

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai Optimasi Deteksi Penyakit Daun Teh Berbasis YOLOv8 Menggunakan Convolutional Block Attention Module (CBAM) dan Bidirectional Feature Pyramid Network (BiFPN) dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Optimalisasi deteksi penyakit daun teh pada YOLOv8 dilakukan dengan mengintegrasikan CBAM pada bottleneck blok C2f di backbone serta BiFPN sebagai pengganti operasi Concat di neck. Di sisi lain, penerapan BiFPN melalui modul BiFPN\_Concat2 dan BiFPN\_Concat3 memungkinkan penggabungan fitur multi-skala yang lebih adaptif dan berbobot, sehingga model lebih mampu menangkap gejala berukuran kecil maupun yang muncul pada kondisi visual kompleks. Kombinasi kedua mekanisme ini menghasilkan model dengan representasi fitur yang lebih kuat, fokus deteksi yang lebih baik, serta peningkatan performa secara keseluruhan dibandingkan YOLOv8 baseline unggul pada precision, BiFPN murni memberikan performa paling stabil.
2. Perbandingan kinerja keempat model menunjukkan bahwa setiap modifikasi memberikan peningkatan performa dibandingkan YOLOv8 baseline, namun dengan karakteristik peningkatan yang berbeda. Model YOLOv8–CBAM unggul dalam precision dan akurasi klasifikasi, sementara YOLOv8–BiFPN memberikan peningkatan signifikan pada recall karena kemampuannya menangkap objek pada berbagai skala. Model terbaik diperoleh melalui integrasi gabungan YOLOv8–CBAM–BiFPN, yang mencapai nilai precision, recall, mAP@50, dan mAP@50–95 tertinggi di antara seluruh model. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi mekanisme perhatian dan penggabungan fitur multi-skala memberikan efek komplementer yang saling memperkuat, sehingga menghasilkan model dengan performa paling optimal dalam mendeteksi penyakit daun teh. Dengan demikian, model YOLOv8–CBAM–BiFPN dapat ditetapkan sebagai model terbaik dalam penelitian ini.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, beberapa saran untuk penelitian berikutnya sebagai berikut:

1. Perluasan dataset dengan menambah variasi gejala penyakit daun teh, terutama yang ringan, bertekstur halus, atau dalam kondisi pencahayaan tidak merata. Hal ini dapat membantu meningkatkan recall dan mAP pada kondisi dunia nyata yang lebih beragam.
2. Penerapan augmentasi lanjutan seperti cutmix, mixup, color-jitter, histogram equalization, atau random erasing untuk meningkatkan robustnes model dalam mengenali pola penyakit yang sulit terdeteksi.
3. Eksplorasi modul attention dan feature fusion lain, seperti SE-Block, ECA-Net, PANet, atau NAS-FPN untuk melihat kemungkinan peningkatan lebih lanjut dibandingkan kombinasi CBAM dan BiFPN yang digunakan saat ini.
4. Optimasi hyperparameter lanjutan, misalnya tuning learning rate, momentum, warmup, atau penggunaan resolusi input lebih tinggi ( $768 \times 768$  atau  $1024 \times 1024$ ), untuk meningkatkan detail fitur dan akurasi bounding box.
5. Implementasi pada perangkat edge seperti Jetson Nano, Jetson Orin, Raspberry Pi 5, atau perangkat mobile, sehingga sistem deteksi penyakit daun teh dapat digunakan secara real-time oleh petani langsung di lapangan