

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Deteksi objek merupakan salah satu tugas fundamental dalam bidang *computer vision* yang bertujuan untuk menemukan dan mengidentifikasi keberadaan objek dari kelas tertentu di dalam citra atau video. Teknologi ini memiliki peranan penting dalam berbagai aplikasi, seperti *autonomous vehicles*, sistem pengawasan, robotika, dan sistem pendukung pengambilan keputusan. Melalui deteksi objek, sistem dapat mengenali objek-objek umum yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari seperti manusia, kendaraan, dan objek lainnya, sehingga memungkinkan komputer untuk memahami lingkungan visual secara lebih komprehensif [1].

Seiring dengan perkembangan *deep learning*, performa sistem *computer vision* khususnya pada tugas klasifikasi citra dan deteksi objek mengalami peningkatan yang signifikan. Pendekatan *deep learning* memungkinkan model untuk secara otomatis mempelajari fitur-fitur penting dari data citra, sehingga mampu mengenali dan mendeteksi objek berdasarkan karakteristik visual seperti bentuk, warna, dan pola [2]. Dalam konteks ini, deteksi objek tidak hanya berfokus pada pengenalan kategori objek, tetapi juga pada penentuan lokasi objek melalui prediksi bounding box yang presisi [3].

Meskipun demikian, keberhasilan model *deep learning* sangat bergantung pada ketersediaan dataset berlabel dalam jumlah besar. Proses pelabelan data, khususnya pada deteksi objek memerlukan anotasi manual berupa *bounding box* dan label kategori untuk setiap objek yang membutuhkan waktu, biaya, dan ketelitian yang tinggi. Kondisi ini menjadi tantangan utama, terutama ketika dataset berskala besar harus dianotasi secara akurat. Oleh karena itu, keterbatasan data berlabel sering kali menjadi hambatan dalam pengembangan sistem deteksi objek yang optimal [3].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pendekatan *Semi-Supervised Learning* (SSL) menjadi salah satu solusi yang menjanjikan. SSL mengombinasikan data berlabel dalam jumlah terbatas dengan data tanpa label yang lebih mudah diperoleh sebagai data pelatihan [3]. Salah satu teknik yang umum digunakan dalam SSL adalah *pseudo-labeling*, yaitu proses di mana model yang telah dilatih menggunakan data berlabel digunakan untuk menghasilkan label semu

pada data tanpa label [4]. Data tanpa label yang telah diberi *pseudo-label* dengan tingkat kepercayaan tertentu kemudian dimanfaatkan kembali dalam proses pelatihan model, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan performa tanpa ketergantungan penuh pada anotasi manual [5].

Beberapa penelitian telah dilakukan penerapan SSL untuk mengatasi keterbatasan data berlabel. Penelitian oleh Puji Ayuningtyas dkk menerapkan pendekatan SSL dengan memanfaatkan *machine annotator* berbasis *deep learning* menggunakan algoritma *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan *Gated Recurrent Unit* (GRU) [6]. Penelitian yang dilakukan oleh Marsella Dwi Utami dkk memanfaatkan data tanpa label dengan pendekatan SSL menggunakan algoritma *K-Means Clustering* dan *Random Forest* [7]. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Nimas Ayuningtyas dan Wiyli Yustanti mengombinasikan *Random Forest*, *Support Vector Machine*, dan *K-Nearest Neighbor* untuk meningkatkan performa model dengan data berlabel terbatas [8]. Penelitian tersebut masih berfokus pada pendekatan klasifikasi dan belum banyak mengeksplorasi penerapan SSL pada deteksi objek berbasis *deep learning* modern.

Salah satu algoritma *deep learning* yang banyak digunakan dalam deteksi objek adalah *You Only Look Once* (YOLO). Algoritma ini pertama kali diperkenalkan oleh Redmon dkk. (2015) dan dikenal karena kecepatan inferensi yang tinggi serta ukuran model yang relatif efisien [9]. YOLO menggunakan pendekatan *one-stage detection*, di mana prediksi kelas dan lokasi objek dilakukan secara langsung dalam satu kali pemrosesan gambar tanpa memerlukan tahap pemrosesan terpisah [10]. Pendekatan ini memungkinkan YOLO untuk melakukan deteksi objek dengan akurasi yang kompetitif. Selain itu, YOLO memanfaatkan informasi global dari keseluruhan citra, sehingga mampu mengurangi kesalahan deteksi terhadap latar belakang dan meningkatkan kemampuan generalisasi model [9].

Berdasarkan permasalahan dan kajian penelitian sebelumnya, penelitian ini berjudul “*Object Detection* Citra Makanan Bergizi Menggunakan Algoritma *You Only Look Once* (YOLO)” mengusulkan penerapan *Semi-Supervised Learning* yang dikombinasikan dengan model YOLOv8 untuk mengatasi keterbatasan jumlah data berlabel pada tahap pelatihan. Data berlabel digunakan untuk melatih

teacher model, sementara data tanpa label dimanfaatkan dalam pelatihan *student model* melalui mekanisme *pseudo-labeling*. Penelitian ini berfokus pada perancangan sistem deteksi objek dan pelatihan model yang telah menerapkan pendekatan SSL dan YOLOv8 dalam mengidentifikasi berbagai kategori makanan. Dengan memanfaatkan data tanpa label, diharapkan sistem yang dihasilkan tetap memiliki performa deteksi yang kompetitif meskipun jumlah data berlabel terbatas.

Pemilihan kelas makanan dalam penelitian ini didasarkan pada representasi menu makanan yang umum dikonsumsi masyarakat Indonesia serta mencerminkan kelompok gizi seimbang yang terdiri dari karbohidrat, protein, dan sayuran [11][12]. Setiap kelas makanan memiliki karakteristik visual yang beragam dari segi warna, tekstur, dan bentuk, sehingga meningkatkan kompleksitas dataset [13][14]. Keberagaman visual ini penting untuk menguji kemampuan generalisasi model deteksi objek dalam mengenali berbagai jenis makanan pada kondisi nyata. Pemilihan kelas makanan tidak bersifat acak, melainkan didasarkan pada pertimbangan praktis, visual, dan nutrisi.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, terdapat permasalahan utama yang menjadi fokus dalam penelitian ini:

1. Bagaimana merancang dan melatih model deteksi objek dengan pendekatan *Semi-Supervised Learning* dan YOLOv8 untuk mengatasi keterbatasan data berlabel?
2. Bagaimana hasil pelatihan dan pengujian model deteksi objek dengan penerapan *Semi-Supervised Learning* dan YOLOv8 untuk mengatasi keterbatasan data berlabel?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Merancang dan melatih model deteksi objek dengan pendekatan *Semi-Supervised Learning* dan YOLOv8 untuk mengatasi keterbatasan data berlabel.
2. Mengevaluasi hasil pelatihan dan pengujian model deteksi objek dengan penerapan *Semi-Supervised Learning* dan YOLOv8 untuk mengatasi keterbatasan data berlabel.

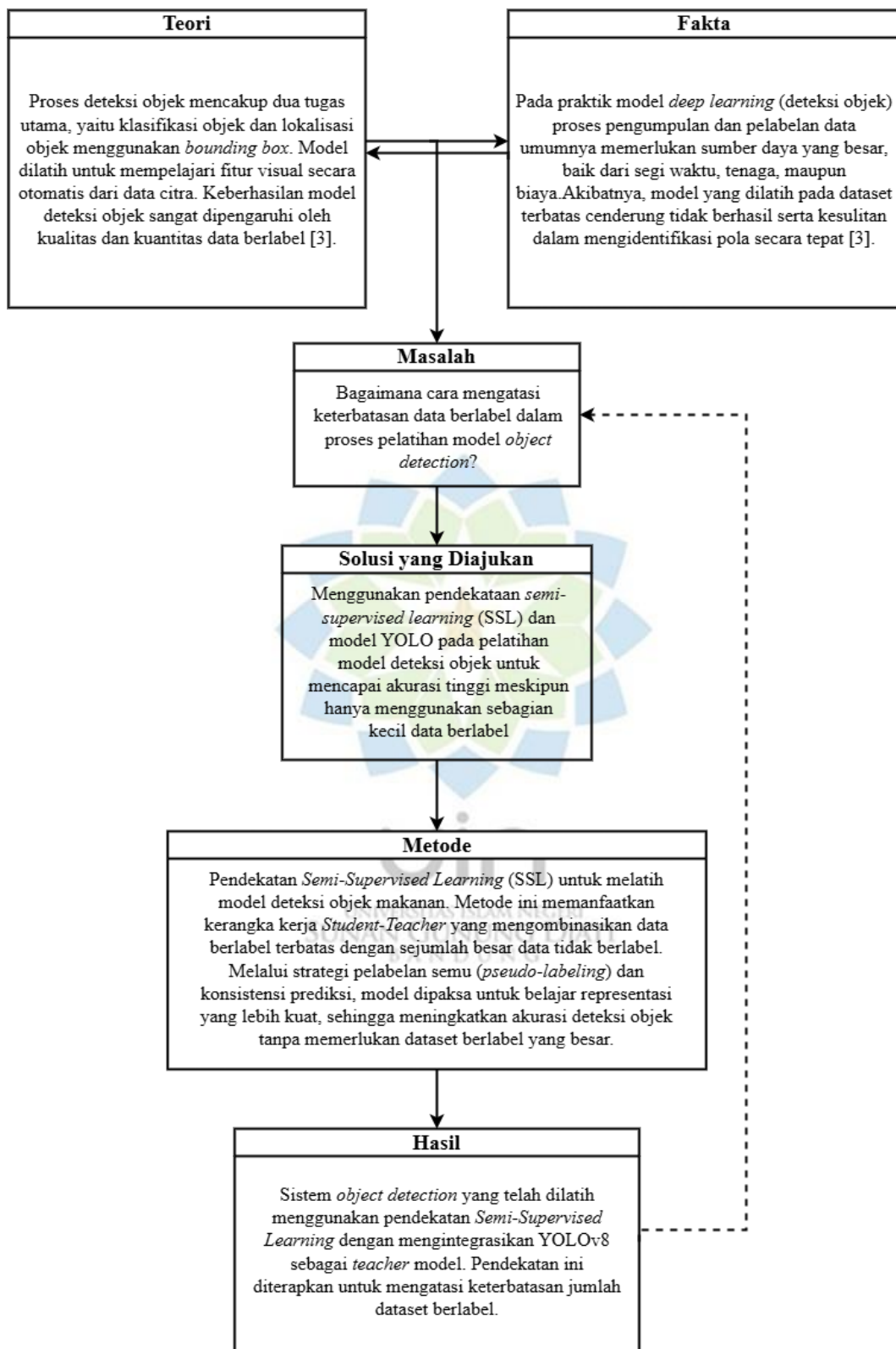
1.4 Batasan Masalah Penelitian

Agar penelitian ini lebih terfokus dan memiliki ruang lingkup yang jelas, beberapa batasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya memfokuskan pada deteksi objek makanan sesuai yang tersedia pada dataset yang digunakan, bersumber dari penyedia dataset yang bersifat *open source* yaitu Kaggle [15] [16] [17]. Jumlah makanan hanya empat belas kelas, objek selain makanan tidak termasuk dalam lingkup penelitian.
2. Penelitian ini menggunakan metode algoritma YOLOv8, Tidak mencakup pengembangan metode baru di luar modifikasi arsitektur model yang sudah ada.
3. Pendekatan *Semi-Supervised Learning* yang diterapkan menggunakan metode *pseudo-labeling* berbasis *framework teacher-student*, tanpa mengeksplorasi metode lain.
4. Pengujian model dilakukan pada gambar statis (bukan video atau *real-time streaming*) dengan variasi pencahayaan dan sudut pengambilan gambar yang wajar. Pengujian dalam kondisi ekstrem seperti pencahayaan sangat rendah, pencampuran makanan secara berlebihan, atau deformasi makanan tidak termasuk dalam ruang lingkup penelitian ini.
5. Evaluasi performa model hanya difokuskan pada metrik umum deteksi objek, yaitu *precision*, *recall*, F1-score, mAP50, dan mAP50-95, tanpa mengukur aspek lain.
6. Penelitian ini menggunakan metode CRISP-DM (*Cross-Industry Standard Process for Data Mining*) yaitu *business understanding*, *data understanding*, *data preparation*, *modeling*, *evaluation* dan *deployment*.
7. Implementasi sistem berbasis Streamlit hanya digunakan untuk mendemonstrasikan hasil deteksi objek dan informasi kandungan gizi, tanpa pengembangan fitur lanjutan seperti rekomendasi makanan atau integrasi API eksternal.

1.5 Kerangka Pemikiran Penelitian

Kerangka pemikiran adalah model konseptual yang berisi variabel penelitian yang relevan. Berikut adalah kerangka pemikiran dari penelitian ini:



Gambar 1. 1 Kerangka Pemikiran

Pada gambar 1.1 menunjukkan penelitian ini berawal dari konsep deteksi objek makanan yang memanfaatkan algoritma *deep learning* untuk mengenali dan mengklasifikasikan objek makanan pada citra. Namun, pendekatan deteksi objek berbasis *supervised learning* menggunakan algoritma YOLO, memiliki keterbatasan ketika dihadapkan pada kondisi ketersediaan data berlabel yang terbatas. Performa model sangat bergantung pada jumlah dan kualitas data anotasi. Permasalahan ini menjadi semakin kompleks pada domain citra makanan karena tingginya variasi visual serta kebutuhan keahlian khusus dalam proses pelabelan, sehingga berpotensi tidak berhasil dalam kemampuan generalisasi model. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan penerapan pendekatan *Semi-Supervised Learning* pada algoritma YOLOv8 dengan memanfaatkan data berlabel dan tidak berlabel secara bersamaan. Model YOLOv8 awal dilatih menggunakan data berlabel, kemudian digunakan untuk menghasilkan *pseudo-label* pada data tidak berlabel melalui skema *teacher-student*. *Pseudo-label* yang memenuhi ambang kepercayaan tertentu selanjutnya digabungkan dengan data berlabel sebagai dataset pelatihan yang lebih besar dan beragam. Dengan pendekatan ini, model diharapkan mampu mengatasi keterbatasan data berlabel dan kemampuan generalisasi dalam mendeteksi serta membedakan berbagai jenis makanan, meskipun jumlah data berlabel yang tersedia relatif terbatas, sehingga tujuan penelitian dapat tercapai secara efektif.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini disusun guna memberikan gambaran menyeluruh mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan dalam menyelesaikan penelitian. Adapun sistematika penulisan ini terdiri dari:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat uraian mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, kerangka pemikiran, serta sistematika penulisan secara keseluruhan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi kajian terhadap teori-teori dan konsep dasar yang relevan dengan topik penelitian. Seluruh teori yang disajikan mendukung proses analisis terhadap permasalahan yang diangkat.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tahapan metodologis yang digunakan selama proses penelitian, mulai dari tahap analisis hingga perencanaan implementasi sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan hasil penelitian yang diperoleh berdasarkan tahapan tahapan yang telah dilakukan. Selanjutnya, hasil tersebut dianalisis dan dibahas untuk menjawab rumusan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, serta memberikan kritik dan saran sebagai refleksi dan bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

