

Deteksi Kualitas Biji Kopi Menggunakan Pengolahan Citra Digital Dengan Metode *Content Based Image Retrieval* Dan Klasifikasi *Decision Tree*

Coffee Bean Quality Detection Using Digital Image Processing Based On Content Based Image Retrieval Method And Decision Tree Classification

1st Chozin Acyqar Ahjad Aziddin
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

chozinacyqarahjadazi@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Jangkung Raharjo
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

jangkungraharjo@telkomuniversity.ac.id

3rd Nur Ibrahim
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

nuribrahim@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Kopi sudah menjadi kebutuhan bagi manusia, tidak hanya dari kalangan orang tua, kopi kini diminati oleh banyak kalangan anak-anak muda. Semakin banyak penikmat kopi membuat produksi kopi semakin tinggi. Dalam pengelolaan hasil panen, umumnya masih cenderung tradisional dan melalui pengamatan visual saja. Hal ini tentu akan mempengaruhi tingkat kualitas mutu produksi biji kopi dan sulit mempertahankan konsistensi kopi yang berkualitas. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dibutuhkan suatu sistem yang digunakan untuk mendeteksi kualitas biji kopi dengan masukan berupa citra digital. Biji kopi yang digunakan merupakan jenis kopi Gunung Manglayang dan Gunung Halu dengan pengambilan sampel tiap 100-gram yang menggunakan kamera handphone resolusi 12 MP. Rancangan sistem diolah dengan menggunakan google collaboratory. Adapun untuk program sistem menggunakan bahasa pemrograman python dengan Pengolahan citra menggunakan metode Content Based Image Retrieval (CBIR) serta klasifikasi Decision Tree. Pada penelitian ini diperoleh hasil performansi sistem dengan tingkat akurasi tertinggi 86 % dengan waktu komputasi 27.01 detik.

Kata kunci : biji kopi, *image processing*, *gabor filter*, *content based image retrieval*, *decision tree*.

Abstract—Coffee has become a necessity for humans, not only from the elderly, coffee is now in demand by many young people. The more coffee connoisseurs, the higher the coffee production. In harvest management, generally still tend to be traditional and only through visual observation. This will certainly affect the quality level of coffee bean production and it is difficult to maintain the consistency of quality coffee. Based on these problems, we need a system that is used to detect the quality of coffee beans with input in the form of digital images. The coffee beans used are the types of Mount Manglayang and Mount Halu coffee with sampling every 100 grams using a 12 MP resolution cellphone camera. The system design is processed using google collaboratory. As for the system program using the python programming language with image processing using the Content Based Image Retrieval (CBIR) method and Decision Tree classification. In this study, the results of the system performance with the highest level of accuracy 86% with a computation time of 27.01 seconds.

Key words—: coffee beans, image processing, gabor

I. PENDAHULUAN

Kopi sudah menjadi kebutuhan bagi manusia, tak hanya dari kalangan orang tua kopi kini diminati oleh banyak kalangan anak-anak muda. Semakin banyak penikmat kopi membuat produksi kopi semakin tinggi. Sejak abad ke- 20 hingga saat ini, produksi kopi di dunia mengalami kenaikan yang pesat. Menurut Badan Pusat Statistik pada tahun 2018 areal perkebunan kopi nasional seluas 1,23 juta hektar dan jumlah produksi 717,9 ribu ton berdasarkan wilayah kepemilikan 96% perkebunan rakyat dan 4% milik swasta[1]. Sementara itu berdasarkan data terkini dari GAEKI (Gabungan Eksportir Kopi Indonesia) produksi kopi di Indonesia merupakan kopi milik rakyat sedangkan selebihnya adalah kopi perkebunan besar. Dalam pengelolaan hasil panen masih cenderung tradisional dan melalui pengamatan visual saja, hal ini tentu akan mempengaruhi tingkat kualitas mutu produksi biji kopi dan sulit mempertahankan konsistensi kopi yang berkualitas. Berdasarkan permasalahan dalam menentukan kualitas biji kopi tersebut, maka dibutuhkan suatu sistem yang digunakan untuk mendeteksi kualitas biji kopi. Rancangan sistem yang dimaksud dapat mengidentifikasi berdasarkan dari warna, bentuk dan tekstur. Teknik identifikasi yang digunakan adalah

memproses suatu citra digital yang diambil dengan kamera. Berdasarkan penelitian sebelumnya tentang klasifikasi untuk deteksi kualitas keju cheddar menggunakan pengolahan citra digital dengan metode *Content Based Image Retrieval* dan *K-Nearest Neighbor* berbasis android mendapatkan tingkat akurasi 85.42% dengan rata-rata waktu komputasi sistem 47.10 s [2]. Dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi kualitas biji kopi menggunakan metode klasifikasi Decision Tree, disebabkan pada penelitian sebelumnya mengenai analisa perbandingan klasifier Decision Tree, Random Forest, dan Adaboost dalam mendeteksi serangan siber didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa metode klasifikasi Decision Tree paling efisien dalam hal waktu dan performansi [3]. Metode yang akan digunakan dalam mengidentifikasi kualitas biji kopi pada penelitian ini, yaitu metode Content Based Image Retrieval (CBIR). Penerapan sistem kerja metode ini dengan melakukan pencarian gambar berdasarkan kemiripan karakteristik pada

filter, content based image retrieval, decision tree.

sebuah gambar seperti warna, bentuk, dan tekstur. Metode Content Based Image Retrieval ini digunakan karena pada penelitian sebelumnya mengenai analisis CBIR (Content Based Image Retrieval) untuk menentukan tingkat kematangan biji kopi jenis robusta, mendapatkan akurasi 90% pada 20 data citra uji [4].

II. KAJIAN TEORI

A. Kopi

Kopi adalah jenis tanaman yang termasuk dalam kelompok *famili rubiaceae* dengan beberapa keturunan misalnya kopi arabika (*coffee arabica*), kopi robusta (*coffee canephora var robusta*), kopi liberika (*coffee liberica*), dan kopi ekselsa (*coffee excelsa*). Negara indonesia sendiri memiliki banyak varietas kopi yang tersebar ke seluruh bagian wilayah Indonesia. Adapun jenis kopi yang banyak diperdagangkan secara komersial dan memiliki nilai ekonomis tinggi yaitu kopi arabika dan kopi robusta. Jenis kopi arabika dengan cita rasa tinggi dan kadar kafein yang rendah serta harga jualnya lebih mahal, sedangkan untuk jenis kopi robusta mengandung banyak kafein dan lebih tahan terhadap serangan hama dan penyakit [5]. Kualitas kopi dibagi menjadi 3 jenis kelas yaitu *speciality*, *exclusive* dan *premium*. Klasifikasi kelas kopi ini berdasarkan ukuran dan warna dari biji kopi tersebut.[5]

Tabel 2. 1 Kualitas Kopi

Grade	Ukuran	Warna	Kadar Air
Speciality	0,7 cm	Hijau pucat	10 %
Exclusive	0,5-0,6 cm	Abu-abu	12 %
Premium	0,7 cm selebihnya	Abu-abu Pucat	13 % dan selebihnya

B. Konsep Dasar Citra Digital

Pengolahan citra digital (Digital Image Processing) merupakan suatu bentuk disiplin ilmu yang melakukan pemrosesan atau pengolahan citra. Sedangkan yang dimaksud dengan citra adalah suatu gambaran atau kesamaan dari suatu objek. Format yang biasa digunakan dalam menyimpan citra pada sebuah file citra diantaranya Bitmap (.bmp), Tagged Image Format (.tif .tiff), Portable Network Graphics

(.png), JPEG (.jpg), MPEG (.mpg), Graphics Interchange Format (.gif) dan sebagainya[6]. Definisi citra digital adalah representasi fungsi intensitas cahaya berbentuk diskrit pada bidang dua dimensi. Citra merupakan sekumpulan piksel yang memiliki koordinat (x,y) dan amplitude f(x,y).

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix}$$

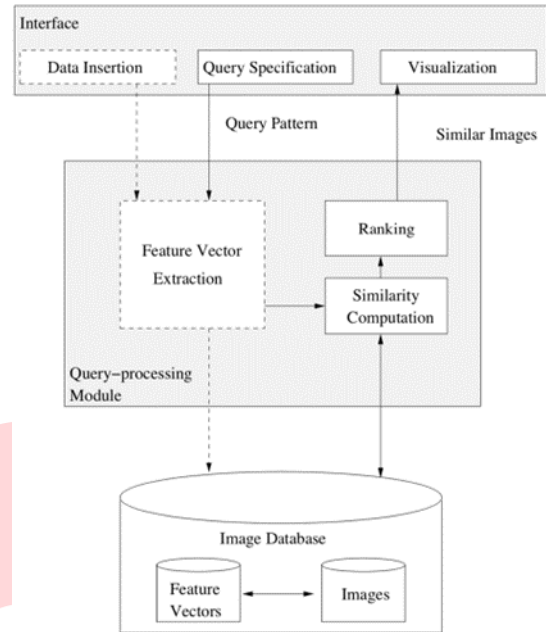
Gambar 2. 1 Persamaan Matriks Pada Citra

C. Image Retrieval

Image retrieval atau *image querying* merupakan teknik pengolahan citra berdasarkan query atau citra yang mempunyai karakteristik dari citra acuan [7]. Citra pada database memiliki karakteristik informasi yang berbeda tergantung pada kelas datanya. Kemudian dilakukan pencarian citra pada database menggunakan image retrieval dengan membandingkan informasi ekstraksi dalam citra, salah satu teknik pengaplikasiannya adalah Content Based Image Retrieval.

D. Content Based Image Retrieval

Content Based Image Retrieval (CBIR) merupakan pengambilan data pada *image retrieval* dengan melakukan pengkelompokan citra berdasarkan fitur citra. Sebuah citra memiliki beberapa konten aktual seperti warna, bentuk, tekstur atau informasi lain berdasarkan karakteristik citra tersebut. Sistem kerja metode ini adalah mengambil gambar yang mirip dengan spesifikasi atau format yang telah ditentukan berdasarkan fitur citra yang ada pada *database*. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa ketika data *query* dimasukkan dilakukan proses ekstraksi fitur menggunakan *gabor filter* untuk mendapatkan ciri fitur sesuai dengan citra pada *database*. Setelah didapatkan ciri yang sama pada *database* maka data *query* akan menghasilkan keluaran berupa citra yang memiliki karakteristik yang sama dengan citra pada *database*. [7]. Adapun untuk diagram alir sistem *content based image retrieval* seperti gambar 2.8 berikut.



Gambar 2. 2 Diagram Alir Sistem Content Based Image Retrieval

Berdasarkan gambar 2.8 CBIR dibagi menjadi tiga bagian, diantaranya bagian *interface*, bagian *query processing module*, dan bagian *image database*. Adapun dalam tiap bagian sistem CBIR ini memiliki fungsi bagian yang berbeda, berikut merupakan fungsi tiap bagian :

1. Interface

Bagian pertama ini merupakan tampilan interaksi antara pengguna dengan sistem CBIR berupa aplikasi GUI. Pada bagian interface terbagi menjadi beberapa bagian seperti Data Insertion yang memiliki kegunaan untuk input citra yang akan diekstraksi, kemudian ada Query Specification yang akan digunakan untuk menentukan citra yang menjadi citra query dan metode ekstraksi fitur yang digunakan. Dalam penelitian ini digunakan metode ekstraksi gabor filter dengan mengganti nilai skala dan orientasi. Bagian selanjutnya yaitu Visualization yang digunakan untuk menampilkan tampilan citra query dan hasil pencarian citra. [7]

2. Query Processing Module

Pada bagian ini terdapat beberapa fungsi diantaranya Feature Vector Extraction yang memiliki fungsi untuk ekstraksi fitur pada citra yang pada database maupun citra query. Terdapat Similarity Computation dan Ranking yang merupakan tahap menghitung kesamaan fitur citra kemudian diurutkan tingkat kemiripan dengan citra query yang dimasukkan. [7]

3. Image Database

Bagian selanjutnya merupakan Image Database yang dibagi menjadi Feature Vectors dengan kegunaan untuk menyimpan hasil ekstraksi fitur citra sesuai dengan jumlah citra yang dimasukkan sebagai database. Kemudian Images merupakan database citra yang berupa folder yang terdapat kumpulan citra didalamnya.[7]

E. Gabor Wavelet

Gabor wavelet ditemukan oleh Dennis Gabor, memiliki fungsi kompleks untuk menjadi dasar transformasi fourier dalam teori informasi. Tujuan wavelet meminimalkan produk simpangan bakunya dalam domain waktu dan frekuensi, dan untuk memunculkan ciri-ciri dari citra yang telah dikonvolusi terhadap kernel. Kumpulan koefisien untuk kernel dari beberapa sudut frekuensi di satu piksel disebut jet [8]. Jet merupakan potongan kecil dari grey values dalam sebuah citra gambar yang mengelilingi piksel. Persamaan gabor filter yang biasa digunakan yaitu:

$$\Psi_{\mu,v}(z) = \frac{\|k_{\mu,v}\|}{\sigma^2} e^{(-\|k_{\mu,v}\|^2 \|z\|^2 / 2\sigma^2)} \left[e^{ik_{\mu,v}z} - e^{-\frac{\sigma^2}{2}} \right] \quad (2.1)$$

Jika semua Gabor filter dengan variasi frekuensi (f) dan orientasi ((θ) diterapkan pada satu titik tertentu (x, y), maka didapatkan banyak respon filter untuk titik tersebut, misal: digunakan lima frekuensi (f = 0, 1, 2, 3, 4) dan delapan orientasi (θ), maka akan dihasilkan 40 respon filter untuk tiap titik citra yang dikonvolusikan dengan filter tersebut. Citra latihan yang akan menjadi database dan citra yang akan dilakukan pengujian dikonvolusi lebih dahulu dengan Gabor Filter. Konvolusi tersebut akan menghasilkan titik titik dengan nilai tertentu yang disebut sebagai gabor jet response [8].

F. Decision Tree

Decision tree merupakan metode klasifikasi yang menggunakan representasi struktur pohon berisi alternatif untuk pemecahan masalah. Peranan pohon keputusan yaitu decision support tool yang membantu manusia dalam mengambil keputusan [9].

Pada dasarnya decision tree mengambil keputusan dari yang rumit menjadi lebih sederhana dengan konsep mengubah data menjadi suatu pohon keputusan dan aturan-aturan keputusan (rule).

Decision tree menggunakan metode pembelajaran supervised learning, yaitu data akan diklasifikasikan berdasarkan data training atau data latih yang ada. Decision tree terbagi menjadi 3 buah bagian, diantaranya:

1. Root Node, node ini merupakan node yang terletak paling atas dari suatu algoritma pohon keputusan.[10]
2. Internal Node, node ini merupakan percabangan, dimana hanya terdapat satu input serta dua output.
3. Leaf Node, node ini merupakan node akhir yang memiliki satu input dan tidak memiliki output.

III. METODE

A. Desain Sistem

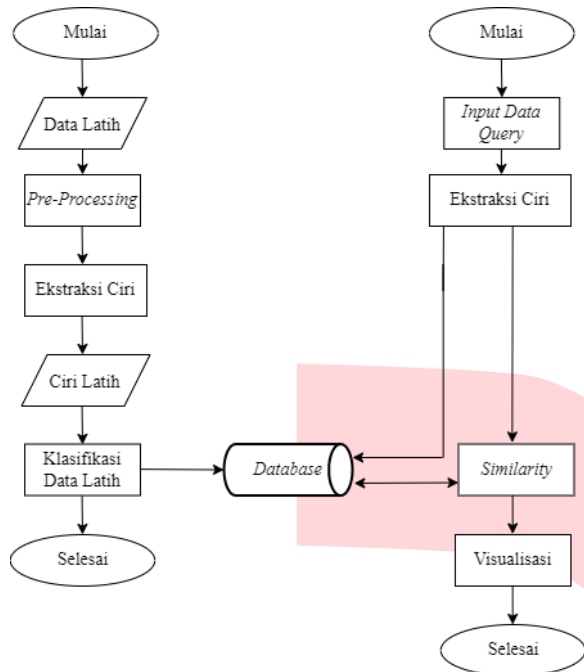


Gambar 3. 1 Diagram Alir Blok Sistem

Berdasarkan diagram blok sistem yang akan dirancang, tahap akuisisi citra dan pre-processing bertujuan meningkatkan kualitas citra. Kemudian dilakukan proses ekstraksi ciri untuk mendapatkan karakteristik sampel dan selanjutnya proses pengklasifikasian sampel dengan ekstraksi ciri.

B. Perancangan Sistem

Dalam penelitian tentang identifikasi kualitas biji kopi ini, terdapat dua tahapan yaitu tahap pelatihan dan tahap pengujian. Pada tahap pelatihan, citra latih yang diekstraksi dan dikategorikan berdasarkan karakteristik setiap gambar akan melalui proses pengujian sistem klasifikasi. Kemudian hasil klasifikasi citra latih akan masuk ke database. Selanjutnya pada citra uji akan melalui proses yang sama kemudian pada sistem klasifikasinya akan mengambil data di-database. Rangkaian alir untuk sistem data latih dan data uji seperti flowchart berikut.



Gambar 3. 2 Diagram Alir Sistem Data Latih dan Data Uji

C. Performansi Sistem

Dalam mengukur akurasi dan ketepatan rancangan sistem pemrosesan, dilakukan pengujian objek data latih dan data uji. Tujuan pengujian ini agar mengetahui apakah sistem berfungsi dengan baik atau tidak. Ada beberapa parameter yang digunakan, yaitu:

1. Akurasi Sistem

Akurasi adalah suatu ukuran ketepatan dalam mengenali input atau data uji yang diberikan. Selanjutnya data masukan yang diberikan akan menghasilkan output yang benar. Adapun persamaan untuk menentukan akurasi yaitu:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Data\ Benar}{Jumlah\ Data\ Keseluruhan} \times 100\% \quad (3.1)$$

2. Waktu Komputasi

Waktu komputasi adalah waktu yang dibutuhkan sistem dalam menyelesaikan suatu proses. Pada sistem ini, untuk mendapatkan waktu komputasi dihitung dengan menggunakan waktu akhir dikurangi waktu mulai. Adapun untuk persamaannya yaitu:

$$Waktu\ Komputasi = Waktu\ Selesai - Waktu\ Mulai \quad (3.2)$$

A. Spesifikasi Sistem

Dalam perancangan sistem deteksi kualitas biji kopi diperlukan beberapa perangkat lunak dan perangkat keras dalam proses pembuatannya. Berikut spesifikasi perangkat dan alat yang digunakan.

1. Perangkat Keras (Hardware)

Perangkat keras yang digunakan dalam perancangan sistem deteksi kalitas biji kopi adalah sebagai berikut:

- a. Laptop dengan spesifikasi
 - a. Model : Asus A442U
 - b. Processor : Intel Core i5-8250U 3.4 GHz
 - c. Memori : 8192Mb RAM
- b. Smartphone IOS
 - a. Model : Iphone 6s
 - b. Kamera : iSight 12 Mp 1,5 μ piksel

2. Perangkat Lunak (Software)

Perangkat lunak yang digunakan dalam perancangan sistem deteksi kualitas biji kopi adalah sebagai berikut :

- a. Sistem Operasi : Windows 11 pro 64-bit
- b. Programming tools : Google Colaboratory

B. Pengujian Sistem

Dalam melakukan pengujian performansi sistem ada beberapa tahapan pengujian. Berikut ini merupakan tahapan yang dilakukan:

1. Pengambilan citra biji kopi dari Gunung Manglayang dan dari Gunung Halu. Dalam pengambilan citra dilakukan dengan menggunakan kamera handphone dengan banyak citra yang diambil 150 sampel dalam satuan gram untuk tiap gambar. Citra berjumlah 30 data uji dari total keseluruhan dengan 40 data latih tiap kelasnya. Setelah pengambilan citra, kemudian dibagi menjadi beberapa kelas untuk tiap citra sesuai dengan jenis biji kopi. Dalam hal ini citra biji kopi dibagi menjadi 3 kelas yaitu grade exclusive, grade specialty, dan grade premium.
2. Setelah dilakukan pengambilan citra input, tahap selanjutnya adalah tahap pre-processing pada tiap citra. Dalam tahap ini dilakukan resize dengan merubah ukuran citra sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan supaya mendapatkan hasil yang lebih akurat.

3. Kemudian setelah beberapa citra dibagi menjadi beberapa kelas dan dilakukan resize maka dilakukan proses ekstraksi ciri menggunakan CBIR. Pada tahap ini juga ditambahkan proses optimazer pada klasifikasi decision tree. Penambahan parameter-parameter optimazer guna mendapatkan akurasi yang optimal sesuai dengan parameter yang digunakan dalam proses optim.
4. Setelah didapatkan hasil pengujian pada tahap ini dilakukan proses klasifikasi menggunakan decision tree. Dalam tahap ini arsitektur pohon keputusan tersusun berdasarkan dari parameter pengujian yang telah dilakukan.

C. Analisis Hasil Pengujian

Pengujian dan analisis perfromansi pada sistem dilakukan terhadap 150 citra biji kopi yang sudah dibagi menjadi 3 kelas seuai dengan kualitasnya. Tiap kelas berisi 50 citra dengan 40 sebagai data latih dan 10 data uji pada tiap kelasnya.

1. Skenario 1 : Perubahan Nilai Skala

Pengujian pada perubahan nilai skala dilakukan dalam 2 tahap pengujian berbeda kelompok data. Pengujian pertama pada kelompok data 5 label sesuai dengan grade dan jenis biji kopi. Pengujian kedua dilakukan pada kelompok data gabungan dimana tiap jenis kopi dimasukkan dalam 1 folder dataset yang sama sesuai dengan grade-nya. Berikut hasil pengujian akurasi dan waktu komputasinya:

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Pengaruh Perubahan Nilai

Nilai Skala	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
1	86	27.01
2	84	26.54
3	80	26.26
4	80	26.65
5	82	26.74
6	84	22.70
7	82	27.75
8	82	27.67
9	80	26.27
10	78	26.97

Skala Pada Data 5 Label

1. Pengujian Data 5 Label

Pada pengujian pertama, dilakukan dengan menganalisa pengaruh perubahan nilai skala pada gabor filter pada metode CBIR terhadap data 5 label. Analisis yang dilakukan yaitu membandingkan nilai akurasi dan waktu komputasi terbaik pada perubahan nilai skala dari 1 sampai 10. Berikut merupakan tabel hasil akurasi dan waktu komputasi pada perubahan skala.

Berdasarkan tabel didapatkan akurasi tertinggi pada nilai skala 1 dengan akurasi 86 % dan waktu komputasi 27.01 s. Sedangkan untuk nilai akurasi terendah yaitu pada skala 10 dengan akurasi 78 % dan waktu komputasi 26.97 s.

2. Pengujian Data Gabungan

Pada pengujian data gabungan dilakukan dengan membagi data dalam 3 label sesuai dengan grade biji kopi. Adapun hasil pengujian yang didapatkan berdasarkan nilai akurasi dan waktu komputasi sistem seperti tabel berikut:

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Pengaruh Perubahan Nilai Skala Pada Data Gabungan

Nilai Skala	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
1	80	52.94
2	80	43.72
3	71	43.28
4	68	42.76
5	73	43.56
6	71	43.58
7	78	44.40
8	73	44.51
9	78	48.18
10	78	43.09

Pada pengujian tipe data gabungan didapatkan hasil akurasi dan waktu komputasi terbaik pada skala 2 dengan nilai akurasi 80 % dan waktu komputasi

43.72 s. Sedangkan untuk akurasi terendah pada skala 4 dengan akurasi 68 % dan waktu komputasi 42.76 s.

2. Skenario 2 : Perubahan Nilai Orientasi

Pengujian skenario 2 dilakukan dengan tipe data yang sama yaitu data 5 label serta data gabungan. Parameter pengujian berdasarkan pengaruh perubahan nilai orientasi pada gabor filter dengan membandingkan akurasi dan waktu komputasi sistem. Rentang nilai orientasi yang digunakan adalah 1 sampai 10. Berikut merupakan hasil pengujian data 5 label:

a. Pengujian data 5 label

Tipe data untuk pengujian pertama menggunakan data 5 label, sesuai dengan grade dan jenis biji kopi. Berikut merupakan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap data 5 label berdasarkan perubahan nilai orientasi.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Pengaruh Perubahan Nilai Orientasi Pada Data 5 Label

Nilai Orientasi	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
1	82	27.30
2	80	27.30
3	82	27.46
4	82	25.92
5	86	26.99
6	80	26.05
7	80	26.56
8	86	27.35
9	82	27.58
10	80	27.36

Berdasarkan tabel 4.3 terlihat bahwa akurasi tertinggi dengan nilai waktu komputasi tercepat yaitu

nilai orientasi 5 dengan akurasi 86 % dan waktu komputasi 26.99 s.

b. Pengujian data gabungan

Tahap pengujian ini dilakukan pada tipe dataset gabungan yang sudah dibagi menjadi 3 label dengan ketentuan grade 1 sebagai label 1 seterusnya sesuai dengan kelas jenis biji kopi. Berikut merupakan hasil pengujian data gabungan berdasarkan nilai akurasi dan waktu komputasi.

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Pengaruh Perubahan Nilai Orientasi Pada Data Gabungan

Nilai Orientasi	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
1	80	44.26
2	76	44.48
3	73	44.46
4	73	44.88
5	78	42.99
6	73	43.18
7	80	42.35
8	73	41.88
9	78	42.16
10	73	42.33

Dari tabel diatas terlihat bahwa nilai akurasi dan waktu komputasi yang didapatkan mengalami fluktuasi. Performansi akurasi tertinggi adalah nilai orientasi 7 yaitu 80 % dengan waktu komputasi 42.35 detik.

3. Skenario 3 : Pengaruh Resize

Pengujian dengan mengganti tiap ukuran piksel citra bertujuan untuk membandingkan dan mendapatkan performansi terbaik dengan menggunakan nilai skala dan orientasi maksimal. Dalam pengujian ini dilakukan proses mengganti ukuran piksel citra terlebih dahulu, kemudian digunakan rentang nilai skala dan orientasi yang performansinya paling bagus. Berikut merupakan hasil percobaan pengaruh resize:

a. Pengaruh *resize* pada data 5 label

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Pengaruh *Resize* Pada Data 5 Label

Ukuran (piksel)	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
3024 x 4032	67	54.60
1521 x 2016	76	46.71
756 x 1008	80	44.42

Tabel 4.5 merupakan pengujian pada data 5 label yang sudah dilakukan *resize* dengan ukuran 1/2 piksel asli dan 1/4 piksel asli. Berdasarkan tabel diatas akurasi paling baik terlihat pada ukuran citra 756x1008 piksel. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ukuran citra akan berpengaruh pada nilai akurasi dan waktu komputasinya.

b. Pengaruh *resize* pada data gabungan

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Pengaruh *Resize* Pada Data Gabungan

Ukuran (piksel)	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
3024 x 4032	71	70.94
1521 x 2016	76	62.46
756 x 1008	78	59.61

Dapat dilihat pada Tabel 4. 7 bahwa hasil pengujian pengaruh *resize* data gabungan didapatkan hasil akurasi tertinggi pada citra dengan ukuran piksel kecil. Didapatkan akurasi 78 % pada ukuran piksel 756x1008 dengan waktu komputasi 59.61 s. Berdasarkan hal tersebut bisa disimpulkan bahwa pengaruh *resize* terhadap akurasi dan waktu komputasi akan mengikut ukuran piksel, semakin kecil ukuran piksel maka waktu komputasi akan lebih cepat.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian performansi sistem yang telah dilakukan untuk mendeteksi kualitas biji kopi menggunakan metode CBIR dan klasifikasi Decision Tree dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pembuatan sistem yang telah dirancang dengan menggunakan metode CBIR dan klasifikasi Decision Tree telah sesuai dengan rencana, dimana metode CBIR ini bisa mengeluarkan hasil gambar yang similar dari data query atau data uji.
2. Sistem yang telah dirancang mendapatkan tingkat performansi akurasi tertinggi 86 % pada pengujian nilai skala 1 dengan menggunakan data 5 label dan waktu komputasi yang dibutuhkan pada pengujian ini yaitu 27.01 s. Sedangkan pada pengujian parameter untuk orientasi didapatkan hasil akurasi sebesar 86 % dengan nilai orientasi 5 dan waktu komputasi 26.99 s.

B. Saran

Dalam penelitian ini masih bisa dikembangkan untuk mendapatkan performansi yang lebih akurat. Berikut saran dan masukan untuk pengembangan penelitian ini:

1. Menambahkan jumlah dataset pengujian guna mendapatkan akurasi yang lebih baik.
2. Menggunakan metode selain Decision Tree untunk meningkatkan akurasi dan performansi dengan menggunakan metode lain seperti Convolutional Neural Network, atau Support Vector Machine.

REFERENSI

[1] D. K. S. dan K. Pertanian, "Peran Komoditas Kopi Bagi Perekonomian Indonesia," vol. 13, 2017.

[2] S. M. Prisca, I. B. Hidayat, P. Ir, and S. Darana, "Klasifikasi Untuk Deteksi Kualitas Keju Cheddar Menggunakan Pengolahan Citra Digital Dengan Metode Content Based Image Retrieval Dan K-Nearest Neighbor Berbasis Android Classification for Cheddar Cheese Quality Detection Using Digital Image Processing Wit," vol. 5, no. 2, pp. 2138–2145, 2018.

[3] K. G. Fiqri, A. T. Hanuranto, and C. Setianingsih, "Analisa Perbandingan Klasifier Decision Tree, Random Forest, Dan Adaboost Dalam Mendeteksi Serangan."

[4] J. Tengah, H. Equalization, and E. Distance, "Analisis Cbir (Content Based Image Retrieval) Untuk Menentukan Tingkat Kematangan Biji Kopi Jenis Robusta," pp. 1–

- 9, 2015.
- [5] Dewi Septianingtyas Hastuti, "Kandungan Kafein Pada Kopi dan Pengaruh Terhadap Tubuh," pp. 9–11, 2018.
- [6] M. Pulung Nurtantio Ardono, T.Sutojo, *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Penerbit ANDI (Anggota IKAPI), 2017.
- [7] A. X. F. Ricardo Da Silva Torres, "Content-Based Image Retrieval: Theory and Applications," 2006, [Online]. Available: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.89.34>.
- [8] D. Barina, "Gabor Wavelets in Image Processing," no. 2, 2016, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1602.03308>.
- [9] R. Ariadni and I. Ariesianti, "Implementasi Metode Pohon Keputusan untuk Klasifikasi Data dengan Nilai Fitur yang Tidak Pasti," *ResearchGate*, no. June, pp. 3–5, 2015.
- [10] J. Wijaya, "Implementasi algoritma pohon keputusan cart untuk menentukan klasifikasi data evaluasi mobil skripsi," 2019.

