

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konservasi keanekaragaman hayati saat ini menghadapi krisis global akibat fragmentasi habitat dan perburuan liar yang masif. Fenomena ini dipertegas oleh data ilmiah yang menunjukkan penurunan populasi vertebrata global secara drastis, di mana laju kepunahan spesies saat ini diperkirakan mencapai 100 hingga 1.000 kali lipat dari tingkat latar belakang alami [1]. Dalam menghadapi ancaman tersebut, para ahli konservasi sangat bergantung pada data pemantauan satwa yang akurat untuk merumuskan kebijakan perlindungan habitat yang efektif. Teknologi kamera perangkap (*camera traps*) telah menjadi metodologi standar yang dominan karena kemampuannya dalam mengumpulkan data visual secara kontinu tanpa kehadiran manusia di lapangan yang dapat memengaruhi perilaku satwa [2]. Namun, penggunaan instrumen ini menghasilkan volume data digital berskala besar yang mustahil untuk diproses secara manual tanpa menyebabkan *bottleneck* dalam analisis data. Oleh karena itu, kebutuhan akan sistem pemrosesan citra otomatis menjadi sangat krusial guna mempercepat konversi data mentah menjadi informasi populasi satwa yang siap ditindaklanjuti.

Pemanfaatan *Artificial Intelligence*, khususnya melalui arsitektur *Deep Learning*, telah menunjukkan potensi besar dalam mengatasi tantangan manajemen data konservasi. Meskipun demikian, identifikasi otomatis pada citra kamera perangkap menghadapi kendala teknis yang kompleks seperti variasi pencahayaan yang ekstrem, latar belakang vegetasi yang padat, serta kemunculan subjek yang tidak utuh atau *partial occlusion* [3]. Sejumlah penelitian menegaskan bahwa keterbatasan model tradisional dalam menangani lingkungan yang tidak terkontrol seringkali menghasilkan tingkat *false positive* yang tinggi, terutama pada spesies dengan karakteristik visual yang mirip. Untuk menjawab kompleksitas tersebut, algoritma *You Only Look Once* versi 8 (*YOLOv8*) diterapkan sebagai solusi deteksi objek yang menawarkan efisiensi tinggi melalui mekanisme *anchor-free* dan optimalisasi arsitektur saraf [4]. Integrasi algoritma ini diharapkan mampu

memberikan akurasi deteksi yang lebih stabil meskipun dihadapkan pada variasi pose dan kondisi lingkungan liar yang dinamis.

Meskipun teknologi *YOLOv8* telah tersedia dalam berbagai varian, pemilihan model yang paling efisien untuk implementasi di lapangan masih menjadi tantangan tersendiri. Penggunaan varian model yang terlalu besar berpotensi membebani sumber daya komputasi pada perangkat *monitoring*, sementara varian yang terlalu ringan dikhawatirkan tidak memiliki kedalaman fitur yang cukup untuk menangani kompleksitas citra di habitat alami. Hingga saat ini, belum banyak kajian mendalam yang secara spesifik membandingkan efektivitas antara varian *YOLOv8s (small)* dan *YOLOv8m (medium)* dalam konteks identifikasi spesies hewan dengan tantangan data dunia nyata. Adanya kesenjangan informasi (*knowledge gap*) mengenai keseimbangan akurasi dan efisiensi waktu inferensi ini menyulitkan para praktisi konservasi dalam memilih model yang paling aplikatif. Oleh sebab itu, diperlukan sebuah pengujian komparatif yang objektif untuk menentukan varian mana yang paling handal dalam memproses data citra kamera perangkap yang memiliki karakteristik unik dan beragam.

Sebagai solusi untuk mengisi celah penelitian tersebut, penelitian ini menggunakan dataset *WCS Camera Traps* dari platform *LILA Science* yang merupakan kumpulan data lapangan berskala besar dari berbagai wilayah biogeografis. Penegasan penggunaan dataset ini sangat penting karena mencakup tantangan nyata berupa distribusi objek yang tidak seimbang (*object-level imbalance*) serta kompleksitas latar belakang vegetasi alami yang menjadi karakteristik utama dalam studi kamera perangkap [5]. Fokus identifikasi diarahkan pada spesies target seperti *Impala (Aepyceros melampus)*, *Great Curassow (Crax rubra)*, hingga *Plains Zebra (Equus quagga)* untuk menguji generalisasi model terhadap morfologi hewan yang berbeda. Melalui pelatihan menggunakan dataset yang telah terstandarisasi secara global ini, model *YOLOv8s* dan *YOLOv8m* akan dievaluasi kemampuannya dalam mengenali spesies hewan di Tengah gangguan latar belakang alami. Pemanfaatan data faktual ini memastikan bahwa hasil penelitian memiliki relevansi praktis yang tinggi bagi operasional lembaga konservasi di lapangan.

Keberhasilan sistem deteksi tidak hanya diukur melalui kemampuan teknis algoritma, tetapi juga melalui ketajaman metrik evaluasi yang digunakan untuk mencerminkan performa model secara objektif. Penggunaan metrik *Mean Average Precision (mAP)* dan *F1-Score* menjadi standar dalam mengukur keseimbangan antara ketepatan deteksi dan kemampuan model dalam menemukan kembali seluruh objek target [6]. Hal ini sangat vital dalam konteks informatika karena kesalahan klasifikasi pada spesies langka dapat berdampak fatal pada pelaporan status konservasi suatu wilayah. Dengan mengoptimalkan fungsi kerugian (*loss function*) dan parameter pelatihan pada *YOLOv8*, penelitian ini bertujuan untuk meminimalkan ambiguitas deteksi pada citra berkualitas rendah. Evaluasi yang komprehensif ini akan memberikan gambaran mendalam mengenai efektivitas algoritma dalam menangani skenario dunia nyata yang seringkali tidak ideal melalui perbandingan performa antara varian model *small* dan *medium*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan di latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: bagaimana perbandingan performa deteksi antara model *YOLOv8s* dan *YOLOv8m* dalam mengidentifikasi spesies hewan pada citra kamera perangkap berdasarkan metrik akurasi (*mAP@0.5*, *mAP@0.5:0.95*, *Precision*, *Recall*, *F1-Score*, dan waktu inferensi)?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Penelitian ini menggunakan dataset *WCS Camera Traps* dari *LILA Science*.
- Penelitian ini menggunakan algoritma yang diuji terbatas pada varian *YOLOv8s* dan *YOLOv8m*.
- Spesies hewan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *Impala*, *Great Curassow*, *Plains Zebra*, *Guenther's Dik-dik*, dan *Ocellated Turkey*.
- Evaluasi model dilakukan menggunakan metrik *mAP@0.5*, *mAP@0.5:0.95*, *Precision*, *Recall*, *F1-Score*, dan *inference time*.

- e. Pengembangan menggunakan bahasa pemrograman *Python* dengan *framework PyTorch* dan *library Ultralytics*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dan membandingkan performa deteksi antara model *YOLOv8s* dan *YOLOv8m* dalam mengidentifikasi spesies hewan pada citra kamera perangkap berdasarkan metrik *mAP@0.5*, *mAP@0.5:0.95*, *Precision*, *Recall*, *F1-Score*, serta waktu inferensi, sehingga dapat diketahui model yang memiliki kinerja paling optimal.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini bisa bermanfaat untuk :

- a. Memberikan pemahaman mendalam mengenai optimasi model *deep learning* dalam menangani karakteristik data dunia nyata (*real-world data*), khususnya terkait tantangan ketidakseimbangan data tingkat objek (*object-level data imbalance*) pada citra kamera perangkap.
- b. Memberikan rekomendasi model *AI* yang paling efektif (cepat dan akurat) untuk mengotomatisasi pemantauan satwa liar melalui kamera perangkap.
- c. Menjadi referensi tambahan dalam penerapan arsitektur *YOLO* terbaru untuk klasifikasi fauna langka.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN: Berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA: Menjelaskan teori dasar mengenai konservasi satwa, kamera perangkap, *computer vision*, arsitektur *YOLOv8* (serta perbedaan varian *s* dan *m*), dan penelitian terdahulu yang relevan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN: Menguraikan tahapan penelitian mulai dari pengumpulan dataset *WCS*, tahapan *pre-processing*, perancangan skenario pengujian model, hingga teknik evaluasi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN: Menyajikan data hasil pengujian perbandingan *YOLOv8s* dan *YOLOv8m*, analisis performa terhadap spesies tertentu, dan pembahasan mengenai temuan penelitian.

BAB V PENUTUP: Berisi kesimpulan dari hasil perbandingan model dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

