

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teh menjadi salah satu produk yang banyak diminati karena kandungan senyawa bioaktif seperti katekin dan fenol yang bermanfaat bagi kesehatan, serta berkontribusi terhadap nilai ekonominya yang tinggi [1]. Indonesia menjadi salah satu negara produsen teh terbesar di dunia, yang memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan pasar domestik maupun ekspor, dengan produksi yang melibatkan jutaan petani dan pekerja di sektor perkebunan. Kualitas dan kuantitas daun teh yang dipanen menjadi faktor kunci dalam menentukan mutu akhir produk, di mana daun yang sehat dan bebas penyakit menghasilkan warna, aroma, dan rasa teh yang lebih baik, sekaligus meningkatkan daya saing di pasar global. Oleh karena itu, pemeliharaan kesehatan daun teh tidak hanya berdampak pada keberlanjutan produksi, tetapi juga pada stabilitas ekonomi masyarakat yang bergantung pada industri ini.

Berdasarkan statistik tahun 2020, Indonesia menempati posisi sebagai negara penghasil teh terbesar ketujuh di dunia[2]. Namun, data statistik tahun 2022 menunjukkan bahwa produksi daun teh di Indonesia mengalami penurunan dari tahun 2020 hingga 2023. Pada tahun 2020 Indonesia mampu memproduksi teh sebesar 144,063 ton metrik, tahun 2021 sebesar 137,837 ton metrik, tahun 2022 sebesar 124,662 ton metrik dan tahun 2023 sebesar 122,700 ton metrik[3]. Penyebab menurunnya produksi teh salah satu yang utama adalah penyakit daun tanaman teh. Penyakit yang menyerang daun teh dapat menghambat pertumbuhan tanaman, yang pada gilirannya berdampak negatif terhadap hasil dan kualitas daun teh yang dihasilkan.

Penyakit daun teh umumnya disebabkan oleh bakteri, ganggang, jamur, dan virus. Selain itu, terdapat penyakit lain yang disebabkan oleh kondisi lingkungan yang tidak mendukung[4]. Beberapa penyakit pada daun teh yang umum diketahui seperti *Algal Leaf*, *Brown Bligh*, *Grey Blight* dapat mengurangi produktivitas dan kualitas teh secara drastis. Penyakit-penyakit ini tidak hanya mengakibatkan penurunan hasil panen, tetapi juga mempengaruhi cita rasa dan nilai jual teh, yang

pada gilirannya berdampak pada kesejahteraan petani dan industri teh secara keseluruhan.

Akibat dampak signifikan yang ditimbulkan oleh berbagai penyakit tersebut, diperlukan upaya deteksi yang cepat dan akurat untuk meminimalkan kerugian pada tanaman teh. Deteksi penyakit secara manual sering kali menjadi proses yang lambat dan tidak efisien. Metode tradisional, seperti identifikasi melalui pengamatan visual atau mikroskopis oleh petani dan ahli, memakan waktu lama, melelahkan, dan sangat dipengaruhi oleh keahlian individu, sehingga menghasilkan akurasi yang bervariasi. Oleh karena itu, diperlukan cara yang lebih cepat untuk menangani masalah tersebut. Melihat pada saat ini perkembangan teknologi yang semakin pesat di bidang teknologi membuka peluang untuk menjadi solusi yang inovatif dalam mengatasi permasalahan di dunia nyata. Otomatisasi dalam deteksi penyakit menggunakan teknologi *computer vision* dan kecerdasan buatan menjadi sangat penting[5]. Pengenalan dan pengendalian penyakit daun teh yang akurat dapat menjaga kualitas dan kuantitas produk.

Dengan teknologi komputer, dapat memecahkan berbagai permasalahan di bidang pertanian, menggunakan *deep learning*. *Deep learning* banyak digunakan dalam deteksi objek, klasifikasi gambar, pemrosesan bahasa alami, dan secara otomatis mengintegrasikan proses ekstraksi fitur ke dalam *training*. *Deep learning* telah berhasil mengumpulkan kumpulan data yang besar dan dapat digunakan untuk mendiagnosis penyakit tanaman dengan cepat dan akurat. Penelitian oleh Puspita dkk. yang berjudul “*Penerapan Convolutional Neural Network (CNN) untuk Deteksi Penyakit Daun Teh*” telah terbukti mampu mempercepat proses identifikasi dan meningkatkan akurasi diagnosis (97,7 %), sehingga memungkinkan petani melakukan pengendalian secara tepat dan cepat[6]. Dengan demikian, penerapan teknologi modern dalam deteksi penyakit dapat menjadi solusi yang efektif untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas teh.

Meskipun *Convolutional Neural Network (CNN)* telah banyak digunakan untuk klasifikasi penyakit tanaman melalui citra digital, metode ini umumnya fokus pada pengenalan kelas tanpa memberikan informasi spasial seperti lokasi dan ukuran objek yang terdeteksi. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, muncul

pendekatan deteksi objek yang lebih canggih, salah satunya adalah YOLOv8 (*You Only Look Once version 8*), yang dikenal karena kemampuannya dalam melakukan deteksi secara *real-time* dengan akurasi tinggi. Namun, meskipun YOLOv8 menunjukkan performa yang baik, masih terdapat beberapa keterbatasan yang perlu dioptimalkan, seperti dalam hal fitur spasial dan *multi-level feature fusion*. Studi seperti yang dilakukan [7] berjudul “*RSG-YOLOv8: Detection of Rice Seed Germination Rate Based on Enhanced YOLOv8 and Multi-scale Attention Feature Fusion*” menemukan bahwa lapisan *neck* asli YOLOv8 menghadapi tantangan terkait informasi redundan dari peta fitur pada berbagai tingkat, serta kesulitan dalam menggabungkan informasi spasial dan semantik secara efisien tanpa membebani model secara komputasi. Keterbatasan ini dapat mengakibatkan kesulitan dalam mendeteksi ukuran lesi kecil, variasi intra-kelas yang tinggi, kemiripan visual antar gejala, serta gangguan pencahayaan dan latar belakang yang kompleks.

Seperti citra daun teh yang memiliki latar belakang yang kompleks, keberadaan ranting, bayangan, pantulan cahaya, atau tekstur tanah yang dapat menghasilkan noise visual pada proses ekstraksi fitur. Selain itu, gejala penyakit daun teh sering muncul dalam bentuk lesi kecil dengan pola yang tidak seragam, tingkat kontras yang rendah, serta kemiripan warna antara area terinfeksi dan jaringan sehat. Variasi posisi, orientasi daun, dan kondisi lingkungan pemotretan juga memperbesar tantangan dalam menggabungkan informasi spasial dan semantik secara konsisten. Kondisi-kondisi ini membuat deteksi yang akurat sangat bergantung pada kemampuan model dalam memahami detail multi-level, sehingga kekurangan pada mekanisme feature fusion YOLOv8 semakin terlihat ketika diterapkan pada dataset daun teh. Dengan demikian, kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi integrasi fitur, memperkuat penekanan pada area penting, serta mengurangi redundansi informasi menjadi semakin mendesak agar performa deteksi dapat dioptimalkan.

Sebagai solusi terhadap permasalahan tersebut, penelitian ini akan mengoptimalkan YOLOv8 menggunakan modul perhatian spasial dan kanal *Convolutional Block Attention Module (CBAM)* serta fusi fitur multi-skala canggih

Bidirectional Feature Pyramid Network (BiFPN) untuk meningkatkan kemampuan model dalam mengekstraksi informasi penting secara lebih selektif dan efisien yang sebelumnya telah terbukti efektif dalam meningkatkan deteksi penyakit pada daun tanaman seperti tomat di lingkungan alami[8]. CBAM berfungsi untuk meningkatkan representasi fitur dengan memberikan perhatian pada fitur-fitur penting, sehingga dapat mengurangi *noise* dari latar belakang daun[9]. Sementara itu, BiFPN dirancang untuk meningkatkan penggabungan fitur multi-skala, yang sangat penting dalam mendeteksi lesi kecil yang mungkin tidak terdeteksi oleh model konvensional[10]. Dengan menggabungkan kedua teknik ini, diharapkan akurasi deteksi penyakit daun teh dapat meningkat secara signifikan untuk mendukung pengembangan pertanian dengan sistem deteksi penyakit yang lebih akurat dan cepat. Selanjutnya petani dapat mengambil langkah-langkah preventif yang lebih efektif, sehingga dapat mengurangi kerugian akibat penyakit dan meningkatkan kualitas produk teh yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka terdapat beberapa rumusan masalah yang dapat ditarik sebagai berikut:

1. Bagaimana optimasi deteksi penyakit daun teh menggunakan metode YOLOv8 dengan mengintegrasikan *Convolution Block Attention Module* (CBAM) dan *Bidirectional Feature Pyramid Network* (BiFPN) ?
2. Bagaimana perbandingan kinerja empat model YOLOv8 baseline, YOLOv8 + CBAM, YOLOv8 + BiFPN, dan YOLOv8 + CBAM + BiFPN, dalam menentukan optimasi model dengan performa terbaik?

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan, penulis memiliki tujuan dalam penelitian ini yang dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Meningkatkan kemampuan deteksi penyakit daun teh melalui penguatan fitur penting menggunakan CBAM serta penggabungan fitur multi-skala yang efisien dengan BiFPN.

2. Membandingkan performa empat model, yaitu YOLOv8 baseline, YOLOv8 + CBAM, YOLOv8 + BiFPN, dan YOLOv8 + CBAM + BiFPN untuk menentukan model dengan akurasi dan efektivitas deteksi terbaik.

1.3 Manfaat Penelitian

Diharapkan dengan kegunaan pada penelitian ini dapat diambil beberapa manfaat sebagai berikut:

1. Penggunaan teknologi deteksi berbasis citra dan kecerdasan buatan diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen teh, serta mengurangi potensi kerugian ekonomi akibat keterlambatan dalam diagnosis penyakit tanaman.
2. Dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan metode deteksi penyakit tanaman berbasis deep learning, khususnya pada peningkatan performa arsitektur YOLOv8 dengan penambahan CBAM dan BiFPN.

1.4 Batasan Masalah

Agar kajian dan analisis yang dilakukan mengarah pada pokok permasalahan yang sedang dibahas serta menghindari kajian yang terlalu luas, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berfokus pada jenis – jenis penyakit daun teh *Camellia Sinensis* yang sering ditemukan di kebun Teh Malang, Lawang yaitu *Algal Leaf*, *Brown Blight* dan *Grey Blight*
2. Dataset primer diambil dari foto daun teh menggunakan kamera HP di kebun teh Wonosari, Malang dan dataset sekunder diambil dari platform *Kaggle*