

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu komoditas penting bagi perekonomian global dan khususnya Indonesia sebagai salah satu produsen kopi terbesar di dunia. Salah satu daerah penghasil kopi unggulan di Indonesia adalah Kabupaten Bener Meriah, Provinsi Aceh, yang dikenal sebagai sentra produksi kopi Arabika Gayo. Kondisi geografis Bener Meriah yang berada pada ketinggian $\pm 1.200\text{--}1.600$ meter di atas permukaan laut dengan iklim sejuk dan curah hujan yang stabil menjadikan wilayah ini sangat ideal untuk menghasilkan biji kopi berkualitas tinggi. Oleh karena itu, peningkatan dan pengendalian kualitas biji kopi di daerah Bener Meriah menjadi aspek penting dalam menjaga reputasi kopi Gayo sekaligus meningkatkan nilai ekonomi bagi petani dan pelaku usaha kopi di wilayah tersebut. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2021 Indonesia memproduksi biji kopi mencapai 774,6 ribu ton, meningkat 2,75% dibandingkan tahun sebelumnya yang hanya sebesar 753,9 ribu ton [1]. Kopi memiliki nilai ekonomi yang tinggi untuk meningkatkan perekonomian masyarakat dan sebagai sumber devisa negara, dengan nilai *ekspor* mencapai US\$ 824,02 juta per tahun [2]. Sebagai salah satu komoditas unggulan, kualitas biji kopi sangat menentukan nilai jual dan daya saing produk kopi Indonesia di pasar internasional.

Salah satu faktor penting yang menentukan kualitas biji kopi adalah tingkat kematangan buah pada saat dipanen. Buah kopi yang dipanen pada tingkat kematangan yang tepat akan menghasilkan biji kopi dengan cita rasa dan aroma yang optimal. Hal ini berpengaruh signifikan terhadap mutu dan harga jual produk akhir. Panen buah kopi pada kondisi yang belum matang atau terlalu matang dapat mengakibatkan penurunan kualitas biji, seperti peningkatan jumlah biji gepeng, biji berkecambah, rendahnya cita rasa khas cokelat, dan rendemen yang rendah [3].

Metode tradisional untuk menentukan tingkat kematangan buah kopi biasanya mengandalkan pengamatan visual berdasarkan warna kulit buah oleh petani. Namun, pendekatan ini memiliki beberapa kelemahan, di antaranya subjektivitas penilaian, inkonsistensi hasil, dan bergantung pada pengalaman dan keahlian individu. Selain itu, faktor eksternal seperti kondisi pencahayaan dan

kesehatan mata pengamat juga dapat mempengaruhi akurasi penilaian [4]. Variasi warna buah kopi yang berbeda antar varietas juga menambah kompleksitas dalam penilaian tingkat kematangan secara visual. Misalnya, varietas Criollo berwarna hijau saat buah muda dan kuning saat buah tua, sedangkan varietas Forastero berwarna merah saat muda dan jingga saat buah tua [5].

Dengan perkembangan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), khususnya di bidang *Computer Vision*, terbuka peluang untuk mengembangkan sistem otomatis yang dapat mengidentifikasi dan mengklasifikasikan tingkat kematangan buah kopi dengan lebih akurat dan objektif. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah pemanfaatan *Deep Learning*, khususnya *Convolutional Neural Networks* (CNN), yang telah terbukti efektif dalam klasifikasi objek dan pengenalan pola visual [6].

Meskipun telah ada beberapa penelitian terkait klasifikasi tingkat kematangan buah menggunakan CNN, penelitian yang secara khusus berfokus pada buah kopi masih terbatas. Selain itu, mayoritas penelitian yang ada hanya berfokus pada satu jenis varietas kopi Arabika atau tingkat kematangan tertentu, sehingga belum dapat diimplementasikan secara luas pada berbagai varietas kopi yang ditanam di Indonesia.

Berdasarkan permasalahan dan peluang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi tingkat kematangan buah kopi menggunakan *Convolutional Neural Networks* (CNN) dengan pendekatan berbasis gambar.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merumuskan model *Convolutional Neural Networks* (CNN) untuk klasifikasi tingkat kematangan buah kopi berdasarkan citra digital?
2. Bagaimana performa model CNN yang dirumuskan dalam hal akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score* untuk klasifikasi tingkat kematangan buah kopi?

1.3 Batasan Masalah

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merumuskan model *Convolutional Neural Networks* (CNN) untuk klasifikasi tingkat kematangan buah kopi berdasarkan citra digital.
2. Menganalisis performa model CNN yang dirumuskan dalam hal akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score* untuk klasifikasi tingkat kematangan buah kopi.

1.4 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penelitian dan memastikan hasil yang optimal, penelitian ini dibatasi oleh beberapa hal berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada klasifikasi tingkat kematangan buah kopi utuh (*coffee cherry*) varietas Arabika (*Coffee arabica*)—bukan biji beras (*green bean*) atau kopi sangrai (*roasted bean*)—dengan 4 kelas kematangan: mentah (*unripe*), setengah matang (*semi-ripe*), matang (*ripe*), dan terlalu matang (*overripe*).
2. Data yang digunakan berupa citra digital buah kopi yang diambil dalam kondisi pencahayaan yang terkontrol sebanyak 590 data : Data Latih 418, Data Validasi 116, Data uji 56.
3. Pengambilan citra dilakukan pada jarak dan posisi yang relatif seragam untuk memastikan konsistensi data input.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan berbagai manfaat, baik dari sisi ilmu pengetahuan dan teknologi maupun dari sisi penerapannya, antara lain:

1. Membantu petani kopi mengenali berbagai tingkat kematangan buah kopi secara objektif berdasarkan karakteristik visual melalui sistem CNN, sehingga mengurangi ketergantungan pada penilaian subjektif dan pengalaman individu.
2. Meminimalkan kesalahan dalam pemilihan biji kopi yang tepat untuk dipanen, sehingga meningkatkan kualitas produk akhir.