

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produksi kedelai dalam negeri masih belum mampu memenuhi kebutuhan konsumsi masyarakat. Produksi kedelai dalam negeri pada tahun 2022 tercatat sebesar 241.434 ton, sementara kebutuhan konsumsi di tahun yang sama sebesar 1,303 juta ton. Dengan demikian, tingkat kecukupan kedelai domestik hanya sebesar 18,52% atau mengalami defisit sebesar 81,48% (Direktorat Statistik Distribusi, 2023). Untuk memenuhi kebutuhan konsumsi dalam negeri, pemerintah melakukan impor kedelai sebesar 2.324.730,8 ton senilai US\$1,627 miliar pada tahun 2022. Data terbaru menunjukkan bahwa volume impor kedelai pada tahun 2024 mengalami kenaikan menjadi 2.676.317,1 ton senilai US\$1,402 miliar (Badan Pusat Statistik, 2025). Sehingga diperlukan Upaya peningkatan produksi kedelai untuk memenuhi kebutuhan domestik.

Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi kedelai adalah memastikan tanaman mendapatkan nutrisi sesuai kebutuhannya, terutama unsur hara makro esensial yang di antaranya nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K). Menurut Asie *et al.* (2025), gejala defisiensi unsur hara terdiri atas dua jenis, yaitu (1) gejala pertumbuhan (seperti ukuran, bentuk, kondisi batang atau akar) dan (2) gejala visual (seperti warna, klorosis, serta bercak). Setiap unsur hara menimbulkan gejala yang khas, terutama gejala visual yang termanifestasi pada daun.

Gejala visual defisiensi hara dapat dideteksi dengan mengimplementasikan teknologi *computer vision*. *Computer vision* merupakan cabang dari *Artificial Intelligence* yang melatih mesin untuk memahami, menganalisis, dan mengambil keputusan berdasarkan data visual. Teknologi ini memungkinkan komputer untuk dapat mengidentifikasi serta menemukan objek dalam suatu citra digital (Cahyaningtyas *et al.*, 2025).

Salah satu algoritma *deep learning* yang efektif digunakan untuk tugas deteksi objek tersebut adalah *You Only Look Once* (YOLO). YOLO adalah model deteksi objek satu tahap (*single-stage*) yang menggunakan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mendeteksi objek sekaligus memprediksi kotak pembatasnya (*bounding box*) dalam satu proses inferensi (Sultana *et al.*, 2020). Algoritma YOLO telah berhasil diimplementasikan dalam deteksi defisiensi hara pada berbagai komoditas pertanian, seperti kelapa (Manoharan *et al.*, 2024), kopi (Cruz *et al.*, 2025), selada (Sikati & Nouaze, 2023), bahkan untuk kedelai (Jeong *et al.*, 2025).

Penelitian terdahulu yang dilakukan Jeong *et al.* (2025) berhasil menerapkan algoritma YOLO versi 8 (YOLOv8) untuk mendeteksi defisiensi hara N, P, dan K pada tanaman kedelai. Meskipun demikian, sumber dataset yang digunakan berasal dari kondisi lapangan terbuka yang rentan terhadap bias cekaman lingkungan lainnya, serta model yang dihasilkan belum disebarakan untuk dapat diakses oleh pengguna akhir. Oleh karena itu, penelitian ini dirancang untuk mengatasi keterbatasan tersebut. Dataset yang digunakan pada penelitian ini disusun dari percobaan *minus one test* pada lingkungan terkontrol untuk meminimalisir bias, serta model yang dihasilkan disebarakan (*deployed*) melalui platform Streamlit supaya dapat diakses oleh pengguna akhir.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana membangun sebuah sistem deteksi gejala visual defisiensi unsur nitrogen, fosfor, dan kalium pada tanaman kedelai menggunakan algoritma YOLOv8?
2. Seberapa akurat sistem yang sudah dibangun dalam mendeteksi gejala visual defisiensi nitrogen, fosfor, dan kalium pada tanaman kedelai?

1.3 Tujuan

1. Membangun sebuah sistem deteksi gejala visual defisiensi unsur nitrogen, fosfor, dan kalium pada tanaman kedelai menggunakan algoritma YOLOv8.
2. Mengetahui tingkat akurasi sistem yang sudah dibangun dalam mendeteksi gejala visual defisiensi nitrogen, fosfor, dan kalium pada tanaman kedelai.

1.4 Manfaat

Penelitian ini memiliki beberapa manfaat, baik secara akademis maupun praktis. Secara akademis, penelitian ini memberikan panduan komprehensif tentang penyusunan dataset hingga proses pelatihan dan validasi model deteksi gejala visual defisiensi hara berbasis algoritma YOLOv8. Temuan ini dapat menjadi referensi untuk pengembangan sistem serupa ke depannya. Secara praktis, hasil penelitian ini dapat diaplikasikan langsung oleh petani kedelai. Hal ini memungkinkan petani untuk melakukan tindakan korektif yang tepat sasaran seperti pemupukan selektif, sehingga dapat meningkatkan efisiensi biaya produksi dan hasil panen.

1.5 Hipotesis

1. Algoritma YOLOv8 dapat digunakan untuk membangun sistem deteksi gejala visual defisiensi unsur nitrogen, fosfor, dan kalium pada tanaman kedelai.
2. Sistem yang dibangun dapat memiliki nilai *precision*, *recall*, dan mAP di atas 90% dalam mendeteksi gejala visual defisiensi nitrogen, fosfor, dan kalium pada tanaman kedelai.