

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kopi termasuk salah satu komoditas global yang paling berharga dan menjadi bagian dari budaya di seluruh dunia, termasuk Indonesia. Kopi merupakan salah satu minuman yang telah menjadi suatu kebiasaan untuk dikonsumsi bagi sebagian penduduk di Indonesia. Prospek kopi semakin menjanjikan dengan semakin luasnya pasar. Hasil produksi kopi di Indonesia pada tahun 2022 yaitu sebesar 1.262.590 ton kopi nasional (Direktorat Jenderal Perkebunan Kopi, 2023). Indonesia merupakan negara produsen kopi keempat terbesar dunia setelah Brazil, Vietnam, dan Colombia (Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia, 2022).

Indonesia adalah produsen kopi besar, baik jenis Arabika maupun Robusta, Kopi Arabika dikenal karena rasanya yang kompleks dan asam, dengan kadar kafein rendah dan harga yang lebih mahal. Kopi telah menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari dan gaya hidup masyarakat Indonesia. Tingginya minat konsumsi ini dibuktikan oleh catatan Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2023 di mana konsumsi kopi per kapita di Indonesia mengalami peningkatan hingga mencapai 1,8 kg per tahun (Hizli, 2025). Kopi arabika memiliki kualitas yang terbaik diantara jenis kopi lainnya karena memiliki rasa dominan asam daripada pahit. Kopi arabika beraroma seperti *citrus* dan *fruity*, karakteristik premium yang membuat kualitasnya perlu dijaga di setiap tahapan prosesnya (Muiz, dkk. 2024).

Cita rasa kopi yang kompleks seperti asam, pahit, asin dan manis, dipengaruhi oleh beberapa faktor mulai dari hulu hingga hilir. Nilai pH tanah, varietas, curah hujan yang tidak merata, dan ketinggian merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi dari hulu. Sementara itu, faktor pada tahap hilir dipengaruhi oleh pengolahan buah kopi menjadi green bean, penyangraian dan penyeduhan. Pengolahan proses pasca panen merupakan penentu utama dari pembentukan karakter dasar dari green bean sebelum masuk proses sangrai. Tiga metode utama dalam pengolahan proses pasca panen yang dapat memberikan profil dan karakteristik rasa unik pada adalah proses kering (*natural*), basah (*wash*), dan madu (*honey*) (Sirappa, dkk. 2024).

Identifikasi proses pasca panen secara akurat merupakan hal yang penting bagi pengusaha industri kopi seperti penyangrai, importir, dan pengelola kafe. Hal ini menjadi dasar untuk kontrol kualitas, penentu harga, dan standarisasi bahan. Informasi proses pasca panen masih bergantung dari pemasok dan penilaian visual dari ahli yang berpengalaman yang membuat metode ini masih mempunyai banyak kelemahan yang bersifat subjektif, memakan waktu, dan sulit diterapkan dalam skala besar sehingga membuat green bean tidak konsisten (Murinto, dkk. 2023).

Teknologi pengolahan *Image Processing* dan *Machine Learning* adalah solusi untuk mengatasi tantangan ini, memanfaatkan setiap proses pasca panen meninggalkan jejak visual yang khas pada *green bean* seperti perbedaan warna, tekstur, dan sisa-sisa kulit luar pada buah cerinya. Perbedaan yang halus ini mungkin sulit dibedakan secara konsisten oleh mata manusia, dapat dikenali dan dianalisis polanya oleh algoritma komputer. Sistem dapat belajar untuk mengklasifikasikan proses pasca panen secara otomatis, objektif, dan cepat, dengan melatih model *machine learning* menggunakan dataset citra *green bean* yang sudah terverifikasi (Budi, dkk. 2024).

*Convolutional Neural Network* (CNN) sebagai pendekatan yang sangat efektif untuk mengklasifikasikan citra. Arsitektur CNN dirancang khusus untuk meniru cara kerja sistem visual manusia yang mana memungkinkan secara otomatis mendeteksi dan mempelajari gambar tersebut mulai dari tepi dan tekstur sederhana hingga pola yang lebih kompleks. CNN memiliki keunggulan seperti tidak perlu menggunakan fitur manual yang rumit sehingga menghindari keterbatasan pada metode klasifikasi yang masih tradisional. CNN telah terbukti keberhasilannya dalam berbagai aplikasi termasuk identifikasi tanaman dan analisis produk pertanian menjadikannya metode ini adalah metode yang kuat untuk mengatasi masalah klasifikasi green bean dalam penelitian ini (Lee, 2023).

Pertimbangan potensi yang besar pada teknologi CNN ini, maka penelitian ini berfokus pada perancangan, pengembangan, dan evaluasi sebuah sistem klasifikasi otomatis menggunakan arsitektur CNN (Lee, 2023). Tujuannya adalah untuk menghasilkan sebuah model yang akurat dan andal dalam membedakan kopi arabika proses *natural*, *wash*, dan *honey* berdasarkan citra digital serta

mengimplementasikannya ke sebuah sistem berbasis *website* agar mudah digunakan oleh pengguna. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi fondasi yang kuat bagi pengembangan alat bantu praktis untuk meningkatkan konsistensi, objektivitas, dan efisiensi dalam rantai produksi kopi di Indonesia.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana penerapan sebuah model *machine learning* yang mengklasifikasikan proses pasca panen kopi (*natural, washed, honey*) secara akurat berdasarkan fitur visual dari citra *green bean*?
2. Bagaimana performa model *machine learning* yang diusulkan dalam mengidentifikasi proses pasca panen kopi jenis arabika?
3. Bagaimana implementasi model *Convolutional Neural Network* yang telah dilatih ke dalam sebuah sistem klasifikasi berbasis *web*?

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk memastikan penelitian ini fokus dan dapat tercapai, maka dibuat Batasan masalah sebagai berikut

1. Objek penelitian ini adalah biji kopi hijau segar jenis arabika varietas Marabella yang diperoleh dari perkebunan kopi kawasan Ijen, Bondowoso.
2. Klasifikasi proses pasca panen difokuskan pada tiga jenis yaitu, *honey, natural, dan washed*.
3. Pengambilan citra dilakukan di dalam kotak *lightbox* dengan lingkungan yang sama untuk menjaga konsistensi cahaya.
4. Model *Deep Learning* yang dikembangkan adalah menggunakan *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk klasifikasi citra.

## 1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, adapun tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah:

1. Menerapkan model klasifikasi *Deep Learning* dengan akurasi yang tinggi untuk mengidentifikasi proses pasca panen kopi dari citra *green bean*.

2. Mengevaluasi performa model klasifikasi menggunakan metrik seperti *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *confusion matrix*.
3. Mengidentifikasi fitur visual yang paling berpengaruh dalam membedakan jenis proses pasca panen pada biji hijau kopi arabika.
4. Mengimplementasikan model *Deep Learning* ke dalam sistem berbasis web

### **1.5 Manfaat**

Berdasarkan tujuan diatas, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menyediakan dasar untuk pengembangan alat bantu teknologi yang objektif dan cepat untuk keperluan standarisasi dan kontrol kualitas biji hijau kopi bagi industri kopi.
2. Menjadi referensi ilmiah bagi akademisi mengenai penerapan *machine learning* dan pengolahan citra untuk klasifikasi komoditas pertanian khususnya kopi.
3. Memperoleh pengalaman bagi penulis dalam merancang, melatih, dan mengevaluasi model *Deep Learning* untuk menyelesaikan permasalahan klasifikasi citra serta memenuhi salah satu syarat kelulusan program stud