

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki perkebunan kelapa sawit seluas 15,93 juta hektar dan provinsi Riau menjadi wilayah dengan perkebunan kelapa sawit terluas, mencakup sekitar 3,4 juta hektar dari total keseluruhan (Bps-statistics, 2024). Kondisi ini menjadikan kelapa sawit sebagai salah satu penyumbang devisa negara yang penting. Namun, pengelolaan perkebunan kelapa sawit masih menghadapi berbagai tantangan, salah satunya adalah efisiensi penggunaan pupuk, yang menyerap 60% dari total biaya pemeliharaan (Saprida & Wilson Saruksuk, 2021). Sehingga strategi pemupukan yang optimal sangat diperlukan agar tidak terjadi pemborosan biaya dan penurunan produktivitas tanaman.

Dalam praktiknya, sebagian besar pemilik lahan kelapa sawit masih menggunakan metode perkiraan manual dalam menentukan banyak pupuk yang digunakan pada lahannya. Berdasarkan wawancara dengan Bapak Bambang Sutomo S.P selaku Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL) UPTD Pertanian wilayah Lubuk Dalam, pemupukan secara ideal perlu mempertimbangkan beberapa parameter utama, seperti kondisi cuaca, analisis tanah, hasil panen sebelumnya, usia tanaman, respons penggunaan pupuk sebelumnya serta ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Standar ini ditetapkan agar tanaman mendapatkan nutrisi yang cukup sesuai kebutuhan dan tidak terjadi *over-fertilization* atau kekurangan unsur hara. Namun, berdasarkan hasil wawancara pemilik lahan seperti bapak Hartoyo, penentuan jumlah pupuk masih bergantung pada pengalaman pribadi dengan mempertimbangkan luas lahan, usia pohon, kondisi tanah, pengamatan kondisi daun, jenis pupuk serta pengalaman dengan mempertimbangkan hasil panen sebelumnya.

Perbedaan antara standar pemupukan berdasarkan teori dan praktik di lapangan menunjukkan perlunya sistem yang dapat membantu pemilik lahan mengambil keputusan yang lebih akurat dan terencana. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem prediksi kebutuhan pupuk dengan algoritma *Random Forest*. Dataset penelitian yang diperoleh dari penggabungan data pemupukan

KUD dan data hasil survei petani melalui *Google Form* sehingga menghasilkan variasi data yang lebih beragam untuk proses pelatihan model. Variabel yang digunakan meliputi luas lahan, jumlah pohon, usia tanaman, jenis pupuk, jenis tanah, kondisi daun sebagai variabel *input* dan total kebutuhan pupuk sebagai variabel target (*output*). Kemudian data akan melalui tahap *preprocessing* meliputi pembersihan data, penggabungan dataset, pemilihan fitur, proses *encoding* dan pembagian data menjadi data pelatihan dan data pengujian.

Model kemudian dilatih menggunakan algoritma *Random Forest Regression*. Selanjutnya dilakukan proses *Cross Validation* dan *GridSearchCV* untuk memperoleh konfigurasi model terbaik sebelum dilakukan evaluasi menggunakan metrik RMSE, MAE, dan R^2 Score. Sistem ini akan diintegrasikan ke dalam aplikasi berbasis web, dimana pemilik lahan dapat memasukkan data lahan. Dengan penerapan sistem prediksi ini dapat meningkatkan efektivitas penggunaan pupuk agar meminimalkan pemborosan dan mengurangi dampak negatif pupuk untuk keberlangsungan pertumbuhan dan peningkatan hasil panen.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana algoritma *Random Forest Regression* digunakan untuk memprediksi kebutuhan pupuk pada lahan kelapa sawit?
2. Seberapa baik kinerja model *Random Forest Regression* dalam melakukan prediksi kebutuhan pupuk berdasarkan evaluasi menggunakan metrik RMSE, MAE, dan R^2 Score?
3. Bagaimana pengaruh parameter seperti luas lahan, usia pohon, kondisi tanah, kondisi daun, jenis pupuk dan jumlah pohon terhadap prediksi kebutuhan pupuk menggunakan algoritma *Random Forest Regression*?
4. Bagaimana hasil prediksi model dapat diimplementasikan dalam bentuk sistem berbasis web yang mudah digunakan oleh pengguna?

1.3 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup penelitian tidak terlalu luas, batasan masalah yang diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan dataset berdasarkan data historis pemupukan dari KUD dan hasil kuesioner terhadap petani serta pemilik lahan kelapa sawit.
2. Penggunaan algoritma *Random Forest Regression* untuk memprediksi kebutuhan pupuk berdasarkan karakteristik lahan kelapa sawit.
3. Model ini hanya mengestimasi jumlah pupuk yang diperlukan dalam kilogram berdasarkan luas lahan, tanpa memberikan rekomendasi mengenai metode campuran pupuk yang ideal untuk jenis tanah tertentu.
4. Evaluasi model dilakukan menggunakan metrik RMSE (Root Mean Squared Error), MAE (Mean Absolute Error), R^2 Score Validasi model dilakukan menggunakan pembagian data pelatihan dan data pengujian, tanpa uji coba langsung di lapangan.
5. Model aplikasi dapat di akses melalui web dengan tampilan yang mudah dipahami pengguna.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Merancang model prediksi kebutuhan pupuk berdasarkan karakteristik lahan menggunakan algoritma *Random Forest Regression* serta menerapkannya ke dalam sistem berbasis web *real-time* yang memungkinkan pengguna mengisi data dan memperoleh hasil prediksi dalam bentuk angka secara cepat.

1.4.2 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Membantu pemilik lahan dan dalam menentukan kebutuhan pupuk lebih akurat, sehingga mengurangi kemungkinan kerusakan lingkungan oleh pupuk.
2. Dapat mengefektifkan penggunaan biaya produksi sehingga dapat mengurangi pemborosan.

3. Memudahkan pemilik lahan dalam pengambilan keputusan yang tepat dalam strategi pemupukan.