

Klasifikasi Varietas Biji Kopi Arabika Menggunakan Ekstraksi Bentuk dan Tekstur

Rawansyah¹, Rosa Andrie Asmara², Taufiq Alif Heryanto³

1,2,3 Program Studi Teknologi Informasi, Jurusan Teknik Informatika, Politeknik Negeri Malang
1rawansyah@polinema.ac.id, 2rosaandrie@polinema.ac.id, 3taufiqalif5797@gmail.com

Abstrak— Kopi adalah minuman hasil seduhan biji kopi yang telah disangrai dan dihaluskan menjadi bubuk. Kopi merupakan salah satu komoditas di dunia yang dibudidayakan lebih dari 50 negara. Di Indonesia, ada dua jenis pohon kopi yang dikenal secara umum yaitu Kopi Robusta (*Coffea canephora*) dan Kopi Arabika (*Coffea arabica*). Indonesia juga menempati peringkat ke-4 penghasil kopi terbanyak di dunia. Kopi Arabika di dunia memiliki banyak varietas antara lain Geisha, Bourbon, Typica, Catucai, Caturra, dan sebagainya. Indonesia juga memiliki varietas kopi arabika seperti Mandheling dari Sumatra, Typica dari Garut, lalu Kopyol dari Bali, Catimor dari Aceh dan masih banyak lagi. Setiap varietas kopi arabika yang ditanam di tempat berbeda akan memiliki perbedaan bentuk dan cita rasa yang signifikan karena kopi arabika sendiri memiliki jangkauan rasa yang luas. Setiap varietas juga memiliki harga yang berbeda – beda tergantung grade dan rasa yang dihasilkan. Sejauh ini, untuk mengetahui varietas kopi arabika hanya didasarkan pengelihan semata dan pengetahuan yang didapat sehingga memungkinkan melakukan kesalahan karena perbedaan pendapat untuk setiap penilaiannya maka dari itu dibangunlah sistem Klasifikasi Varietas Biji Kopi Arabika Menggunakan Ekstraksi Bentuk dan Tekstur menggunakan metode Eccentricity dan Gray Level Co-Occurrence Matrix untuk ekstraksi fitur dan Naive Bayes Classifier sebagai metode klasifikasi. Sistem ini menggunakan beberapa parameter untuk menentukan sebuah klasifikasi yaitu nilai rasio kebulatan, nilai ekstraksi tekstur Gray Level Co-Occurrence Matrix meliputi Entropy, Energy, Homogeneity, Contrast dan Correlation. Penelitian ini telah menghasilkan sistem klasifikasi varietas biji kopi arabika dengan tingkat akurasi 83,3% dengan citra data uji sebanyak 24 citra.

Kata kunci—kopi; Eccentricity; Gray Level Co-Occurrence Matrix; Naive Bayes..

I. PENDAHULUAN

Di Indonesia, ada dua jenis pohon kopi yang dikenal secara umum yaitu Kopi Robusta (*Coffea canephora*) dan Kopi Arabika (*Coffea arabica*). Indonesia juga menempati peringkat ke-4 penghasil kopi terbanyak di dunia. Berdasarkan hasil survei International Coffee Organization, pada tahun 2017 hingga tahun 2018 Indonesia memproduksi sebanyak 10 juta karung kopi, setingkat dibawah Colombia 12 juta karung kopi lalu Vietnam dengan 29 juta karung kopi dan Brasil di posisi pertama penghasil kopi terbesar dengan total produksi mencapai 51 juta karung kopi. Dari produksi kopi yang dihasilkan, jumlah kopi arabika mencapai 35% dan sisanya adalah kopi robusta. Namun, menurut Syarifudin, Ketua Asosiasi Kopi Spesial Indonesia

(SCAI), permintaan ekspor kopi arabika lebih tinggi dibandingkan kopi robusta khususnya di wilayah Eropa dan Timur Tengah karena kopi arabika Indonesia memiliki cita rasa yang unik dan jarang dimiliki oleh kopi arabika hasil dari negara lain.

Menurut Coffee Research Institute [2], kopi Arabika di dunia memiliki banyak varietas antara lain Geisha, Bourbon, Typica, Catucai, Caturra, dan sebagainya. Indonesia juga memiliki varietas kopi arabika seperti Mandheling dari Sumatra, Typica dari Garut, lalu Kopyol dari Bali, Catimor dari Aceh dan masih banyak lagi. Setiap varietas kopi arabika yang ditanam di tempat berbeda akan memiliki perbedaan bentuk dan cita rasa yang signifikan karena kopi arabika sendiri memiliki jangkauan rasa yang luas. Hal ini yang membuat kopi arabika menguasai 65 % pangsa pasar kopi dunia dibandingkan jenis lainnya. Setiap varietas juga memiliki harga yang berbeda – beda tergantung grade dan rasa yang dihasilkan.

Dari penjelasan diatas, dapat disimpulkan bahwa varietas merupakan salah satu faktor penting untuk proses penjualan biji kopi arabika dan proses penyeduhan yang akan dilakukan karena setiap varietasnya memiliki harga yang berbeda dan rasa yang berbeda juga tergantung dari metode penyeduhan yang digunakan. Penting bagi para petani, pemilik kedai kopi serta barista untuk mengetahui tentang varietas dari kopi arabika tersebut agar dapat menentukan harga yang tepat dan dapat menentukan cita rasa yang diinginkan. Sejauh ini, untuk mengetahui varietas kopi arabika hanya didasarkan pengelihan semata dan pengetahuan yang didapat sehingga memungkinkan melakukan kesalahan karena perbedaan pendapat untuk setiap penilaiannya. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah aplikasi yang mampu membantu para petani, pemilik kedai kopi serta barista untuk mengetahui klasifikasi varietas kopi sehingga dapat mengurangi kesalahan dalam penentuan varietas kopi serta dapat memberikan tambahan pengetahuan agar dapat menentukan harga yang tepat dan proses sangrai serta metode penyeduhan yang benar agar menemukan karakteristik rasa yang diinginkan.

II. LANDASAN TEORI

A. Kopi

Menurut Sir James Murray, editor utama kamus Oxford [5] kata coffee kemungkinan berasal dari bahasa Afrika da nada hubungannya dengan nama Kaffa, sebuah kota di Shoa, tempat

tanaman kopi tumbuh. Namun, kata qahwah tidak diartikan untuk buah atau tanaman karena tanaman kopi dalam bahasa Arab disebut dengan bunn. Menurut Bhara L.A.M [3] kopi adalah satu jenis tumbuhan yang dibuat minuman dengan sifat

psikostimulant sehingga menyebabkan seseorang yang meminumnya akan tetap terjaga (susah tidur), mengurangi kelelahan atau stress saat bekerja, serta mampu untuk memberikan efek fisiologis yaitu energi.

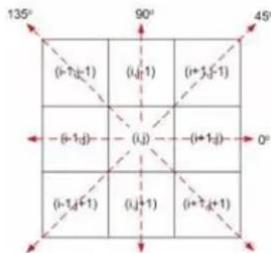
Kopi termasuk dalam kelompok tanaman semak belukar dengan genus Coffea. Kopi termasuk dalam famili Rubiaceae, subfamili Ixoroideae, dan suku Coffeae. Seseorang bernama Linnaeus merupakan orang pertama yang mendeskripsikan spesies kopi (Coffea Arabica) pada tahun 1753. Kopi merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Konsumsi kopi dunia, untuk kopi arabika mencapai 70% sedangkan kopi robusta mencapai 26% dan sisanya adalah kopi liberika dan excelsa. Kopi berasal dari pegunungan Ethiopia, yang selanjutnya dikenal oleh masyarakat dunia setelah dikembangkan di Yaman, di bagian selatan Arab oleh seorang saudagar arab.

B. Pengolahan Citra

Pengolahan Citra merupakan salah satu cabang dari ilmu Informatika. Pengolahan citra ialah pemrosesan citra dengan menggunakan komputer sebagai media yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra dan sesuai dengan keinginan pengguna. Pengolahan citra bertujuan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin [7]. Teknik – teknik yang ada pada pengolahan citra mentransformasikan citra ke citra yang lain.

TABEL I. PERBEDAAN ANTAR VARIETAS KOPI

No	Varietas	Nama Varietas	Asal	Bentuk	Rasa	Harga / 100gr
1		Typica	ethiopia	large	jasmine	Rp 75.000
2		Yellow Cattura	brazil	average	Lime	Rp 110.000
3		pacamara	central america	very large	Choco	Rp 330.000
4		heirloom	ethiopia	large	Lavender	Rp 150.000



Gambar 1. Hubungan jarak antar piksel bertetangga dalam 8 arah

C. Eccentricity

Untuk membedakan bentuk suatu objek dengan objek lainnya dapat menggunakan parameter yang disebut dengan eccentricity. Eccentricity merupakan nilai perbandingan antara jarak foci ellips minor dengan foci ellips mayor suatu objek [1]. Eccentricity memiliki rentang nilai antara 0 hingga 1. Objek yang berbentuk memanjang atau mendekati bentuk garis lurus, nilai eccentricitynya mendekati angka 1, sedangkan objek yang berbentuk bulat atau lingkaran, nilai eccentricitynya mendekati angka 0. Perhitungan eccentricity dapat dilihat pada rumus sebagai berikut.

$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}} \quad (1)$$

D. Gray Level Co-Occurrence Matrix

Gray Level Co-Occurrence Matrix adalah salah satu metode statistik yang dapat digunakan untuk ekstraksi fitur tekstur pada suatu citra. GLCM dibentuk dari suatu citra dengan melihat piksel – piksel yang berpasangan dan memiliki intensitas tertentu [6]. Penggunaan metode ini berdasar pada hipotesis

bahwa suatu tekstur akan terjadi perulangan konfigurasi atau pasangan aras keabuan. Misal, d didefinisikan sebagai jarak antar 2 piksel yaitu (x1,y1) dan (x2,y2), dan \square didefinisikan sebagai sudut diantara keduanya.

Matriks ko-okurensi didefinisikan sebagai matriks yang menyatakan distribusi spasial antara 2 piksel yang bertetangga yang memiliki intensitas i dan j, yang memiliki jarak d, dan sudut \square diantara kedua piksel. Matriks ko-okurensi dapat dinyatakan dengan $Pd\square(i,j)$. Suatu piksel yang bertetangga yang memiliki jarak d antara keduanya, dapat terletak di 8 arah yang berlainan

Berikut 4 ciri tekstur yang digunakan pada proses ekstraksi yaitu :

a) Energy

$$\sum_i \sum_j P^2[i,j] \quad (2)$$

b) Entropy

$$\sum_i \sum_j P[i,j] \log P[i,j] \quad (3)$$

c) Homogeneity

$$\sum_i \sum_j \frac{P[i,j]}{1 + |i - j|} \quad (4)$$

d) Correlation

$$\frac{\sum_i \sum_j ij P[i,j] - \mu_i \mu_j}{\sigma_i \sigma_j} \quad (5)$$

e) Contrast

$$\sum_i \sum_j [i, j]^2 P[i, j] \quad (6)$$

E. Naive Bayes Classifier

Algoritma *Naive Bayes* merupakan sebuah metode klasifikasi menggunakan metode probabilitas dan statistik yang dikemukakan oleh ilmuwan Inggris bernama Thomas Bayes. Algoritma *Naive Bayes* memprediksi peluang di masa depan berdasarkan pengalaman di masa sebelumnya sehingga dikenal sebagai Teorema Bayes. Ciri utama dari metode ini adalah asumsi yang sangat kuat (naif) akan independensi dari masing – masing kondisi atau kejadian.

$$P(H|X) = \frac{P(x|H).P(H)}{P(x)} \quad (7)$$

Dengan keterangan :

- X : Data dengan *class* yang belum diketahui
- H : Hipotesis data merupakan suatu *class* spesifik
- P(H/X) : Probabilitas hipotesis H berdasarkan kondisi X
- P(H) : Probabilitas hipotesis H
- P(X/H) : Probabilitas X berdasarkan kondisi pada hipotesis H
- P(X) : Probabilitas kondisi X

Keuntungan dari penggunaan metode ini adalah hanya membutuhkan jumlah data latih yang kecil untuk menentukan estimasi parameter yang dibutuhkan dalam proses pengklasifikasian. Karena yang diasumsikan sebagai variabel independent, maka hanya varian dari suatu variabel dalam sebuah kelas yang dibutuhkan untuk menentukan klasifikasi, bukan keseluruhan dari matriks kovarians.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian Data

Metode penelitian yang penulis gunakan adalah metode penelitian eksperimental. Penelitian eksperimental merupakan bentuk penelitian percobaan yang berusaha untuk mengisolasi dan melakukan kontrol setiap kondisi – kondisi yang relevan dengan situasi yang diteliti kemudian melakukan pengamatan terhadap efek atau pengaruh ketika kondisi – kondisi tersebut dimanipulasi. Dengan kata lain, perubahan atau manipulasi dilakukan terhadap variabel bebas dan pengaruhnya diamati pada variabel terkait. Menurut Ezmir [4] desain penelitian eksperimen dibagi menjadi 4 bentuk yaitu pre-experimental design, true experimental design, quasy experimental design, dan factorial design.

B. Metode Pengembangan

Dalam perancangan sistem klasifikasi varietas biji kopi arabika, metode pengembangan yang digunakan adalah metode Waterfall. Dalam penerapan metode ini, terdapat 5 tahap yang harus dilakukan yaitu :

a) Tahap Requirement

Tahap Requirements adalah analisa kebutuhan sistem yang akan dibuat dan harus bisa dimengerti oleh penulis maupun pengguna. Pada tahap ini, penulis akan merancang rumusan masalah, tujuan penulis melakukan penelitian dan batasan masalah dari penelitian yang didapat dari observasi untuk mendapatkan informasi meliputi wawancara dan diskusi dengan orang yang ahli dibidang kopi serta melakukan survei langsung terhadap biji kopi yang akan diteliti yang nantinya akan menjadi informasi yang dapat dianalisis dan menjadi data yang akan dibutuhkan untuk melakukan penelitian.

b) Tahap System Design

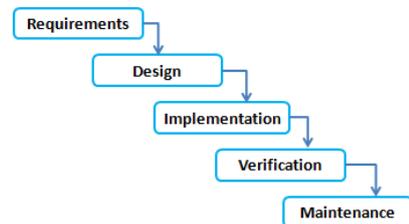
Pada tahap ini, penulis merancang desain sistem berdasarkan analisis kebutuhan sistem yang didapat dari tahap requirements. Desain yang dirancang meliputi arsitektur sistem, Flowchat Diagram, Dataflow Diagram dan Use Case Diagram yang sesuai dengan analisis kebutuhan sistem serta menjelaskan kepada pengguna bagaimana sistem ini akan berjalan.

c) Tahap Implementation

Tahap Implementasi adalah tahap dimana penulis melakukan eksekusi terhadap sistem yang sesuai dengan desain yang telah dirancang pada tahap sebelumnya. Eksekusi yang dilakukan adalah berupa coding dengan bahasa pemrograman yang telah ditentukan untuk setiap unit pada sistem serta melakukan unit testing yaitu menguji fungsionalitas untuk setiap unit pada sistem.

d) Tahap Integration & Testing

Dalam tahap ini, penulis melakukan integrasi terhadap semua unit yang telah diimplementasikan dan diuji. Setelah semua unit diintegrasikan, dilakukan pengujian terhadap integrasi sistem tersebut untuk melakukan pengecekan apakah terdapat kesalahan maupun kegagalan dalam sistem tersebut.



Gambar 2. Model Pengembangan Waterfall

e) Tahap Operation & Maintenance

Tahap ini adalah tahap akhir dalam model pengembangan waterfall. Pada tahap ini, perangkat lunak yang sudah jadi akan dijalankan dan dilakukan pemeliharaan. Pemeliharaan yang dilakukan meliputi memperbaiki kesalahan dan kegagalan yang tidak ditemukan pada tahap sebelumnya serta melakukan perbaikan implementasi unit sistem dan peningkatan fitur

unit sistem agar mendapatkan hasil yang maksimal dan akurat.

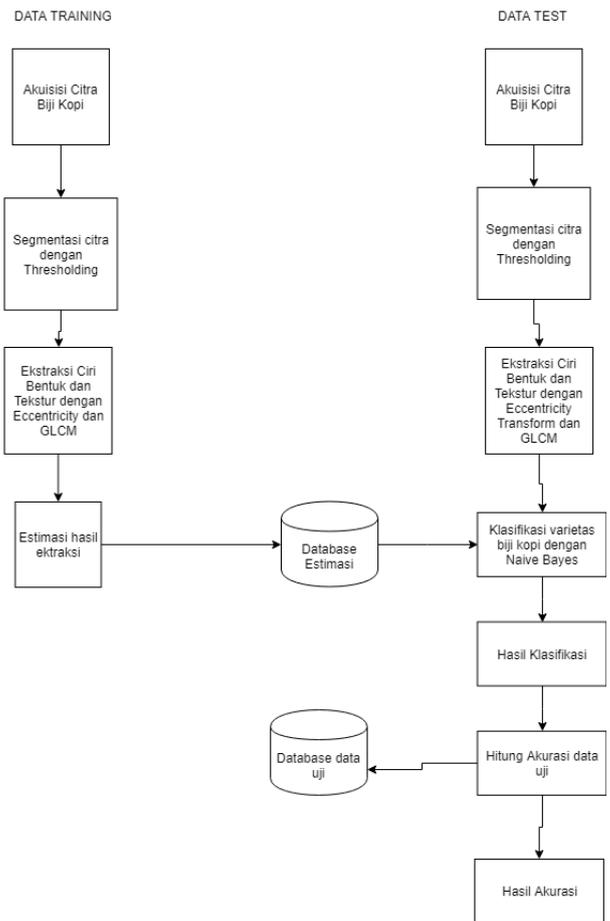
IV. ANALISIS PERANCANGAN

A. Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem pada perancangan aplikasi klasifikasi varietas biji kopi arabika dijelaskan pada gambar 3. Di dalam arsitektur sistem terdapat beberapa proses yaitu proses yang pertama adalah melakukan pengujian terhadap data training yaitu dengan melakukan pengambilan citra biji kopi, kemudian dilakukan proses segmentasi untuk memisahkan antara objek yang menjadi foreground dan background citra yang hasilnya nanti merupakan citra biner. Kemudian dilakukan proses ekstraksi dengan menggunakan *eccentricity* untuk mengekstraksi ciri bentuk bundar dan *Gray Level Co-Occurrence Matrix* untuk mendapatkan nilai statistik dari parameter *Entropy*, *Contrast*, *Correlation*, *Energy*, dan *Homogeneity*. Kemudian didapatkan hasil estimasi dari nilai – nilai ekstraksi dan disimpan di database estimasi. Proses yang kedua adalah melakukan pengujian terhadap data test yaitu dengan melakukan proses yang sama dengan proses pengujian data training hingga pada tahap pengambilan nilai ekstraksi citra. Kemudian dilakukan proses klasifikasi menggunakan metode Naïve Bayes dengan mencocokkan nilai ekstraksi data test dengan nilai ekstraksi data training yang ada pada database estimasi untuk menentukan class pada data. Kemudian melakukan tahap perhitungan akurasi dari proses data test yang telah dilakukan untuk mengetahui berapa tingkat akurasi yang didapat dengan menggunakan Naïve Bayes Classifier.

B. Akuisisi Citra

Akuisisi citra merupakan proses menangkap atau memindai suatu citra analog menjadi citra digital. Tujuan akuisisi citra adalah untuk menentukan data yang diperlukan dan memilih metode perekaman citra digital. Dalam penelitian ini, proses akuisisi citra dilakukan dengan mengambil citra biji kopi dengan objek tunggal dengan kamera handphone kemudian hasil citra dengan format .jpeg dari kamera tersebut akan dilakukan proses cropping manual dengan ukuran 512 x 512 piksel. Citra hasil dari proses cropping akan digunakan sebagai masukan untuk memasuki proses selanjutnya.



Gambar 3. Arsitektur Sistem



Gambar 4. Contoh citra kopi yang diolah

C. Segmentasi Citra

Segmentasi citra adalah proses mempartisi citra digital menjadi beberapa segmen. Tujuan dari proses segmentasi citra adalah untuk memisahkan antara objek foreground dan background dari citra. Keluaran dari hasil segmentasi citra adalah citra biner dimana foreground yang diinginkan berwarna putih yang direpresentasikan dengan nilai 1 dan background yang dihilangkan berwarna hitam yang direpresentasikan dengan nilai 0. Thresholding merupakan salah satu metode segmentasi citra yang dimana prosesnya didasarkan pada perbedaan derajat keabuan citra. Dalam proses ini dibutuhkan suatu nilai batas yang disebut dengan nilai threshold. Nilai intensitas citra yang lebih atau sama dengan nilai threshold akan diubah menjadi putih (1) sedangkan nilai intensitas citra yang kurang dari nilai threshold akan diubah menjadi hitam (0). Perhitungan thresholding dijelaskan dalam persamaan sebagai berikut :

$$P_i = \frac{n_i}{N} \quad (8)$$

Dengan keterangan :

P_i : Probabilitas piksel ke- i

n_i : Jumlah piksel dengan tingkat keabuan i

N : Total jumlah piksel pada citra

Langkah selanjutnya adalah mencari nilai jumlah kumulatif, rerata kumulatif dan rerata intensitas global. Untuk mencari nilai jumlah kumulatif dengan nilai $L=0,1,2,\dots,L-1$ dapat dilihat dalam persamaan (9).

$$\omega(k) = \sum_{i=0}^k P_i \quad (9)$$

Untuk mencari nilai rerata kumulatif dengan nilai $L=0,1,2,\dots,L-1$ dapat dilihat dalam persamaan (10).

$$\mu(k) = \sum_{i=0}^k i \cdot P_i \quad (10)$$

Untuk mencari nilai rerata intensitas global dapat dilihat dalam persamaan (11).

$$\mu_T(k) = \sum_{i=0}^{L-1} i \cdot P_i \quad (11)$$

Hasil dari perhitungan dengan persamaan diatas, langkah selanjutnya adalah menentukan varian antar kelas (between class variance). Untuk menghitung varian antar kelas dapat dilihat dalam persamaan (12).

$$\sigma_B^2 = \frac{[\mu_T \omega(k) - \mu(k)]^2}{\omega(k)[1 - \omega(k)]} \quad (12)$$

Hasil dari perhitungan varian antar kelas, akan dicari nilai maksimal yang nantinya akan digunakan sebagai nilai ambang atau *threshold*. Nilai ambang tersebut yang nantinya akan digunakan sebagai acuan untuk mengubah citra keabuan menjadi citra biner. Untuk mencari nilai maksimal dapat dilihat dalam persamaan (13).

$$\sigma_B^2 = \frac{[\mu_T \omega(k) - \mu(k)]^2}{\omega(k)[1 - \omega(k)]} \quad (13)$$

Hasil dari perhitungan varian antar kelas, akan dicari nilai maksimal yang nantinya akan digunakan sebagai nilai ambang atau *threshold*. Nilai ambang tersebut yang nantinya akan digunakan sebagai acuan untuk mengubah citra keabuan menjadi citra biner. Untuk mencari nilai maksimal dapat dilihat dalam persamaan (14).

$$\sigma_B^2(k') = \max \sigma_B^2(k) \quad (14)$$

D. Ekstraksi Ciri Citra

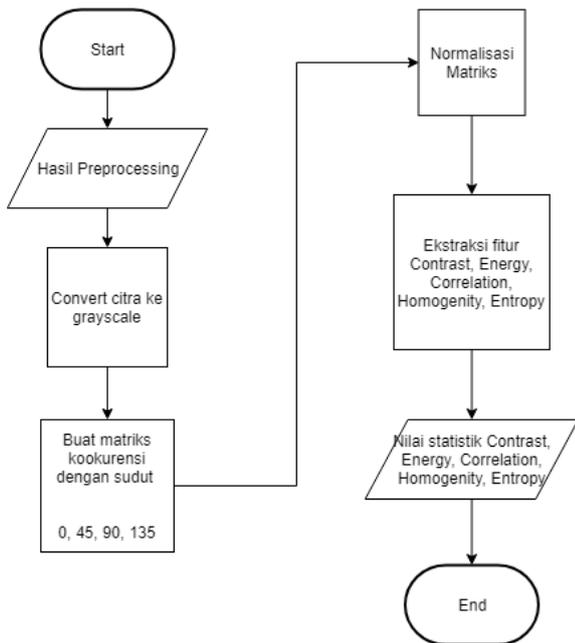
Ekstraksi ciri citra merupakan tahapan mengekstrak ciri atau informasi dari objek di dalam citra yang ingin dikenali atau dibedakan dengan objek lainnya. Ciri yang telah diekstrak kemudian digunakan sebagai parameter atau nilai masukan untuk membedakan antara objek satu dengan lainnya pada proses identifikasi atau klasifikasi. Dalam penelitian ini, proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan dua jenis ekstraksi ciri yaitu :

a) Ekstraksi Ciri Bentuk

Dalam penelitian ini, ekstraksi ciri bentuk yang dilakukan adalah ekstraksi untuk menemukan sifat bundar dari suatu objek dengan menggunakan metode Hough Circles Transform. Hough Circles Transform merupakan salah satu metode ekstraksi ciri bentuk untuk mendeteksi lingkaran. Metode ini merupakan metode pengembangan dari Hough Transform. Tujuan dari metode ini adalah untuk menemukan sifat bundar dari masukan citra dengan objek bundar sempurna ataupun tidak sempurna. Kandidat lingkaran dihitung melalui "voting" dari hough parameter space kemudian memilih local maxima yang dikenal dengan matriks akumulasi.

b) Ekstraksi Ciri Tekstur

Ekstraksi ciri tekstur merupakan suatu pengambilan ciri dari suatu bentuk yang nantinya nilai yang didapatkan akan dianalisis pada proses klasifikasi. Tujuan dari ekstraksi ciri tekstur yaitu untuk mencari daerah fitur yang signifikan pada gambar tergantung pada karakteristik intrinsik dan aplikasinya [6]. Wilayah tersebut dapat didefinisikan dalam lingkungan global atau lokal dan dibedakan oleh bentuk, tekstur, intensitas, sifat statistic dan sebagainya. Ekstraksi tekstur dapat dilakukan dengan cara menghitung jumlah titik atau piksel yang ditemui dalam setiap pengecekan, dimana pengecekan dilakukan dalam berbagai arah *tracing* pengecekan pada koordinat kartesian dari citra yang dianalisis yaitu vertical, horizontal, diagonal kanan, dan diagonal kiri. Dalam penelitian ini, teknik yang digunakan untuk ekstraksi ciri tekstur adalah *Gray Level Co-Occurrence Matrix*. Teknik ini dilakukan dengan pemindaian untuk mencari jejak derajat keabuan setiap dua buah piksel yang dipisahkan dengan jarak d dan sudut θ yang tetap. Biasanya sudut yang digunakan adalah $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$, dan 135° . Kemudian untuk setiap sudutnya didapatkan nilai statistik berdasarkan fitur – fitur yang telah dijelaskan pada bab 2 dan pada penelitian ini, fitur yang digunakan sebagai parameter untuk ekstraksi ciri tekstur yaitu *Entropy, Contrast, Energy, Correlation, dan Homogeneity* [6].



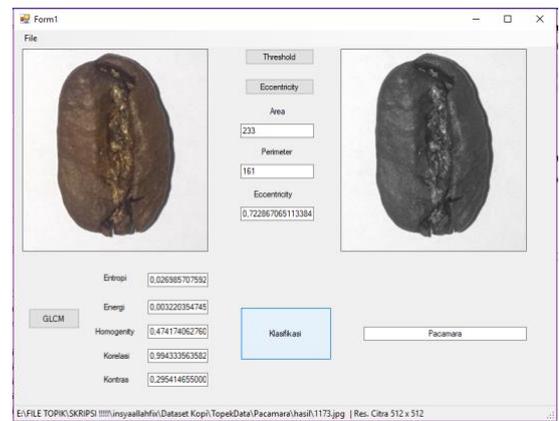
Gambar 5. Flowchart GLCM

c) Klasifikasi

Menurut Sulistyio Basuki, proses klasifikasi adalah proses pengelompokan atau pengumpulan benda atau entitas yang sama, serta memisahkan benda atau entitas yang tidak sama. Klasifikasi merupakan suatu pekerjaan menilai objek data untuk memasukkannya dalam sebuah kelas tertentu dari sejumlah kelas yang tersedia. Dalam penelitian ini, proses klasifikasi dilakukan dengan memanfaatkan metode Naïve Bayes Classifier. Berdasarkan penjelasan pada bab 2, metode ini akan menghasilkan probabilitas akhir ($P(H|X)$) dengan menghitung probabilitas hipotesis ($P(H)$) yang dimana adalah label kelas, probabilitas kondisi ($P(X)$) yang merepresentasikan data atau estimasi hasil ekstraksi fitur dan probabilitas awal ($P(X|H)$) yang merepresentasikan kelas berdasarkan data atau estimasi hasil ekstraksi yang didapat pada proses training.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada implementasi klasifikasi yang ditunjukkan pada gambar 6, setelah melakukan *upload* citra kopi hasil klasifikasi akan didapatkan melakukan aksi pada *button threshold* untuk mendapatkan hasil segmentasi citra, kemudian melakukan aksi pada *button eccentricity* untuk mendapatkan hasil ekstraksi bentuk pada citra tersegmentasi. Kemudian melakukan aksi pada *button GLCM* untuk mendapatkan hasil ekstraksi tekstur citra lalu melakukan aksi pada *button klasifikasi* untuk mendapatkan hasil prediksi klasifikasi dari citra kopi.



Gambar 6. Flowchart GLCM

Setelah melakukan pengujian pada data uji yang menghasilkan status uji yang digunakan untuk menentukan tabel Confusion Matrix. Confusion Matrix merupakan salah satu metode untuk menghitung akurasi data uji. Confusion Matrix ditunjukkan pada tabel 2.

Hasil pengujian dari sistem dan perhitungan data real sejumlah 24 data menghasilkan nilai benar sejumlah 20 data dan nilai salah sejumlah 4 data. Kemudian untuk menentukan keakuratan maka data dengan status benar akan dibagi dengan jumlah total data uji dikali 100% dan menghasilkan akurasi sebesar 83,3%.

TABEL 2. CONFUSION MATRIX

Kelas	Pacamara	Typica	Yellow Cattura	Heirloom
Pacamara	6	0	0	0
Typica	0	4	2	0
Yellow Cattura	0	2	4	0
Heirloom	0	0	0	6

TABEL 3 AKURASI HASIL PENGUJIAN

BENAR	20
SALAH	4
AKURASI	83,3%

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan oleh penulis pada Klasifikasi Varietas Biji Kopi Arabika Menggunakan Ekstraksi Bentuk dan Tekstur, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Implementasi sistem Klasifikasi Varietas Biji Kopi Arabika Menggunakan Ekstraksi Bentuk dan Tekstur dengan metode Eccentricity dan GLCM yang dibangun sesuai dengan perancangan yang dibuat
2. Metode Naïve Bayes dapat diterapkan untuk klasifikasi citra kopi dengan varietas Pacamara, Typica, Yellow Cattura dan Heirloom berdasarkan parameter Eccentricity, Entropy, Energy, Homogeneity dan Correlation.
3. Aplikasi ini minimal menggunakan studio mini, kamera minimal 12 Megapixel dan jarak pengambilan citra 10-14 cm.
4. Dari hasil klasifikasi tersebut didapat presentase keberhasilan berdasarkan empat output yaitu kopi arabika varietas Pacamara, Typica, Yellow Cattura dan Heirloom sebesar 83,3%.

B. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk pengembangan Klasifikasi Varietas Biji Kopi Menggunakan Ekstraksi Bentuk dan Tekstur, antara lain:

1. Menerapkan metode lain untuk mengklasifikasi data yang memungkinkan memperoleh akurasi yang lebih tinggi.
2. Menambahkan lebih banyak varietas biji kopi arabika yang lain sehingga sistem akan dapat membedakan berbagai jenis varietas kopi arabika
3. Mengimplementasikan sistem pada platform lain seperti Android Mobile agar penggunaan sistem lebih efektif.
4. Menambahkan jenis-jenis rotasi citra dengan sudut lain seperti 45°, 135° untuk menguji tingkat akurasi dengan metode Naive Bayes.
5. Menambahkan parameter metode GLCM yang lain untuk memungkinkan memperoleh akurasi yang lebih tinggi.

4. Seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung lancarnya pembuatan penelitian ini dari awal hingga akhir yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

REFERENSI

- [1] N. A. Haryono, W. Hapsari, A. Angesti, and S. Felixiana, "Penggunaan Momen Invariant, Eccentricity, Dan Compactness Untuk Klasifikasi Motif Batik Dengan K-Nearest Neighbour," *J. Inform.*, vol. 11, no. 2, pp. 107–115, 2018.
- [2] Putut, Son M., and Muhammad Rivai. 2013. "Klasifikasi Kualitas Biji Kopi Menggunakan Pengolahan Citra Dan Fuzzy Logic." *Seminar Pertanian dan Kelautan (September 2017): 2.*
- [3] Sebatubun, Maria Mediatrrix, and Muhammad Agung Nugroho. 2017. "Ekstraksi Fitur Circularity Untuk Pengenalan Varietas Kopi Arabika." *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer 4(4): 283.* <http://jtiik.ub.ac.id/index.php/jtiik/article/view/505>.
- [4] Kadir, Abdul dan Susanto Adhi. 2012. Ekstraksi Fitur Tekstur. Pp 554-564. "Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra".
- [5] Kadir, Abdul dan Susanto Adhi. 2012. Ekstraksi Fitur Bentuk dan Kontur. Pp 483-484. "Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra".
- [6] Najiyanti, S., dan Danarti. 1997. "Budidaya Kopi dan Pengolahan Pasca Panen". Penebar Swadaya, Jakarta.
- [7] Sommerville, Ian. 2011. "Software Engineering (Rekayasa Perangkat Lunak)". Erlangga, Jakarta.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan petunjuk dan hidayah dalam pembuatan skripsi dan penyusunan laporan sehingga dapat berjalan dengan baik dari awal hingga akhir.
2. Bapak Sugeng Riyanto, ST, MT dan Ibu Yuyun Hermayasari selaku orang tua penulis beserta seluruh anggota keluarga yang telah memberikan dan dukungannya.
3. Bapak Rawansyah, M.Pd dan Bapak Dr. Eng. Rosa Andrie Asmara, S.T, M.T selaku pembimbing skripsi yang telah memberikan waktu, kesempatan, petunjuk dan bimbingannya.