

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu hasil komoditi perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi di antara tanaman perkebunan lainnya dan berperan penting sebagai sumber devisa negara (Arwangga et al., 2016). Menurut *International Coffee Organization* (ICO), produksi kopi pada tahun 2022/2023 diperkirakan mencapai 170 juta karung (60 kg) (International Coffee Organization, 2023). Di tingkat penghasil kopi dunia, Indonesia tercatat sebagai negara penghasil kopi terbesar ke-3 pada 2022/2023 yang telah memproduksi kopi sebanyak 11,85 juta kantong (Finaka, 2023). Lebih dari 70% produksi kopi di Indonesia berasal dari perkebunan rakyat, dengan fokus pada kopi robusta (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2022).

Pada tahun 2021, Badan Pusat Statistik mencatat produksi kopi di Indonesia mencapai 786,19 ribu ton, mencatat kenaikan sebesar 3,12% dari tahun sebelumnya. Sekitar 387,2 ribu ton dari produksi kopi tersebut diekspor ke berbagai negara, sementara sisanya digunakan untuk memenuhi konsumsi dalam negeri (Badan Pusat Statistik, 2022). Pertumbuhan ekonomi dan perubahan gaya hidup di Indonesia telah memberikan dorongan positif bagi industri pengolahan kopi dalam negeri. Dukungan dari dominasi anak muda, kehadiran platform *ride-hailing*, dan media sosial untuk pemasaran dan promosi telah mendorong pertumbuhan bisnis kedai kopi di Indonesia (Toffin Indonesia, 2020). Dampaknya adalah peningkatan signifikan dalam kinerja industri kopi dan menjadikan Indonesia sebagai salah satu konsumen kopi terbesar di dunia.

Konsumsi kopi domestik Indonesia pada tahun 2019 mencapai 294 ribu ton, meningkat sekitar 13,9% selama periode 2019/2020 (Sutrisno et al., 2022). Menurut penelitian Toffin dan MIX MarComm SWA Group pada Agustus 2019, jumlah kedai kopi di Indonesia telah melonjak menjadi 2950, hampir tiga kali lipat dari tahun 2016. Tahun 2020, jumlahnya telah mencapai 10.000 dan diperkirakan terus tumbuh (Supriadi & Supriyoso, 2022). Pertumbuhan bisnis kedai kopi ini tak terlepas dari meningkatnya minat masyarakat Indonesia terhadap kopi (Sutrisno et al., 2022). Minat tersebut mencerminkan pentingnya pemahaman tentang pengolahan biji kopi untuk menjadi bahan dasar minuman. Tiap jenis kopi memiliki perbedaan dalam bentuk, tekstur, dan warna yang dipengaruhi oleh sistem *roasting*. Selain itu, perbedaan citarasa yang signifikan juga memberikan dampak pada variasi harga biji kopi (Prastyansingh et al., 2020).

Proses penyangraian atau *roasting* biji kopi, menurut (Fadri et al., 2019), merupakan tahap kunci yang membentuk karakteristik rasa dan aroma. Dimulai dari biji kopi hijau, proses *roasting* menggunakan suhu tinggi untuk cepat mengubah komposisi kimia, menciptakan cita rasa dan aroma khas (Fakhrizal et al., 2020) guna mencapai cita rasa kopi yang berkualitas (Batubara et al., 2019). Perubahan warna, sebagai parameter penting, memberikan indikasi tentang kualitas serta karakter rasa serta aroma biji kopi hasil *roasting* (Fadri et al., 2022). Klasifikasi *roasting* kopi, menurut *National Coffee Association* (1911), dibagi menjadi tiga kategori: *light roast*, *medium roast*, dan *dark roast* (Loppies et al., 2018; Saputra et al., 2023).

Klasifikasi tingkat *roasting* biji kopi memiliki peran penting dalam menjaga kualitas produk dan memenuhi permintaan pasar di industri kopi Indonesia yang terkemuka (Ashari, 2021). Meskipun begitu, tantangan besar muncul akibat variasi signifikan dalam biji kopi. Proses *roasting* biji kopi saat ini masih sering dilakukan secara tradisional, dengan penilaian visual perubahan warna sebagai indikator tingkat *roasting*, yang dapat menghasilkan kualitas *roasting* yang beragam (Fakhrizal et al., 2020). Menurut hasil wawancara bersama Motokoffie (2023), penentuan manual menggunakan penilaian visual merupakan variabel labil yang dapat memicu kesalahan dalam klasifikasi tingkat *roasting* biji kopi. Oleh karena itu, bantuan teknologi dalam bentuk model prediksi diharapkan dapat meningkatkan efektivitas klasifikasi kematangan biji kopi secara lebih efisien.

Untuk mengatasi keterbatasan metode tradisional tersebut, teknologi komputer telah menunjukkan potensi sebagai solusi yang efektif. Dalam *deep learning*, komputer mengklasifikasikan gambar, teks, atau suara setelah melatih dengan data besar. Proses ini melibatkan ترجمahan nilai piksel gambar ke representasi internal untuk mendeteksi pola input. *Convolutional Neural Network* (CNN), mampu mengekstraksi fitur penting dari gambar, meningkatkan klasifikasi otomatis tanpa perlu pemeriksaan manual, dan meningkatkan kinerja pengenalan melalui kerjasama modul (Lecun et al., 1998). CNN adalah salah satu algoritma yang digunakan pada *deep learning* untuk melakukan klasifikasi objek (Shaily & Kala, 2020).

Algoritma *transfer learning* berbasis CNN terbukti efektif karena mengadopsi inspirasi dari kesederhanaan sinapsis dalam pikiran manusia, yang memungkinkan penghapusan dinamis ciri-ciri khas dari data masukan (Rajeena P. P. et al., 2022). *Transfer learning* adalah teknik dalam *machine learning* di mana model yang sudah dilatih pada satu tugas dapat digunakan untuk menyelesaikan tugas lain yang berbeda, mengadaptasi pengetahuannya untuk meningkatkan

kinerja jaringan saraf dan menghemat waktu pelatihan (Qualcomm Incorporated, 2020).

Dengan menerapkan teknologi informasi, terutama *pre-trained* CNN, dapat secara otomatis menentukan tingkat *roasting* biji kopi berdasarkan fitur gambar (*image feature*). CNN telah terbukti memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam pengenalan citra (Kusumoto & Yuasa, 2019), bahkan mampu mengatasi *ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge* (ILSVRC) dengan 1000 kelas (Krizhevsky et al., 2012). Namun, kelemahan CNN terletak pada waktu komputasi yang lama karena jumlah data latih yang besar untuk meningkatkan akurasi (Hernandez-Diaz et al., 2018).

Penelitian ini memanfaatkan teknologi komputer dan *deep learning* melalui *pre-trained* CNN untuk secara otomatis dan objektif menentukan tingkat *roasting* biji kopi. Ini mengurangi ketergantungan pada penilaian visual subjektif dan potensi kesalahan manusia. Hasilnya dapat merekomendasikan tingkat *roasting* sesuai dengan preferensi konsumen, berdampak pada pengembangan teknologi deteksi objek, termasuk produk pertanian lain yang memerlukan penentuan tingkat *roasting*. Dalam pasar kopi yang berkembang, penelitian ini membantu produsen meningkatkan kualitas produk dan memenuhi permintaan konsumen yang semakin tinggi terhadap kopi berkualitas, meningkatkan konsistensi produk, dan menciptakan pengalaman kopi yang lebih baik.

Penelitian dengan studi kasus pendeteksian tingkat *roasting* biji kopi dengan menggunakan metode CNN telah dilakukan oleh (Suryana & Raharja, 2023) dengan judul "*Applying Artificial Intelligence to Classify the Maturity Level of Coffee Beans During Roasting.*" Penelitian ini menerapkan algoritma CNN dan *MobileNet V2* pada model yang mereka bangun. Data yang digunakan terdiri dari 1200 citra. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model mencapai akurasi akhir sebesar 85,6% setelah melalui 100 *epoch*, dengan tingkat akurasi *loss* sebesar 0,35.

Penelitian serupa juga dilakukan oleh (Ontoum et al., 2022) dengan judul "*Coffee Roast Intelligence.*" Penelitian ini menerapkan algoritma CNN dan *Mobilenet* pada model yang di bangun. Data yang digunakan terdiri dari 1200 citra. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model mencapai akurasi sebesar 82,2%, menunjukkan bahwa aplikasi dapat menampilkan hasil deteksi biji kopi pada kelas dengan persentase tertinggi. Kelemahan dalam penelitian ini terletak pada ketidakmampuan untuk mengontrol asal biji kopi sebagai bahan dataset model.

Selain itu terdapat juga penelitian terdahulu yang berjudul "Rancang Bangun Aplikasi Klasifikasi Tingkat Kematangan Sangrai Kopi Melalui Citra

Digital Menggunakan CNN (*Convolutional Neural Network*) Berbasis Android" oleh (E. H. Michael et al., 2020). Penelitian ini menggunakan 240 citra kopi. Penelitian ini melibatkan algoritma CNN dan membandingkan akurasi dari beberapa arsitektur *deep learning* seperti *LeNet5*, *AlexNet*, dan *MiniVGG Net*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa akurasi tertinggi, yaitu 98%, diperoleh dengan menggunakan *LeNet5*. Kelemahan dari penelitian ini adalah seluruh model tidak mampu mengklasifikasikan citra biji kopi yang berasal dari class *medium roast* dengan benar.

Dalam perbandingan dengan penelitian sebelumnya yang mengusung topik dan algoritma serupa, terdapat perbedaan yang signifikan. Penelitian ini menggunakan dataset yang lebih spesifik, yaitu citra biji kopi robusta, yang dipilih secara langsung menjadi tiga tingkat *roasting* (*light*, *medium*, *dark*) yang telah divalidasi oleh *roaster*. Selain itu, pendekatan ini juga memanfaatkan dataset yang lebih beragam melalui proses augmentasi data, secara signifikan memperluas jumlah citra yang digunakan dan bertujuan untuk meningkatkan keragaman data serta akurasi hasil. Perbedaan lainnya terletak pada implementasi, dimana penelitian sebelumnya fokus pada pembuatan aplikasi berbasis Android, sedangkan penelitian ini menggunakan *website* Keberagaman dataset dan pendekatan implementasi yang berbeda diharapkan dapat membawa peningkatan yang signifikan dalam akurasi dan efisiensi prediksi tingkat *roasting* biji kopi.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah model prediksi tingkat *roasting* biji kopi setelah proses *roasting* menggunakan *Convolutional Neural Network*. Penelitian ini berjudul **"PENERAPAN MODEL PRETRAIN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK PREDIKSI TINGKAT ROASTING BIJI KOPI ROBUSTA BERDASARKAN IMAGE FEATURE."**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang di atas, dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut.

1. Bagaimana pembuatan model prediksi tingkat *roasting* biji kopi menggunakan CNN serta penerapan model *pretrain* yang memengaruhi hasil prediksi tingkat *roasting* berdasarkan *image feature*?
2. Bagaimana tingkat akurasi yang dihasilkan dengan menggunakan algoritma CNN dengan *pretrain* untuk prediksi tingkat *roasting* biji kopi?

### 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui bagaimana pembuatan model prediksi *roasting* biji kopi robusta menggunakan CNN serta penerepan model *pretrain* yang memengaruhi hasil prediksi tingkat *roasting* berdasarkan *image feature*.
2. Untuk mengetahui tingkat akurasi model yang telah dibangun dan mengetahui model terbaik dalam prediksi tingkat *roasting* biji kopi.

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Fokus pada prediksi tingkat kematangan biji kopi robusta hasil *roasting* dalam klasifikasi *light*, *medium*, dan *dark*.
2. Fokus utama penelitian ini berdasarkan warna biji kopi hasil *roasting*.
3. Model ini hanya efektif untuk gambar dengan pencahayaan normal dan kualitas gambar yang memadai.
4. Terbatas pada penggunaan *Convolutional Neural Network* (CNN).
5. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah *Python*.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memperoleh manfaat baik secara teoritis maupun secara praktis, berikut ini adalah manfaat penelitian secara teoritis dan praktis :

#### 1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini memberikan pengetahuan tentang penggunaan *pretrain Convolutional Neural Network* (CNN) untuk prediksi tingkat *roasting* biji kopi.

#### 2. Manfaat Praktis

- a. Bagi pendidikan, penelitian ini dapat digunakan sebagai materi ajar dan studi kasus di institusi pendidikan yang mengajarkan pemrosesan citra, *deep learning*, dan aplikasinya dalam industri kopi.
- b. Bagi peneliti, penelitian ini memberikan pandangan tentang penggunaan model CNN dalam aplikasi industri kopi, dan peneliti lain dapat mengembangkan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan model ini atau mengadaptasikannya ke konteks lain.