

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

World Health Organization (WHO) menegaskan bahwa keselamatan pasien masih menjadi persoalan global, di mana sekitar 1 dari 10 pasien mengalami bahaya dalam pelayanan kesehatan, dan lebih dari 3 juta kematian terjadi setiap tahun akibat pelayanan yang tidak aman [1]. Praktik penggunaan obat yang tidak aman dan medication error juga menimbulkan beban ekonomi global sekitar US\$ 42 miliar per tahun [2]. Risiko ini menguat pada tahap pemilihan dan verifikasi obat berbasis kemasan karena verifikasi manual rentan terhadap kekeliruan, termasuk kemiripan kemasan (*look-alike*), variasi pencahayaan saat pengambilan gambar, serta kondisi pengguna yang terburu-buru atau memiliki keterbatasan visual. Literatur juga menegaskan bahwa lebih dari separuh obat di dunia diresepkan/didispensing/dijual secara tidak tepat dan separuh pasien gagal mengonsumsi obat dengan benar, sehingga peluang kesalahan pada tahap pemilihan dan konsumsi obat menjadi semakin besar [3]. Artinya, penguatan verifikasi pada titik awal sebelum obat digunakan atau dikonsumsi, menjadi langkah yang berdampak langsung terhadap penurunan risiko. Dalam konteks ini, penelitian memosisikan deteksi area teks nama obat pada kemasan (single-class object detection) sebagai kebutuhan praktis untuk mendukung proses verifikasi, dan mengusulkan penggunaan arsitektur YOLO modern yang dioptimalkan melalui hyperparameter tuning untuk meningkatkan konsistensi deteksi real-time pada kondisi citra yang bervariasi [4].

Kelompok rentan memperlihatkan konsekuensi yang lebih nyata ketika proses pemilihan obat masih mengandalkan kemampuan visual dan verifikasi manual. Studi pada praktik farmasi menekankan bahwa gangguan penglihatan dapat mengurangi kemampuan pasien dalam mengakses informasi obat secara aman, sehingga diperlukan pendekatan yang dapat memperbaiki akses informasi secara efektif [5]. PocketMed juga menyoroti bahwa pengelolaan obat merupakan tantangan bagi penyandang disabilitas penglihatan dan lansia; populasi global

dengan gangguan penglihatan diperkirakan sekitar 2,2 miliar orang [6]. Sejalan dengan itu, kajian aplikasi identifikasi obat untuk tunanetra menegaskan kebutuhan antarmuka serta mekanisme bantuan yang mudah diakses agar penggunaan obat lebih aman, sementara sistem hybrid untuk membantu low-vision dalam memilih obat bebas menunjukkan bahwa integrasi kecerdasan buatan dapat meningkatkan kemandirian pengguna dalam proses pemilihan obat [7]. Ketergantungan pada pihak lain untuk membedakan obat berpotensi menurunkan kemandirian, meningkatkan risiko kesalahan, dan memperpanjang rantai medication error [8]. Karena itu, otomatisasi berbasis citra yang menargetkan deteksi area nama obat sebagai objek menjadi pendekatan yang relevan untuk memperkuat keselamatan pasien.

Kemajuan deteksi objek real-time menyediakan landasan teknis yang kuat untuk otomatisasi berbasis citra pada konteks obat/kemasan. Studi komparatif RetinaNet, SSD, dan YOLOv3 pada deteksi pil menunjukkan trade-off akurasi dan kecepatan: RetinaNet mencapai $mAP@0.5 = 0.8289$, sedangkan YOLOv3 mencapai $mAP@0.5 = 0.8069$ tetapi lebih unggul dari sisi kecepatan sehingga lebih sesuai untuk implementasi yang menuntut respons cepat [9]. Evaluasi lain pada keselamatan proses dispensing obat membandingkan YOLOv5 dan YOLOv8 dengan 1.659 citra, menunjukkan YOLOv8 unggul pada sebagian besar metrik pelatihan/validasi; namun performa turun pada pengujian, mengindikasikan tantangan generalisasi dan perlunya konfigurasi pelatihan yang lebih tepat untuk deteksi obat real-time [10]. Di sisi lain, penelitian pill identification berbasis YOLOv8 untuk tunanetra melaporkan performa tinggi ($mAP@0.5 = 0.995$; precision = 0.981; recall = 0.988), tetapi fokusnya pada pil dan belum diarahkan untuk deteksi area teks nama obat pada kemasan [11]. Pada konteks kemasan obat di Indonesia, YOLOv8n dilaporkan mencapai precision = 0.998, recall = 0.997, dan $mAP@0.5 = 0.995$ pada 3.579 citra, tetapi memfokuskan pada kategori jenis kemasan, bukan lokalisasi area nama obat sebagai target utama [12]. Sementara itu, pendekatan klasifikasi murni berbasis ResNet101 dengan akurasi 0.9851 pada dataset farmasi Korea tidak menyediakan informasi lokasi objek dan kurang ideal untuk skenario multi-objek dalam satu frame dibanding pendekatan deteksi [13].

Temuan-temuan tersebut memperkuat urgensi hyperparameter tuning yang terukur untuk menjaga konsistensi performa pada data beragam.

Penelitian mutakhir berbasis YOLOv11 menunjukkan potensi kuat, tetapi juga menyisakan ruang optimasi yang relevan untuk kasus obat. Studi klasifikasi obat real-time menggunakan YOLOv11 pada 5.000 citra (10 kelas) melaporkan precision = 0.974, recall = 0.976, dan mAP@0.5 = 0.984, namun tuning tidak diposisikan sebagai variabel utama yang diuji komparatif terhadap konfigurasi default, dan targetnya bukan deteksi area teks nama obat [14]. Pada deteksi pil medis, YOLOv11 dilaporkan mencapai mAP@0.5 = 0.995 pada dataset proof-of-concept (115 citra; 92 train dan 23 validasi), tetapi skala data yang terbatas membuat klaim stabilitas dan generalisasi masih perlu diuji pada variasi kondisi yang lebih luas [15]. Studi lain menunjukkan bahwa fine-tuning YOLOv11 pada deteksi multi-kelas dapat meningkatkan ketelitian, tetapi keberhasilan ini sangat bergantung pada pemilihan hyperparameter yang tepat agar tidak terjadi pergeseran performa saat kondisi data berubah [16]. Selain faktor hyperparameter, literatur pengolahan citra dan visi komputer menegaskan bahwa variasi pencahayaan, sudut pengambilan, dan skala objek dapat mengubah karakteristik fitur visual yang diekstraksi, sehingga berdampak pada ketelitian lokalisasi objek pada citra. Sejalan dengan itu, literatur menekankan bahwa performa model termasuk deep learning sensitif terhadap keputusan desain dan hyperparameter seperti learning rate, regularisasi, serta prosedur optimisasi, sehingga pemilihannya perlu divalidasi secara sistematis menggunakan data validasi terpisah [17]. Oleh sebab itu, diperlukan evaluasi yang menempatkan hyperparameter tuning sebagai fokus utama untuk meningkatkan konsistensi performa deteksi pada skenario real-time dan variasi citra kemasan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan utama dalam penelitian ini dapat dirumuskan dalam bentuk pertanyaan-pertanyaan berikut:

- a. Bagaimana pendekatan hyperparameter tuning pada arsitektur YOLOv11 dapat membantu individu dengan keterbatasan penglihatan dalam

mengidentifikasi nama obat secara mandiri dan akurat melalui deteksi berbasis citra kemasan?

- b. Sejauh mana hyperparameter tuning pada YOLOv11 dapat meningkatkan metrik evaluasi seperti precision, recall, dan mean Average Precision (mAP) dibandingkan konfigurasi default, sambil mempertahankan efisiensi inferensi untuk aplikasi real-time pada variasi kondisi citra?
- c. Apa rekomendasi konfigurasi hyperparameter optimal yang dapat direplikasi untuk mendukung pengurangan medication error pada tahap verifikasi obat berbasis citra, khususnya dalam konteks kelompok rentan?
- d. Bagaimana evaluasi sistem dengan hyperparameter tuning YOLOv11 dilakukan pada sampel obat nyata dengan variasi kondisi pencahayaan (*low-light*), silau (*glare*), dan sudut pengambilan gambar (*angled capture*) untuk memastikan robustitas di lingkungan nyata?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan dan mengevaluasi YOLOv11 hyperparameter tuning untuk image-based drug name detection, yaitu deteksi area nama obat pada kemasan sebagai satu kelas objek. Fokus penelitian diarahkan pada peningkatan metrik deteksi (precision, recall, mAP) sekaligus menjaga efisiensi inferensi untuk kebutuhan real-time, dengan rancangan evaluasi yang terukur dan dapat direplikasi. Output yang diharapkan adalah rekomendasi konfigurasi hyperparameter yang efektif untuk meningkatkan konsistensi deteksi pada kondisi citra yang bervariasi, sehingga dapat membantu meminimalkan medication error pada tahap pemilihan dan verifikasi obat berbasis kemasan dan pada akhirnya memperkuat keselamatan pasien.

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Sistem difokuskan pada deteksi area nama obat pada kemasan sebagai objek tunggal, tanpa melibatkan pengenalan teks (OCR), identifikasi dosis, kandungan kimia, interaksi obat, atau efek samping.
- b. Evaluasi sistem dilakukan pada sampel obat nyata dengan variasi kondisi pencahayaan (*low-light*), silau (*glare*), dan sudut pengambilan gambar

(angled capture), tetapi tidak mencakup kondisi ekstrem seperti kerusakan kemasan atau citra dengan noise berat.

- c. Hyperparameter tuning difokuskan pada parameter utama seperti learning rate, batch size, dan optimizer, tanpa eksplorasi modifikasi arsitektur mendalam atau integrasi dengan fitur lain seperti output auditori.
- d. Evaluasi dilakukan pada perangkat komputasi standar, sehingga tidak dioptimalkan untuk deployment mobile atau edge computing.

1.5. Jadwal Pengerjaan

Proses penelitian dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini dilaksanakan sesuai dengan jadwal pengerjaan yang dirangkum dalam tabel di bawah ini.

Tabel 1.1 Jadwal Pengerjaan Tugas Akhir

No.	Kegiatan	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3	Bulan 4	Bulan 5
1	Studi Literatur dan Perumusan Masalah	■	■			
2	Pengumpulan dan Pra-pemrosesan Dataset		■			
3	Implementasi Model YOLOv11 Baseline.		■	■		
4	Eksperimen Hyperparameter Tuning dan Pelatihan Model.			■	■	
5	Evaluasi Performa dan Analisis Metrik.				■	
6	Pengujian pada Data Real World dan Penyusunan Rekomendasi.					■
7	Penyusunan Laporan dan Publikasi Hasil.			■	■	■