

## **BAB V. PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Model deteksi dikembangkan menggunakan algoritma deep learning YOLO versi 12 dengan epoch 90, 120, dan 150. Ketiga model menunjukkan kinerja yang baik dengan nilai akurasi, presisi, dan recall tinggi tanpa perbedaan signifikan antar epoch. Model terbaik adalah YOLOv12 dengan epoch 90, yang mencapai akurasi 81,9%, presisi 88,2%, recall 80,10%, dan F1 0,896. Kesimpulannya, model ini mampu mendeteksi hama dan penyakit buah kakao secara cukup akurat dan presisi tetapi tidak ada perubahan yang cukup signifikan pada epoch yang berbeda-beda. Aplikasi juga mampu mendeteksi penyakit, hama dan sehat kakao dalam keadaan offline serta mampu memprediksi tanpa mendestruktif buah kakao.

### **5.2 Saran**

Untuk penelitian di masa depan, model deep learning ini perlu dikembangkan lebih lanjut. Pertama, variasi dan jumlah dataset harus ditingkatkan. Saat ini, model hanya mengenali empat kategori (buah sehat, busuk buah, hama *Helopeltis*/mirid, dan hama penggerek buah kakao). Sebaiknya, kategori hama dan penyakit lain, serta bagian tanaman kakao lainnya seperti akar, daun, dan batang, ditambahkan. Peningkatan jumlah gambar pada dataset juga penting untuk meningkatkan akurasi dan presisi model dalam mendeteksi hama dan penyakit secara menyeluruh. Kedua, implementasi model deep learning perlu diperluas. Penelitian saat ini baru mencapai tahap aplikasi Android sederhana. Ke depannya, penggunaan AI generatif multimodal seperti Llama 4 atau Qwen2.5-Omni akan memungkinkan model memproses dan memahami berbagai jenis data (teks, gambar, suara, video). Hal ini akan sangat membantu penerapan teknologi pertanian presisi untuk petani lokal, terutama petani kakao.