

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Model YOLOv8 yang dilatih menunjukkan akurasi yang sangat tinggi mencapai 99,74% dalam mendeteksi buah dan sayuran yang segar dan busuk. Ini menunjukkan bahwa model mampu mendeteksi buah dan sayuran dengan tepat. Model berhasil mencapai *Precision* sebesar 99,74% dan *Recall* sebesar 99,74%, menunjukkan performa yang sangat baik dalam membedakan antara berbagai kelas. Mampu menjaga keseimbangan yang baik antara *Precision* dan *Recall*, mencapai *F1-score* 99,74%, serta mencapai mAP50 sebesar $0,98 \pm 0,03\%$ untuk semua *class* yang menunjukkan kemampuan model untuk menangani variasi dalam data dengan sangat baik. Untuk *metrics* mAP50-95 menghasilkan nilai standar deviasi sebesar $0,92 \pm 0,06\%$.

Namun, model masih mengalami kesalahan minor dalam mendeteksi beberapa *class*, seperti *Fresh Apple* yang dideteksi sebagai *Stale Apple* sebanyak 1 kali dan *Stale Apple* sebagai *Stale Orange* sebanyak 1 kali. Munculnya *class background* yang otomatis ditangani model mungkin mengindikasikan kebutuhan untuk penanganan lebih lanjut pada *data preprocessing* untuk memisahkan objek dari latar belakang dengan lebih baik.

Model YOLOv8 mampu memprediksi buah dan sayuran segar dan busuk dengan baik pada beberapa kasus, seperti gambar *Fresh Banana* dengan akurat dan *confidence* tinggi. Namun, model masih memiliki keterbatasan dalam membedakan kelas dengan karakteristik visual yang mirip, seperti kesalahan prediksi apel busuk menjadi tomat busuk. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun model cukup andal, masih diperlukan perbaikan lebih lanjut untuk meningkatkan akurasi pada kelas dengan ciri-ciri yang serupa.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian kedepannya, yaitu:

1. Menambah jenis buah dan sayuran lain, termasuk variasi bentuk, ukuran, warna, dan kondisi pencahayaan, agar semakin besar cakupan belajar model.
2. Menggunakan data primer untuk melatih model agar lebih *robust* terhadap kondisi nyata, seperti variasi pencahayaan objek, latar belakang yang beragam, dan *noise*.
3. Menggunakan metode *oversampling* untuk menyamakan jumlah data per *class*.
4. Meningkatkan teknik *preprocessing* untuk mengurangi kesalahan deteksi minor dan meningkatkan pemisahan objek dari latar belakang.
5. Melakukan rasio *data splitting* yang berbeda untuk mengetahui kinerja optimal dari model.
6. Menggunakan *multimodal learning* yang menggabungkan data dari berbagai sumber, seperti gambar, sensor aroma, spektral, dll. untuk menghasilkan prediksi yang akurat dari kondisi internal maupun eksternal buah dan sayuran.
7. Menggunakan model YOLOv8 yang lain untuk bisa membandingkan beberapa model YOLOv8 untuk melihat hasil kinerjanya, mana yang lebih baik dengan *dataset* yang sama atau berbeda.
8. Menggunakan algoritma deteksi objek selain YOLO untuk membandingkan kinerja modelnya dengan YOLOv8.
9. Membuat versi aplikasi *mobile* atau perangkat IoT lain secara *real-time*, seperti sistem otomatis pada lini produksi atau gudang pintar, untuk mempermudah dan mempercepat deteksi kesegaran buah dan sayuran dalam penerapan praktis di lapangan.
10. Melakukan pengujian sistem langsung di dunia nyata, seperti di pasar, supermarket, atau gudang penyimpanan, untuk mengevaluasi model pada kondisi pencahayaan dan latar belakang yang beragam dan tidak terkontrol.