BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi Arabika Gayo merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan asal Dataran Tinggi Gayo, Provinsi Aceh, yang telah diakui keasliannya melalui sertifikat Indikasi Geografis. Varian kopi ini sangat diminati di pasar domestik maupun global karena memiliki keunikan cita rasa yang khas serta aroma yang kuat (Masyarakat Perlindungan Kopi Gayo, 2012). Tingginya permintaan pasar menuntut para pelaku industri kopi untuk selalu mempertahankan mutu produk di setiap rantai pasok, khususnya pada tahap pengolahan pascapanen. Proses *roasting* (penyangraian) menjadi salah satu tahapan paling krusial karena memicu terjadinya reaksi termokimia yang secara langsung membentuk profil warna, aroma, dan cita rasa akhir pada biji kopi.

Keberhasilan proses penyangraian ini sangat bergantung pada ketepatan pengaturan parameter mesin guna mencapai target tingkat kematangan yang diinginkan, seperti *Light Roast*, *Medium Roast*, atau *Dark Roast*. Setiap target kematangan memiliki kriteria baku yang dapat diukur dari suhu operasional, durasi waktu, warna biji, aroma, persentase kadar air, hingga keutuhan kondisi fisiknya (SCA, 2022). Apabila parameter *roasting* menyimpang dari standar—seperti paparan suhu yang berlebihan atau waktu yang terlalu lama—biji kopi berisiko mengalami *over-roasted* (gosong) atau justru *under-roasted* (belum matang sempurna) (Reyna-gonzales et al., 2025). Kegagalan dalam mengontrol parameter ini menyebabkan hasil *roasting* dikategorikan sebagai produk cacat atau tidak layak, yang pada akhirnya dapat mengecewakan konsumen dan menurunkan daya saing mutu kopi di pasaran.

Tantangan dalam menjaga konsistensi kelayakan mutu hasil *roasting* ini turut dialami oleh CV. Oro Coffee Gayo. Berdasarkan hasil observasi di lapangan, proses penentuan apakah suatu *batch roasting* dikategorikan layak jual atau tidak layak saat ini masih sangat bergantung pada pengamatan visual dan pengalaman

insting *roaster*. Pendekatan yang bersifat subjektif ini rentan terhadap inkonsistensi penilaian, sehingga berpotensi meloloskan produk yang sebenarnya tidak memenuhi standar operasional. Inkonsistensi akibat penilaian subjektif ini bukanlah masalah sepele. Ketergantungan pada insting manusia yang dipengaruhi oleh kelelahan fisik dan kondisi lingkungan kerja sering kali menyebabkan bias dalam mengevaluasi batas presisi suhu dan waktu. Jika produk *over-roasted* (gosong) atau *under-roasted* (belum matang) lolos dari penyortiran, hal ini akan secara langsung merusak profil cita rasa kopi Arabika Gayo yang sangat dijaga keasliannya. Kerugian ini tidak hanya berdampak pada inefisiensi biaya produksi harian di CV. Oro Coffee Gayo, tetapi juga berisiko menurunkan kepercayaan konsumen serta daya saing produk di pasar *specialty coffee*. Oleh sebab itu, diperlukan suatu metode analisis yang objektif untuk mengklasifikasikan kelayakan hasil *roasting* secara terukur berdasarkan integrasi data target jenis *roasting*, suhu, waktu, warna, aroma, kadar air, dan kondisi fisik biji kopi.

Meskipun pendekatan berbasis sensor spektral dan *Deep Learning* (seperti CNN) telah banyak diterapkan dalam evaluasi mutu kopi, implementasinya di industri skala menengah sering kali terkendala oleh biaya investasi perangkat keras yang tinggi serta keterbatasan model yang bersifat *black-box* (*explainability issue*). Penerapan algoritma C5.0 pada penelitian ini didasarkan pada keunggulannya dalam menangani dataset yang kompleks melalui mekanisme *gain ratio* yang lebih adaptif dibandingkan C4.5, serta efisiensi memori dan kecepatan komputasi yang lebih baik. Yang paling krusial bagi kebutuhan industri adalah kemampuan C5.0 dalam mentransformasikan struktur pohon keputusan menjadi aturan logika *IF-THEN* yang bersifat *white-box*. Fitur ini menawarkan solusi klasifikasi kelayakan mutu biji kopi Arabika Gayo yang *cost-effective*, objektif, dan dapat divalidasi langsung oleh operator manusia (*roaster*) sebagai pembanding terhadap metode *Deep Learning* yang sulit diinterpretasikan.

Berdasarkan pemaparan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem klasifikasi kelayakan hasil *roasting* biji kopi Arabika Gayo menggunakan algoritma C5.0 yang dioptimasi melalui teknik *Error-*

Based Pruning dan *AdaBoost Ensemble* berbasis *website*. Sistem cerdas ini diharapkan dapat menjadi instrumen pendukung keputusan yang objektif, cepat, dan konsisten bagi CV. Oro Coffee Gayo dalam memisahkan hasil *roasting* yang Layak dan Tidak Layak, sehingga kualitas produk yang dipasarkan dapat terus terjaga dengan baik.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem klasifikasi kelayakan hasil *roasting* biji kopi Arabika Gayo berbasis *website* dengan memanfaatkan algoritma C5.0?
2. Bagaimana penerapan algoritma C5.0 dalam mengklasifikasikan kelayakan hasil *roasting* ke dalam kategori Layak dan Tidak Layak berdasarkan parameter target jenis *roasting*, suhu, waktu, warna biji kopi, aroma, kadar air, serta kondisi fisik biji kopi?
3. Bagaimana pengaruh penggunaan teknik *pruning* dan *boosting* terhadap hasil klasifikasi yang dihasilkan oleh algoritma C5.0 pada penentuan kelayakan hasil *roasting* kopi Arabika Gayo?
4. Bagaimana kinerja algoritma C5.0 dalam mengklasifikasikan kelayakan hasil roasting berdasarkan nilai *Accuracy, Precision, Recall,* dan *F1-Score* melalui skenario pembagian data (*Hold-Out Method*) rasio 80:20 dan 70:30?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan mengembangkan sistem klasifikasi kelayakan hasil *roasting* biji kopi Arabika Gayo berbasis *website* menggunakan algoritma C5.0.
2. Mengimplementasikan algoritma C5.0 untuk mengklasifikasikan kelayakan hasil *roasting* ke dalam kategori Layak dan Tidak Layak berdasarkan parameter target jenis *roasting*, suhu, waktu, warna, aroma, kadar air, dan kondisi fisik biji kopi.

3. Mengetahui pengaruh penerapan teknik *pruning* dan *boosting* terhadap performa algoritma C5.0 dalam proses klasifikasi kelayakan hasil *roasting* kopi Arabika Gayo.
4. Mengukur dan mengevaluasi kinerja algoritma C5.0 berdasarkan nilai *Accuracy, Precision, Recall,* dan *F1-Score* menggunakan skenario pembagian data (*Hold-Out Method*) rasio 80:20 dan 70:30

1.4 Manfaat Penelitian

1. Membantu CV. Oro Coffee Gayo dalam melakukan *quality control* untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan hasil *roasting* ke dalam kategori Layak dan Tidak Layak secara lebih akurat, objektif, dan konsisten berdasarkan parameter yang digunakan.
2. Mendukung proses pengambilan keputusan dalam evaluasi standar produksi *roasting* biji kopi sehingga dapat meminimalkan subjektivitas penilaian *roaster* serta menjaga konsistensi kualitas mutu produk yang dihasilkan.
3. Menyediakan sistem klasifikasi berbasis *website* yang mampu mempermudah pengelolaan data evaluasi *roasting*, mulai dari proses pencatatan, penyimpanan, hingga analisis kelayakan mutu secara lebih efektif dan efisien.
4. Menyajikan informasi ilmiah mengenai kinerja algoritma C5.0 yang telah dioptimalkan dengan teknik pruning dan boosting berdasarkan hasil evaluasi menggunakan skenario pembagian data (*Hold-Out Method*) rasio 80:20 dan 70:30 melalui pengukuran *Accuracy, Precision, Recall,* dan *F1-Score*.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

1. Penelitian ini berfokus pada proses klasifikasi kelayakan hasil *roasting* biji kopi Arabika Gayo yang dilakukan di CV. Oro Coffee Gayo.

2. Data yang digunakan merupakan data hasil proses *roasting* biji kopi Arabika Gayo yang diperoleh melalui observasi serta pencatatan operasional selama kegiatan *roasting* berlangsung.
3. Variabel yang digunakan sebagai atribut masukan (input) pada sistem terdiri atas 7 atribut, yaitu: target jenis *roasting* (*Green Bean, Light Roast, Medium Roast, Dark Roast*), suhu *roasting*, waktu *roasting*, warna biji kopi, aroma, kadar air, dan kondisi fisik biji kopi.
4. Hasil klasifikasi (output) yang diprediksi oleh sistem berupa dua kategori kelayakan, yaitu Layak dan Tidak Layak.
5. Proses klasifikasi dilakukan dengan menerapkan algoritma C5.0 yang didukung oleh teknik *pruning* dan *boosting* untuk menyederhanakan struktur pohon keputusan, mencegah *overfitting*, serta meningkatkan kualitas performa model yang dihasilkan.
6. Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini berbasis *website* dan difokuskan pada pengelolaan data evaluasi serta proses klasifikasi kelayakan hasil *roasting* biji kopi.
7. Evaluasi performa model (*analisis testing*) dibatasi menggunakan metode pembagian data (*Hold-Out Method*) melalui perbandingan dua skenario pengujian, yaitu rasio 70:30 dan 80:20. Fokus hasil pengujian ditekankan pada rasio 80:20 (yakni 80% data latih dan 20% data uji) untuk mendapatkan stabilitas dan tingkat akurasi klasifikasi yang paling optimal.
8. Pengukuran performa model dilakukan berdasarkan nilai *Confusion Matrix, Accuracy, Precision, Recall,* dan *F1-Score*.
9. Dataset yang digunakan dalam penelitian berjumlah 800 data operasional yang mencakup kelas hasil klasifikasi Layak dan Tidak Layak. Proporsi pembagian persentase distribusi kelas dibiarkan secara natural atau tidak seimbang (*imbalanced dataset*), yaitu sebesar 56,25% (450 data) direpresentasikan untuk kelas 'Layak' dan sebesar 43,75% (350 data) untuk

kelas 'Tidak Layak', guna merepresentasikan kondisi riil hasil produksi di lapangan tanpa menggunakan teknik penyeimbang data sintetis dari luar.

10. Model klasifikasi yang dikembangkan ditargetkan mampu mencapai tingkat akurasi minimal sebesar 80% hingga 85%.
11. Penelitian ini hanya membahas klasifikasi kelayakan fisik dan operasional hasil *roasting* berdasarkan parameter yang telah ditentukan, dan tidak mencakup analisis karakteristik cita rasa (*cupping score*), kandungan senyawa kimia, maupun kualitas seduhan kopi.