

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian, dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai analisis parameter YOLOv11n untuk deteksi penyakit daun pisang, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Model YOLOv11n berhasil mendeteksi dan mengklasifikasikan lima kategori penyakit daun pisang (*Cordana*, *Fusarium*, *Pestalotiopsis*, *Sigatoka*, dan *Healthy*) dengan baik. Berdasarkan *confusion matrix* yang disertakan, model ini lebih efektif dalam mengenali kelas *Healthy*, dengan sedikit prediksi yang salah. Hasil terbaik berhasil mendeteksi dan mengklasifikasikan pada kelas *Healthy* (96% prediksi benar) dan *Cordana* (93% prediksi benar). Kelas *Fusarium* dan *Sigatoka* menunjukkan kinerja yang lebih rendah, dengan masing-masing 78% dan 81% prediksi benar. Kelas *Pestalotiopsis* mencatatkan tingkat deteksi 74%. Ketidakseimbangan kelas menjadi tantangan dalam penelitian ini, namun penerapan teknik augmentasi gambar pada dataset terbukti efektif dalam meningkatkan akurasi deteksi pada kelas minoritas. Proses augmentasi berhasil mengatasi ketidakseimbangan data dengan memperbanyak sampel gambar untuk kelas-kelas yang memiliki jumlah lebih sedikit, sehingga model dapat mengenali lebih banyak variasi dalam setiap kelas. Hal ini memberikan dampak positif terhadap kinerja model.
2. Pengaruh parameter pelatihan variasi jumlah epoch (10, 20, 30, dan 40) menunjukkan bahwa model YOLOv11n mencapai titik optimal pada skenario 30 epoch. Pada parameter ini, tercapai keseimbangan performa terbaik dengan nilai Precision sebesar 0,8808, mAP@50-95 sebesar 0,7841, dan F1-Confidence 0,83. Meskipun model mencapai mAP@50 tertinggi (87,8%) pada epoch ke-10, penambahan hingga 30 epoch memberikan presisi penentuan lokasi infeksi (bounding box) yang lebih unggul sebelum akhirnya mengalami *diminishing returns* atau jenuh pada epoch 40. Waktu pelatihan

untuk model YOLOv11n bervariasi antara 50 menit pada epoch 10 hingga 223 menit pada epoch 40, dengan semakin meningkatnya waktu pelatihan seiring bertambahnya jumlah epoch. Peningkatan jumlah epoch memungkinkan model untuk terlatih lebih optimal.

3. Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi penyakit daun pisang menggunakan model YOLOv11n yang telah dilatih berhasil diintegrasikan ke dalam aplikasi berbasis web menggunakan framework Flask dan layanan ngrok. Uji coba lapangan di Kecamatan Turi menunjukkan bahwa sistem dapat diakses secara nirkabel melalui smartphone untuk melakukan deteksi secara real-time dengan hasil yang akurat. Validasi bersama pemilik kebun mengonfirmasi bahwa sistem mampu memberikan diagnosa dini yang sesuai dengan gejala fisik di lapangan, terutama untuk penyakit Fusarium dan Pestalotiopsis yang memiliki skor kepercayaan (confidence score) tinggi hingga 0,98.

5.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan agar penelitian ini mencakup pengujian model pada dataset yang lebih besar, dengan variasi kondisi pencahayaan dan latar belakang yang lebih kompleks. Hal ini bertujuan untuk menguji ketahanan model dalam menghadapi kondisi dunia nyata. Selain itu, penerapan model YOLOv11n pada perangkat berbasis mobile atau drone untuk pemantauan tanaman di lapangan dapat menjadi langkah berikutnya. Pendekatan ini berpotensi memudahkan petani dalam mendeteksi penyakit daun pisang secara lebih luas dan praktis. Penelitian lebih lanjut juga dapat mengeksplorasi penggunaan teknik deteksi lainnya untuk membandingkan performa YOLOv11n dalam hal akurasi dan efisiensi deteksi.