

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan proses perancangan, implementasi, dan evaluasi model yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan yang menjawab rumusan masalah penelitian:

1. Model *deep learning* berbasis algoritma YOLOv8 berhasil dirancang dan diimplementasikan untuk melakukan deteksi serta penghitungan benur udang secara otomatis. Implementasi model ini diwujudkan dalam bentuk aplikasi web fungsional yang dibangun menggunakan *framework Streamlit*. Aplikasi ini dirancang dengan antarmuka yang ramah pengguna, memungkinkan pengguna untuk mengunggah citra benur dan secara otomatis menerima hasil deteksi visual beserta jumlah total objek yang terdeteksi.
2. Performa model yang dikembangkan menunjukkan hasil yang sangat memuaskan berdasarkan evaluasi kuantitatif selama 200 *epoch*. Model mencapai konvergensi yang stabil tanpa indikasi *overfitting*. Secara spesifik, model berhasil mencatatkan nilai *precision* hingga 0.86, *recall* 0.75, dan *mean Average Precision* (mAP) pada *threshold* 0.5 (mAP50) sebesar 0.84. Selain itu, model juga mampu mencapai nilai mAP50-95 sebesar 0.50, yang mengindikasikan kemampuannya untuk tetap presisi pada berbagai tingkat kesulitan deteksi.
3. Model menunjukkan kinerja yang andal dan tangguh saat diuji pada berbagai kondisi, termasuk kepadatan tinggi dan pencahayaan yang bervariasi. Pada kondisi ideal dengan kepadatan rendah, akurasi deteksi mencapai 99,6% .

Meskipun dihadapkan pada tantangan seperti tumpang tindih objek (*occlusion*) dan pencahayaan kurang merata pada kepadatan tinggi, model bahkan mampu meningkatkan akurasi hingga 93,6% pada kepadatan tinggi sebanyak 600 ekor. Hal ini membuktikan bahwa model yang dibangun tidak hanya unggul secara teoretis tetapi juga praktis dan siap digunakan untuk aplikasi di kondisi nyata.

5.2. Saran

Meskipun penelitian ini telah berhasil mencapai tujuannya, terdapat beberapa ruang untuk pengembangan lebih lanjut. Berikut adalah saran yang dapat menjadi pertimbangan untuk penelitian di masa depan:

1. Pengembangan untuk Pemrosesan Video *Real-Time*

Mengingat algoritma YOLO unggul dalam kecepatan deteksi, pengembangan selanjutnya dapat difokuskan pada implementasi model untuk memproses masukan video secara *real-time*. Hal ini akan lebih mendekati skenario penggunaan praktis di *hatchery*, dimana benur dapat dihitung saat dialirkan melalui saluran air, sehingga meningkatkan efisiensi lebih jauh.

2. Pengembangan Aplikasi *Mobile*

Untuk meningkatkan aksesibilitas, penelitian selanjutnya dapat berfokus pada pengembangan aplikasi berbasis *mobile* (*Android/iOS*). Hal ini akan memungkinkan pembudidaya udang untuk menggunakan kamera ponsel mereka secara langsung untuk melakukan deteksi dan penghitungan, menjadikan teknologi ini lebih praktis dan mudah dijangkau.