

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pengenalan rempah-rempah berbasis citra menggunakan metode deteksi objek YOLOv11 dan klasifikasi citra menggunakan MobileNet yang dikombinasikan dengan Convolutional Block Attention Module (CBAM), dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Model YOLOv11 berhasil melakukan deteksi dan klasifikasi objek rempah pada citra dengan performa yang baik berdasarkan metrik evaluasi yang diperoleh pada proses pelatihan dan pengujian. Arsitektur YOLOv11 mampu mengidentifikasi lokasi objek sekaligus menentukan kelasnya dalam satu tahap proses (*single-stage detection*). Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model mampu mempelajari pola visual rempah secara efektif, khususnya dalam membedakan bentuk dan tekstur antar kelas.
2. Model MobileNet + CBAM menunjukkan performa klasifikasi yang sangat baik pada citra rempah yang telah melalui tahap preprocessing tanpa bounding box. Integrasi CBAM membantu model untuk lebih fokus pada fitur penting melalui mekanisme attention pada dimensi spasial dan kanal fitur. Hal ini terbukti dari nilai akurasi, precision, recall, dan F1-score yang tinggi serta kurva pelatihan yang stabil.
3. Berdasarkan hasil penelitian, MobileNet + CBAM lebih unggul dalam tugas klasifikasi citra penuh (*image classification*), sedangkan YOLOv11 memiliki kelebihan pada kemampuan lokalisasi objek (*object detection*). Dengan demikian, pemilihan metode sangat bergantung pada kebutuhan sistem. Jika sistem membutuhkan informasi posisi objek, maka YOLOv11 lebih sesuai. Namun, apabila fokus utama adalah klasifikasi jenis rempah pada citra tunggal tanpa kebutuhan bounding box, maka MobileNet + CBAM lebih efektif.

Secara keseluruhan, model yang dibangun dalam penelitian ini telah memenuhi tujuan penelitian, yaitu mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan berbagai jenis rempah-rempah berbasis citra digital dengan performa yang cukup baik, meskipun

masih terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan untuk pengembangan lebih lanjut.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah diperoleh, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

1. Menambah jumlah dan variasi dataset, khususnya pada kelas rempah yang memiliki kemiripan karakteristik visual, agar model dapat mempelajari fitur yang lebih representatif dan mengurangi kesalahan klasifikasi.
2. Penelitian selanjutnya dapat menerapkan teknik augmentasi data yang lebih beragam dan terkontrol, seperti variasi pencahayaan ekstrem, perubahan kontras, dan transformasi geometris lainnya, guna meningkatkan kemampuan generalisasi model terhadap kondisi citra yang lebih bervariasi.
3. Optimalisasi parameter pelatihan serta eksplorasi arsitektur model lain yang lebih kompleks atau lebih ringan dapat dilakukan untuk memperoleh keseimbangan yang lebih baik antara akurasi dan efisiensi komputasi.
4. Model yang telah dibangun dapat diuji lebih lanjut pada data real-time atau lingkungan nyata untuk mengetahui kinerja model dalam kondisi yang lebih aplikatif, sehingga hasil penelitian ini dapat dikembangkan menuju penerapan praktis di bidang pertanian, industri pangan, maupun sistem pendukung informasi berbasis citra.