

ABSTRAK

Produksi kopi berperan penting dalam perekonomian pertanian, namun produktivitasnya sering terhambat oleh penyakit tanaman yang sulit dideteksi pada tahap awal. Diagnosis penyakit yang akurat dan mudah diakses tetap menjadi tantangan besar, terutama bagi petani kecil yang mengandalkan metode inspeksi manual. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini mengusulkan pendekatan pembelajaran mendalam hibrida yang mengintegrasikan Convolutional Neural Networks (CNN) dan Data-efficient Image Transformers (DeiT) untuk deteksi penyakit daun kopi otomatis. Model yang diusulkan memanfaatkan CNN untuk mengekstrak fitur spasial lokal dan DeiT untuk menangkap hubungan kontekstual global, memungkinkan representasi fitur yang lebih komprehensif. Model ini dilatih dan dievaluasi pada himpunan data yang terdiri dari 6.048 gambar di empat kelas: Healthy, Rust, Red Spider, dan Leaf Miner. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa model CNN-DeiT yang diusulkan mengungguli model CNN dan Transformer dasar, mencapai akurasi 93,1%, skor F1 92,3%, dan ROC-AUC 95,6%. Evaluasi ketahanan menunjukkan bahwa model mempertahankan kinerja yang stabil dalam berbagai kondisi lingkungan, dengan hanya sedikit degradasi. Selain itu, model ini diterapkan dalam aplikasi seluler berbasis Android, memungkinkan deteksi penyakit real-time dengan latensi rendah dan memberikan rekomendasi pengobatan awal. Studi ini berkontribusi dengan menjembatani kesenjangan antara teknik pembelajaran mendalam tingkat lanjut dan aplikasi pertanian praktis, menawarkan solusi yang akurat, kuat, dan dapat diakses untuk deteksi dini penyakit pada tanaman kopi. Sistem yang diusulkan berpotensi mendukung pengambilan keputusan berbasis data dan meningkatkan keberlanjutan produksi kopi.

Kata kunci: deteksi penyakit tanaman kopi; Jaringan Saraf Konvolusional (CNN); Transformator Gambar Hemat Data (DeiT); Model Pembelajaran Mendalam Hibrida; Aplikasi Pertanian Berbasis Seluler.