

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Teknik augmentasi citra secara online (*on-the-fly*) menggunakan *ImageDataGenerator* dari pustaka *TensorFlow/Keras* (meliputi rotasi acak hingga 90°, pergeseran horizontal/vertikal, *shear*, *zoom*, serta *flip* horizontal dan vertikal) berhasil diterapkan pada data latih citra daun kratom pada setiap

fold. Augmentasi memperkaya variasi data latih (sekitar 80 citra per fold) secara dinamis pada setiap batch pelatihan tanpa mengubah karakteristik utama daun kratom dan tanpa menyimpan citra hasil augmentasi ke disk.

Augmentasi diterapkan setelah pembagian data latih dan data validasi (skema *Stratified 5-Fold Cross Validation*) untuk mencegah kebocoran data (*data leakage*).

2. Model *Convolutional Neural Network* (CNN) berbasis *transfer learning*.

Model klasifikasi berbasis *transfer learning* *MobileNetV2* berhasil mengklasifikasikan daun kratom sehat dan tidak sehat dengan hasil evaluasi

berdasarkan gabungan prediksi 5-Fold Cross Validation terhadap seluruh 100 citra asli, berupa *accuracy* sebesar 80,00%, AUC sebesar 0,852, serta *precision*, *recall*, dan *F1-score* (*macro average*) masing-masing sebesar 0,8005, 0,8000, dan 0,7999. Penerapan *threshold* klasifikasi optimal (0,4571) berdasarkan kurva ROC turut membantu menyeimbangkan performa klasifikasi antara kelas *Healthy* dan *Unhealthy*.

3. Pendekatan yang dikembangkan dalam penelitian ini menunjukkan potensi sebagai dasar alat bantu deteksi kesehatan daun kratom secara otomatis. Penggunaan *Stratified 5-Fold Cross Validation* memberikan hasil evaluasi yang lebih representatif dibandingkan evaluasi dengan satu kali pembagian data, karena mencakup seluruh 100 citra asli yang tersedia. Namun demikian, mengingat jumlah *dataset* asli secara keseluruhan masih tergolong terbatas, penelitian lebih lanjut dengan jumlah data yang lebih besar tetap diperlukan sebelum pendekatan ini dapat diandalkan sepenuhnya untuk mendukung proses seleksi kualitas daun bagi petani maupun pelaku industri kratom.

PERPUSTAKAAN

NPP. 6171052A2000001

5.2 Saran

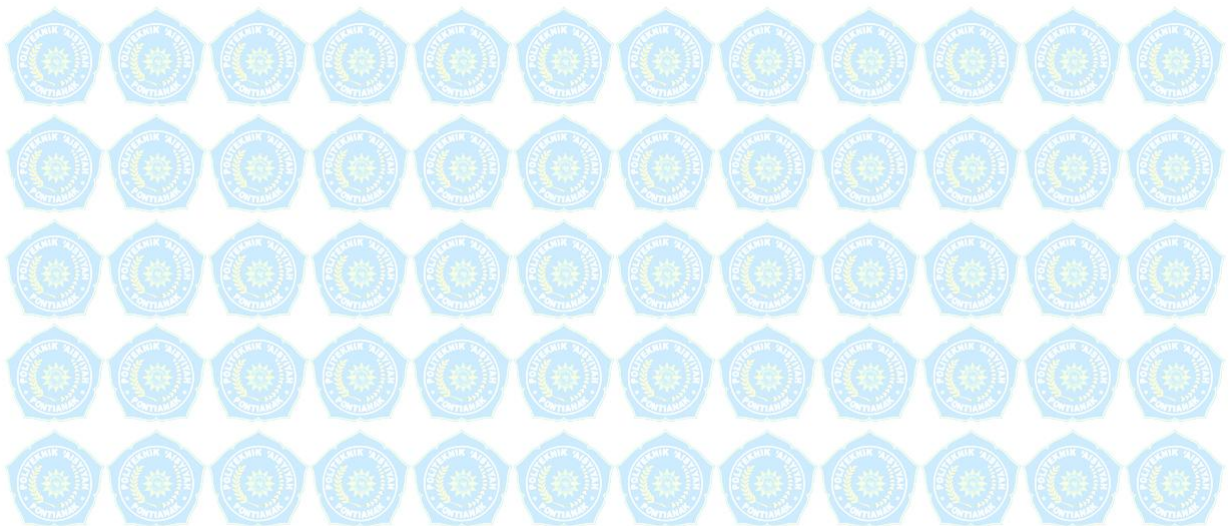
1. Penelitian ini menggunakan *dataset* asli yang relatif kecil (100 citra). Evaluasi menggunakan 5-Fold Cross Validation membuat hasil evaluasi lebih representatif dibandingkan satu kali pembagian data. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengumpulkan lebih banyak citra asli, khususnya citra daun tidak sehat dengan variasi gejala yang lebih beragam (termasuk gejala tahap awal). Penambahan citra dengan berbagai tingkat keparahan penyakit akan membantu model dalam melakukan generalisasi yang lebih baik terhadap kondisi nyata di lapangan.

2. Penelitian ini hanya mengklasifikasikan daun kratom ke dalam dua kelas. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan klasifikasi yang lebih spesifik berdasarkan jenis penyakit atau tingkat keparahan kerusakan daun, sehingga sistem dapat memberikan informasi yang lebih detail bagi petani maupun industri pengolah kratom.

3. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan sistem klasifikasi berbasis *web* atau aplikasi *mobile* sehingga dapat digunakan secara langsung oleh petani kratom di lapangan untuk memudahkan proses identifikasi kondisi kesehatan daun secara cepat dan praktis.

PERPUSTAKAAN

NPP. 6171052A2000001



POLITEKNIK 'AISYIYAH PONTIANAK