

Klasifikasi Jenis Biji Kopi dengan Menggunakan Metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM)

Classification Types of Coffee Beans Using the Method Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)

Bowo Eko Cahyono^{1*}, Agung Tjahjo Nugroho¹, Icha Wulan Maulidina¹

¹Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember, Sumbersari, Jawa Timur

*E-mail: bowo_ec.fmipa@unej.ac.id

Diterima: 06 Oktober 2022; Disetujui: 28 Desember 2022

ABSTRAK

Kopi merupakan salah satu tanaman perkebunan yang menjadi sumber penghasilan rakyat dan juga dapat menjadi sumber peningkat devisa negara melalui ekspor biji kopi mentah maupun olahan dari biji kopi. Kopi dapat dibedakan berdasarkan jenisnya yaitu Kopi Robusta dan Kopi Arabika. Setiap varietas kopi memiliki harga yang berbeda-beda tergantung dari jenis varietasnya. Tidak semua petani, dan pemilik *coffee shop* mampu mengenali varietas kopi dengan hanya melihat *green bean* dan *roasting*. Hal tersebut dapat diatasi dengan pemodelan yang dapat mengidentifikasi varietas Kopi Robusta dan Arabika agar dapat digunakan sebagai *second opinion* untuk mengidentifikasi varietas kopi robusta dan arabika. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode pencitraan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui akurasi mengklasifikasikan jenis biji kopi dengan menggunakan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). Pada penelitian ini bahan utama yang digunakan adalah biji kopi jenis Robusta Tanggul dan Raung, serta Arabika Ijen dan Bali yang telah di sangrai. tingkat kematangan sangrai biji kopi yang digunakan pada penelitian ini adalah coklat muda (*light roast*) untuk jenis Arabika dan *medium roast* untuk jenis robusta. Hasil yang diperoleh dari akurasi klasifikasi jenis biji kopi dengan menggunakan metode GLCM sebesar 99% untuk klasifikasi tipe kernel atau *powder*, 93% untuk klasifikasi jenis Robusta atau Arabika, dan 56% untuk klasifikasi daerah asal yaitu (Tanggul, Raung, Ijen, dan Bali) dengan citra data uji sebanyak 80 citra.

Kata kunci: akurasi, arabika, biji kopi, glcm, robusta

ABSTRACT

Coffee is one of the plantation crops that is a source of people's income and can also be a source of increasing the country's foreign exchange through the export of raw and processed coffee beans. Coffee can be distinguished by type, namely Robusta coffee and Arabica Coffee. Arabica Coffee has various varieties based on the region of origin or known as single origin coffee. Each coffee variety has a different price depending on the type of variety. Not all farmers, and coffee shop owners are able to recognize coffee varieties by just looking at green beans and roasting. This can be overcome by modeling that can identify Robusta and Arabica Coffee varieties so that it can be used as a second opinion to identify Robusta and Arabica Coffee varieties. One method that can be used is the imaging method. The purpose of this study was to determine the accuracy of classifying types of coffee beans using the *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) method. In this study, the main ingredients used were Robusta coffee beans, Tanggul and Raung, as well as Arabica Ijen and Bali. The results obtained from the classification accuracy of coffee beans using the GLCM method are 99% for the classification of the kernel or powder type, 93% for the classification of the type of Robusta or Arabica, and 56% for the classification of the area of origin, namely (Tanggul, Raung, Ijen, dan Bali) with the image of the test data as many as 80 images.

Keywords: accuracy, arabica, coffee bean, glcm, robusta

PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu tanaman perkebunan yang menjadi sumber penghasilan rakyat dan juga dapat menjadi sumber peningkat devisa negara melalui ekspor biji kopi mentah maupun olahan dari biji kopi (Nugraha et al, 2018). Indonesia adalah negara produsen biji kopi terbesar keempat di dunia setelah Brasil, Vietnam dan Kolombia dengan produksi rata-rata sekitar 700 ribu ton per tahun atau sekitar 9% dari produksi kopi dunia. Berdasarkan hal tersebut menurut Direktur Jenderal Industri Agro Kementerian Perindustrian pengolahan biji kopi di dalam negeri harus terus ditingkatkan (Prastyaningih et al, 2020). Indonesia memiliki peluang dalam pengembangan industri pengolahan kopi, karena selain punya pasar yang besar,

juga didukung dengan potensi bahan baku. Oleh karena itu, diperlukan upaya strategis, seperti hilirisasi dalam rangka meningkatkan nilai tambah dan peningkatan kapasitas produksi (Kemenperin, 2019). Kopi dapat dibedakan berdasarkan jenisnya yaitu Kopi Robusta dan Kopi Arabika. Kopi Arabika memiliki beragam varietas berdasarkan daerah asal atau dikenal dengan sebutan kopi *single origin*. Setiap varietas kopi memiliki harga yang berbeda-beda tergantung dari jenis varietasnya. Walaupun demikian, tidak semua petani, dan pemilik *coffee shop* mampu mengenali varietas kopi dengan hanya melihat *greenbean* dan *roasting*. Sehingga, bisa terjadi kesalahan dalam mengenali varietas kopi jika pemilik *coffee shop* tidak mengetahui pengetahuan tentang kopi. Hal tersebut dapat diatasi dengan pemodelan yang dapat mengidentifikasi varietas Kopi Robusta dan

Arabika agar dapat digunakan sebagai *second opinion* untuk mengidentifikasi varietas biji kopi. Salah satu metode yang digunakan adalah metode pencitraan (Nugroho et al, 2020).

Pemanfaatan citra digital telah banyak digunakan untuk mengidentifikasi sebuah obyek bentuk, dari yang berukuran kecil sampai berukuran besar (Syahputra et al, 2019). Perbandingan antara biji kopi dengan biji kopi lainnya bisa diidentifikasi dari tekstur, warna, dan juga berat dari biji kopi tersebut. Namun sering kali ditemukan biji kopi yang memiliki karakteristik yang sama dengan biji kopi yang lain. Persamaan biji kopi umumnya terletak di bagian tekstur dan berat biji kopi 2 tersebut. Oleh sebab itu sebagian orang awam merasa susah dalam mengidentifikasi jenis biji kopi tertentu sebab dari segi tekstur dan berat biji kopi yang relative hampir sama (Kristanto, 2018).

Seperti yang kita ketahui perkembangan teknologi di bidang pengolahan citra digital sudah sangat pesat utamanya pada teknik yang digunakan untuk mengklasifikasi jenis biji kopi. Pada penelitian yang dilakukan oleh Chaniago (2017), yaitu implementasi pengolahan citra pada kopi jenis Arabika menggunakan fitur warna dengan biji kopi yang bagus maka menghasilkan warna yang terang pada proses *threshold* sedangkan pada biji kopi yang jelek hasilnya adalah sebaliknya. Metode *background subtraction* yang digunakan mampu menghilangkan *noise* sehingga mengurangi error saat proses *grading*. Fatasya dan Effendi (2016) beliau mengidentifikasi jenis dan mutu kopi menggunakan pengolahan citra digital dengan metode jaringan syaraf tiruan, Identifikasi jenis dan mutu kopi pada jenis Robusta dan Arabika berdasarkan fitur warna RGB dan fitur tekstur *entropy*, *energy*, *homogeneity*, dan *contrast*. Pada riset yang telah dilakukan oleh Ikhsan et al (2020), beliau menggunakan metode K-NN untuk mengklasifikasikan arabika *greenbean* menjadi 4 kelas mutu dengan nilai akurasi sebesar 69,8%. Pada riset yang dilakukan oleh Rabila (2021), beliau menggunakan metode HOG dan GLCM untuk identifikasi varietas biji kopi dengan masing-masing akurasi yaitu HOG sebesar 72,50%, dan GLCM sebesar 70%. Menurut Rawansyah et al (2019), 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. Pada riset yang telah dilakukan oleh Prabowo (2019), penelitian menggunakan deteksi tepi *Canny* dengan klasifikasi *K-Nearest Neighbor* (K-NN) menggunakan bahasa pemrograman Matlab. Pengolahan citra yang digunakan adalah citra data biji kopi dengan jumlah 200 citra data biji kopi yang terbagi menjadi 80% data *training* dan 20% data *testing*, sehingga penulis memiliki 160 citra data *training* dan 40 citra data *testing*. Dari penelitian ini penulis menghasilkan akurasi terbaik sebesar 67,5% pada nilai K=1 dan K=7. Dengan jarak pengambilan gambar 15 cm. Penelitian yang dilakukan oleh Orlicia (2017), menggunakan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbour* (K-NN) yang menggunakan perhitungan jarak Euclidean dengan acuan kedekatan k=5 dan k=7. Data yang dipergunakan dalam penelitian ini yaitu 130 data citra yang terdiri dari 110 data citra digunakan sebagai data latih dan 20 data citra digunakan sebagai data uji. Hasil dari penelitian ini didapatkan akurasi dari nilai kedekatan K=5 sebesar 80% dan dengan kedekatan K=7 sebesar 85%.

Beberapa riset menyatakan bahwa pengenalan varietas biji kopi yang sudah dicoba sebelumnya memakai bermacam metode pengolahan citra. Salah satu metode yang kerap digunakan adalah ekstraksi fitur yang bertujuan untuk mengambil fitur ataupun karakteristik dari suatu objek. Metode ini juga dapat digunakan untuk mengambil fitur dari biji kopi agar sistem bisa mengidentifikasi varietas biji kopi yang ingin diidentifikasi. Salah satu tata cara ekstraksi fitur yang sudah digunakan adalah fitur tesktur, dimana fitur

tekstur pada permukaan biji kopi dapat dilihat dari fitur-fitur biji kopi yang akan diidentifikasi memakai perhitungan statistik. Fitur tekstur terdiri dari fitur tekstur orde satu dan fitur tekstur orde dua (Sebatubun et al, 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem aplikasi yang dapat mengklasifikasikan tipe, jenis, serta asal daerah biji kopi robusta dan arabika dengan menggunakan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). Manfaat dari penelitian ini adalah agar para petani dan penjual kopi dengan mudah membedakan tipe, jenis, serta asal daerah biji Kopi Robusta dan Arabika.

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk klasifikasi dan analisis akurasi adalah *handphone*, *stand holder* dan *remote bluetooth*. Bahan yang digunakan adalah biji Kopi Robusta Tanggul-Jember, Robusta Raung, Arabika Ijen-Bali Kintamani yang diperoleh dari *Macro Coffee Roastery* yang berada di Jember, Jawa Timur.

Prosedur Penelitian

Pengambilan Citra

Pengambilan citra biji kopi dilakukan dengan menggunakan kamera *handphone* Oppo Reno 5 dengan jarak kamera dengan objek kurang lebih 25 cm dengan bantuan *stand holder* dan *remote bluetooth*. Citra disimpan dalam format *jpeg* dengan ukuran 2608x4624 *pixel*. Citra biji kopi yang telah diambil diseleksi terlebih dahulu apakah ada citra yang *blur* atau tidak jelas. Apabila terdapat citra yang *blur* maka citra tersebut diambil ulang sehingga didapatkan citra yang lebih jelas. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir kesalahan klasifikasi pada saat pengujian.

Pembagian Data *Training* dan *Testing*

Data citra yang telah diambil kemudian dikelompokkan menjadi dua data yaitu data *training* dan data *testing*. Data *training* akan digunakan untuk proses pelatihan dan data *testing* untuk proses pengujian. Pada penelitian kali ini pembagian data yang digunakan adalah 80 untuk data *training* dan 20 untuk data *testing* sehingga total data adalah 100 data citra. Data yang sudah digunakan pada proses *training* tidak digunakan kembali pada proses *testing*.

Perhitungan Parameter RGB dan GLCM

Perhitungan parameter ini bertujuan untuk mendapatkan informasi dari citra biji kopi dalam bentuk nilai-nilai RGB dan GLCM. Parameter RGB (*Red Green Blue*) yang digunakan adalah rata-rata, median, dan modus dari masing-masing layer. Selanjutnya untuk parameter GLCM yang digunakan adalah kontras, korelasi, energi, dan *homogeneity*. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Saragih dan Sianturi (2020) beliau menggunakan metode *color moment* dan GLCM untuk mendeteksi penyakit tanaman karet.

Seleksi Kategori

Seleksi kategori ini dilakukan pada tahap *testing* (pengujian) yang didasarkan pada nilai *database* yang dihasilkan pada saat proses *training*. Seleksi kategori ini bertujuan untuk mengklasifikasikan citra kedalam tiga kategori yaitu tipe (kernel atau *powder*), jenis (Robusta atau Arabika), dan daerah asal (Tanggul, Raung, Ijen dan Bali Kintamani).

Semua citra biji kopi yang digunakan pada tahap pengujian akan digunakan untuk proses seleksi kategori. Pada tahap pengujian terdapat 80 data citra, maka 80 data tersebut akan digunakan sebagai data untuk seleksi kategori. Dari 80 data citra kemudian dicari nilai parameter

RGB dan GLCM, sehingga akan ada 13 parameter untuk setiap citra.

Perhitungan Nilai Akurasi

Perhitungan nilai akurasi dari hasil pengujian nantinya dihitung berapa hasil uji yang benar kemudian dibagi dengan total hasil uji keseluruhan. Ini akan menjadi nilai akurasi dari sistem.

Analisis Data

Analisis data dimulai dari proses pengujian. Pengujian sistem ini menggunakan 80 data uji. Data pengujian akan diuji berdasarkan *database* yang telah dihitung. Dari pengujian nantinya didapatkan hasil berupa klasifikasi jenis biji kopi.

Akurasi klasifikasi jenis biji kopi berdasarkan pada hasil klasifikasi jenis biji kopi citra data uji. Jika klasifikasi benar maka bernilai 1, jika klasifikasi salah maka akan diberi nilai 0. Maka dari 80 data uji, jika seluruh citra dapat diklasifikasikan dengan benar akan mendapat nilai total 80. Begitupun sebaliknya, jika seluruh klasifikasi salah maka nilai klasifikasinya adalah 0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian untuk menentukan klasifikasi jenis biji kopi ini dengan menggunakan model segmentasi warna RGB pada program Matlab 2018 yang telah dilengkapi dengan program pendukung. Objek yang digunakan adalah biji kopi. Pemilihan obyek ini dikarenakan masih banyak petani maupun penjual biji kopi yang susah dalam membedakan jenis biji Kopi Robusta dan Arabika. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Rawansyah et al (2019) beliau mengklasifikasi jenis biji Kopi Arabika menggunakan ekstraksi bentuk dan tekstur dengan metode GLCM menghasilkan nilai akurasi sebesar 83,3% dengan citra data uji sebanyak 24 citra. Sedangkan metode yang peneliti gunakan untuk mengklasifikasikan jenis Robusta atau Arabika serta tipe kernel atau *powder*.

Proses Pemotretan Citra

Proses pemotretan data citra ini dilakukan dengan menggunakan kamera *handphone* Oppo Reno 5 dengan bantuan *stand holder* dan *remote bluetooth*. *Stand holder* digunakan untuk pengambilan citra biji kopi agar jarak antara objek dan kamera tidak berubah. *Remote bluetooth* digunakan untuk meminimalisir terjadinya goyangan atau gerakan pada saat pemotretan citra biji kopi berlangsung. Pada penelitian yang dilakukan oleh peneliti, dimana proses pemotretan citra objek diletakkan di atas *background* kertas berwarna putih. Kemudian kamera *handphone* diletakkan pada *stand holder* dan diukur jarak antara kamera dan objek sepanjang kurang lebih 25 cm. Total citra yang diambil untuk data penelitian sebanyak 160 data yang dibagi menjadi dua yaitu data citra *training* dan data citra *testing*. Berikut adalah beberapa citra biji kopi yang telah diambil. Pada penelitian ini tingkat kematangan untuk klasifikasi biji kopi yang digunakan yaitu *light roast* (coklat muda) untuk jenis biji Kopi Arabika dan *medium roast* untuk jenis biji Kopi Robusta. Pada tingkatan *light roast* ini menghasilkan cita rasa yang asam, aroma sangrai kurang tercium, dan merupakan fase yang memiliki tingkat kematangan paling rendah. Kopi yang di *roasting* pada tingkatan ini memiliki tingkat keasaman dan *cafein* yang tinggi. Pada tingkatan *medium roast* ini menghasilkan cita rasa yang terasa manis dan aroma asap saat penyangraian sangat tajam tercium, karena biji kopi banyak mengeluarkan asap, warna yang dihasilkan hitam dan permukaan biji kopi sampai berminyak. Kopi yang di *roasting* pada tingkatan ini menghasilkan aroma dan keasaman yang cenderung *balance* dan banyak rasa.

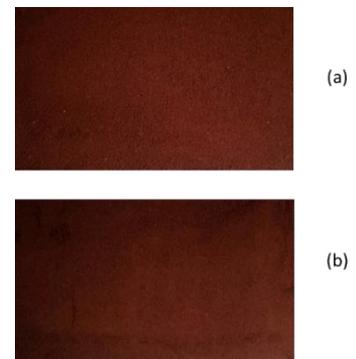
Medium roast merupakan tingkatan kematangan yang banyak digunakan oleh para penjual kopi.



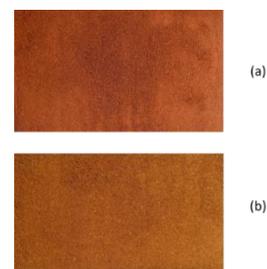
Gambar 1. Citra biji kopi (a) Robusta Tanggul Jember; (b) Robusta Raung



Gambar 2. Citra biji kopi (a) Arabika Ijen; (b) Arabika Bali Kintamani



Gambar 3. Citra bubuk kopi (a) Robusta Tanggul; (b) Robusta Raung



Gambar 4. Citra bubuk kopi (a) Arabika Ijen; (b) Arabika Bali Kintamani

Proses Training

Pada proses *training* ada 80 data citra yang digunakan. Dalam proses *training* ini menggunakan metode GLCM sebagai ekstraksi ciri citra jenis biji kopi dan RGB sebagai ekstraksi ciri warna. Pada proses membuat data *training*

(pelatihan) hal pertama yang dilakukan adalah mengekstraksi citra dengan ciri RGB (*Red, Green, Blue*), kemudian mengubah citra RGB ke *grayscale*, langkah terakhir yaitu mengekstraksi dengan ciri GLCM. Hasil dari proses *training* tersebut berupa *database* ciri. Parameter yang digunakan pada proses ini sebanyak 13 parameter yang terdiri dari *mean*, median dan modus pada masing-masing *layer Red, Green, Blue*, kontras, korelasi, energi, dan *homogeneity*. Citra biji kopi diletakkan ke dalam satu folder yang sama untuk proses menentukan ciri dengan menggunakan metode GLCM. Terdapat 8 kode jenis biji kopi pada Tabel 1 dan Tabel 2 yaitu untuk KRT (Kernel Robusta Tanggul), KRR (Kernel Robusta Raung), KAI (Kernel Arabika Ijen), KAB (Kernel Arabika Bali), PRT (*Powder* Robusta Tanggul), PRR (*Powder* Robusta Raung), PAI (*Powder* Arabika Ijen), dan PAB (*Powder* Arabika Bali).

RGB digunakan sebagai ekstraksi ciri warna pada citra. *Output* dari proses ekstraksi ciri warna RGB ini menghasilkan data numerik dari 9 parameter ciri RGB. Data numerik tersebut berupa nilai rata – rata dari seluruh *pixel* pada satu jenis biji kopi dan nilai standart deviasi.

Tabel 1. Hasil dari proses ekstraksi RGB

Kode	Parameter	Average	StDev
KRT	Mean Ciri R	94.900	3.4901
	Median Ciri R	96.400	4.4020
	Modus Ciri R	114.900	14.5483
	Mean Ciri G	90.456	5.8853
	Median Ciri G	89.700	7.3189
	Modus Ciri G	82.900	32.5011
	Mean Ciri B	83.207	8.2187
	Median Ciri B	81.400	9.8567
	Modus Ciri B	57.500	42.5812
KRR	Mean Ciri R	97.317	2.2728
	Median Ciri R	98.600	3.0623
	Modus Ciri R	111.800	8.2300
	Mean Ciri G	93.067	4.0422
	Median Ciri G	92.200	5.6134
	Modus Ciri G	87.600	37.6952
	Mean Ciri B	86.975	4.6350
	Median Ciri B	85.100	6.5903
	Modus Ciri B	53.800	33.6940
KAI	Mean Ciri R	108.859	2.0961
	Median Ciri R	112.600	2.3190
	Modus Ciri R	137	11.7284
	Mean Ciri G	98.425	2.7799
	Median Ciri G	100.600	3.3066
	Modus Ciri G	134	2.6667
	Mean Ciri B	83.405	2.6083
	Median Ciri B	84.800	3.0840
	Modus Ciri B	114.300	8.9449
KAB	Mean Ciri R	118.766	1.9193
	Median Ciri R	124.600	2.4129
	Modus Ciri R	157.300	4.9453
	Mean Ciri G	103.745	1.4456
	Median Ciri G	107.400	2.2211
	Modus Ciri G	139.200	5.8841
	Mean Ciri B	84.449	1.5354
	Median Ciri B	86	2.2111
	Modus Ciri B	11.200	35.4175
PRT	Mean Ciri R	94.199	11.3532
	Median Ciri R	95.100	11.7231
	Modus Ciri R	97.400	14.4698
	Mean Ciri G	37.515	7.7463
	Median Ciri G	36.900	7.9505
	Modus Ciri G	36.200	10.0642
	Mean Ciri B	25.506	6.4077
	Median Ciri B	24.500	6.8190
	Modus Ciri B	22.400	8.0166

Kode	Parameter	Average	StDev
PRR	Mean Ciri R	104.299	17.8501
	Median Ciri R	104.500	17.3797
	Modus Ciri R	104.200	14.9205
	Mean Ciri G	47.112	13.2236
	Median Ciri G	46.100	13.3870
	Modus Ciri G	43.900	13.1863
	Mean Ciri B	34.744	14.2959
	Median Ciri B	33.600	14.4622
	Modus Ciri B	31	14.9369
PAI	Mean Ciri R	154.643	4.3296
	Median Ciri R	155.900	4.5326
	Modus Ciri R	158.800	6.1968
	Mean Ciri G	71.465	1.8527
	Median Ciri G	72.700	2.3118
	Modus Ciri G	75.200	4.2374
	Mean Ciri B	46.937	7.6102
	Median Ciri B	47.500	7.6775
	Modus Ciri B	11.300	24.0187
PAB	Mean Ciri R	160.005	14.9191
	Median Ciri R	163.100	15.3221
	Modus Ciri R	171.300	16.7601
	Mean Ciri G	85.674	4.9586
	Median Ciri G	88.200	5.4324
	Modus Ciri G	95.900	6.5226
	Mean Ciri B	44.747	7.9903
	Median Ciri B	45.900	8.7490
	Modus Ciri B	0	0

Tabel 2. Hasil dari proses ekstraksi GLCM

Kode	Parameter	Average	StDev
KRT	Kontras	0.313	0.0401
	Korelasi	0.926	0.0096
	Energi	0.112	0.0057
	Homogeneity	0.875	0.0104
KRR	Kontras	0.288	0.0472
	Korelasi	0.937	0.0090
	Energi	0.110	0.0069
	Homogeneity	0.880	0.0122
KAI	Kontras	0.315	0.0560
	Korelasi	0.926	0.0124
	Energi	0.113	0.0073
	Homogeneity	0.876	0.0131
KAB	Kontras	0.335	0.0495
	Korelasi	0.927	0.0104
	Energi	0.112	0.0043
	Homogeneity	0.876	0.0091
PRT	Kontras	0.258	0.0782
	Korelasi	0.516	0.0809
	Energi	0.382	0.1099
	Homogeneity	0.877	0.03201
PRR	Kontras	0.288	0.1477
	Korelasi	0.592	0.1328
	Energi	0.325	0.0893
	Homogeneity	0.871	0.0510
PAI	Kontras	1.060	0.1717
	Korelasi	0.251	0.0526
	Energi	0.122	0.0203
	Homogeneity	0.690	0.0259
PAB	Kontras	1.453	0.3432
	Korelasi	0.166	0.0527
	Energi	0.101	0.0266
	Homogeneity	0.648	0.0413

GLCM digunakan sebagai penghitung nilai ekstraksi ciri citra pada masing-masing parameter yang digunakan sebagai klasifikasi. *Output* dari proses ekstraksi ciri GLCM menghasilkan data numerik berupa tabel dari 4 parameter

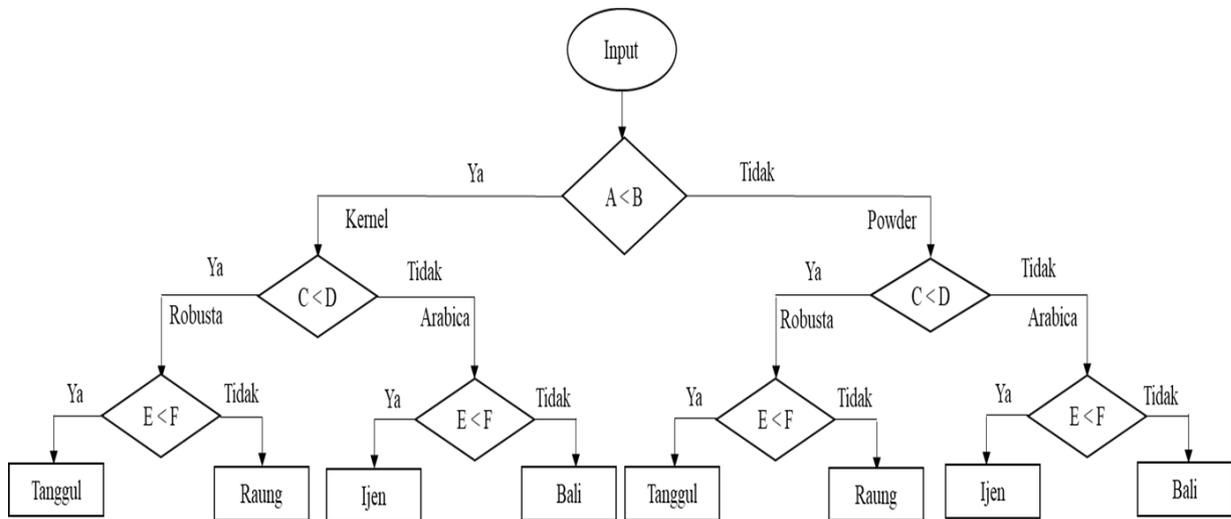
GLCM. Data numerik berupa nilai rata-rata dan *standart* deviasi.

Proses Testing

Proses *testing* ini dilakukan untuk mendapatkan data yang akan digunakan untuk analisis dalam menentukan nilai akurasi. Pada proses membuat data *testing* (pengujian) hal pertama yang dilakukan adalah seleksi kategori. Data yang digunakan pada tahap proses *testing* ini berjumlah 80 data citra dan setiap jenis biji kopi berjumlah 10 citra. Pembuatan data *testing* atau uji sama dengan pembuatan data *training* yaitu dengan cara mengekstrasi citra biji kopi menjadi 13 parameter yaitu *mean*, median dan modus pada masing-masing *layer R, G, dan B*, kontras, korelasi, energi, dan *homogenity*. Hasil dari proses *testing* (pengujian) dihitung jumlah benar dan salahnya dengan ketentuan jika benar diberi nilai satu dan jika salah diberi nilai nol. Jumlah nilai yang benar dan salah digunakan untuk menghitung nilai akurasi.

Proses Seleksi Kategori Jenis Biji Kopi

Pada proses seleksi kategori ini langkah pertama input citra image, jika A kurang dari B maka terdeteksi sebagai kernel dan jika A lebih besar dari B maka terdeteksi *powder*. Kemudian jika sudah terdeteksi sebagai kernel atau *powder* akan mendeteksi ke dalam jenis Robusta atau Arabika. Jika C kurang dari D maka terdeteksi sebagai kernel robusta atau *powder* robusta dan jika C lebih besar dari D maka terdeteksi Kernel Arabika atau Powder Arabika. Selanjutnya akan mendeteksi kedalam daerah asal. Jika E kurang dari F maka terdeteksi sebagai Kernel Robusta Tanggul /Raung atau Powder Robusta Tanggul /Raung dan jika E lebih besar dari F maka terdeteksi Kernel Arabika Ijen /Bali atau Powder Arabika Ijen /Bali. 1 sampai dengan 4 kernel (kode A), 5 sampai dengan 8 *powder* (kode B). 1 sampai dengan 2 robusta (kode C), 3 sampai dengan 4 *arabika* (kode D), 5 sampai dengan 6 robusta (kode C), 7 sampai dengan 8 *arabika* (kode D). 1 Tanggul (kode E), 2 Raung (Kode F), 3 Ijen (kode E), 4 Bali (kode F), 5 Tanggul (kode E), 6 Raung (kode F), 7 Ijen (kode E), 8 Bali (kode F).



Gambar 5. Diagram alir proses seleksi kategori jenis biji kopi

Perhitungan Nilai Akurasi

Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan nilai akurasi pengklasifikasian pada penentuan jenis biji kopi. Penentuan terdiri dari tiga kategori yaitu kernel (biji) atau *powder* (bubuk), jenis Robusta atau Arabika, Robusta Tanggul atau Raung, dan Arabika Ijen atau Bali Kintamani. Pada data *testing* (pengujian) dengan menggunakan metode GLCM

berhasil mengklasifikasi jenis biji kopi pada masing-masing kategori dan keseluruhan.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Banyaknya klasifikasi benar}}{\text{total klasifikasi keseluruhan}} \times 100\% \quad (1)$$

Tabel 3. Hasil klasifikasi jenis biji kopi berdasarkan daerah asal

Jenis Kopi	Hasil Klasifikasi								Total
	KRT	KRR	KAI	KAB	PRT	PRR	PAI	PAB	
KRT	6	4							10
KRR	2	8							10
KAI		4	6						10
KAB			1	9					10
PRT					0	10			10
PRR	1					7	2		10
PAI							0	10	10
PAB							1	9	10
								45	80

Tabel 4. Hasil klasifikasi tipe dan jenis biji kopi

Tipe Kopi	Hasil Klasifikasi		
	K	P	Total
K	40	0	40
P	1	39	40
Total		79	80

(a) Klasifikasi biji kopi berdasarkan tipe

Jenis Kopi	Hasil Klasifikasi		
	R	A	Total
R	38	2	40
A	4	36	40
Total		74	80

(b) Klasifikasi biji kopi berdasarkan jenis

Ket :  /  /  = Jumlah klasifikasi benar

Hasil penelitian yang telah dilakukan menyatakan bahwa klasifikasi jenis biji kopi dengan menggunakan metode GLCM mendapat hasil akurasi sebesar 99% untuk klasifikasi tipe kernel atau *powder*, 93% untuk klasifikasi jenis Robusta atau Arabika, dan 56% untuk klasifikasi daerah asal dengan citra data uji sebanyak 80 citra.

KESIMPULAN

Akurasi pada klasifikasi jenis biji kopi dengan menggunakan metode GLCM mendapat hasil akurasi sebesar 99% untuk klasifikasi tipe kernel atau *powder*, 93% untuk klasifikasi jenis Robusta atau Arabika, dan 56% untuk klasifikasi daerah asal dengan citra data uji sebanyak 80 citra. Saran yang bisa diberikan untuk peneliti selanjutnya perlu adanya penambahan alat berupa *box* pada saat pemotretan citra untuk meminimalisir pergeseran pada saat citra dipotret.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada 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. Kemudian kepada Bapak Kariyadi dan Ibu Fitri Wulandari selaku orang tua penulis beserta seluruh anggota keluarga yang telah memberikan doa dan dukungannya, Bapak Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si., Ph.D., dan Bapak Agung Tjahjo Nugroho S.Si., M.Phil., Ph.D., selaku pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga untuk membantu dalam penyelesaian penulisan, serta seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung lancarnya pembuatan penelitian ini dari awal hingga akhir yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

H. Syahputra, F. Arnia, dan K. (2019). Munadi, "Karakterisasi Kematangan Buah Kopi Berdasarkan Warna Kulit Kopi Menggunakan Histogram dan Momen Warna,"

J. Nas. Tek. Elektro, vol. 8, no. 1, p. 42, 2019, doi: 10.25077/jnte.v8n1.615.

Ikhsan, D., E. Utami dan F. W. Wibowo. (2020). Metode Klasifikasi Mutu Greenbean Kopi Arabika Lanang Dan Biasa Menggunakan K-Nearest Neighbor Berdasarkan Bentuk. *Jurnal Ilmiah Sinus (JIS)* Vol. 18: 1-8.

Kementerian Perindustrian. (2019). "Industri Pengolahan Kopi Semakin Prospektif". <https://kemenperin.go.id/artikel/21117/Industri-Pengolahan-Kopi-Semakin-Prospektif>.

Kristanto, Aditya. (2018). Image Processing Klasifikasi Biji Kopi Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor. Yogyakarta : Universitas Kristen Duta Wacana.

M. B. Chaniago and A. P. W. Wibowo. (2017) "Penentuan Kualitas Tektur Biji Kopi Jenis Arabika Menggunakan Teknik Computer Vision," *Semnasteknomedia Online*, vol. 5, no. 1, pp. 4-3.

Nugraha, D. A. dan A. S. Wiguna. (2018). Seleksi Fitur Warna Citra Digital Biji Kopi Menggunakan Metode Principal Component Analysis. *Journal of Computer, Information System, & Technology Management* Vol. 3: 24-30.

Nugroho, M. A. dan M. M. Sebatubun. (2020). Klasifikasi Varietas Kopi Berdasarkan Green Bean Coffe Menggunakan Metode Machine Learning. *Jurnal Of Information System Management* Vol. 1: 1-5.

Orlincia, A. (2017). Klasifikasi Jenis Biji Kopi Dengan Ekstraksi Tekstur Berbasis Histogram Pengolahan Citra Digital Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbour. www.dinus.ac.id: Teknik Informatika Universitas Dian Nuswantoro.

Prabowo. Hary. (2019). Identifikasi Jenis Biji Kopi Arabika dan Robusta Menggunakan Deteksi Tepi Canny Dengan Klasifikasi K-Nearest Neighbor. Jakarta : Universitas Pembangunan Nasional Veteran

Prastyaningsih, Y., A. Noor dan A. Supriyanto. (2020). Identifikasi Jenis Biji Kopi Menggunakan Ekstraksi Fitur Tekstur Berbasis Content Based Image Retrieval. *ScientiCO : Computer Science and Informatics* 3: 105-116.

Rabila. Ahmed. (2021). Klasifikasi Varietas Biji Kopi Arabika Menggunakan Metode SVM Dengan Fitur HOG dan GLCM. Palembang : Universitas Multi Data.

Rawansyah, Asmara, R. A., & Heryanto, T. A. (2019). Klasifikasi Varietas Biji Kopi Arabika Menggunakan Ekstraksi Bentuk dan Tekstur. 316-322.

Saragih, A. dan M. Sianturi. (2020). Implementasi Metode Color Moment dan GLCM Untuk Mendeteksi Penyakit Tanaman Karet. *Jurnal Majalah Ilmiah Informasi dan Teknologi Ilmiah (INTI)* 7: 145-151.

Sebatubun, M. M. dan E. H. Pujjarini. (2018). Pengenalan Varietas Kopi Arabika Berdasarkan Fitur Bentuk. *Jurnal Informatika dan Komputer (JIKO)* 3 (2): 60-69.

U. Fatasya and U. Effendi. (2016). "Identifikasi Jenis dan Mutu Kopi Menggunakan Pengolahan Citra Digital dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan," *J. Ilm. Teknol. Pertan. Agrotechno*, vol. 2, no. 1, pp. 140-146.