH*) secara *real-time* dan memberikan rekomendasi dosis pupuk melalui aplikasi *Android* secara *offline* menggunakan algoritma *Rule-Based*?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat berjalan terarah, fokus, dan dapat diselesaikan dalam kerangka waktu Tugas Akhir yang tersedia, maka ditetapkan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian dibatasi pada tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum L.*) sebagai acuan sistem rekomendasi.
2. Sistem rekomendasi dibatasi secara spesifik pada *Fase Vegetatif* (0–4 minggu setelah tanam).
3. Parameter utama yang diakuisisi adalah kadar unsur hara *Nitrogen (N)*, *Fosfor (P)*, dan *Kalium (K)* menggunakan sensor tanah berbasis protokol komunikasi *RS485 Modbus RTU*.
4. Mikrokontroler utama yang digunakan adalah ESP32 karena kebutuhan fitur *Bluetooth* bawaan.
5. Sistem penentuan dosis pupuk menggunakan Algoritma Berbasis Aturan (*Rule-Based Algorithm*) sederhana dengan metode komparasi nilai ambang batas.
6. Mekanisme transmisi data hanya menggunakan protokol *Bluetooth* secara *point-to-point*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Aspek Perangkat Keras merancang bangun alat IoT portabel yang mampu beroperasi secara mandiri untuk mengakuisisi data unsur hara (*NPK*) dan *pH* tanah menggunakan sensor industri *RS485 Modbus*.
2. Aspek Perangkat Lunak membangun aplikasi mobile Android yang terintegrasi dengan basis data lokal yaitu *SQLite* untuk mengolah data sensor dan memberikan rekomendasi dosis pupuk presisi khusus fase *vegetatif* secara offline tanpa koneksi internet.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Petani dan Praktisi Pertanian Menyediakan alternatif teknologi tepat guna yang praktis dan hemat biaya untuk mendukung keputusan pemupukan di lahan yang tidak terjangkau sinyal internet, sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk.
2. Bagi Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Memberikan kontribusi wawasan mengenai penerapan teknologi *IoT* yang beroperasi secara *offline* untuk mendukung pertanian cerdas di wilayah dengan keterbatasan sinyal internet.
3. Bagi Akademisi dan Institusi Pendidikan Menjadi referensi teknis bagi penelitian selanjutnya terkait pengembangan sistem tertanam.