

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem klasifikasi tingkat kematangan kelapa sawit, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- 1) Sistem perhitungan kelapa sawit berbasis model *computer vision* YOLOv8 yang terintegrasi dengan teknologi IoT berhasil dirancang dan dibangun, memanfaatkan Raspberry Pi 5, ESP32, kamera, panel LED P10, dan *website* berbasis Django yang bekerja secara terintegrasi untuk mendukung deteksi, perhitungan, dan pemantauan hasil panen.
- 2) Sistem menunjukkan kinerja deteksi dengan akurasi rata-rata sebesar 85% pada pencahayaan terang, 80% pada pencahayaan normal, dan 78% pada pencahayaan redup pada berbagai jarak pengujian. Tingkat kesalahan klasifikasi relatif rendah sehingga deteksi tetap stabil. Selain itu, hasil pengujian integrasi sistem dan *website* berjalan sesuai skenario. Hal ini membuktikan bahwa sistem mampu berfungsi secara utuh sebagai solusi *monitoring* panen berbasis AI dan IoT.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem klasifikasi tingkat kematangan kelapa sawit, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- 1) Optimalisasi Perangkat Keras

Raspberry Pi 5 sebagai *Single Board Computer* (SBC) yang digunakan dalam penelitian ini hanya mampu menjalankan model deteksi YOLOv8 dengan kecepatan sekitar 2 *frame* per detik (FPS). Untuk implementasi yang lebih responsif dan *real-time*, disarankan untuk menggunakan SBC dengan performa komputasi lebih tinggi seperti NVIDIA Jetson Xavier NX atau coral Dev Board yang dilengkapi dengan akselerasi GPU/TPU khusus untuk inferensi model *deep learning*.

2) Pengujian Langsung di Lapangan

Penelitian ini masih dilakukan dalam kondisi yang terkontrol menggunakan gambar sebagai *input*. Disarankan agar dilakukan pengujian langsung di lokasi perkebunan kelapa sawit dengan menggunakan buah sawit asli, baik yang matang maupun mentah, serta dalam berbagai kondisi pencahayaan dan latar belakang untuk memastikan sistem terhadap variabilitas lingkungan.

3) Penambahan Kelas dan Data Augmentasi

Sistem dapat ditingkatkan dengan menambahkan lebih banyak kelas (misalnya buah busuk, mentah, atau rusak), serta memperbanyak variasi *dataset* melalui teknik data *augmentation* atau pengumpulan data secara mandiri guna meningkatkan generalisasi model terhadap berbagai kondisi buah sawit.

4) Integrasi Keputusan Otomatis

Sistem dapat diperluas dengan menambahkan *aktuator* otomatis, seperti lengan robot atau sistem sortir otomatis berbasis motor/servo untuk melakukan pemisahan fisik buah berdasarkan hasil klasifikasi, sehingga sistem dapat langsung diterapkan dalam proses panen atau penyortiran.