

KLASIFIKASI MUTU BIJI KOPI MENGGUNAKAN METODE K – NEAREST NEIGHBOR BERDASARKAN WARNA DAN TEKSTUR

Muhammad Ainnur Rizal

*Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi dan Elektro
Universitas Teknologi Yogyakarta
Jl. Ringroad Utara Jombor Sleman Yogyakarta
E-mail : ainmurrizal.ar@gmail.com*

ABSTRAK

Kopi merupakan salah satu hasil pertanian yang memiliki nilai ekonomi cukup tinggi, bahkan menjadi sumber devisa suatu negara termasuk Indonesia. Meningkatnya permintaan kopi dalam perkembangan pasar dan perdagangan dunia, membuat produsen atau petani kopi lebih selektif mengenai mutu dari biji kopi. Namun untuk memilih biji kopi secara manual mengalami kendala, akibat adanya sifat subjektif atau kurangnya pemahaman ilmu. Penelitian ini melakukan pengolahan terhadap citra biji kopi menggunakan metode K – Nearest Neighbor berdasarkan warna dan tekstur. Tujuan penelitian ini untuk mengenali cacat biji kopi sesuai standar mutu yang telah ditetapkan oleh Badan Standar Nasional. Terdapat tiga kategori cacat biji untuk dilakukan pengenalan yaitu biji muda, biji jamur, dan biji normal. Data citra yang digunakan sebanyak 60 data latih dan 15 data uji. Hasil akurasi kesesuaian data untuk nilai K=1, K=5 dan K=7 adalah 66,67%, sedangkan nilai K=3 adalah 60%, dan total keseluruhan 65%.

Kata kunci : Biji Kopi, Pengolahan Citra, K – Nearest Neighbor.

1. PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas pertanian yang memiliki peluang dalam pengembangan pasar dan perdagangan dunia. Bukan hanya kenikmatan rasa dari kopi itu sendiri, melainkan terdapat nilai ekonomi yang cukup tinggi dan sebagai sumber devisa suatu negara seperti Indonesia. Kopi memiliki berbagai macam spesies, namun diantaranya hanya dua varietas yang mempunyai nilai perdagangan penting yaitu kombinasi dari biji yang dipanggang arabika dan robusta. Perbedaan utama diantara kedua jenis kopi ini adalah dari rasa, warna, bentuk dan tingkat kafein. Biji arabika lebih mahal di pasar dunia, karena memiliki rasa yang lebih ringan dan memiliki kafein 70% lebih rendah dibandingkan dengan biji robusta. Menurut International Coffee Organization (2017), Indonesia masuk dalam urutan lima besar produsen dan eksportir kopi terbesar di dunia pada musim 2016 – 2017. Kualitas biji kopi merupakan suatu faktor yang sangat berperan penting dalam dunia perdagangan, semakin baik kualitas biji kopi yang akan dipasarkan, maka semakin tinggi pula jumlah permintaan akan biji kopi tersebut. Penentuan mutu biji yang membutuhkan suatu ketepatan dalam proses pemilihan, sehingga biji yang dipilih sesuai dengan kebutuhan akan mutu biji kopi yang baik.

Dalam meningkatkan daya saing pasar dalam negeri maupun pasar internasional, kualitas biji kopi harus memenuhi standarisasi mutu sehingga dapat diterima secara luas oleh konsumen. Biji kopi sudah terdaftar dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) (2008), standar ini menetapkan definisi dan penetapan nilai cacat untuk jenis cacat dari biji kopi, dan penggolongan mutu berdasarkan nilai cacat yang didapatkan. Pengklasifikasian grade mutu pada biji kopi didasarkan pada SNI 01-2907-2008. Penggunaan standar grade mutu dengan sistem yang akan dibuat dimaksudkan untuk menyesuaikan standar mutu kopi Indonesia dengan sistem pemutuan kualitas di negara penghasil kopi lainnya. Kopi robusta memiliki 7 grade mutu yang terdiri atas mutu 1, 2, 3, 4a, 4b, 5, dan 6. Sedangkan untuk grade mutu kopi arabika terdapat 6 karena pada mutu 4 tidak dibagi menjadi 2 bagian. Dalam sistem ini, penulis menggunakan standar mutu untuk jenis kopi arabika dengan pengambilan sampel sebanyak 75 butir kopi atau data citra.

Terdapat jenis cacat pada standar SNI untuk biji kopi adalah biji muda dan biji berjamur. Ciri fisik biji muda berukuran kecil, melengkung berwarna kuning pucat kehijauan dan sering dilaisi kulit ari berwarna keabuan yang melekat. Penyebab dari cacat

tersebut tidak tepat dalam proses memetik atau dalam keadaan kurang matang. Ciri fisik biji berjamur biasa berwarna kuning kecoklatan atau kemerahan, terdapat titik (spora) pada tahap awal serangan dan tumbuh menutupi seluruh biji. Penyebab dari cacat tersebut tidak tepatnya proses penyimpanan, kopi disimpan dalam kondisi lembab berlebih juga dapat mengakibatkan biji mudah terserang jamur.

Keputusan memilih biji kopi secara manual mengalami banyak kendala akibat adanya sifat subjektif dalam pemilihan biji kopi ataupun kurangnya pemahaman ilmu. Dalam membuat keputusan menentukan biji kopi berkualitas, perlu adanya sistem yang tepat untuk menganalisis permasalahan tersebut. Sistem pendukung keputusan merupakan suatu solusi yang efektif bagi permasalahan memilih biji kopi yang berkualitas. Teknologi pengolahan citra digital dapat digunakan untuk mengklasifikasikan mutu biji kopi yang sesuai standar SNI. Pengolahan citra digital dapat mendeteksi warna dan tekstur yang terdapat pada biji kopi. Hal itu dilakukan dengan melakukan perbandingan komposisi warna RGB (Red, Green, Blue) pada perhitungan statistis (rerata, deviasi standar, skewness, dan kurtosis) dan nilai ekstraksi fitur tekstur berbasis histogram (intensitas, kontras, skewness, energi, entropi, smoothness) yang diperoleh dari citra biji. Fitur RGB dan ekstraksi fitur tekstur dipilih karena untuk menentukan perubahan warna dalam mendeteksi cacat warna pada biji kopi. Metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) akan digunakan untuk mengklasifikasi biji ke beberapa kelas berdasarkan standar yang sudah ditentukan.

Permasalahan penentuan biji kopi yang diteliti dan dikaji perlu adanya batasan sebagai berikut :

- a. Peralatan yang digunakan yaitu kamera DSLR Canon EOS tipe 600D resolusi kamera 18 MP dengan lensa 55 mm, ISO 400. Pengambilan gambar 20 cm tegak lurus diatas objek.
- b. Menggunakan sebuah kotak mini studio berukuran 23 cm x 22 cm x 24 cm latar belakang berwarna putih dengan satu panel lampu LED.
- c. Ekstensi gambar yang digunakan JPG atau JPEG.
- d. Menggunakan biji kopi yang sudah terlepas dari kulit.
- e. Menggunakan jenis cacat yang terdaftar dalam SNI yaitu biji muda dan biji berjamur.
- f. Sampel biji kopi yang digunakan adalah sampel biji kopi jenis arabika dengan sampel 75 data citra dibagi menjadi 25 biji normal, 25 biji muda, 25 biji berjamur.

Menentukan mutu biji kopi dilihat dari jumlah nilai cacat yang sudah diatur dalam SNI kopi.

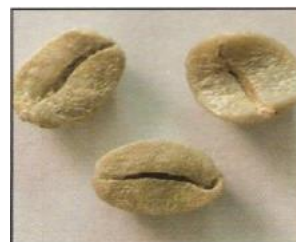
2. LANDASAN TEORI

2.1 Biji Kopi

Kopi (*Coffea*) termasuk dalam tanaman *famili Rubiaceae* dan terdiri atas banyak jenis antara lain *Coffea Arabica*, *Coffea Robusta*, dan *Coffea Liberica*. Kopi banyak diyakini berasal dari sebuah kerajaan kuno di Ethiopia bernama Abessinia dan tanaman kopi disana tumbuh di dataran tinggi [2].

Pembudidayaan tanaman kopi jenis arabika dan robusta telah berkembang di Indonesia. Selain dijadikan sebagai minuman, kopi juga dapat menurunkan resiko terkena penyakit kanker, diabetes, batu empedu dan berbagai penyakit jantung. Indonesia sendiri mampu menghasilkan lebih dari 400 ribu ton per tahunnya, sehingga tanaman kopi mampu menjadi salah satu kekuatan perekonomian negara. Terdapat beberapa jenis cacat yang terdaftar pada SNI biji kopi, maka hanya 2 jenis cacat yang dilakukan penelitian yaitu biji muda dan biji berjamur. Pengambilan sampel data untuk dilakukan penelitian sebanyak 75 data citra, terbagi menjadi 3 kelompok yaitu biji normal sebanyak 25, biji muda sebanyak 25, dan biji berjamur sebanyak 25. Citra yang digunakan berekstensi JPG atau JPEG. Setiap kelompok dibagi menjadi 2 bagian, diambil 5 sampel data latih dan 20 data masing – masing kelompok untuk sampel data uji [13].

Biji muda memiliki fisik berukuran sedang cenderung kecil, melengkung berwarna kuning pucat kehijauan dan sering dilapisi kulit ari berwarna silver yang melekat. Penyebab dari cacat biji tersebut adalah cara pemetikan yang kurang tepat, tidak matang merata dan penyimpanan tergabung dengan benda lain, contoh objek terlihat pada gambar 1 [13].



Gambar 1 : Biji Muda

Biji berjamur memiliki ciri fisik seperti berwarna kuning kecoklatan atau kemerahan, terdapat titik spora pada tahap awal serangan yang tumbuh hingga menutupi seluruh biji. Biji jamur akan mencemari biji

lainnya jika di tempatkan dalam tempat yang sama, contoh gambar 2 [13].



Gambar 2 : Biji Jamur

Biji normal mempunyai permukaan yang bersih dari titik spora atau benda yang menempel lainnya. Ciri fisik ini yang menjadi keunggulan mutu untuk dikonsumsi public, contoh pada gambar 3 [13].



Gambar 3 : Biji Normal

2.2 Statistika Warna

Fitur warna dapat diperoleh melalui perhitungan statistis seperti rerata, deviasi standar, *skewness*, dan kurtosis. Perhitungan dikenakan pada setiap komponen R, G, dan B [12].

Rerata memberikan ukuran mengenai distribusi dan dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan 1.

$$\mu = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N P_{ij} \quad (1)$$

Varians menyatakan luas sebaran distribusi. Akar kuadrat varians dinamakan sebagai deviasi standar. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitungnya pada persamaan 2.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (P_{ij} - \mu)^2} \quad (2)$$

Skewness atau kecondongan menyatakan ukuran mengenai ketidaksimetrisan. Distribusi dikatakan condongan ke kiri apabila memiliki nilai *skewness* berupa bilangan negatif. Sebaliknya, distribusi dikatakan condong ke kanan apabila memiliki nilai

positif. Jika distribusi simetris, maka nilai *skewness* berupa nol. *Skewness* dihitung dengan pada persamaan 3.

$$\theta = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (P_{ij} - \mu)^3}{MN\sigma^3} \quad (3)$$

Kurtosis merupakan ukuran yang menunjukkan sebaran data bersifat meruncing dan menumpul. Perhitungannya seperti persamaan 4.

$$\gamma = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (P_{ij} - \mu)^4}{MN\sigma^4} - 3 \quad (4)$$

2.3 Ekstraksi Fitur Tekstur

Metode yang digunakan untuk memperoleh fitur tekstur dapat dibedakan menjadi tiga golongan yaitu metode statis, metode struktural, metode spektral. Metode statistis menggunakan perhitungan statistika untuk membentuk fitur, contoh yang termasuk sebagai metode statistis yaitu tekstur berbasis histogram, GLCM, dan Tamura. Metode struktural menjabarkan susunan elemen ke dalam tekstur, contoh metode struktural adalah *Shape Grammar*. Metode spektral adalah metode yang didasarkan pada domain frekuensi-spasial, contoh metode spektral adalah distribusi energi domain *Fourier*, *Gabor*, dan filter *Laws* [11].

2.4 Tekstur Berbasis Histogram

Metode yang sederhana untuk mendapatkan tekstur adalah dengan mendasarkan pada histogram suatu citra. Fitur – fitur tekstur citra dapat dikenal secara statistis melalui histogram. Perbedaan histogram terlihat pada citra yang mengandung tekstur yang berbeda. Perbedaan fitur – fitur dapat dihitung dengan menggunakan ekstraksi fitur berbasis histogram yang terdiri dari rerata intensitas, rerata kontras, *skewness*, energi, entropi, dan *smoothness* [11].

a. Rerata Intensitas

Fitur pertama yang dihitung secara statistis adalah rerata intensitas. Komponen fitur ini dihitung berdasarkan persamaan 5. Rumus ini akan menghasilkan rerata kecerahan objek [11].

$$m = \sum_{i=0}^{L-1} i \cdot p(i) \quad (5)$$

b. Standar Deviasi

Fitur ini memberikan ukuran kekontrasan. Perhitungan untuk mendapatkan hasil standar deviasi pada persamaan 6 [11].

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{L-1} (i - m)^2 p(i)} \quad (6)$$

c. Skewness

Skewness sering disebut sebagai momen orde tiga ternormalisasi. Nilai negatif menyatakan bahwa distribusi kecerahan condong ke kiri terhadap rerata dan nilai positif menyatakan bahwa distribusi kecerahan condong ke kanan terhadap rerata. Dalam praktik, nilai *skewness* dibagi dengan $(L - 1)^2$ supaya ternormalisasi. Terlihat pada persamaan 7 [11].

$$skewness = \sum_{i=1}^{L-1} (i - m)^3 p(i) \quad (7)$$

d. Energi

Energi adalah ukuran yang menyatakan distribusi intensitas piksel terhadap jangkauan aras keabuan pada persamaan 8 [11].

$$energi = \sum_{i=0}^{L-1} [p(i)]^2 \quad (8)$$

e. Entropi

Entropi mengindikasikan kompleksitas citra. Semakin tinggi nilai entropi, semakin kompleks citra tersebut. Perlu diketahui, entropi dan energi berkecenderungan berkebalikan. Entropi juga merepresentasikan jumlah informasi yang terhubung didalam sebaran data perhitungannya terlihat pada persamaan 9 [11].

$$Entropi = - \sum_{i=0}^{L-1} p(i) \log_2(p(i)) \quad (9)$$

f. Smoothness

Properti kehalusan biasa disertakan untuk mengukur tingkat kehalusan atau kekerasan intensitas citra, pada persamaan 10 [11].

$$R = 1 - \frac{1}{1 + \sigma^2} \quad (10)$$

2.5 K – Nearest Neighbor

K – Nearest Neighbor (KNN) merupakan sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek atau data berdasarkan data pembelajaran yang diambil dari k tetangga terdekat. Dengan k merupakan banyaknya tetangga terdekat. Algoritma KNN menggunakan klasifikasi ketetanggaan sebagai nilai prediksi dari sampel uji yang baru. Perhitungan jarak dekat dan jauh tetangga ditentukan berdasarkan rumus jarak *euclidean*. Penggunaan rumus jarak *euclidean* merupakan rumus paling umum untuk dipakai, dibanding dengan rumus jarak lainnya seperti *city-block*, kotak catur (*chebychef*), *minkowski*, *canbera*, dan lainnya. Terlihat pada persamaan 11 [11].

$$j(v_1 - v_2) = \sqrt{\sum_{k=1}^N (v_1(k) - v_2(k))^2} \quad (11)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

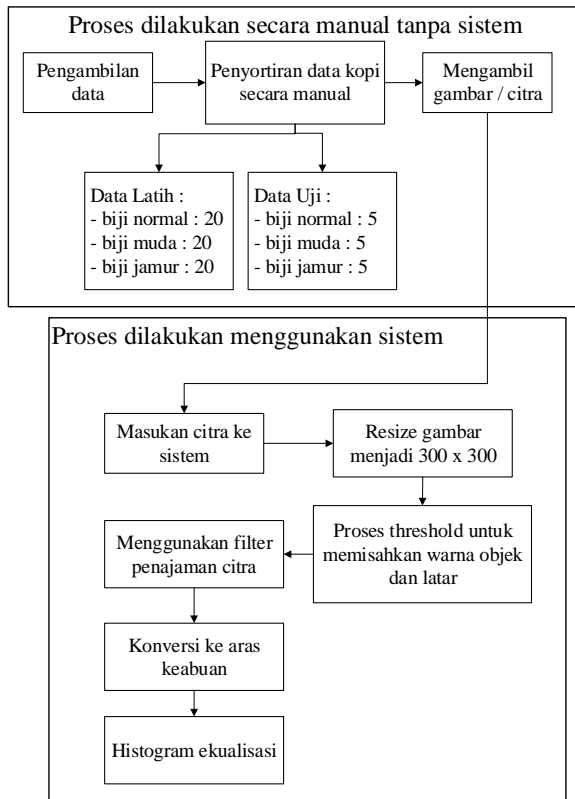
Dalam penyusunan penelitian ini yang menjadi objek yaitu biji kopi yang memiliki cacat sesuai dengan standarisasi kopi nasional. Menggunakan gambar atau citra dari biji kopi sebagai masukan dalam sistem yang akan dibuat. Penelitian ini menentukan citra masukan yang akan menghasilkan suatu keluaran berupa penentuan cacat atau tidak cacat biji kopi. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat memberikan manfaat dalam meneliti dan menentukan kualitas biji kopi yang baik.

3.2 Alur Proses Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengenali beberapa jenis cacat biji kopi yang terdaftar dalam badan standar nasional. Pengenalan melalui citra atau gambar dilakukan menggunakan sistem yang dirancang oleh peneliti untuk memudahkan dalam pengenalan cacat biji kopi. Pada sistem ini diberikan sebuah *input* data berupa gambar dan proses *output* akan menghasilkan nilai akurasi dan mutu kopi. Metode yang digunakan untuk penelitian ini yaitu KNN, dengan penggunaan metode ini sangat berpengaruh dalam penentuan kategori cacat biji kopi yang tepat.

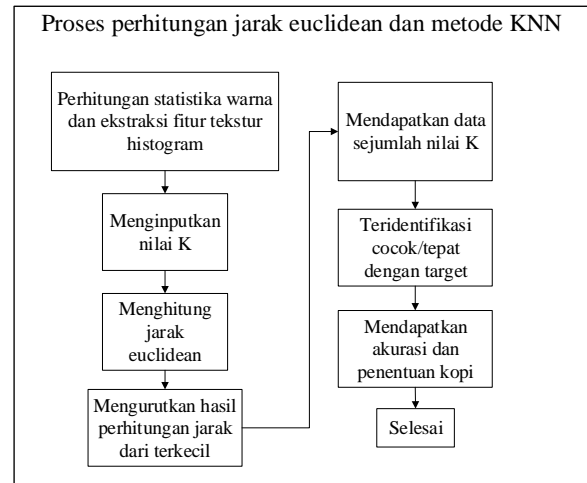
Alur proses menggunakan sistem seperti *resize* ukuran gambar menjadi 300 x 300 piksel, hal ini bertujuan pada saat proses perhitungan tidak memakan waktu yang lama. Penajaman (*sharpening*) citra bertujuan untuk memperjelas tepi objek. Konversi citra hasil penajaman ke aras keabuan dan

citra tersebut digunakan untuk proses konversi citra ekualisasi histogram. Kemudian hasil citra keabuan ke citra ekualisasi histogram dilakukan proses pengambilan parameter nilai. Metode statistika warna dan ekstraksi fitur tekstur berbasis histogram didapatkan parameter nilai sebanyak 18 parameter nilai yang akan digunakan untuk proses perhitungan jarak antara data uji dan data latih. Proses perhitungan metode KNN dimulai menentukan nilai K terlebih dahulu, selanjutnya mendapatkan nilai jarak *Euclidean* berdasarkan data dari parameter nilai data latih dan data uji. Mengurutkan hasil jarak dari yang terkecil ke terbesar, kemudian mendapatkan data sejumlah nilai K dan teridentifikasi sesuai dengan target. Proses secara manual dan proses menggunakan sistem, terlihat pada gambar 4.



Gambar 4 : Alur Sistem Proses Manual dan Proses dengan Sistem

Alur proses untuk perhitungan jarak Euclidean dan metode KNN, terlihat pada gambar 5.

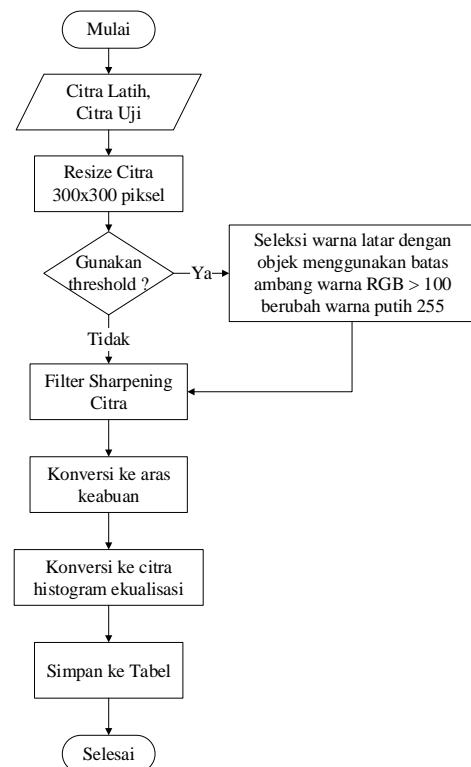


Gambar 5 : Alur Sistem Proses Perhitungan Jarak Euclidean dan Metode KNN

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Algoritma Pengolahan Citra

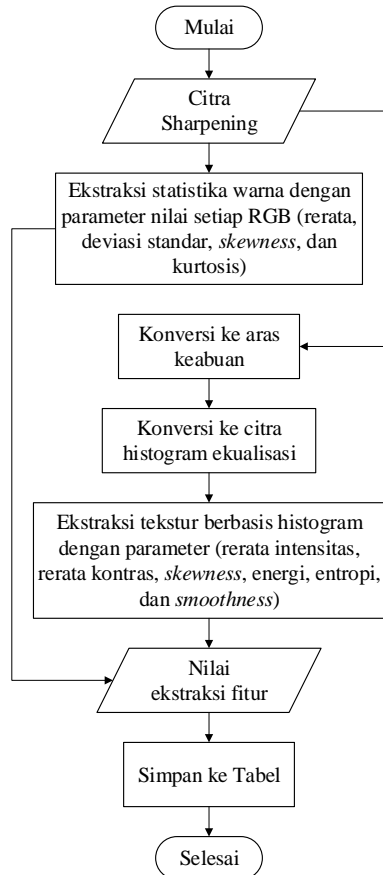
Alur proses pengolahan citra ini menggunakan beberapa preprosesing seperti resize citra ke ukuran 300x300 piksel, kondisi penggunaan threshold, filter penajaman, konversi ke citra keabuan, dan konversi ke citra histogram ekualisasi. Berikut algoritma dari pengolahan citra pada gambar 6.



Gambar 6 : Algoritma Pengolahan Citra

4.2 Algoritma Ekstraksi Fitur

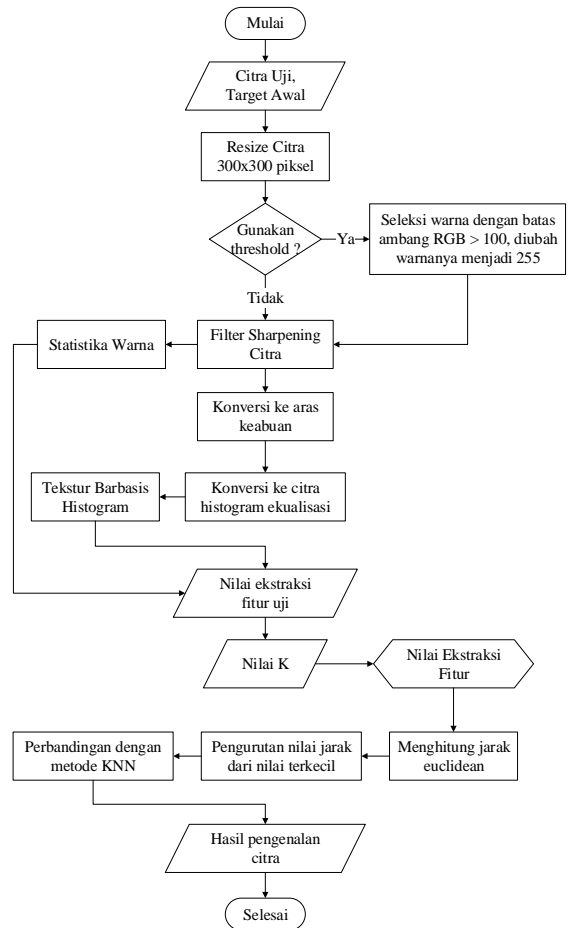
Alur ekstraksi fitur menggunakan proses dari algoritma pengolahan citra, dengan mendapatkan citra warna untuk ekstraksi statistika warna dan citra hasil histogram ekualisasi untuk ekstraksi fitur tekstur berbasis histogram. Terlihat pada gambar 7.



Gambar 7 : Algoritma Ekstraksi Fitur

4.3 Algoritma Pengujian Sistem

Algoritma pengujian akan melakukan proses input data uji, kemudian akan dilakukan proses perhitungan menggunakan rumus euclidean, selanjutnya proses pengurutan dari nilai jarak terkecil, dan proses seleksi menggunakan metode KNN. Setelah proses seleksi dilakukan, mendapatkan pengenalan hasil citra uji. terlihat pada gambar 8.



Gambar 8 : Algoritma Pengujian Sistem

4.4 Implementasi

Implementasi simulasi untuk klasifikasi terhadap 60 data latih dan satu data uji tidak menggunakan proses *thresholding*, data yang digunakan gambar 9.



Gambar 9 : Sampel Data Uji

Gambar 9 akan di ekstraksi untuk mendapatkan nilai parameter dari statistika warna dan tekstur histogram ekualisasi. Detail ekstraksi nilai seperti tabel 1.

Tabel 1 : Nilai Ekstraksi Fitur

Data Uji	Keterangan Nilai
Intensitas	129.870311111111108
Deviasi	74.59895384069024
Skewness	-0.33699302193671454

Tabel 1 : Lanjutan

Data Uji	Keterangan Nilai
Energi	0.022727740000000007
Entropi	4.1601892075798
Smooth	0.07883558018916392
Rerata Red	145
Rerata Green	145
Rerata Blue	139
Deviasi Red	36.34226755598928
Deviasi Green	39.33062024541297
Deviasi Blue	46.99700155920115
Skewness Red	-1.7917682261239152
Skewness Green	-1.7148437932003298
Skewness Blue	-1.4901677096149353
Kurtosis Red	3.1747719153351017
Kurtosis Green	2.425538535632115
Kurtosis Blue	0.9107366748566714

Penerapan metode KNN dengan melalui urutan langkah – langkah sebagai berikut :

- a. **Menentukan Target Awal atau Prediksi Citra**
Menentukan target awal untuk nantinya akan di cocokan dengan hasil target setelah proses perhitungan euclidean.
- b. **Menentukan Nilai K**
Nilai K yang akan diujikan yaitu 3. Nilai ini akan menentukan jumlah pengambilan data hasil setelah perhitungan jarak dan pengurutan nilai selesai.
- c. **Menghitung Jarak Euclidean**
Menghitung nilai data uji dengan semua data latih yang telah di inputkan dengan rumus pada persamaan 11.
- d. **Mengurutkan Data Latih dan Mengambil Data Sejumlah Nilai K**
Berdasarkan jarak euclidean yang telah dilakukan dengan seluruh data latih, kemudian diurutkan dari data terkecil dan mengambil data sesuai nilai K. Terlihat pada tabel 2.

Tabel 2 : Urutan Jarak Euclidean dan Data Terpilih

Data Uji	Target	Jarak Euclidean	Urutan
IMS_ latih_10	Biji Jamur	2.086773557996212	1
IMS_ latih_22	Biji Muda	2.434883065722543	2
IMS_ latih_15	Biji Jamur	2.446475322024772	3

- e. **Tarik Kesimpulan Berdasarkan Target Terbanyak dari Nilai K**
Berdasarkan hasil keluaran dari nilai K = 3 nilai kemunculan target Biji Jamur sebanyak 2 dan

target Biji Muda sebanyak 1, maka data uji tersebut dinyatakan sebagai Biji Jamur.

Pada sistem ini menjalankan dua kondisi berbeda dalam melakukan proses preprosesing terhadap suatu citra. Kondisi yang digunakan yaitu *thresholding*, bertujuan untuk menyeleksi warna latar dari objek. *Threshold* yang digunakan untuk menyeleksi setiap warna RGB dengan kode warna lebih dari 100 akan diganti dengan kode warna putih yaitu 255. Perbedaan dari penggunaan metode *threshold* dan tidak menggunakan *threshold* akan terlihat pada hasil akhir. Berikut perbandingan sampel pengujian pada gambar 10.



Gambar 10 Perbandingan Biji Kopi

Perbandingan keluaran hasil berdasarkan nilai K, terlihat pada gambar tabel 3.

Tabel 3 Hasil Perbandingan Berdasarkan Nilai K

	Menggunakan Threshold	Tidak Menggunakan Threshold
Nilai K = 1	Tidak Sesuai	Tidak Sesuai
Nilai K = 3	Tidak Sesuai	Tidak Sesuai
Nilai K = 5	Tidak Sesuai	Sesuai
Nilai K = 7	Tidak Sesuai	Sesuai

Hasil akhir setelah menghitung jarak *euclidean* ternyata citra yang lebih dikenali pada citra tanpa *threshold* untuk nilai K = 5 dan nilai K = 7.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian dalam menganalisis dan merancang sistem klasifikasi mutu biji kopi menggunakan metode KNN berdasarkan warna dan tekstur, maka didapatkan kesimpulan diantaranya sebagai berikut :

1. Sistem mengklasifikasi citra terhadap tiga objek pengenalan yaitu biji muda, biji berjamur, dan biji normal. Penggunaan sampel citra sebanyak 60 data latih dan 15 data uji.

2. Pengenalan terhadap biji kopi dilakukan menggunakan metode KNN dengan parameter yang digunakan untuk perhitungan sebanyak 18, terbagi menjadi dua ekstraksi yaitu statistika warna (rerata *red*, rerata *green*, rerata *blue*, standar deviasi *red*, standar deviasi *green*, standar deviasi *blue*, *skewness red*, *skewness green*, *skewness blue*, kurtosis *red*, kurtosis *green*, kurtosis *blue*) dan tekstur berbasis histogram (intensitas, standar deviasi, *skewness*, energi, entropi, *smoothness*).
3. Mendapatkan akurasi dari kesesuaian data sejumlah 46,67% untuk preprosesing menggunakan *thresholding* dengan jumlah K terbesar yaitu 5. Sedangkan 65% tanpa *thresholding* dengan jumlah K terbesar 1, 5, dan 7.

5.2 Saran

Penelitian klasifikasi mutu biji kopi menggunakan metode KNN berdasarkan warna dan tekstur diharapkan dapat terus dikembangkan. Adapun saran untuk mengembangkan penelitian ini adalah

1. Perlu adanya peningkatan yang lebih baik saat melakukan preprosesing terhadap suatu citra, agar nilai yang di ekstraksi lebih optimal.
2. Mengingat dalam proses pengambilan data citra mendapatkan hasil yang kurang baik, karena hasil citra untuk latar objek terdapat banyak derau sehingga perlu ditingkatkan dalam proses pengambilan data citra.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ardiarta M, R. dan Sutojo, T. (2016), *Pendeteksi Kualitas Biji Kopi Menggunakan Algoritma Naive Bayes*, Skripsi, Universitas Dian Nuswantoro.
- [2] Armansyah, M. (2010), *Mempelajari Minuman Formulasi dari Kombinasi Bubuk Kakao dengan Jahe Instan*, Teknologi Pertanian - Universitas Hasanuddin.
- [3] Avestro, J. (2007), *Pengenalan Pemrograman Java*, Jakarta: JENI.
- [4] Ardiarta M, R. dan Sutojo, T. (2016), *Pendeteksi Kualitas Biji Kopi Menggunakan Algoritma Naive Bayes*, Skripsi, Universitas Dian Nuswantoro.
- [5] Armansyah, M. (2010), *Mempelajari Minuman Formulasi dari Kombinasi Bubuk Kakao dengan Jahe Instan*, Teknologi Pertanian - Universitas Hasanuddin.
- [6] Avestro, J. (2007), *Pengenalan Pemrograman Java*, Jakarta: JENI.
- [7] Brady, M. dan Loonam, J. (2010), *Exploring the use of entity-relationship diagramming as a technique to support grounded theory inquiry*, Bradford: Emerald Group Publishing.
- [8] Gonzalez, R.C. dan Woods (2002), *Digital Image Processing*, London, England: Prantice Hall : USA International Coffee Organization.
- [9] Herdiana, H.A. (2017), *Klasifikasi Jenis Buah Anggur Menggunakan Metode Ekstraksi Fitur Tekstur dan Jaringan Saraf Tiruan*, Tugas Akhir, Universitas Teknologi Yogyakarta.
- [10] Kadir, A. (2013), *Dasar Pengolahan Citra dengan Delphi*, Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- [11] Kadir, A. dan Adhi, S. (2012), *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*, Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- [12] Martinez, W.L. dan Martinez, A.R. (2002), *Computational Statistics Handbook With Matlab*, Florida: CRC Press LLC.
- [13] Nasional, B.S. (2008), *Standar Nasional Indonesia (SNI) Biji Kopi*, Badan Standarisasi Nasional.
- [14] Oetomo, B.S.D. (2002), *Perencanaan dan Pengembangan Sistem Informasi*, Yogyakarta: Andi.
- [15] Organization, I.C. (2017), *Lima Negara Eksportir Kopi Terbesar di Dunia pada Musim 2016-2017*, Diambil dari <http://www.ico.org/>.
- [16] Permadi, Y. dan Murinto (2015), *Aplikasi Pengolahan Citra Untuk Identifikasi Kematangan Mentimun Berdasarkan Tekstur Kulit Buah Menggunakan Metode Ekstraksi Ciri Statistik*, Skripsi, Universitas Teknologi Yogyakarta.
- [17] Prahudaya, T.Y. dan Harjoko, A. (2017), *Metode Klasifikasi Mutu Jambu Biji Menggunakan K-Nearest Neighbor (KNN) Berdasarkan Fitur Warna dan Tekstur*, Skripsi, Universitas Gajah Mada.
- [18] Prasetyo, D.D. (2004), *Tip dan Trik PHP dan MySQL*, Jakarta: Elex Media Komputindo.
- [19] Widiarti, A.R. (2013), *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra Digital: Transliterasi Otomatis Citra Dokumen Teks Aksara Jawa*, Yogyakarta: Lintang Pustaka Utama.