

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi arabika merupakan salah satu jenis pohon kopi yang berbiji kecil dan termasuk dalam famili *Rubiaceae*. Spesies unik ini dicirikan oleh ciri-ciri pohon yang selalu hijau, yang melalui pembiakan yang tepat di zona daerah tropis, memungkinkannya mempertahankan kondisi berdaun hijau hampir sepanjang tahun. Biji kopi digunakan dalam pembuatan minuman kopi, yang merupakan minuman kedua yang paling banyak dikonsumsi di dunia. Namun, diantara 100 spesies kopi, kopi arabika yang memiliki kepentingan ekonomi terbesar[1], [2].

Perkebunan merupakan salah satu kegiatan pertanian yang memiliki prospek di pasar domestik dan Internasional. Salah satu komoditas perkebunan yang memiliki prospek baik yaitu kopi. Kopi sebagai komoditas yang berdaya saing di pasar Internasional disamping itu, berdasarkan laporan Statistik Indonesia, pada tahun 2021 produksi kopi terhitung mengalami peningkatan sebesar 1,62% atau 774,6 ribu ton. Kopi arabika maupun robusta memiliki varietas yang beragam berdasarkan asal areal kopi yang ditanam atau dikenal dengan asal tunggal. Menurut data Kementerian Pertanian tahun 2019, total luas tanaman kopi yang menghasilkan, yaitu 945.812 hektar dengan total produksi kopi 756.051 ton dan produktivitas kopi sebesar 799 ton per hektar. Setiap jenis biji kopi mempunyai keunikan bentuk, tekstur, dan warna sesuai dengan prosedur penyangraian yang digunakan, serta cita rasa yang unik[3]–[5].

Biji kopi arabika yang dibagi menjadi 4 kelas, yaitu *peaberry*, *longberry*, *premium*, dan Cacat. Dari segi karakteristik visual[6]. *Peaberry coffea* atau sering dikenal sebagai kopi lanang merupakan salah satu kopi yang hanya memiliki satu biji kopi (monokotil). Kopi arabika jantan merupakan biji kopi yang memiliki kualitas cita rasa tinggi[7]. Kopi arabika *longberry* merupakan jenis biji kopi pilihan dengan bentuk fisik panjang dibandingkan bentuk fisik kopi pada umumnya serta memiliki rasa pedas dan aroma rempah yang tajam[8]. Kopi premium

memiliki bentuk selain bentuk kedua yang besar dengan bentuk bulat[6]. Sedangkan kopi cacat utama meliputi biji kopi yang berwarna hitam, asam, coklat, pecah, dan belum matang, yang disebabkan oleh pembentukan biji yang tidak tepat di dalam buah kopi atau cara pemanenan dan pengolahan yang tidak memadai, seperti pemetikan biji kopi[9]. Pada saat ini Kopi merupakan minuman yang disukai oleh banyak kalangan, baik pria maupun wanita. Kopi adalah komoditas penting dan dijual bebas di pasar Internasional. Klasifikasi biji kopi dilakukan berdasarkan pengalaman dan pengetahuan manusia dengan menggunakan *human visual system* (HVS). Namun, dalam prosesnya, manusia memiliki stamina terbatas yang mempengaruhi ketepatan dalam mengklasifikasikan biji kopi, terutama dalam membedakan jenis kopi[10].

Klasifikasi biji kopi mempunyai peran penting dalam industri kopi, karena berdampak pada kualitas dan profil rasa produk akhir. Klasifikasi biji kopi yang akurat memungkinkan produsen untuk membuat keputusan berdasarkan informasi, memastikan produk yang lebih baik untuk pelanggan akhir[11]. Metode kecerdasan buatan telah menjadi sangat penting dalam proses produksi dan distribusi pangan melalui optimalisasi proses, pemantauan dan pengelolaan tanaman, penilaian kualitas[12], [13]. prediksi pangan, antara lain[14]. Salah satu metode kecerdasan buatan antara lain *deep learning*, yaitu teknik yang menggunakan model jaringan syaraf tiruan yang antara lain mengandung dua atau lebih lapisan neuron tersembunyi. Model pembelajaran mendalam memungkinkan analisis data tanpa peneliti mengetahui aturan pastinya. Topologi jaringan ini memproses informasi dan merupakan alat yang menawarkan pemetaan hubungan kompleks yang terjadi antara data yang dianalisis[13], [15].

Tindakan seperti mengekstraksi bentuk, warna, atau tekstur objek yang dianalisis dalam gambar bitmap memerlukan data dalam jumlah besar, yang berarti waktu pemrosesan dan analisis statistik objek tersebut lebih lama. Penerapan metode *deep learning* memungkinkan untuk mengotomatisasi beberapa aktivitas, antara lain terkait pengolahan data gambar pada berbagai tahapan analisis statistik[13], [16], [17].

Beberapa tahun terakhir, terdapat beberapa penelitian mengenai penerapan metode *CNN* dengan teknik *Transfer Learning*, salah satunya dilakukan oleh Madhavi, A. Abhijna, dengan judul “*Automated Diagnosis of Pneumonia using CNN and Transfer Learning Approaches*” terbukti bahwa (*CNN*) dan Teknik *Transfer Learning* beserta *Ensemble Learning* yang telah dilaksanakan menyimpulkan bahwa *CNN* mencapai akurasi 89%, model *Transfer Learning* mencapai akurasi 93% dan model ensemble mendapat akurasi 92%[18].

Beberapa tahun terakhir, terdapat sejumlah penelitian mengenai penggunaan arsitektur *EfficientNet B0*, salah satunya dengan judul “*EfficientNet Algorithm for Classification of Different Types of Cancer*”. Model *EfficientNet-B0* terbukti efisien dengan bahwa algoritma *EfficientNet* mencapai akurasi 0,99% , presisi 0,99%, perolehan Recall 0,99%, dan skor F1 0,98% yang tinggi pada setiap salah satu contoh dataset *Brain Tumor* Hasil kami menunjukkan bahwa algoritma *EfficientNet* sangat cocok untuk klasifikasi berbagai jenis kanker dan dapat digunakan untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi diagnosis kanker[19]. Berikutnya yaitu “*Classification of Coffee Leaf Diseases using the Convolutional Neural Network (CNN) EfficientNet Model*”. Penelitian tersebut menyatakan bahwa yaitu metode *CNN EfficientNet B1 Architecture Model* mendapatkan akurasi terbaik sebesar 97% dan loss sebesar 0,1328 dan testing data testing mendapatkan akurasi sebesar 0,97% dan loss sebesar 0,1328. Dan untuk *EfficientNetB0* mendapatkan akurasi 0.95% dan Validation Loss 0.1509% dan *Train Accuracy* 0.95% dan *Loss Train* 0.1509% Arsitektur model *EfficientNet B1* lebih baik dari model arsitektur lainnya, yaitu *VGG16*, *ResNet50*, *MobileNetv2*, *EfficientNet B0*, *EfficientNet B2*, *EfficientNet B3*, *EfficientNet B4*, *EfficientNet B5*, *EfficientNet B6*, *EfficientNet B7*[20].

Penelitian tentang klasifikasi biji kopi dengan menggunakan fitur tekstur dan medium *k-nearest neighbor* untuk Klasifikasi biji kopi yang belum matang dan matang. kinerja terbaik dicapai oleh tetangga terdekat *k-nearest neighbor* menengah yang memiliki akurasi 97% dan kecepatan 0,14574 detik[21]. Berikutnya yaitu identifikasi jenis kopi menggunakan sensor *e-nose* dengan metode pembelajaran jaringan syaraf tiruan *backpropagation*. Penelitian tersebut

menyatakan bahwa Penelitian menggunakan metode *JST backpropagation* dengan arsitektur jaringan *1 input, 2 hidden layer, dan 1 Output*. Fungsi aktivasi terbaik pada pelatihan model *JST* adalah *logsig-logsig* dengan nilai *RMSE* sebesar 0,003602368 dan *R2* sebesar 0,991[22].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan jenis biji kopi Arabika menggunakan dataset yang berisi 1600 citra. Untuk meningkatkan ketepatan dan generalisasi, dataset ini diklasifikasikan ke dalam empat kelas, yaitu biji kopi *Peaberry*, biji kopi *Longberry*, biji kopi *Premium*, dan biji kopi Cacat. Metode klasifikasi yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *Convolutional Neural Network (CNN)* dengan menggunakan model *EfficientNet B0* yang terkenal akan efisiensinya dalam pemrosesan citra. Teknik *fine-tuning* digunakan untuk melatih beberapa lapisan model dengan data baru, guna mencapai hasil yang lebih akurat dan optimal.

1.2 Perumusan Masalah

1.2.1 Permasalahan

Permasalahan dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi dan mengklasifikasikan jenis biji kopi Arabika *Longberry*, *Peaberry*, *Premium*, dan Cacat secara akurat. *Variabilitas* bentuk, ukuran, dan warna biji kopi membuat klasifikasi manual rentan terhadap kesalahan, sehingga diperlukan metode otomatis berbasis teknologi seperti pemrosesan citra dan pembelajaran mesin untuk meningkatkan akurasi dan konsistensi dalam menentukan jenis biji kopi arabika.

1.2.2 Metode Usulan

Sesuai dengan permasalahan yang diidentifikasi, penelitian ini mengusulkan solusi inovatif dengan mengadopsi metode *Convolutional Neural Network (CNN)* menggunakan teknik *Transfer Learning* pada arsitektur canggih *EfficientNet B0* untuk klasifikasi jenis biji kopi arabika. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat secara akurat mengidentifikasi dan mengklasifikasikan biji kopi Arabika ke dalam kategori *Longberry*, *Peaberry*, *Premium*, dan Cacat. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam klasifikasi biji kopi.

1.2.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan diatas, maka dihasilkan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana performa metode CNN arsitektur *EfficientNet-B0* dan *B1* dalam klasifikasi jenis biji kopi Arabika?
2. Bagaimana pengaruh teknik *Augmentasi citra* terhadap hasil klasifikasi?
3. Bagaimana pengaruh *Hyperparameter* terhadap akurasi klasifikasi dan waktu komputasi pada model pembelajaran mesin yang digunakan?
4. Bagaimana performa teknik *transfer learning* terhadap performa model *EfficientNet B0* dan *B1*?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang disebutkan sebelumnya, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui performa metode CNN arsitektur *EfficientNet-B0* dan *B1* dalam klasifikasi jenis biji kopi Arabika
2. Mengetahui pengaruh teknik *Augmentasi citra* terhadap hasil klasifikasi
3. Mengetahui pengaruh *Hyperparameter* terhadap akurasi klasifikasi dan waktu komputasi pada model pembelajaran mesin yang digunakan
4. Mengetahui performa teknik *transfer learning* terhadap performa model *EfficientNet B0* dan *B1*

1.3.2 Manfaat penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti
 - a. Mendapatkan pemahaman tentang arsitektur *EfficientNet B0*
 - b. Memperluas pengetahuan menggunakan teknik *Transfer Learning*.
2. Bagi Mahasiswa
 - a. Memiliki kesempatan untuk terlibat dalam penelitian yang relevan dan inovatif di bidang pengolahan citra dan pembelajaran mesin.

- b. Menambah pengalaman praktis dalam menerapkan konsep dan teori yang dipelajari di dalam kelas ke dalam penelitian yang nyata.

3. Bagi Petani

- a. Meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam menentukan kualitas biji kopi Arabika yang dihasilkan.
- b. Mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dan efektif dalam proses seleksi biji kopi, yang pada gilirannya dapat meningkatkan nilai jual produk mereka di pasar.

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini difokuskan pada klasifikasi jenis biji kopi mentah Arabika saja, khususnya untuk jenis *Longberry*, *Peaberry*, *Premium*, dan *Cacat*.
2. Penelitian ini tidak mencakup pengembangan atau penyesuaian arsitektur *EfficientNet B0* itu sendiri, melainkan fokus pada penerapan dan evaluasi performanya dalam konteks klasifikasi jenis biji kopi.
3. Data yang digunakan dalam penelitian ini diambil di kabupaten pamekasan kec. Pegantenan Desa Bulangan Barat.
4. Pelabelan dilakukan oleh seorang barista dan petani. Keahlian barista dibuktikan dengan sertifikasi pelatihan barista, sedangkan untuk petani dibuktikan dengan foto petani kebun kopi yang berlokasi di Kabupaten Pamekasan, Kecamatan Pegantenan, Desa Bulangan Barat.
5. Dataset yang dipakai berformat .jpg dan berukuran 224x224 piksel setelah dilakukan resize citra. Gambar diambil dengan kamera handphone 64 Megapixel. Jarak objek dengan kamera 12 cm dan teknik ke 2 yang digunakan untuk mengambil citra.
6. Jumlah data yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 1600 citra, dengan 400 citra disetap kelas.
7. Batasan kalibrasi dalam penelitian ini terbatas pada sensor citra digital untuk kalibrasi warna dan geometrik, dilakukan dalam kamar dengan pencahayaan yang terkontrol. Kalibrasi kedalaman dan pengaruh lingkungan luar tidak dipertimbangkan.

1.5 Sistematika Penulisan Skripsi

Secara umum, struktur skripsi ini terbagi menjadi beberapa bab. Tujuan dari pengaturan ini adalah untuk menyajikan skripsi ini dengan cara yang terorganisir sehingga memfasilitasi pembaca dalam memahami isi skripsi dengan lebih baik. Berikut adalah susunan sistematis dari skripsi ini:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini akan diuraikan mengenai latar belakang permasalahan, permasalahan, metode usulan, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan yang digunakan serta sistematika penulisan penelitian

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan dasar teori dan metode yang digunakan sebagai landasan dan alat untuk menyelesaikan masalah. Kami akan menjelaskan bagaimana model *EfficientNet B0* digunakan dalam analisis citra untuk mencapai tujuan penelitian yang ditetapkan. Teori yang kami gunakan terkait dengan pengolahan citra, sebuah bidang yang berkembang pesat dalam pembelajaran mesin. Metode yang kami terapkan adalah model *EfficientNet B0*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini merincikan runtutan tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi studi literatur, pengambilan data, pengembangan model, dan evaluasi. Masing-masing tahapan memiliki subbab yang menjelaskan apa yang dilakukan pada tahap tersebut.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai hasil pelaksanaan penelitian yaitu program yang dibuat serta hasil skenario pengujian. Program dibahas secara rinci mengenai cara kerjanya, serta disebutkan

perangkat-perangkat yang digunakan. Skenario pengujian dibahas sebagai bentuk evaluasi serta untuk menentukan skenario terbaik.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil pelaksanaan penelitian dan menjawab pertanyaan penelitian. Bab ini juga berisi saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka berisi daftar referensi yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini.

LAMPIRAN

Lampiran berisi foto dokumentasi dan sertifikasi yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini