

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil mengimplementasikan sistem deteksi penyakit daun selada menggunakan pendekatan *deep learning* dengan dua arsitektur model, yaitu *Convolutional Neural Network* (CNN) dan Vision Transformer (ViT), maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode *deep learning* berbasis pengolahan citra digital dapat diterapkan secara efektif untuk mendeteksi kondisi kesehatan daun selada. Model CNN dan ViT mampu mempelajari karakteristik visual daun selada dan mengklasifikasikannya ke dalam tiga kategori, yaitu bacterial, fungal, dan healthy yang digunakan untuk mendeteksi penyakit pada daun selada.
2. Kedua model menunjukkan kemampuan yang baik dalam melakukan klasifikasi citra daun selada, namun memiliki karakteristik kinerja yang berbeda. CNN bekerja efektif dalam mengekstraksi fitur lokal citra dan menunjukkan performa yang stabil dengan kebutuhan komputasi yang relatif lebih rendah. Sementara itu, ViT mampu menangkap hubungan global antar bagian citra melalui mekanisme *self-attention*, sehingga berpotensi memberikan pemahaman konteks citra yang lebih menyeluruh.
3. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa pemilihan model terbaik bergantung pada karakteristik data dan kebutuhan sistem. CNN lebih efisien dan stabil pada dataset berukuran terbatas, sedangkan ViT memiliki potensi performa tinggi dalam memahami pola visual kompleks, meskipun membutuhkan sumber daya komputasi yang lebih besar.
4. Implementasi model ke dalam aplikasi berbasis web menggunakan Streamlit menunjukkan bahwa sistem deteksi penyakit daun selada dapat diterapkan secara praktis dan mudah digunakan oleh pengguna.

Sistem mampu melakukan prediksi kondisi daun secara otomatis berdasarkan citra yang diunggah, sehingga dapat menjadi alat bantu identifikasi kualitas selada secara objektif dan konsisten.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan *deep learning*, khususnya CNN dan ViT, dapat digunakan sebagai solusi yang efektif untuk membantu proses identifikasi kondisi daun selada berbasis citra digital, serta berpotensi mendukung pengembangan sistem deteksi penyakit tanaman yang lebih modern dan otomatis.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, antara lain :

1. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan dataset dengan jumlah yang lebih besar dan lebih beragam agar model Vision Transformer (ViT) dapat bekerja lebih optimal dan mampu menyaingi performa CNN.
2. Perlu dilakukan eksplorasi teknik *transfer learning* dengan menggunakan model pretrained pada kedua arsitektur. Pemanfaatan bobot awal dari model yang telah dilatih sebelumnya dapat meningkatkan kemampuan representasi fitur, khususnya pada ViT yang sensitif terhadap jumlah data penelitian.
3. Penambahan sistem deteksi dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur deteksi objek atau segmentasi area penyakit pada daun, sehingga sistem tidak hanya mendeteksi kondisi daun tetapi juga dapat menunjukkan lokasi area yang terinfeksi.
4. Penggunaan arsitektur CNN berbasis *transfer learning* seperti ResNet, EfficientNet, atau MobileNet dapat dieksplorasi untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi model.