

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Dengan nilai mencapai \$80 miliar dan menyerap 125 juta pekerja, industri kopi global menjadi salah satu sektor ekonomi terpenting didunia [1]. Selain itu industri kopi juga berkontribusi signifikan terhadap perekonomian negara-negara produsen kopi, seperti Brasil, Vietnam, dan Indonesia [2]. Pertumbuhan konsumsi kopi pada tingkat global menunjukkan kecenderungan meningkat, yang secara langsung memperkuat tuntutan terhadap penyediaan bahan baku dengan mutu yang konsisten di seluruh rantai pasok. Menurut laporan *International Coffee Organization (ICO)* untuk tahun panen 2023/2024, memperkirakan kenaikan konsumsi sekitar 2,2% dan menandakan daya serap pasar yang masih solid[1]. Di Indonesia sendiri, industri kopi merupakan salah satu sektor yang strategis dan berpotensi besar dalam meningkatkan perekonomian nasional [3], dengan permintaan yang terus meningkat, menjaga mutu dan konsistensi produk kopi adalah tantangan besar dalam industri kopi di Indonesia. Namun, ekosistem hulu masih didominasi oleh perkebunan rakyat berskala kecil sehingga aliran pasokan kerap bersifat heterogen satu lot biji hijau tidak jarang merupakan campuran dari beragam kebun dengan perbedaan praktik budidaya dan kondisi agroekologis yang berpotensi memunculkan ketidakseragaman mutu bahan baku[4][5].

Dalam praktik pasar, jenis kopi tidak hanya menjadi identitas agronomis tetapi juga memengaruhi posisi harga, formulasi campuran, dan preferensi konsumen karena itu, kesalahan pelabelan atau pencampuran lintas jenis dapat menimbulkan sengketa mutu serta mengganggu penelusuran (*traceability*)[6]. Kebutuhan pengenalan jenis yang andal sangat relevan untuk memastikan keseragaman terminologi dan akurasi pelaporan[7]. Di lapangan, perbedaan morfologi antar *beans* memang ada misalnya bentuk, ukuran, dan karakter garis belah (*fissure*) namun variasi alami, tumpang tindih karakter visual, dan kondisi pascapanen kerap menyulitkan pembedaan yang konsisten dengan inspeksi kasatmata[8]. Pada tingkat tampilan permukaan tekstur biji seperti pola kekasaran, keriput, dan alur celah merupakan sinyal visual yang relevan untuk membedakan jenis biji kopi hijau

untuk mengkarakterisasi jenis dengan ketepatan klasifikasi yang lebih baik[9][10][11][12]. Oleh karena itu pada tahap awal seperti klasifikasi jenis biji kopi hijau berdasarkan permukaan tekstur biji dapat diterapkan untuk menentukan produk akhir kopi.

Namun pada praktik di industri tahap klasifikasi jenis kopi masih dilakukan secara konvensional yang sangat mengandalkan analisis sensoris melibatkan aspek rasa dan aroma, seperti melalui metode *cupping test*, yang menjadi standar utama dalam menilai mutu kopi. Pada proses ini, ahli mengevaluasi dari atribut kompleks seperti aroma buah, rasa manis, dan kekentalan menggunakan prosedur yang membutuhkan keahlian tinggi. Namun demikian, metode ini memiliki sifat subjektif karena persepsi terhadap aroma dan rasa dapat berbeda antara individu [13]. Selain itu, pengamatan visual terhadap biji kopi tidak cukup untuk mengidentifikasi karakteristik rasa dan aroma karena atribut ini bergantung pada senyawa kimia yang hanya muncul setelah biji kopi melalui proses pemanggangan dan penyeduhan [14]. Sebagai ilustrasi, aroma kompleks pada kopi dihasilkan oleh kombinasi hingga 40 senyawa volatil utama yang memiliki peran besar dalam menentukan preferensi konsumen dan sering kali lebih signifikan dibandingkan penilaian visual terhadap biji kopi [15].

Walaupun analisis sensoris dinilai efektif dalam menentukan jenis kopi, proses ini membutuhkan pelatihan yang intensif dan waktu yang cukup lama sehingga kurang efisien jika diterapkan pada skala besar [16]. Dan metode konvensional yang melibatkan tenaga kerja manusia sering kali tidak konsisten [17]. Selain itu, Proses manual ini sangat bergantung pada penilaian subjektif manusia, yang dapat menyebabkan variabilitas dalam hasil sortasi dan klasifikasi [18]. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih efisien dan objektif untuk menangani masalah ini dengan penerapan pengendalian klasifikasi yang ketat dan berkelanjutan sangat penting untuk menghasilkan produk kopi yang memenuhi standar mutu dan konsistensi yang diharapkan. Seiring berkembangnya pengetahuan dan teknologi pengolahan citra (*computer vision*) serta *machine learning*, klasifikasi jenis biji kopi hijau tidak lagi harus dilakukan secara manual data citra dapat diolah secara sistematis untuk mengekstraksi ciri visual yang relevan.

Berangkat dari tantangan keterbatasan penilaian manual yang subjektif, peneliti akan melakukan studi yang berjudul "KLASIFIKASI BIJI KOPI HIJAU BEDASARKAN EKTRAKSI TEKSTUR MENGGUNAKAN ALGORITMA SVM - ADABOOST", dengan mengadopsi pendekatan kecerdasan buatan yang memadukan *computer vision* sebagai pengindraan visual non destruktif dan *machine learning* sebagai mekanisme pengambilan keputusan klasifikasi. Dalam rancangan ini, karakter permukaan atau tekstur dimanfaatkan sebagai dasar identifikasi untuk membedakan jenis biji kopi secara objektif. Model pembelajaran terawasi diterapkan untuk mempelajari pola pembeda antarkelas dan menghasilkan keputusan yang konsisten pada berbagai variasi visual, dengan tujuan mengurangi subjektivitas dan meningkatkan reproduibilitas hasil. Keandalan pendekatan dikukuhkan melalui validasi yang tepat. Implementasi dirancang ringan dan replikabel pada ekosistem komputasi yang lazim (misalnya Python dengan pustaka pengolahan citra dan pembelajaran mesin) agar mudah diadopsi di industry secara langsung. Dengan demikian, penelitian ini diarahkan untuk menyajikan bukti empiris bahwa integrasi *computer vision* dan *machine learning* mampu meningkatkan ketepatan penetapan jenis pada tahap green beans, sekaligus memperkuat *traceability* dan kepastian transaksi di rantai pasok kopi.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Agar penelitian ini dapat berjalan dengan fokus yang jelas, diperlukan perumusan beberapa pertanyaan utama yang menjadi landasan kajian. Beberapa permasalahan yang muncul dalam klasifikasi biji kopi hijau meliputi:

1. Bagaimana penerapan teknologi dapat membantu meningkatkan dalam proses klasifikasi jenis biji kopi hijau dibandingkan metode manual?
2. Bagaimana tekstur pada biji kopi hijau dapat mempengaruhi keakuratan dalam membedakan jenis biji kopi?
3. Bagaimana memastikan hasil klasifikasi biji kopi hijau dilakukan secara akurat?
4. Bagaimana pendekatan validasi dapat dilakukan secara tepat guna menjamin bahwa model klasifikasi yang dibuat mampu mengenali jenis-jenis biji kopi hijau?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Untuk mencapai hasil yang diharapkan, perlu ditetapkan beberapa tujuan penelitian yang menjadi panduan utama dalam pelaksanaan studi ini. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menerapkan teknologi computer vision dan machine learning untuk proses klasifikasi jenis biji kopi hijau sebagai upaya pengganti metode manual dengan menekankan pada aspek keakuratan hasil klasifikasi.
2. Menganalisis pengaruh fitur tekstur biji kopi hijau terhadap tingkat akurasi klasifikasi dengan menggunakan metode ekstraksi fitur *Gray level co-occurrence matrix* (GLCM), guna memastikan apakah fitur tekstur merupakan parameter utama dalam membedakan jenis biji kopi.
3. Mengembangkan model klasifikasi biji kopi hijau dengan menerapkan kombinasi algoritma *AdaBoost* dan *Support Vector Machine* (SVM) berbasis computer vision sebagai sistem klasifikasi.
4. Melakukan validasi terhadap kinerja model klasifikasi yang dikembangkan menggunakan metode evaluasi yang tepat, agar dapat memastikan dalam mengidentifikasi berbagai jenis biji kopi hijau.

### 1.4. Batasan Masalah

Adanya keterbatasan sumber daya, waktu, dan aksesibilitas data menjadikan penelitian ini harus memiliki ruang lingkup. Sehingga dirumuskan ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Subjek Penelitian: Berfokus pada jenis biji kopi hijau (*green beans*) yang mayoritas ditanam di perkebunan Indonesia yaitu jenis kopi arabika, kopi liberika dan kopi robusta.
2. Dataset: Proses pengambilan citra dataset menggunakan kamera smartphone yang mengakibatkan kurangnya detail dalam segi tekstur.
3. Variabel: Variabel yang akan digunakan dalam penelitian adalah atribut fisik biji kopi hijau yaitu tekstur.
4. Model: Model akan dilakukan perbandingan antara SVM dengan *SVM-AdaBoost* untuk dilihat dari nilai akurasi, terlepas hasil akhir akurasi yang akan diperoleh.

5. Sistem: Sistem yang digunakan untuk melakukan klasifikasi ialah *SVM-AdaBoost* sebagai *Final Model Classifier*.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang berarti baik dari segi teori maupun praktik. Dengan demikian, manfaat yang diperoleh akan berguna untuk pengembangan ilmu dan penerapan langsung di lapangan.

#### a. Manfaat Teoritis

1. Memberikan kontribusi pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang *computer vision*, khususnya terkait klasifikasi objek menggunakan kombinasi algoritma *machine learning*.
2. Menghasilkan pemahaman baru tentang efektivitas penggunaan fitur tekstur dalam klasifikasi jenis biji kopi hijau.
3. Memberikan dasar bagi penelitian lanjutan yang ingin mengembangkan metode hybrid lainnya atau membandingkan *Adaboost-SVM* dengan pendekatan lainnya.

#### b. Manfaat Praktis

1. Bagi industri kopi dapat meningkatkan efisiensi dan konsistensi dalam proses klasifikasi biji kopi hijau dengan mengurangi ketergantungan pada metode manual yang subjektif serta membantu standardisasi proses quality control dalam industri kopi.
2. Bagi petani dan pengolah kopi dapat mempermudah proses identifikasi dan pemilahan jenis biji kopi dan mengurangi risiko kesalahan dalam penentuan jenis kopi.
3. Bagi konsumen memberikan kepastian dalam mendapatkan jenis kopi yang sesuai dengan preferensi.

## 1.6. Metodologi Penelitian

Pendekatan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini mengenai metodologi bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas tentang proses penelitian agar hasil yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Maka ada beberapa tahapan yaitu:

1. Identifikasi Masalah: Seperti yang dibahas pada latar belakang hingga rumusan masalah, bahwa kebutuhan riset kopi dalam melakukan klasifikasi green beans harus dibuat melalui teknologi computer vision.
2. Studi Kepustakaan: Tahapan awal dari penelitian ini adalah studi kepustakaan yang berkaitan dengan tujuan riset mengenai dunia kopi, metode klasifikasi green beans, teknologi computer vision, algoritma Adaboost dan SVM.
3. Pengambilan Data: Pengambilan data dilakukan dengan mengumpulkan citra green beans dilakukan secara langsung.
4. Pengolahan Data: Pengolahan data dilakukan mulai dari preprocessing hingga pembuatan model klasifikasi dalam lingkungan computer vision.
5. Desain dan Pengembangan: Model klasifikasi green beans didesain dan dikembangkan dalam lingkungan berbasis computer vision.
6. Analisis Hasil: Membandingkan performa kombinasi *Adaboost-SVM* dengan SVM tunggal berdasarkan metrik evaluasi yang diperoleh.

## 1.7. Sistematika Penulisan

Pada bagian ini, akan diuraikan susunan dari keseluruhan isi laporan penelitian secara sistematis. Penjelasan mengenai sistematika penulisan bertujuan untuk memudahkan pembaca dalam memahami alur dan struktur pembahasan yang disajikan dalam dokumen ini. Penulisan proposal ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

1. **BAB 1:** Bab ini memuat latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan. Penjelasan pada bab ini bertujuan untuk memperkenalkan topik penelitian serta ruang lingkup yang akan dikaji.
2. **BAB 2:** Bab ini berisi tinjauan teori dan penelitian terdahulu yang mendasari penelitian, meliputi konsep dasar tentang kopi, biji kopi hijau, citra digital,

image processing, computer vision, fitur tekstur, metode *Gray level co-occurrence matrix* (GLCM), machine learning, algoritma *Support Vector Machine* (SVM), Adaboost, serta kajian literatur yang relevan.

3. **BAB 3:** Bab ini membahas secara rinci tahapan perancangan sistem, meliputi metodologi perancangan, studi literatur, identifikasi persoalan, persiapan dan pengolahan data, perancangan model klasifikasi, serta tahapan evaluasi. Di dalamnya juga dijelaskan diagram UML, diagram alur sistem, serta perancangan antarmuka (mockup) aplikasi.
4. **BAB 4:** Bab ini menyajikan hasil implementasi sistem klasifikasi biji kopi hijau yang dikembangkan, termasuk proses ekstraksi fitur, hasil pengujian model, validasi kinerja model dengan berbagai metrik evaluasi (akurasi, *precision*, *recall*, *F1-score*, confusion matrix), serta analisis performa dan pengujian sistem pada aplikasi yang dibuat.
5. **BAB 5:** Bab terakhir berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, jawaban atas rumusan masalah, serta saran untuk pengembangan lebih lanjut dalam penelitian serupa di masa mendatang.

