

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian dan perkebunan buah-buahan merupakan sektor ekonomi penting di banyak negara di dunia, Sementara di Indonesia dengan lanskap pertanian yang didominasi oleh iklim tropis, produk pertanian mempunyai potensi besar untuk tumbuh dan berkembang (Hawibowo & Muhammmah, 2024). Sektor pertanian merupakan tulang punggung perekonomian Aceh. Pertanian di wilayah Aceh menghasilkan padi, kedelai, singkong, ubi jalar, jagung, kedelai, sayuran dan buah-buahan. Sektor pertanian juga merupakan sektor ekonomi yang paling banyak menyerap tenaga kerja. Sektor ini juga memegang peranan paling penting dalam pertumbuhan ekonomi Aceh (Nurdin *et al.*, 2021). Produk hortikultura menempatkan buah-buahan dan sayur-sayuran sebagai komoditas utama (Hawibowo & Muhammmah, 2024). Salah satu buah yang memiliki peran signifikan dalam industri ini adalah buah kopi (Rusman & Pasae, 2023).

Kopi merupakan salah satu komoditas yang memiliki peluang pengembangan pasar dan perdagangan dunia. Indonesia menempati posisi ke empat dalam ekspor dan produsen kopi di seluruh dunia, setelah Brazil, Colombia, dan Vietnam (Raysyah *et al.*, 2021). Indonesia menghasil beragam jenis kopi yang terdapat terdapat dari beberapa daerah.

Aceh adalah salah satu daerah penghasil kopi arabika terbayak di Indonesia. Tiga kabupaten utama yang memproduksi kopi arabika gayo adalah Aceh Tengah, Bener Meriah, dan Gayo Lues. Kopi merupakan sumber pendapatan utama bagi masyarakat di ketiga kabupaten tersebut. Jumlah petani kopi yang banyak di dataran Tinggi Gayo juga menunjukkan bahwa kopi adalah sektor utama mata pencaharian masyarakat Gayo. Ketiga kabupaten ini memiliki perkebunan kopi terluas di Indonesia, dengan luas total 94.800 hektar. Di Bener Meriah, misalnya, terdapat perkebunan kopi seluas 45.316,15 hektar, lebih dari setengahnya masih produktif (Kembaren & Muchsin, 2021).

Kualitas dan nilai jual kopi sangat dipengaruhi oleh kematangan buah saat dipanen. Pemanenan buah kopi yang tepat waktu yaitu pada tingkat kematangan yang optimal akan menghasilkan kopi yang berkualitas. Namun penentuan kematangan buah kopi seringkali masih mengandalkan penglihatan manusia, sehingga tidak hanya memakan waktu lama namun juga rawan kesalahan. Sistem deteksi karakterisasi kematangan buah kopi ini dapat memberikan pengetahuan kepada masyarakat mengenai buah kopi yang berkualitas dan juga dapat menjadi sumber informasi bagi masyarakat awam (Rusman & Pasae, 2023). Oleh karena itu, deteksi kematangan buah kopi secara otomatis dengan menggunakan teknologi canggih dapat membantu secara efisiensi dan kualitas hasil panen. Deteksi otomatis dapat melakukan penentuan lebih cepat dan objektif, sehingga meningkatkan akurasi dan efisiensi (Raysyah *et al.*, 2021).

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi komputer dan pengolahan citra telah memberikan kontribusi signifikan dalam bidang pertanian. Salah satu metode deteksi objek yang paling efektif adalah YOLOv11, yang menggunakan jaringan saraf tiruan berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN). Dengan metode ini, pola dan fitur dari data citra dapat dipelajari secara mendalam dan akurat. *Convolutional Neural Network* (CNN) adalah salah satu teknik *deep learning* yang menggunakan jaringan saraf tiruan untuk menyelesaikan masalah dengan mempelajari data yang tersedia. Metode CNN telah menunjukkan hasil yang sangat signifikan dalam pengenalan pola dan citra digital (Febrywinata, 2024). Pendekatan ini memungkinkan proses pembelajaran citra menjadi lebih efisien dan memudahkan aplikasinya dalam berbagai bidang (Sayyidin *et al.*, 2024).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan yaitu penelitian yang ditulis oleh Rifqi Akyas hifdzi Rahman, Asril Adi Sunarto, Asriyanik (Rahman *et al.*, 2024), berjudul Penerapan *You Only Look Once* (YOLO) V8 Untuk Deteksi Tingkat Kematangan Buah Manggis, penelitian ini berhasil mengembangkan algoritma YOLOv8. Dari hasil perbandingan beberapa menggunakan algoritma YOLOv8. Hasil menunjukkan bahwa Implementasi model ini ke dalam sistem berbasis *web* menunjukkan potensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam

proses penyortiran buah manggis secara otomatis, menggantikan metode manual yang rentan terhadap kesalahan manusia.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Ranjan Sapkota, Zhichao Mengb, Martin Churuvijaa, Xiaoqiang Dub, Zenghong Mab, Manoj Karkee (Sapkota *et al.*, 2024) yang berjudul “*Comprehensive Performance Evaluation of YOLO11, YOLOv10, YOLOv9 and YOLOv8 on Detecting and Counting Fruitlet in Complex Orchard Environments*” menunjukkan bahwa Konfigurasi YOLOv9, khususnya YOLOv9 gelan-c dan YOLOv9 gelan m, masing-masing menunjukkan kinerja luar biasa dalam metrik presisi dan perolehan. Model YOLO11n menunjukkan presisi yang luar biasa, mencapai RMSE dan MAE terendah di semua varietas yang diuji, yang menegaskan ketangguhannya dalam aplikasi deteksi buah.

Penelitian yang dilakukan oleh Puja Hanifah, Hanif Ifran Antoni, Shumaya Resty Ramadhani dan Yuliska (Hanifah *et al.*, 2024) yang berjudul “*Pengembangan aplikasi mobile untuk deteksi cacat buah kopi robusta menggunakan metode CNN*” menunjukkan bahwa jarak objek dengan kamera mempengaruhi akurasi hasil. Semakin dekat objek dengan kamera, akurasi menurun. Resolusi dan memori *smartphone* juga mempengaruhi akurasi dan durasi deteksi. Jarak ideal antara objek dan kamera adalah sekitar 15 cm. Jika terlalu dekat, gambar menjadi buram, dan jika terlalu jauh, objek sulit dikenali, sehingga mempengaruhi hasil dan durasi deteksi.

Berdasarkan ketiga penelitian ini menegaskan efektivitas metode YOLO dalam deteksi objek, dengan akurasi tinggi dan kecepatan yang cepat. Hal ini menunjukkan potensi YOLO untuk aplikasi nyata, terutama dalam pertanian, untuk deteksi cepat kematangan buah kopi. Dengan kemampuan unggulnya, YOLO diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan mengurangi kerugian akibat dari buah kopi yang masih belum layak untuk dipanen.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model deteksi kematangan buah kopi menggunakan Algoritma *You Only Look Once version 11* (YOLOv11), dan juga untuk meningkatkan efisiensi dalam proses panen dan pemilihan buah kopi, yang dirancang untuk melakukan deteksi objek secara *real-time* dengan metode *bounding boxes* (Rahman *et al.*, 2024). Algoritma YOLO dipilih karena

kemampuannya dalam memberikan hasil deteksi yang cepat dan akurat, menjadikannya cocok untuk aplikasi yang memerlukan respons cepat dengan teknologi deteksi berbasis kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), petani dapat lebih cepat dan akurat mengidentifikasi buah kopi yang sudah matang, Selain itu, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan teknologi pertanian yang lebih modern dan berkelanjutan.

Berdasarkan uraian tersebut penulis bermaksud untuk mengimplementasikan penelitian ini sebagai sebuah sistem. Atas dasar inilah, penulis tertarik memilih judul **“Deteksi Kematangan Buah Kopi Secara *Real-time* Menggunakan YOLOv11”**, Dengan memanfaatkan keunggulan YOLO dalam deteksi objek. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat dihasilkan suatu sistem yang mampu melakukan deteksi kematangan buah kopi secara otomatis, sehingga membantu petani dalam menentukan waktu panen yang optimal. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam penerapan teknologi cerdas di sektor pertanian, meningkatkan produktivitas, dan kualitas hasil pertanian kopi di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan di atas, maka permasalahan yang penulis rumuskan adalah:

1. Bagaimana cara mengimplementasikan YOLOv11 dalam mendeksi kematangan buah kopi?
2. Bagaimana performa YOLOv11 dalam mendeksi kematangan buah kopi secara *real-time*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan metode YOLOv11 dalam menganalisis citra digital yang dapat mengidentifikasi kematangan pada buah kopi yang berbasis *web*

2. Menganalisis performa hasil pendekripsi YOLOv11 dalam mendekripsi tingkatan kematangan buah kopi secara *real-time*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan kemampuan untuk mendekripsi kematangan buah kopi dengan cepat dan akurat melalui penggunaan metode YOLOv11.
2. Mengurangi ketergantungan pada metode inspeksi manual yang memakan waktu, memungkinkan pengelolaan yang lebih efisien dan responsif terhadap masa panen buah kopi.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang dan rumusan masalah diatas, adapun batasan masalah yang diperoleh agar penulisan laporan ini menjadi lebih terarah adalah sebagai berikut :

1. *Dataset* citra/gambar dikumpulkan sejumlah 302 gambar yang akan di augmentasi menjadi 1002 gambar.
2. Sistem yang dibuat berbasis *web* dan hanya berfokus pada pendekripsi tingkatan kematangan buah kopi, yaitu matang dan tidak matang.
3. Format gambar terbatas. Sistem ini hanya mendukung format gambar dalam JPG, PNG dan JPEG untuk diunggah dan dianalisis.
4. Waktu yang *responsive*, aplikasi ini mempertimbangkan batasan waktu saat memberikan hasil pengenalan untuk mendukung kelancaran proses pengenalan tanpa penundaan yang lama.
5. Variabel yang digunakan yaitu warna buah kopi itu sendiri yang menunjukkan tingkat kematangan (hijau untuk tidak matang, kuning untuk setengah matang dan merah untuk matang).
6. Penelitian dilakukan dengan menggunakan algoritma YOLOv11 serta *image processing*.
7. Klasifikasi citra dilakukan menggunakan konsep YOLOv11 metode pengembangan *Convolutional Neural Network* (CNN).

8. Sistem ini dirancang dan dibuat sebagai aplikasi *web* menggunakan *framework Flask*.
9. Evaluasi performa model menggunakan metrik *Precision*, *Recall*, *F1-score*, *accuracy*, dan *mean Average Precision (mAP)*.
10. Deteksi objek dilakukan secara *real-time* menggunakan *web cam*, dan hasilnya secara langsung di tampilkan di situs *web*.
11. Keluaran (*output*) sistem ini menampilkan tingkat kematangan yang terdeteksi, termasuk koordinat kotak pembatas, skor kepercayaan model.
12. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah *Python*.