

Komparasi Metode *K-NN* Dan *K-Means* Untuk Klasifikasi Buah Mangga

Apriani^{1*}, A. R. Himamunanto², Haeni Budiati³

Informatika, Universitas Kristen Immanuel, Sleman, Indonesia

*e-mail *Corresponding Author*: deapriani127@gmail.com

Abstract

This Research aim of comparing the modified K-means method for classification processing of training models (Supervised) with the K-NN method using the Mango Arumanis, Golek, Madu and Gedong classes. Feature extraction used in processing classification methods is based on shape characteristics consisting of metric and eccentricity. The research results obtained that the percentage precision of the K-NN method was Arumanis: 0.9%, Madu: 0.9%, Gedong: 0.9%, Golek: 0.8%, and the K-Means method was Arumanis: 0.7%, Honey: 0.9%, Gedong: 0.9%, Golek 0.6%. The recall percentage of the K-NN method is Arumanis: 0.90%, Madu: 0.75%, Gedong: 1.00%, Golek: 0.89% and the K-means method is Arumanis: 0.70%, Madu: 0.64%, Gedong: 1.00%, Golek: 0.86%. The accuracy percentage of the K-NN classification method is Arumanis: 94.59%, Madu: 89.74%, Gedong: 97.22%, Golek: 92.11% and the K-Means method is Arumanis: 83.78%, Madu: 83.78%, Gedong: 96.88%, Golek: 86.11%. For global precision, recall and accuracy values, the K-NN method is greater than the K-Means method. Thus, the K-Means classification method which was modified to use supervised training data is still not as good as the K-NN method in classifying mango fruit types. It is hoped that the accuracy of the method for classifying mango fruit plant types by extracting shape characteristics can obtain uniform shape quality.

Keywords: *Image Processing; Feature Extraction; K-means, K-NN; Metric, Eccentricity*

Abstrak

Penelitian dengan tujuan komparasi Metode *K-means* yang dimodifikasi untuk pemrosesan klasifikasi model pelatihan (*Supervised*) dengan Metode *K-NN* mempergunakan kelas Mangga Arumanis, Golek, Madu dan Gedong. Ekstraksi ciri yang dipergunakan dalam pemrosesan metode klasifikasi berdasarkan ciri bentuk yang terdiri dari *metric* dan *eccentricity*. Hasil penelitian memperoleh presentase *precision* metode *K-NN* adalah Arumanis: 0,9%, Madu: 0,9%, Gedong: 0,9%, Golek: 0,8%, dan metode *K-Means* adalah Arumanis: 0,7%, Madu: 0,9%, Gedong: 0,9%, Golek 0,6%. Presentase *recall* metode *K-NN* adalah Arumanis: 0,90%, Madu: 0,75%, Gedong: 1,00%, Golek: 0,89% dan metode *K-means* adalah Arumanis: 0,70%, Madu: 0,64%, Gedong: 1,00%, Golek: 0,86%. Presentase *Accuracy* metode klasifikasi *K-NN* adalah Arumanis: 94,59%, Madu: 89,74%, Gedong: 97,22%, Golek: 92,11% dan metode *K-Means* adalah Arumanis: 83,78%, Madu: 83,78%, Gedong: 96,88%, Golek: 86,11%. Untuk nilai *precision*, *recall* dan *accuracy* secara global adalah metode *K-NN* lebih besar daripada metode *K-Means*. Dengan demikian, metode klasifikasi *K-Means* yang dimodifikasi untuk dapat mempergunakan data pelatihan (*supervised*) masih belum mampu sebaik Metode *K-NN* dalam klasifikasi jenis buah mangga. Diharapkan akurasi metode klasifikasi jenis tanaman buah mangga dengan ekstraksi ciri bentuk dapat memperoleh kualitas bentuk yang seragam.

Kata kunci: *Pengolahan Citra, Ekstraksi Ciri, K-means, K-NN, Metric, Eccentricity*

1. Pendahuluan

Pengembangan metode pengolahan citra agar semakin maju telah terdorong oleh peningkatan kebutuhan implementasi teknologi yang dipergunakan untuk membantu pekerjaan manusia dalam berbagai bidang. Pekerjaan tersebut misalnya dalam bidang industri pertanian dengan melibatkan teknologi computer dapat mempersingkat waktu pekerjaan seperti klasifikasi jenis buah mangga yang saat ini telah memiliki banyak keragaman. Sudah menjadi

pengetahuan umum, tanaman yang tergolong dalam genus *Mangifera Indica* menghasilkan buah mangga dengan keistimewaan rasa manis yang telah menjadi buah favorit pilihan berbagai kalangan masyarakat [1]. Beberapa penelitian terkait dengan metode klasifikasi untuk mengidentifikasi buah mangga telah banyak dilakukan dengan berbagai pendekatan. Sehingga, pertanyaan mengenai akurasi metode klasifikasi jenis buah mangga akan terus berkelanjutan sampai sejauh mana untuk mengembangkan metode klasifikasi yang lebih efektif.

Metode pengolahan citra sering kali dipergunakan untuk memperbaiki kualitas citra agar menjadi lebih baik [2]. Bahkan, tidak jarang pengolahan citra dipergunakan menganalisa citra untuk menarik suatu informasi tertentu [3]. Pemrosesan dengan komputasi intensitas piksel maupun geometris wilayah obyek dapat memperoleh informasi nilai untuk mempresepsikan visual pada obyek yang terdapat citra [4]. Informasi nilai tersebut dapat dipergunakan sebagai ciri pembeda objek yang dapat ditentukan dari warna, tekstur, ataupun bentuk [5]. Ciri bentuk dapat menggunakan parameter *metric* dan *eccentricity* dalam mengklasifikasikan obyek dengan kecenderungan bulat maupun memanjang [6]. Berdasarkan bentuknya, buah mangga dapat dibedakan jenisnya yang beragam seperti bentuk bulat, lonjong telur, bulat yang memanjang, tidak terlalu tebal, dengan rata-rata panjang 2,5-30 cm [1] [7] [8]. Sehingga, klasifikasi buah mangga yang didasari dengan ciri bentuk dapat dipergunakan untuk mengelompokan jenis buah mangga dengan keseragaman bentuk.

Informasi obyek yang tergabung dalam data dapat dilakukan pemrosesan klasifikasi berdasarkan ciri untuk mengenali obyek tersebut. [9]. Metode klasifikasi yang menggunakan kumpulan data yang telah dilatih terlebih dahulu dalam kelas data dapat digunakan untuk menentukan kelas pada input disebut dengan terbimbing (*supervised*) [10]. Sedangkan, metode klasifikasi tanpa menggunakan arahan atau pelatihan data terlebih dahulu disebut dengan tidak terbimbing (*unsupervised*) [11]. Oleh karena itu, model metode klasifikasi harus memperhatikan karakter atau ciri yang dimiliki objek klasifikasi [10]. Penelitian dengan klasifikasi pada jenis buah mangga telah banyak dilakukan dengan menggunakan berbagai ragam metode untuk menentukan jenis tanaman mangga [12] [13]. Metode klasifikasi yang berbasis pelatihan kelas data training (*supervised*) untuk menentukan suatu ciri input yaitu K-NN, sedangkan metode klasifikasi (*unsupervised*) yang paling populer dipergunakan adalah K-Means [5] [6] [14]. Dengan demikian, metode klasifikasi diperlukan komparasi untuk memperoleh potensi level akurasi apabila menggunakan ciri bentuk yang terdiri dari *metric* dan *eccentricity* dalam klasifikasi jenis tanaman mangga.

Berdasarkan uraian yang melatarbelakangi masalah pada penelitian ini, usulan topic penelitian berikut adalah komparasi metode *K-Means* dan K-NN untuk pengklasifikasian. Penelitian dengan tujuan untuk memperoleh akurasi yang terbaik untuk klasifikasi input citra jenis buah mangga pada metode *K-Means* dan K-NN. Parameter yang digunakan dalam ciri bentuk terdiri dari *metric* dan *eccentricity*. Fokus penelitian pengukuran level akurasi metode klasifikasi K-Means dan KNN. Hal ini mengingat kontribusi metode klasifikasi sangat diperlukan dalam menjaga kualitas produksi yang mengelompokan jenis buah mangga dengan bentuk yang seragam. Dengan harapan penggunaan teknologi ini dapat membantu pekerjaan manusia agar selesai lebih cepat dalam kemajuan industri pertanian.

2. Tinjauan Pustaka

Penelitian berkaitan dengan metode klasifikasi yang telah dilakukan mempergunakan metode Metode *Backpropagation* untuk mengklasifikasikan jenis tanaman mangga. Pemrosesan mempergunakan ciri bentuk yang terdiri dari *metric* dan *eccentricity*, sedangkan ciri tekstur mempergunakan *contrast*, *correlation*, *energy* dan *homogeneity*. Berdasarkan hasil pengujian dengan mempergunakan data sebanyak 60 citra pelatihan dan input pengujian sebanyak 40 citra diperoleh akurasi sebesar 95% [12].

Penelitian berikutnya yang mengklasifikasikan jenis buah mangga menggunakan metode *Backpropagation* dalam sistem ensiklopedia digital. Penelitian bertujuan untuk mengklasifikasikan jenis buah mangga untuk dipergunakan dalam melengkapi informasi yang terbatas mengenai jenis buah mangga pada saat ini. Metode yang dipergunakan dalam ekstraksi ciri terdiri dari *area*, *perimeter*, *eccentricity*, *major axis length* dan diameter. Terdapat 5 jenis buah mangga yang dipergunakan yang terdiri dari Mangga Apel, Gedong, Gincu, Golek, Manalagi dan Gadung diperoleh akurasi pelatihan 99,6% dan pengujian 96% [7].

Penelitian yang mengklasifikasikan jenis tanaman mangga dengan input citra daun berikut menggunakan Metode *Backpropagation*. Proses klasifikasi dengan komputasi

menggunakan model ciri bentuk dan tekstur. Pada ekstraksi ciri bentuk, model ciri yang dipergunakan adalah *metric* dan *eccentricity*, sedangkan untuk ekstraksi ciri tekstur terdiri dari *contrast*, *correlation*, *energy* dan *homogeneity*. Pengujian mempergunakan 60 citra training dan 40 citra testing memperoleh akurasi sebesar 95% [12].

Penelitian berikutnya menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mengklasifikasikan jenis tanaman buah mangga dengan input citra daun mangga. Penelitian ini melibatkan dataset dengan jumlah 72 citra yang terdiri dari jenis mangga Arumanis, Golek, dan Manalagi. Hasil pengujian membutuhkan waktu untuk pemrosesan dengan rata-rata paling cepat 2 detik dan kebutuhan waktu paling lama membutuhkan 52 detik. Sedangkan nilai akurasi diperoleh rata-rata dengan nilai 1 [15].

Penelitian dengan mengklasifikasikan jenis tanaman mangga dengan input citra buah mangga menggunakan metode Metode *K-Nearest Neighbor* yang berbasis android. Pemrosesan dengan ekstraksi ciri dengan menghitung luas, panjang diameter vertikal, panjang diameter horisontal dan keliling pada obyek buah mangga yang terdapat pada input citra. Ukuran yang digunakan dalam model ciri tersebut menggunakan satuan piksel. Pengujian menggunakan input citra buah mangga sebanyak 25 yang terdiri dari mangga apel, bacang, budi raja, harum manis, dan manalagi dengan presentase akurasi klasifikasi sebesar 88% [16].

Penelitian yang telah dilakukan telah menguraikan hasil mengenai klasifikasi jenis tanaman mangga pada input citra dengan obyek seperti daun dan buah mangga. Metode klasifikasi dengan ragam yang berbeda telah memperoleh hasil yang berbeda dalam akurasinya. Selain itu, pemrosesan metode klasifikasi menggunakan komputasi dengan beberapa model ciri yang diekstraksi dari obyek yang terdapat dalam input citra. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian dengan komparasi metode klasifikasi yang terdiri *K-Means* dan *K-NN* dengan komputasi model ciri *metric* dan *eccentricity* diperlukan untuk mengklasifikasikan buah mangga jenis tanaman buah mangga dengan keseragaman bentuknya.

3. Metodologi

3.1. Tahapan Penulisan

3.1.1. Tahap Studi Pustaka:

Pada tahap ini, studi pustaka dengan mengumpulkan berbagai sumber seperti jurnal, artikel dan dokumen terkait dengan hasil penelitian yang telah dilakukan untuk kajian dalam memperdalam materi.

3.1.2. Tahap Implementasi Metode:

Tahap mengimplementasikan metode yang dipergunakan dalam penelitian ini dengan membuat rancangan pemrosesan berkaitan dengan metode klasifikasi dan model ciri yang digunakan dalam komputasi untuk mengklasifikasikan buah mangga. Implementasi metode pada perangkat lunak yang memproses input citra dengan keluaran informasi kelas dalam klasifikasi buah mangga. Perangkat lunak tersebut dibuat dengan Matlab R2020a.

3.1.3. Tahap Pengujian Sistem:

Tahap pengujian sistem pada penelitian dengan input beberapa kelas citra buah mangga yang dilanjutkan dengan mengumpulkan hasil dari pemrosesan.





3.1.4. Tahap Penarikan Kesimpulan:

Tahap penarikan kesimpulan berikut dengan menyimpulkan data hasil pengujian yang didiskripsikan menjadi hasil penelitian.

3.2. Model Data yang Dipergunakan

Penelitian mempergunakan input data berupa citra dan output berupa informasi jenis buah mangga. Model data yang dipergunakan adalah data *training* (citra latih) dan data *testing* (citra uji). Kelas data yang digunakan untuk membedakan jenis buah mangga terdiri dari Mangga Arumanis, Mangga Gedong, Mangga Golek, dan Mangga Madu, dimana setiap citra latih dan citra uji terdiri dari 10 citra.

Table 1. Kelas jenis buah mangga

No	Kelas	Citra
1	Mangga Arumanis	
2	Mangga Madu	
3	Mangga Gedong	
4	Mangga Golek	

3.3. Perancangan sistem

Perancangan sistem pada perangkat lunak yang dipergunakan dalam penelitian ini terdiri dari pemrosesan yang dimulai dengan menginputkan citra digital dengan obyek buah mangga. Pemrosesan dilanjutkan dengan segmentasi obyek dengan pengambangan yang dipergunakan untuk memisahkan wilayah obyek yang tepat pada buah mangga. Proses ekstraksi ciri pada wilayah obyek dengan pengukuran untuk memperoleh informasi ciri yang mempergunakan metode *metric* dan *eccentricity*. Pemrosesan selanjutnya dengan metode klasifikasi K-NN dan *K-Means* untuk menentukan jenis buah mangga dalam keluaran informasi. Metode klasifikasi K-NN dan *K-Means* yang dipergunakan menggunakan data kelas yang telah dilakukan pelatihan terlebih dahulu. Sedangkan metode *K-Means* memerlukan modifikasi dengan mengklusterkan data terlebih dahulu menjadi kelas (*centroid*) pada setiap jenis buah mangga. Tahap pemrosesan pada perangkat lunak berikut ini dipresentasikan dengan *flowchart*.

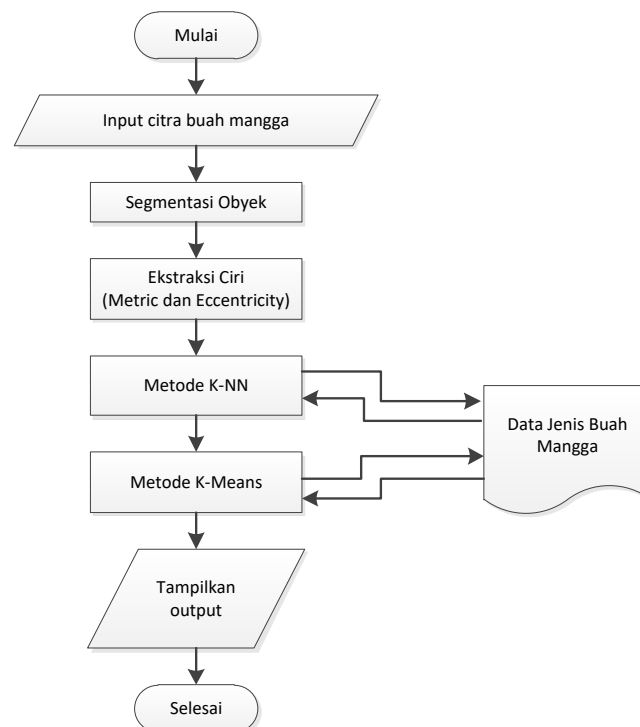


Figure 1. Flowchart pemrosesan

3.3.1. Pengolahan Citra Digital

Citra (*image*) yang tersimpan dalam media penyimpan digital disebut dengan citra digital yang sering dijumpai dalam bidang dua dimensi [16]. Citra digital yang mengalami pengolahan

mempunyai kepentingan tertentu sesuai dengan tujuannya. Dalam pengeritannya, pengolahan citra digital merupakan disiplin ilmu yang berkaitan untuk memperbaiki kualitas visual citra lebih baik lagi [5]. Pengolahan citra dapat juga dilakukan analisis pada citra yang melibatkan persepsi visual yang memproses input citra untuk memperoleh informasi yang terdapat pada obyek citra [17].

3.3.2. Segmentasi Obyek

Tujuan pemrosesan segmentasi untuk memperoleh representasi yang lebih sederhana pada obyek yang terdapat pada suatu visual citra yang dipergunakan dalam metode klasifikasi [18]. Pemrosesan citra dengan segmentasi dipergunakan untuk mengelompokkan piksel objek dalam wilayah yang merepresentasikan objek yang terdapat pada visual citra [19]. Proses segmentasi untuk mendapatkan parameter karakteristik bentuk suatu objek yang digunakan dalam metode klasifikasi berdasarkan visual obyek [20]. Metode yang dipergunakan untuk proses segmentasi yang paling sederhana dapat menggunakan pengambangan intensitas piksel untuk memisahkan obyek dan background, dimana nilai threshold (T) dapat dilakukan berdasarkan metode yang diperlukan [21].

$$\begin{aligned} f'(x,y) &= \{(f(x,y):f(x,y)) > T\} \text{ tergolong obyek} \\ f'(x,y) &= \{(f(x,y):f(x,y)) \leq T\} \text{ tergolong background} \end{aligned} \tag{1}$$

3.3.3. Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri pemrosesan untuk memperoleh nilai turunan suatu obyek yang merupakan informasi yang dipergunakan untuk mengklasifikasikan obyek. Suatu obyek yang terdapat dalam citra memiliki informasi yang merupakan karakteristik yang dipergunakan untuk membedakan obyek satu dengan lainnya [22]. Informasi ciri yang dipergunakan dalam pemrosesan klasifikasi dapat mengalami perulangan yang tidak perlu, oleh karena itu memerlukan pengelompokan agar menjadi lebih sedikit [23]. Ekstraksi ciri sering kali digunakan untuk untuk mempermudah proses dan meringkas langkah-langkah dalam pemrosesan dalam membuat tafsiran pada suatu obyek [24].

3.3.4. Model Ciri

Proses ekstraksi ciri dalam menginformasikan ciri bentuk dapat menggunakan pendekatan metode *eccentricity* dan *metric* untuk dapat dipergunakan sebagai parameter dalam metode klasifikasi [18]. Metode *eccentricity* menghasilkan nilai yang terdapat pada rentang skala 0 sampai 1, dimana bentuk obyek yang dipresepsikan dengan bentuk memanjang (mendekati garis lurus) dengan nilai *eccentricity* yang mendekati 1 dan bentuk lingkaran dengan nilai *eccentricity* yang mendekati 0 [19]. Persamaan yang dipergunakan *eccentricity* untuk menghitung ciri bentuk adalah berikut [25].

$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}} \tag{2}$$

Parameter berikutnya adalah *metric* merupakan nilai perbandingan antara keliling dan luas objek dengan rentang antara 0 hingga 1, dimana nilai mendekati bentuk obyek yang dipresepsikan seperti garis lurus, memiliki rentang nilai mendekati 0 objek yang berbentuk bulat, memiliki rentang nilai mendekati 1 [26].

$$M = \frac{4 \pi * A}{C^2} \tag{3}$$

3.3.5. Metode K-Means

Metode *K-Means* merupakan pengklasifikasian obyek yang berbasis (*unsupervised*) dengan pemrosesan clustering yang mempartisi input data ke dalam cluster atau kelompok dengan karakteristik yang sama [27]. Metode *K-Means* melakukan mengelompokkan kumpulan data ke dalam suatu pembagi k dengan kelompok ciri objek dalam penerapannya[28]. Metode klasifikasi K-Means dilakukan modifikasi pemrosesan supaya dapat menggunakan data latih dengan memproses kumpulan data ciri menjadi *centroid* dengan persamaan berikut.

$$v = \sum_{i=1}^k \sum_{i \in S_i} |x_j - \mu_i|^2 \quad (4)$$

3.3.6. Metode K-NN

Metode *K-Nearest Neighbor* (K-NN) merupakan pemrosesan klasifikasi pada input citra objek dengan menggunakan kelas data yang sudah dikelompokkan sesuai dengan jarak paling pendek [29]. Pemrosesan metode ini berdasarkan dari jarak terpendek dari input untuk menentukan kelas dari data tersebut dengan mayoritas sebagai prediksi dari input. Proses pencarian jarak dapat dengan metode *euclidian distance*.

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^k (x_i - y_i)^2} \quad (5)$$

3.3.7. Metode pengukuran

Komparasi metode K-NN dan K-Mean dalam klasifikasi jenis buah mangga menggunakan pengukuran matrik konfusi. Tujuan pengukuran untuk evaluasi performa *Precision*, *Recall* dan *Accuracy* pada metode yang dikomparasikan [30]. Adapun ketentuan untuk membuat matrik konfusi dari pengujian sistem adalah berikut.

Table 2. Kondisi dalam matrik konfusi

No	Kondisi	Keterangan
1	TP (True Positive)	kondisi input sesuai dengan jenis buah mangga (positif) apabila diklasifikasikan sesuai dengan jenisnya, disebut dengan proses klasifikasi benar (true).
2	TN (True Negative),	kondisi input tidak sesuai dengan jenis buah mangga (negatif) apabila diklasifikasikan tidak sesuai dengan jenisnya, disebut dengan proses klasifikasi benar (true).
3	FP (False Positive),	kondisi input sesuai dengan jenis buah mangga apabila diklasifikasikan tidak sesuai (negative), disebut dengan proses klasifikasi salah (false).
4	FN (False Nagatif),	kondisi input tidak sesuai dengan jenis buah mangga apabila diklasifikasikan sesuai jenisnya (positif), disebut dengan proses klasifikasi salah (false).

Pengukuran selanjutnya dengan pengukuran metode klasifikasi dengan komparasi hasil pemrosesan dengan perhitungan *Precision*, *Recall* dan *Accuracy* dengan persamaan berikut.

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\% \quad (6)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\% \quad (7)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% \quad (8)$$

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil perancangan sistem yang diimplementasikan menjadi perangkat lunak dengan tampilan pemrosesan sebagai berikut.

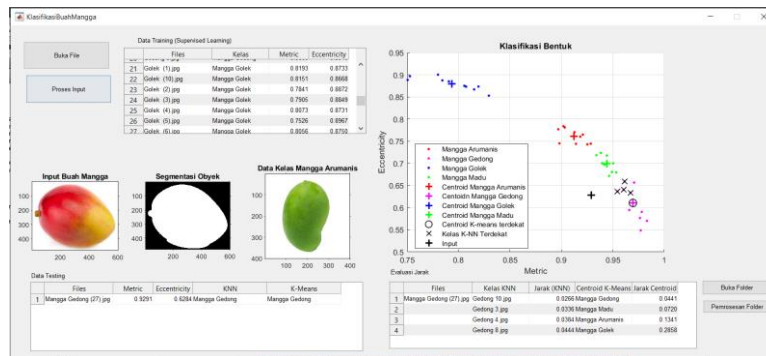


Figure 2. Tampilan pemrosesan program aplikasi

Prosedur kerja pemrosesan dengan menginputkan citra buah mangga, selanjutnya diproses dengan tombol pemrosesan pada program aplikasi. Hasil pemrosesan berupa kelas hasil klasifikasi metode K-NN dan *K-Means* akan ditampilkan dalam tabel. Selanjutnya, untuk mempresentasikan jarak ditampilkan dalam table dan grafik untuk mengamati sebaran data.

4.1. Komparasi Performa Metode Klasifikasi K-NN dan *K-Means*

Berdasarkan 10 jumlah citra pada masing-masing kelas data *training* dan data *testing* yang dipergunakan dalam pengujian sistem, diperoleh matrik konfusi seperti berikut.

Table 3. Matrik konfusi hasil pengujian metode klasifikasi K-NN

Input	Data			
	Mangga Arumanis	Mangga Madu	Mangga Gedong	Mangga Golek
Mangga Arumanis	9	1	0	0
Mangga Madu	0	9	0	1
Mangga Gedong	0	1	9	0
Mangga Golek	1	1	0	8

Table 4. Matrik konfusi hasil pengujian metode klasifikasi *K-Means*

Input	Data			
	Mangga Arumanis	Mangga Madu	Mangga Gedong	Mangga Golek
Mangga Arumanis	7	3	0	0
Mangga Madu	0	9	0	1
Mangga Gedong	0	1	9	0
Mangga Golek	3	1	0	6

Selanjutnya, evaluasi hasil akhir dari perhitungan *Precision*, *Recall* dan *Accuracy* pada komparasi metode klasifikasi K-NN dan *K-Means* terdiri dari berikut.

4.1.1. Precision

Perhitungan *precision* dipergunakan pada input citra dengan jenis buah mangga dalam kondisi yang diklasifikasikan dengan benar sesuai dengan jenis buah mangga yang telah ditentukan sebelumnya. Perhitungan *precision* dengan mepergunakan persamaan (7) untuk mengetahui presentase jenis buah mangga yang diklasifikasi dengan benar dari jumlah input setiap kelas pengujian.

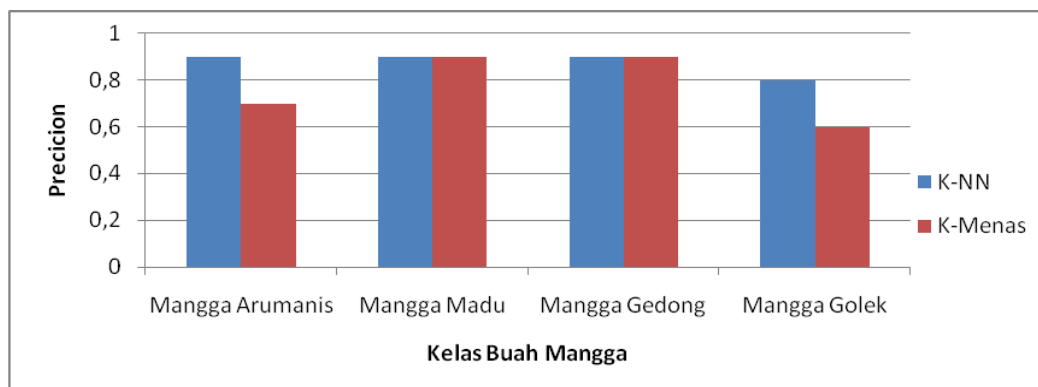
Table 5. Perhitungan *precision* Metode Klasifikasi K-NN

No	Input	TP	FP	TP+FP	Precision (%)
1	Mangga Arumanis	9	1	10	0,9
2	Mangga Madu	9	1	10	0,9
3	Mangga Gedong	9	1	10	0,9
4	Mangga Golek	8	2	10	0,8

Table 6. Perhitungan *precision* Metode Klasifikasi *K-Means*

No	Input	TP	FP	TP+FP	Precision (%)
1	Mangga Arumanis	7	3	10	0,7
2	Mangga Madu	9	1	10	0,9
3	Mangga Gedong	9	1	10	0,9
4	Mangga Golek	6	4	10	0,6

Adapun komprasi *precision* metode klasifikasi K-NN dan K-Means pada masing-masing kelas buah mangga dipresentasikan dengan grafik berikut.

Figure 3. Komparasi *Precision* Metode Klasifikasi K-NN dan *K-Means*

Berdasarkan komparasi hasil perhitungan *precision* metode klasifikasi K-NN dan *K-Means* yang dipresentasikan pada table data statistic dan grafik, diperoleh hasil metode K-NN lebih presisi dibandingkan dengan metode K-Means untuk mengklasifikasikan jenis mangga dengan hasil yang tepat yang mempergunakan ciri bentuk *metric* dan *eccentricity*. Hal ini ditunjukkan melalui hasil perhitungan metode K-NN memperoleh presentase *precision* yang lebih besar dalam mengklasifikasikan jenis buah mangga dari jumlah input setiap kelas.

4.1.2. Recall

Perhitungan rasio yang mengklasifikasikan dengan benar (*recall*) pada input citra jenis buah menggunakan persamaan (8).

Table 7. Perhitungan *recall* Metode Klasifikasi K-NN

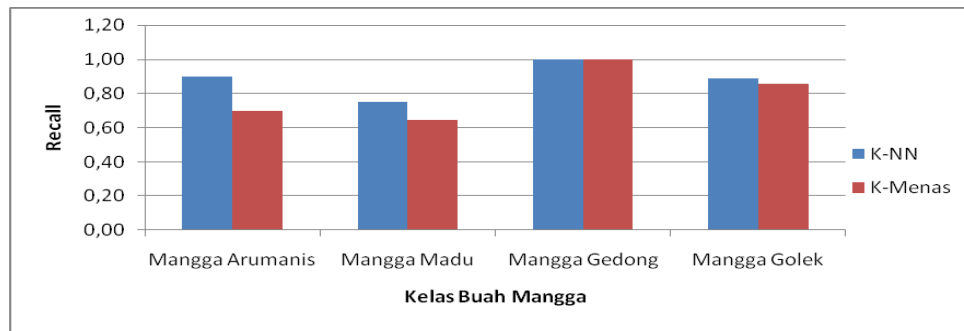
No	Input	TP	FN	TP+FN	Recall %
1	Mangga Arumanis	9	1	10	0,90
2	Mangga Madu	9	3	12	0,75
3	Mangga Gedong	9	0	9	1,00
4	Mangga Golek	8	1	9	0,89

Table 8. Perhitungan *recall* Metode Klasifikasi *K-Means*

No	Input	TP	FN	TP+FN	Recall %
1	Mangga Arumanis	7	3	10	0,70
2	Mangga Madu	9	5	14	0,64
3	Mangga Gedong	9	0	9	1,00
4	Mangga Golek	6	1	7	0,86

Adapun komprasi *recall* metode klasifikasi K-NN dan *K-Means* pada masing-masing kelas buah mangga dipresentasikan dengan grafik berikut.

Figure 4. Komparasi *recall* Metode Klasifikasi K-NN dan K-Means



Berdasarkan komparasi hasil perhitungan recall metode klasifikasi K-NN dan *K-Means* yang dipresentasikan pada table data statistic dan grafik, diperoleh hasil metode K-NN lebih sensitif dibandingkan dengan metode *K-Means* untuk mengklasifikasikan jenis mangga dengan hasil yang tepat yang mempergunakan ciri bentuk *metric* dan *eccentricity*.

4.1.3. Accuracy

Perhitungan rasio metode yang mengklasifikasikan dengan benar (*Accuracy*) pada keseluruhan data input citra jenis buah menggunakan persamaan (6).

Table 9. Perhitungan *accuracy* Metode Klasifikasi K-NN

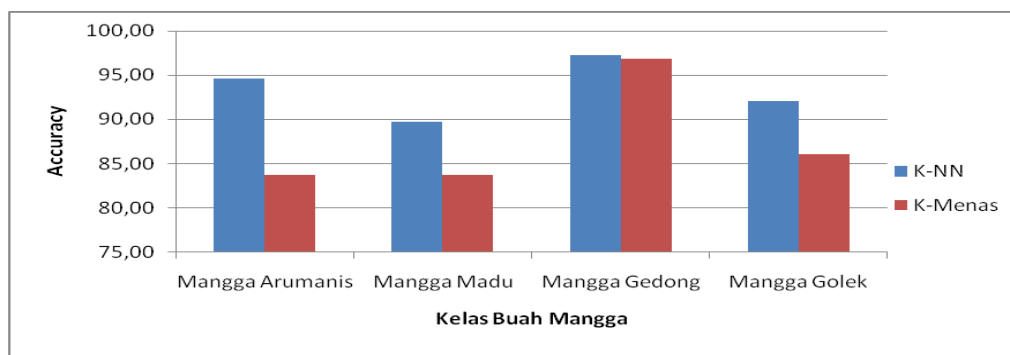
No	Input	TP	TN	TP+TN	TP+FP+FN+TN	Accuracy %
1	Mangga Arumanis	9	26	35	37	94,59
2	Mangga Madu	9	26	35	39	89,74
3	Mangga Gedong	9	26	35	36	97,22
4	Mangga Golek	8	27	35	38	92,11

Table 10. Perhitungan *accuracy* Metode Klasifikasi *K-Means*

No	Input	TP	TN	TP+TN	TP+FP+FN+TN	Accuracy %
1	Mangga Arumanis	9	24	31	37	83,78
2	Mangga Madu	9	22	31	37	83,78
3	Mangga Gedong	9	22	31	32	96,88
4	Mangga Golek	8	25	31	36	86,11

Adapun komparasi *accuracy* metode klasifikasi K-NN dan K-Means pada masing-masing kelas buah mangga dipresentasikan dengan grafik berikut.

Figure 5. Komparasi *recall* Metode Klasifikasi K-NN dan K-Means



Berdasarkan komparasi hasil perhitungan *recall* metode klasifikasi K-NN dan *K-Means* yang dipresentasikan pada table data statistic dan grafik, diperoleh hasil metode K-NN lebih akurat dibandingkan dengan metode *K-Means* untuk mengklasifikasikan jenis mangga dengan hasil yang tepat yang mempergunakan ciri bentuk *metric* dan *eccentricity*.

4.2. Pembahasan

Penelitian berikut merupakan komparasi metode klasifikasi yang terdiri dari K-NN dan K-Means dengan mempergunakan ciri *metric* dan *eccentricity*. Seperti yang sudah diketahui, bahwa metode K-NN merupakan metode klasifikasi yang berbasis pelatihan (*Supervised*) dan metode K-Means tidak berbasis pelatihan (*Unsupervised*) yang tidak mengelompokkan kelas data terlebih dahulu [10] [11]. Dalam penelitian ini, metode K-Means dimodifikasi supaya dalam komparasi yang dapat menggunakan pelatihan kelas jenis buah mangga untuk klasifikasi. Modifikasi dilakukan dengan membentuk centroid setiap kelompok jenis buah mangga sebagai kelas dengan klasifikasi input berdasarkan jarak terdekat terhadap centroid.

Berdasarkan pengujian sistem dalam penelitian ini, pengukuran hasil pemrosesan metode klasifikasi untuk mengetahui komparasi performa metode klasifikasi mempergunakan evaluasi *precision*, *recall* (*sensitivitas*), dan *accuracy* dijumpai metode *K-Means* yang telah dimodifikasi belum sebaik metode K-NN dalam klasifikasi jenis buah mangga menggunakan ekstraksi ciri *metric* dan *eccentricity*. Beberapa data input pengujian sistem yang mengalami kesalahan klasifikasi metode *K-Means* akan tetapi memperoleh kelas klasifikasi yang tepat pada metode K-NN dipresentasikan dengan table berikut.

Table 11. Komparasi Kesalahan metode klasifikasi K-NN dan *K-Means*

No	Input	4 Kelas K-NN terdekat	Jarak K-NN	4 Centroid K-Means terdekat	Jarak K-Means	Hasil Klasifikasi	
						K-NN	K-Means
1	Mangga Arumanis (2).jpg	Arumanis (10).jpg	0,0322	Mangga Madu	0,0465	Mangga Arumanis,	Mangga Madu
		Arumanis (5).jpg	0,0343	Mangga			
		Madu (6).jpg	0,0346	Mangga Gedong			
		Arumanis (7).jpg	0,0393	Mangga Golek			
2	Mangga Arumanis (6).jpg	Arumanis (10).jpg	0,0329	Mangga Madu	0,0465	Mangga Arumanis,	Mangga Madu
		Madu (6).jpg	0,0350	Mangga			
		Arumanis (5).jpg	0,0350	Mangga Gedong			
		Arumanis (7).jpg	0,0400	Mangga Golek			
3	Mangga Golek (6).jpg	Golek (7).jpg	0,0442	Mangga	0,0791	Mangga Golek	Mangga Arumanis
		Arumanis (4).jpg	0,0559	Mangga Golek			
		Arumanis (9).jpg	0,0576	Mangga Madu			
		Arumanis (3).jpg	0,0587	Mangga Gedong			
4	Mangga Golek (9).jpg	Golek (7).jpg	0,0422	Mangga	0,0810	Mangga Golek	Mangga Arumanis
		Arumanis (4).jpg	0,0585	Mangga Golek			
		Arumanis (9).jpg	0,0594	Mangga Madu			
		Arumanis (3).jpg	0,0612	Mangga Gedong			

Selanjutnya, untuk mempresentasikan evaluasi jarak pada komparasi metode klasifikasi K-NN dan *K-Means* dengan grafik berikut.

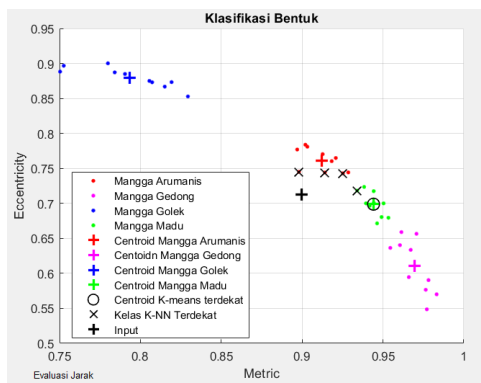


Figure 6. Pengujian 1

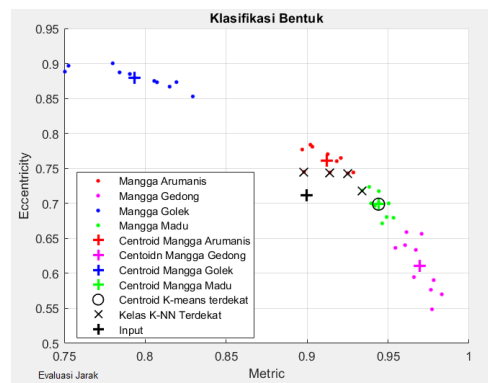
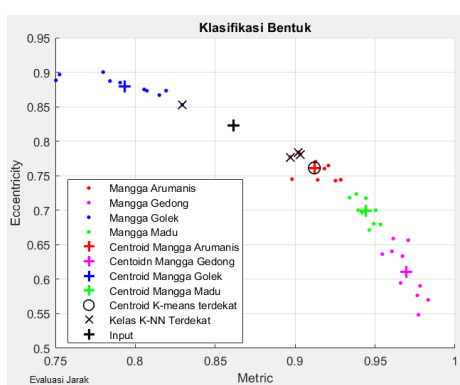
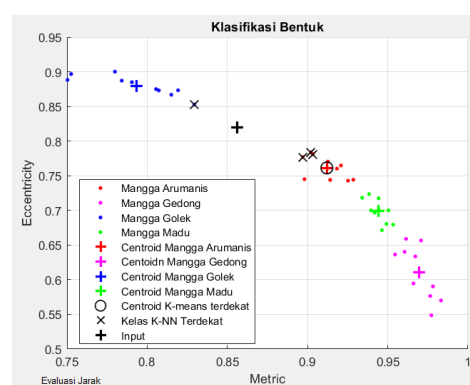


Figure 7. Pengujian 2



Gambar 8. Pengujian 3



Gambar 9. Pengujian 4

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan dengan memperdalam pengamatan pada data hasil pemrosesan yang mengalami kesalahan klasifikasi pada metode *K-Means* dan ketepatan klasifikasi pada metode *K-NN*, maka modifikasi yang dilakukan untuk meningkatkan metode *K-Means* dalam klasifikasi model terlatih (*Supervised*) masih belum bisa setara dengan performa metode *K-NN*.

5. Simpulan

Metode klasifikasi *K-Means* yang dimodifikasi untuk dapat melakukan klasifikasi dengan *supervised* yang dikomparasikan dengan Metode *K-NN* adalah Metode *K-Means* masih belum sebaik Metode *K-NN* dalam klasifikasi jenis mangga mempergunakan ekstraksi ciri *metric* dan *eccentricity*.

Daftar Referensi

- [1] S. Utami, K. Baskoro, and L. Khotimperwati, "Keragaman Varietas Mangga (*Mangifera indica* L .) Di Kotamadya Semarang Jawa Tengah," *Bioma*, vol. 21, no. 2, 2019.
- [2] D. T. Sazmita, R. Efendi, and B. Susilo, "Pengolahan Citra Telapak Tangan Manusia Menggunakan Metode Histogram dan Homomorfhic Filtering," *J. Rekursif*, vol. 8, no. 1, pp. 47–58, 2020.
- [3] M. Anike, "Analisa Pengolahan Citra Menggunakan Metode Transformasi Fourier," *Konf. Nas. Sist. Inform. 2015*, pp. 9–10, 2015.
- [4] M. Siregar and G. Ginting, "Implementasi Metode Gray Level Slicing dalam Pencarian Citra Pada Basis Data," *Maj. Ilm. INTI*, vol. 5, no. 2, pp. 2–6, 2018.
- [5] J. Jumadi, Y. Yudianti, and D. Sartika, "Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Objek Menggunakan Metode Hierarchical Agglomerative Clustering," *JST (Jurnal Sains dan Teknol.*, vol. 10, no. 2, pp. 148–156, 2021.
- [6] A. Andreansyah, "Aplikasi Pengenalan Pola Citra Logo Obat Medis Menggunakan *K-Means* Clustering," *ELTI J. Elektron. List. dan Teknol. Inf. Terap.*, vol. 2, no. 1, pp. 7–12,

- 2020.
- [7] Z. E. Fitri, R. Aprilia, A. Madjid, A. Mujibtamala, and N. Imron, "Ensiklopedia Digital Berdasarkan Klasifikasi Varietas Buah Mangga (*Mangifera spp.*) Menggunakan Algoritma Backpropagation Digital," *Komputika J. Sist. Komput.*, vol. 11, no. 28, pp. 113–120, 2022.
- [8] Y. Oktavianto, Sunaryo, and A. Suryanto, "Karakteristik Tanaman Mangga (*Mangifera Indica L.*) Cantek, Empok, Jempol Di Desa Tiron, Kecamatan Banyakan Kabupaten Kediri," *J. Produksi Tanam.*, vol. 3, no. 2, pp. 91–97, 2015.
- [9] W. Supriyatin, "Ekstraksi Ciri Bentuk pada Citra Bergerak Menggunakan Teknik Batas Tepi," *Komputasi J. Ilm. Ilmu Komput. dan Mat.*, vol. 19, no. 1, pp. 1–8, 2022.
- [10] A. P. Wibawa, M. Guntur, A. Purnama, M. F. Akbar, and F. A. Dwiyanto, "Metode-metode Klasifikasi," *Pros. Semin. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 134–138, 2018.
- [11] A. Mario, S. Herry, and H. Nasution, "Pemilihan Distance Measure Pada K-Means Clustering Untuk Pengelompokan Member Di Alvaro Fitness," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2016.
- [12] R. M. Hakiky, N. Hikmah, and D. Ariyanti, "Klasifikasi Jenis Pohon Mangga Berdasarkan Bentuk dan Tekstur Daun Menggunakan Metode Backpropagation," *J. Inform. UPGRIS*, vol. 6, no. 2, pp. 46–50, 2020.
- [13] M. S. Hidayatuloh and S. Pawenang, "Kinerja karyawan ditinjau dari pengembangan sumber daya manusia , teknologi informasi , dan promosi jabatan Employee performance in terms of human resource development , information technology , and position promotion," vol. 14, no. 1, pp. 103–110, 2022.
- [14] D. Satria, Y. Kartika, and H. Maulana, "Preprosesing serta Normalisasi pada Dataset Kupu- Kupu untuk Ekstraksi Fitur Warna , Bentuk dan Tekstur," *Comple. J. Comput. Electron. Telecommun.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–8, 2019.
- [15] D. Hidayat, "Klasifikasi Jenis Mangga Berdasarkan Bentuk dan Tekstur Daun Menggunakan Metode Convolution Neural Network (CNN)," *J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 98–103, 2022.
- [16] S. Hartiningtyas, I. Ruslianto, and R. Hidayati, "Klasifikasi Jenis Mangga Berdasarkan Bentuk Buah Dengan Metode K-Nearest Neighbor Berbasis Android," *J. Coding, Sist. Komput. Untan*, vol. 06, no. 1, pp. 12–13, 2018.
- [17] H. D. Hutahaean, B. D. Waluyo, and M. A. Rais, "Teknologi Identifikasi Objek Berbasis Drone Menggunakan Algoritma Sift Citra Digital," *J. Tek. Inform. Unika St. Thomas*, vol. 04, no. 02, pp. 202–207, 2019.
- [18] Gansar Suwanto, R. Ibnu Adam, and Garno, "Identifikasi Citra Digital Jenis Beras Menggunakan Metode Anfis dan Sobel," *J. Inform. Polinema*, vol. 7, no. 2, pp. 123–128, 2021.
- [19] H. Bethaningtyas, H. Naufal, and G. W. Fajarianto, "Pengenalan Jenis Seragam Loreng Tni Menggunakan Kombinasi Eccentricity Dan Metric," *TEKTRIKA - J. Penelit. dan Pengemb. Telekomun. Kendali, Komputer, Elektr. dan Elektron.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–8, 2018.
- [20] H. Budiati and A. R. Himamunanto, "Metode Subtraksi Citra Sebagai Upaya Deteksi Gerakan Tangan," *Pros. SAINTEK Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. 1, pp. 6–13, 2022.
- [21] S. Bhahri, "Transformasi Citra Biner Menggunakan Metode Thresholding Dan Otsu Thresholding," *e-Jurnal JUSITI (Jurnal Sist. Inf. dan Teknol. Informasi)*, vol. 7–2, no. 2, pp. 196–203, 2018.
- [22] Santosa, S. Sudin, and N. S. Kamala, "Identifikasi Tingkat Kesegaran Ikan Tuna Melalui Citra Mata Menggunakan Metode K-Neareash Neighbor (KNN)," *J. PRODUKTIF*, vol. 6, no. 1, pp. 517–524, 2022.
- [23] L. Veronica, I. H. Al Amin, B. Hartono, and T. Kristianto, "Ekstraksi Fitur Tekstur Menggunakan Matriks GLCM pada Citra dengan Variasi Arah Obyek," *Pros. SENDI_U*, pp. 978–979, 2019.
- [24] Rahmadwati, E. Yudaningtyas, and Subairi, "Implementasi Metode k-Nearest Neighbor pada Pengenalan Pola Tekstur Citra Saliva untuk Deteksi Ovulasi," *J. EECCIS*, vol. 12, no. 1, pp. 9–14, 2019.
- [25] A. Herdiansah, R. I. Borman, D. Nurnaningsih, A. A. J. Sinlae, R. Ridlo, and A. Hakim, "Klasifikasi Citra Daun Herbal Dengan Menggunakan Backpropagation Neural Networks

- Berdasarkan Ekstraksi Ciri Bentuk,” *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 9, no. 2, pp. 388–395, 2022.
- [26] R. Aprillyano, A. Sanjaya, and D. W. Widodo, “Klasifikasi Kualitas Telur Ayam Menggunakan Metode K-Means Clustering,” *Semin. Nas. Inov. Teknol.*, pp. 41–46, 2022.
- [27] C. B. Sanjaya and M. I. Rosadi, “Klasifikasi Buah Mangga Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Least-Squares Support Vector Machine,” *Explor. IT J. Keilmuan dan Apl. Tek. Inform.*, vol. 10, no. 2, pp. 1–8, 2018.
- [28] P. Nabilla, M. F. Saputra, and R. Adi Saputra, “Perbandingan Ruang Warna Rgb, Hsv Dan Ycbcr Untuk Segmentasi Citra Ikan Kembung Menggunakan K-Means Clustering,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 476–481, 2022.
- [29] H. P. Hadi and E. H. Rachmawanto, “Ekstraksi Fitur Warna Dan Glcm Pada Algoritma Knn Untuk Klasifikasi Kematangan Rambutan,” *J. Inform. Polinema*, vol. 8, no. 3, pp. 63–68, 2022.
- [30] L. Z. Muslim, I. G. P. Sutawijaya, and F. Bimantoro, “Klasifikasi Kualitas Kesegaran Buah Semangka Berdasarkan Fitur Warna YCbCr Menggunakan Algoritma K-Means Terbobot,” *Jtika*, vol. 1, no. 2, pp. 208–215, 2019.