

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian merupakan sektor strategis yang memiliki peran vital dalam menunjang ketahanan pangan nasional. Salah satu faktor penting yang memengaruhi keberhasilan pertanian adalah ketersediaan unsur hara yang cukup pada tanah. Unsur hara makro seperti Nitrogen, Fosfor, dan Kalium atau yang lebih dikenal dengan NPK, memiliki peranan utama dalam menunjang pertumbuhan tanaman, meningkatkan produktivitas, serta menjaga kualitas hasil panen. Pemberian pupuk NPK secara tepat menjadi hal yang sangat krusial agar tanaman dapat tumbuh optimal tanpa mengalami defisiensi maupun kelebihan hara yang justru dapat merusak kesuburan tanah (Munfarid et al., 2025).

Masalah utama yang sering dihadapi petani adalah sulitnya menentukan takaran pupuk NPK yang sesuai dengan kondisi tanah. Setiap lahan memiliki karakteristik kandungan unsur hara yang berbeda, sehingga kebutuhan pupuk pun bervariasi. Pemberian pupuk yang berlebihan tidak hanya meningkatkan biaya produksi, tetapi juga menimbulkan pencemaran lingkungan dan menurunkan kualitas tanah. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang mampu memberikan rekomendasi dosis pupuk NPK secara tepat dan terukur berdasarkan kondisi nyata di lapangan (Rahadian & Yudhana, 2023).

Perkembangan teknologi informasi membuka peluang besar dalam penyediaan layanan rekomendasi pertanian berbasis digital. Sistem rekomendasi pupuk yang terintegrasi dengan *web* dapat diakses secara luas oleh petani maupun penyuluh pertanian. *Web* ini memungkinkan petani untuk memasukkan data kondisi lahan seperti kadar N, nilai P dan K yang diambil dari data sensor, kemudian memperoleh rekomendasi dosis pupuk yang sesuai secara cepat. Pendekatan berbasis *web* juga memudahkan dalam hal pembaruan data, pemeliharaan sistem, serta integrasi dengan basis data agronomi yang lebih luas (Musanase et al., 2023).

Dalam membangun sistem rekomendasi pupuk, pemilihan metode analisis data menjadi faktor penting. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah K-Means Clustering. K-Means merupakan algoritme unsupervised learning yang berfungsi untuk mengelompokkan data ke dalam sejumlah klaster berdasarkan kemiripan karakteristik. Dengan menggunakan metode ini, data kandungan unsur hara tanah yaitu N, P, K dapat dikelompokkan menjadi kategori kebutuhan pupuk tertentu, misalnya rendah, sedang, dan tinggi. Setiap klaster merepresentasikan tingkat kebutuhan pupuk yang berbeda, sehingga sistem dapat memberikan rekomendasi dosis pupuk sesuai dengan kelompok kondisi tanah. Kelebihan metode K-Means adalah kesederhanaan algoritme, efisiensi komputasi, serta kemampuannya dalam menangani dataset berukuran besar. Dengan mengelompokkan data lahan ke dalam klaster, sistem rekomendasi pupuk dapat memberikan hasil yang lebih objektif dan terukur berdasarkan pola data yang ada. Namun, K-Means juga memiliki keterbatasan, seperti sensitivitas terhadap pemilihan jumlah klaster (k) dan titik awal centroid, sehingga diperlukan proses evaluasi untuk memperoleh hasil pengelompokan yang optimal (Shukla & Sharma, 2023).

Penggunaan K-Means dalam sistem rekomendasi pupuk memberikan peluang untuk memetakan kebutuhan pupuk berdasarkan kondisi aktual tanah di lapangan. Sebagai contoh, jika data kandungan N, P, dan K menunjukkan pola tertentu, maka sistem akan mengelompokkan lahan tersebut ke dalam salah satu klaster yang telah terbentuk dan memberikan rekomendasi dosis pupuk sesuai dengan kelompoknya. Dengan demikian, hasil rekomendasi tidak hanya membantu petani menekan biaya produksi dan meningkatkan produktivitas, tetapi juga menjaga keberlanjutan ekosistem pertanian (Venugopal et al., 2024).

Implementasi metode K-Means dalam sebuah web akan memberikan nilai tambah yang signifikan. Web ini tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu teknis, tetapi juga sebagai media edukasi bagi petani agar lebih memahami hubungan antara kondisi tanah dan kebutuhan pupuk. Dengan tampilan yang sederhana dan mudah dipahami, sistem dapat mempercepat proses pengambilan keputusan di lapangan. Berdasarkan latar belakang tersebut,

penelitian tentang sistem rekomendasi pupuk NPK berbasis web dengan menggunakan metode K-Means menjadi sangat relevan. Hasil penelitian diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam optimasi pemupukan, baik dari sisi teknis maupun ekonomis. Sistem rekomendasi yang akurat akan membantu petani menekan biaya produksi, meningkatkan produktivitas, serta menjaga kelestarian lingkungan. Dengan demikian, pengembangan aplikasi berbasis web yang mengintegrasikan metode K-Means tidak hanya menjawab kebutuhan teknologi pertanian modern, tetapi juga mendukung keberlanjutan sektor pertanian secara keseluruhan (Kholila, 2022).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dikemukakan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem rekomendasi pupuk NPK berbasis *web* yang mampu memberikan saran dosis pupuk secara tepat berdasarkan kadar nitrogen, fosfor dan kalium?
2. Bagaimana menerapkan metode K-Means untuk mengelompokkan data kandungan N, P, dan K menjadi kategori kebutuhan pupuk yaitu rendah, sedang, tinggi?
3. Bagaimana mengintegrasikan metode K-Means ke dalam sistem berbasis web agar mampu memberikan rekomendasi pupuk NPK yang optimal dan mudah digunakan?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Berikut ini merupakan tujuan penulisan penelitian ini yaitu:

1. Merancang sistem rekomendasi pupuk NPK berbasis *web* yang mampu memberikan saran dosis pupuk secara tepat berdasarkan kadar nitrogen, fosfor, dan kalium.
2. Menerapkan metode K-Means untuk mengelompokkan data kandungan unsur hara N,P,K menjadi kategori kebutuhan pupuk seperti rendah, sedang, tinggi.

3. Mengintegrasikan metode K-Means ke dalam sistem berbasis web sehingga dapat menghasilkan rekomendasi pupuk NPK yang optimal dan mudah digunakan oleh petani.

Berikut merupakan manfaat penulisan penelitian ini yaitu:

1. Membantu dalam menentukan dosis pupuk NPK yang sesuai dengan kondisi tanah, sehingga dapat menekan biaya produksi sekaligus meningkatkan produktivitas hasil pertanian.
2. Menjadi sarana edukasi digital agar lebih memahami hubungan antara kondisi tanah dan kebutuhan pupuk serta mendorong adopsi teknologi di sektor pertanian.
3. Menyediakan sistem rekomendasi pupuk berbasis *web*, sehingga memberikan layanan pendampingan pemupukan secara efektif.

1.4 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan ruang lingkup penelitian dan menghindari pembahasan yang terlalu luas, maka penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Data input yang digunakan terbatas pada tiga parameter utama yaitu kadar Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K).
2. Pengelompokan kebutuhan pupuk dilakukan menggunakan metode K-Means yang membagi data ke dalam kategori kebutuhan pupuk rendah, sedang, dan tinggi.
3. Dosis rekomendasi pupuk NPK hanya difokuskan untuk tanaman padi dan jagung sebagai objek penelitian.
4. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data kandungan hara tanah yang diperoleh dari wilayah Kabupaten Nganjuk.