BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu komoditas unggulan yang memiliki peran penting dalam perekonomian Indonesia, baik sebagai produk ekspor maupun konsumsi domestic [1]. Kualitas kopi sangat dipengaruhi oleh berbagai tahapan proses, salah satunya adalah proses *roasting* atau penyangraian biji kopi. Proses *roasting* bertujuan untuk mengembangkan aroma, rasa, dan karakter khas kopi melalui perubahan fisik dan kimia pada biji kopi. Tingat *roasting*, seperti *light roast, medium roast,* dan *dark roast*, menjadi faktor krusial yang menentukan cita rasa akhir kopi yang dihasilkan [2].

Proses *roasting* kopi merupakan kegiatan memanggang biji kopi oleh roaster, menggunakan mesin sangrai kopi pada suhu *roasting* sekitar 180 - 250°C yang dinaikkan bertahap dan dipanaskan 7 hingga 20 menit sesuai level *roasting* yang diinginkan. Penentuan tingkat *roasting* biji kopi umumnya masih dilakukan secara manual berdasarkan pengamatan visual, pengalaman roaster, serta indikator subjektif seperti warna dan aroma biji kopi [2]. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu melakukan klasifikasi tingkat *roasting* biji kopi secara otomatis.

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan, khususnya *deep learning*, menawarkan solusi yang menjanjikan untuk permasalahan tersebut. Convolutional Neural Network (CNN) merupakan salah satu arsitektur *deep learning* yang baik dalam pengolahan dan analisis citra digital [3]. CNN dapat mengekstraksi fitur-fitur penting dari citra secara otomatis, sehingga banyak diterapkan pada berbagai bidang seperti pengenalan objek, klasifikasi citra, dan inspeksi kualitas produk.

Beberapa arsitektur CNN modern telah dikembangkan untuk meningkatkan performa klasifikasi dengan efisiensi komputasi yang lebih baik. DenseNet dikenal dengan konektivitas antar-layer yang padat sehingga mampu mengurangi masalah *gradient* dan meningkatkan pemanfaatan fitur [4]. MobileNet dirancang dengan struktur yang ringan sehingga cocok digunakan pada perangkat dengan

keterbatasan sumber daya komputasi. Sementara itu, EfficientNet mengusung pendekatan *compound scaling* yang mampu menyeimbangkan kedalaman, lebar, dan resolusi jaringan untuk memperoleh akurasi tinggi dengan jumlah parameter yang relatif lebih sedikit [5].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini berfokus pada perbandingan kinerja beberapa arsitektur *deep learning* berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN), yaitu DenseNet, MobileNet, dan EfficientNet, dalam melakukan klasifikasi tingkat *roasting* pada biji kopi berdasarkan citra digital. Perbandingan dilakukan dengan mengevaluasi performa masing-masing model menggunakan metrik evaluasi, khususnya akurasi, sebagai indikator utama dalam menentukan model terbaik. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi model *deep learning* yang paling sesuai untuk diterapkan pada sistem klasifikasi tingkat *roasting* biji kopi secara otomatis, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan sistem pengolahan citra di bidang industri kopi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, proses penentuan tingkat *roasting* biji kopi masih menghadapi berbagai kendala, terutama terkait penilaian hasil secara manual. Perkembangan teknologi *deep learning*, khususnya CNN, menawarkan solusi yang potensial untuk melakukan klasifikasi tingkat *roasting* biji kopi secara otomatis melalui analisis citra digital. Namun demikian, terdapat berbagai arsitektur CNN yang memiliki karakteristik dan performa yang berbeda-beda dalam tugas klasifikasi citra. Berdasarkan rumusan masalah yang disampaikan, beberapa permasalahan yang akan dianalisis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan model-model CNN untuk klasifikasi tingkat *roasting* pada biji kopi?
2. Model CNN apa yang paling optimal untuk klasifikasi tingkat *roasting* pada biji kopi?

1.3. Batasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah yang akan dibahas, yaitu:

1) Jenis Kopi

   Penelitian ini hanya difokuskan pada beberapa biji kopi dengan jenis Coffeea Arabica. Varietas kopi yang digunakan meliputi Laos Typica Bolaven, Doi Chaang, dan Brazil Cerrado. Biji kopi dengan jenis lain tidak akan menjadi fokus penelitian ini.

2) Tingkat *Roasting*

   Tingkat *roasting* yang diklasifikasikan dalam penelitian ini dibatasi tiga kelas, yaitu *light roast, medium roast,* dan *dark roast.* Selain tingkat *roasting* tersebut maka tidak akan diteliti lebih lanjut.

3) Dataset

   Dataset yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari *Kaggle* yang telah diubah ukurannya (resized). Tidak mencakup semua jenis biji kopi yang ada pada dunia perkopian.

4) Metode

   Penelitian ini dibatasi dengan tiga arsitektur, yaitu DenseNet, MobileNet, dan *EfficientNet*. Fokus penelitian hanya membandingan dari ketiga model tersebut, sehingga model lain tidak akan dianalisis atau dibandingkan.

5) Metrik Evaluasi

   Evaluasi kinerja model dalam penelitian ini dibatasi pada metrik akurasi (accuracy), presisi (precision), *recall*, dan F1-Score untuk menilai performa klasifikasi tingkat *roasting* biji kopi.

6) Implementasi

   Penelitian ini hanya mencakup proses pelatihan dan pengujian model, serta tidak membahas implementasi sistem real-time atau penerapan pada perangkat keras tertentu.

1.4. Tujuan Penelitian

1) Mengimplementasikan model-model *Convolutional Neural Network* (CNN) seperti DenseNet, MobileNet, dan EfficientNet dalam melakukan klasifikasi tingkat *roasting* biji kopi.

2) Membandingkan kinerja beberapa arsitektur CNN guna menentukan model yang paling optimal dalam klasifikasi tingkat *roasting* biji kopi berdasarkan nilai akurasi yang dihasilkan.

1.5. Manfaat Penelitian

1) Manfaat Teoretis

Menambah referensi dan kajian ilmiah mengenai penerapan metode **Convolutional Neural Network (CNN)**, khususnya arsitektur **DenseNet121, MobileNetV2,** dan **EfficientNetB0** dalam klasifikasi tingkat *roasting* biji kopi berdasarkan citra digital. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan klasifikasi citra menggunakan metode *deep learning*..

2) Manfaat Praktis

Membantu proses identifikasi tingkat *roasting* biji kopi secara otomatis melalui sistem berbasis *deep learning*, sehingga proses klasifikasi menjadi lebih cepat, konsisten, dan mengurangi subjektivitas penilaian secara manual. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan dalam menentukan arsitektur CNN yang memiliki performa terbaik untuk klasifikasi tingkat *roasting* biji kopi.