

BAB V

PENUTUP

Bab ini memuat rangkuman hasil penelitian yang telah dilakukan serta rekomendasi untuk pengembangan penelitian di masa mendatang. Kesimpulan dirumuskan berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya, sementara bagian saran disusun sebagai masukan bagi penelitian berikutnya maupun pihak yang memiliki kepentingan terhadap topik penelitian ini.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan seluruh hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa model hibrid EfficientNet-B2 dan XGBoost terbukti efektif dan memiliki performa tinggi dalam melakukan klasifikasi penyakit pada daun kacang tanah berdasarkan citra digital. Proses ekstraksi fitur menggunakan EfficientNet-B2 mampu menghasilkan representasi fitur citra yang informatif, sehingga memberikan dasar yang kuat bagi algoritma XGBoost dalam proses klasifikasi. Model ini tidak hanya mampu mengenali pola visual secara akurat, tetapi juga menunjukkan kestabilan dan konsistensi performa di berbagai skenario pengujian.

Pada pengujian menggunakan dataset Mandiri, hasil terbaik diperoleh pada skenario proporsi data 70:20:10, dengan akurasi mencapai 89,69%. Nilai precision, recall, dan F1-score juga menunjukkan hasil yang tinggi dan seimbang pada setiap kelas, menandakan bahwa model mampu mengenali setiap kategori penyakit dengan baik, termasuk kelas yang memiliki kemiripan visual seperti *bercak daun awal* dan *bercak daun lanjut*. Berdasarkan hasil *confusion matrix*, tingkat kesalahan klasifikasi yang terjadi sangat kecil, dan sebagian besar prediksi berada pada diagonal utama, yang mengindikasikan tingkat akurasi tinggi serta kemampuan model dalam meminimalkan kesalahan prediksi antar kelas.

Sementara itu, pada pengujian dataset Kaggle, yang memiliki karakteristik berbeda karena diambil dari sumber publik, model menunjukkan performa yang lebih tinggi dengan akurasi mencapai 97,02% pada proporsi 80:10:10. Nilai evaluasi pada metrik precision, recall, dan F1-score di atas 0.96 pada seluruh kelas menunjukkan bahwa model mampu beradaptasi dengan baik terhadap data luar atau unseen data. Hal ini membuktikan bahwa kombinasi EfficientNet-B2 dan XGBoost memiliki

kemampuan generalisasi yang kuat dan tidak hanya unggul pada data pelatihan, tetapi juga pada dataset dengan karakteristik berbeda.

Dari hasil pengamatan pada kurva akurasi dan loss selama proses pelatihan, terlihat bahwa nilai akurasi pada data latih dan validasi relatif seimbang, yang menunjukkan bahwa model tidak mengalami *overfitting*. Model dapat mempelajari fitur penting dari citra daun kacang tanah dengan baik tanpa kehilangan kemampuan generalisasi terhadap data baru. Hal ini memperlihatkan bahwa arsitektur EfficientNet-B2 sebagai feature extractor mampu menyeimbangkan kompleksitas model dengan efisiensi komputasi.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa model hibrid EfficientNet-B2 dan XGBoost merupakan pendekatan yang efektif dan efisien dalam melakukan klasifikasi penyakit daun kacang tanah berdasarkan citra daun. Model ini mampu mencapai performa tinggi, memiliki stabilitas yang baik, tidak mengalami *overfitting*, serta mampu beradaptasi terhadap variasi dataset yang berbeda. Dengan performa akurasi di atas 90% pada dataset Mandiri dan 97% pada dataset Kaggle, pendekatan ini terbukti unggul dalam hal akurasi, generalisasi, dan efisiensi komputasi. Oleh karena itu, model ini memiliki potensi besar untuk diterapkan pada sistem pendeteksi penyakit tanaman secara otomatis, baik dalam bentuk aplikasi web maupun mobile yang dapat membantu petani dan penyuluh pertanian dalam proses identifikasi penyakit daun kacang tanah di lapangan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, masih terdapat sejumlah peluang untuk pengembangan di masa mendatang guna menyempurnakan pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini. Salah satu pengembangan yang dapat dilakukan adalah memperluas serta memperkaya variasi data pelatihan, baik dari segi jumlah maupun kualitas citra yang digunakan. Perlu diperhatikan juga faktor-faktor seperti perbedaan pencahayaan, variasi latar belakang, orientasi daun, hingga tingkat keparahan penyakit yang muncul pada permukaan daun kacang tanah. Dengan adanya data yang lebih beragam dan merepresentasikan kondisi lapangan secara lebih luas, model diharapkan mampu mengenali pola visual yang lebih kompleks. Hal ini tidak hanya dapat meningkatkan ketepatan klasifikasi, tetapi juga memperkuat kemampuan generalisasi sistem ketika diterapkan pada

kondisi nyata, terutama pada citra yang belum pernah dilatih sebelumnya.

Selanjutnya, meskipun kombinasi EfficientNet-B2 dan XGBoost telah menunjukkan performa yang cukup baik dalam mengklasifikasikan penyakit daun kacang tanah, masih terbuka peluang untuk melakukan eksplorasi terhadap arsitektur *deep learning* lainnya atau metode *logloss* yang berbeda guna mencapai hasil yang lebih optimal. Pengembangan selanjutnya dapat mempertimbangkan penggunaan varian EfficientNet yang lebih dalam, yang berpotensi memberikan kemampuan ekstraksi fitur yang lebih kuat. Selain itu, integrasi dengan algoritma *boosting* lain seperti LightGBM atau CatBoost dapat menjadi alternatif untuk proses klasifikasi. Di sisi lain, proses *fine-tuning* yang lebih mendalam terhadap model EfficientNet-B2 juga patut dikaji lebih lanjut agar bobot jaringan dapat disesuaikan dengan karakteristik unik pada citra daun kacang tanah, sehingga hasil klasifikasi menjadi semakin akurat dan konsisten.

Selain itu, penelitian berikutnya dapat difokuskan pada penerapan model ke dalam sistem berbasis aplikasi web atau mobile yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh petani. Dengan langkah tersebut, hasil penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi teoretis bagi pengembangan ilmu pengetahuan, tetapi juga menghadirkan manfaat praktis dalam membantu proses deteksi dini penyakit pada tanaman kacang tanah di lapangan.