

Segmentasi Kematangan Buah Markisa Berdasarkan Kemiripan Warna Dengan Algoritma *K-Means*

Farras Rifqi Aufa Siregar¹, Sriani², Ali Darta³

^{1,2,3}Ilmu Komputer, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Email: ¹ farrasrifqi17@gmail.com, ² sriani@uinsu.ac.id, ³ alidarta@uinsu.ac.id

Email Penulis Korespondensi: emailpenuliskorespondensi@email.com

Article History:

Received Dec 12th, 2023

Revised Dec 27th, 2023

Accepted Jan 29th, 2024

Abstrak

Tingkat matang buah markisa bisa identifikasi dari beberapa cara salah satunya yaitu melihat warna buah tersebut, bentuk buah yang semakin besar dan permukaan warna buah yang kuning menyeluruh. Menentukan tingkat kematangan markisa yang dilakukan oleh petani dan konsumen selama ini tidak efektif, yaitu dengan mengidentifikasi pada permukaan kulit buah. Menggunakan dengan cara manual tidak efisien karena akan memakan waktu yang tergolong cukup lama, selain itu manusia memiliki pandangan dan pendapat yang berbeda-beda yang akan menghasilkan hasil dari identifikasi menjadi berbagai macam. Identifikasi dengan cara tersebut memiliki kekurangan, maka dari itu dibutuhkan sebuah sistem yang mampu menentukan kematangan buah yang memiliki akurasi yang tinggi dan menghasilkan informasi yang valid. Metode algoritma k-means yang akan diimplementasikan ke dalam proses segmentasi buah markisa yaitu dengan memilah citra ke dalam suatu kelompok yang dinilai dari kemiripan atribut citra. Algoritma k-means akan memilah data yang mempunyai nilai, atribut, karakter serupa ke dalam satu grup. Data buah yang terkumpul sebanyak 8 buah markisa dan menghasilkan data citra sebanyak 48 citra buah markisa. Pengambilan gambar dari 6 sisi yaitu atas, bawah, kiri, kanan, depan dan belakang. Dari hasil kluster dengan metode algoritma k-means didapat hasil 4 buah markisa matang dan 4 buah markisa mentah.

Kata Kunci : Algoritma *K-means*, Clustering, Segmentasi

Abstract

The maturity level of passion fruit can be identified in several ways, one of which is by looking at the color of the fruit, the larger the shape of the fruit and the overall yellow surface color of the fruit. To determine the level of ripeness of passion fruit by farmers and consumers has been ineffective, namely by identifying it on the surface of the fruit skin. Using it manually is not efficient because it will take quite a long time, besides that humans have different views and opinions which will result in various kinds of identification results. Identification in this way has drawbacks, therefore we need a system that is able to determine fruit ripeness that has high accuracy and produces valid information. The k-means algorithm method that will be implemented into the passion fruit segmentation process is by sorting the image into a group which is judged by the similarity of the image attributes. The k-means algorithm will sort data that has similar values, attributes, characters into one group. Fruit data collected as many as 8 passion fruit and produce image data of 48 passion fruit images. Take pictures from 6 sides, namely up, down, left, right, front and back. Based on the cluster results using the k-means algorithm, 4 ripe passion fruit and 4 unripe passion fruit were obtained.

Keyword : Algoritme *K-means*, Clustering, Segmentation

1. PENDAHULUAN

Markisa adalah suatu buah yang berhasil dikembangkan di Indonesia. Pengembangan buah markisa tergolong mudah, sebab tanaman markisa dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah dengan catatan unsur hara dan bahan organiknya tercukupi [1]. Markisa mempunyai banyak sekali manfaat bagi kesehatan karena memiliki banyak nutrisi yang berkhasiat. Markisa

mempunyai rasa masam sehingga hanya dimanfaatkan sebagai bahan minuman [2]. Sumatera utara merupakan daerah penghasil buah-buahan di Indonesia, bahkan memiliki potensi masuk ke pasar internasional. Markisa merupakan salah satu buah yang berkembang di daerah Sumatera Utara, khususnya markisa ungu (*Passiflora edulis*) dan markisa kuning (*Passiflora Flavicarva*). Tanaman markisa ungu dan markisa kuning memiliki produksi yang beragam, antara 5-10 ton/ha setiap tahunnya. Dengan melakukan metode sambung pucuk dengan markisa kuning sebagai batang bagian bawah dan markisa jenis ungu sebagai batang bagian atas dapat meningkatkan produksi tanaman markisa sampai 20 – 30 ton/ha setiap tahunnya [1].

Kabupaten Deli Serdang tepatnya di Kecamatan Pancur Batu terdapat salah satu kebun tempat penanaman buah markisa. Buah markisa yang sedang berkembang di Sumatera Utara adalah jenis markisa ungu (*Passiflora edulis*), selain itu jenis markisa konyal yang memiliki rasa manis dapat kita temui di provinsi Sumatera Barat. Tanaman markisa jenis ungu dan konyal tumbuh di dataran tinggi (1200 mdpl) sementara markisa kuning (*Passiflora flavicarva*) tumbuh di dataran rendah (0-800 mdpl) [3].

Selama ini dan konsumen hanya melakukan identifikasi kematangan buah markisa dengan cara manual, dengan melihat warna pada permukaan buah. Dengan metode tersebut kurang efisien karena akan memakan waktu yang tergolong cukup lama. Tidak jarang konsumen keliru dalam mengidentifikasi kematangan buah markisa, dikarenakan hanya melihat dari warna kulit buah tersebut [4]. Maka dari itu diperlukan sebuah sistem dengan metode untuk mengelompokkan (*Clustering*) yang dapat memproses segmentasi kematangan yang dilihat pada warna buah markisa [5]. Tujuan *clustering* adalah untuk mengurangi jumlah fungsi yang ada pada metode *clustering*, yang biasanya mengurangi jumlah cluster yang dibandingkan [6]. Metode ini dapat dilakukan menggunakan algoritma k-means.

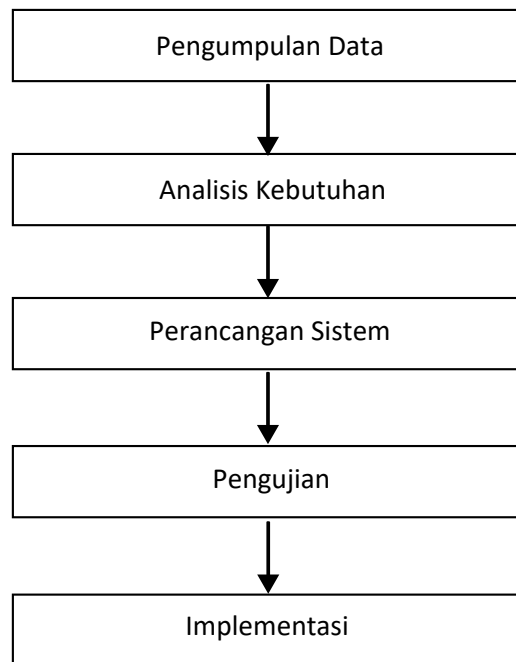
Algoritma k-means adalah suatu metode berbasis *clustering* yang biasa digunakan untuk segmentasi, Algoritma K-Means dapat memilah data dalam berbagai kelompok. Metode ini juga tergolong metode yang penggunaannya cukup mudah dalam kluster atau membagi data besar dan data outlier karena kemampuan proses yang sangat cepat [7]. Algoritma K-Means adalah sistem non-tingkat di mana pusat cluster awal membutuhkan sejumlah besar segmen populasi pada awalnya. Pusat kluster dipilih secara acak dari satu set populasi informasi selama langkah ini. Setelah itu, K-Means menguji setiap komponen dalam kumpulan data dan menugaskan komponen tersebut ke salah satu pusat kluster yang telah ditetapkan dalam kaitannya dengan jarak terpendek yang berdekatan dengan komponen yang terkait dengan masing-masing kluster [8]. Posisi terakhir pusat kluster akan ditentukan setelah dilakukan perhitungan kembali posisi pusat kluster hingga semua informasi terkategori ke dalam masing-masing pusat kluster [9]. Dalam metode pembagian K-Means adalah membagi secara acak jumlah centroid dengan jumlah cluster dalam tampilan yang ditangani sebelumnya. Setelah itu, kumpulkan piksel berdasarkan jarak terpendek dari centeroid dan tentukan jarak piksel darinya [10]. Dengan membagi piksel normal di setiap cluster menjadi centeroid lain dan menggabungkan piksel sesuai dengan centeroid, pusat dihitung sekali lagi sebagai pusat massa lain setelah nomor piksel citra digabungkan berdasarkan jarak terdekat [11]. Jika saat ini terdapat piksel yang bertukar grup, perhitungan centeroid terbaru diupayakan, tetapi dengan asumsi tidak ada jumlah piksel yang bertukar grup, sistem pengelompokan ditutup [12].

Perangkat lunak yang dapat digunakan untuk mempermudah identifikasi adalah Matlab. Matlab menggunakan desain array atau matriks sebagai komponen elastis standar. Hal tersebut mampu bekerja bersama sama perangkat lunak dan program dengan C dan Java, Excel dari Microsoft Office [13]. Sistem di Matlab dapat digunakan untuk banyak hal, terutama dalam aplikasi yang harus bekerja dengan angka. Perlu diingat bahwa semua perhitungan numerik di Matlab dilakukan dalam matriks [9]. Di Matlab, semua operasi numerik adalah matrix. Pemrograman ini juga mampu menampilkan perhitungan komputer sebagai diagram, mampu disesuaikan dengan antarmuka pengguna grafis kami sendiri [14]. Pada segmentasi di Matlab, Segmentasi dilakukan dengan membuat suatu citra. Citra (*image*) yaitu lukisan 2 lapis yang memiliki kemampuan masuk (*konstan*) dari kesungguhan cahaya yang ada pada sudut pandang 2 lapis. File cahaya dapat dibalik oleh cahaya subjek [6]. Alat visual manusia, lensa dan alat scan (*scanner*) dapat mengambil pencahayaan yang terpantul, sehingga objek dapat direkam. Citra ada dua jenis, yaitu citra analog dan citra digital (Utami et al., 2018). Sedangkan elemen dalam citra terdiri dari Kecerahan (*Brightness*), Kontras (*contrast*), Kontur (*contour*), Warna (*color*), Bentuk (*Shape*) dan Tekstur (*Texture*) [15]. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kematangan buah markisa berdasarkan kemiripan warna dengan proses segmentasi citra, kemudian mengidentifikasi kematangan buah markisa berdasarkan kemiripan warna dengan algoritma K-Means, serta membangun sistem yang dapat melakukan segmentasi kematangan buah markisa berdasarkan kemiripan warna dengan algoritma K-Means dengan tingkat akurasi tinggi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Prosedur kerja yang dilakukan dalam penelitian ini adalah seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Prosedur Kerja

2.1.1 Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang diimplementasikan pada penelitian yaitu:

1. Penelitian kepustakaan, dengan cara membaca dan meneliti sumber-sumber terkait dengan objek yang diteliti.
2. Observasi, yaitu pengumpulan informasi yang dilakukan secara langsung dengan mengunjungi tempat penanaman markisa yang terletak di Kecamatan Pancur Batu, Kabupaten Deli Serdang. Sebanyak 10 data citra buah markisa dijadikan sebagai data uji. Cara pengambilan gambar yaitu dengan melakukan pengambilan citra buah markisa menggunakan kamera smartphone Samsung J7 Prime dengan spesifikasi kamera 13MP.
3. Wawancara, yaitu teknik pengumpulan data yang di dapat dengan cara berinteraksi langsung dengan narasumber.

2.1.2 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan merupakan suatu tahap dimana melakukan dengan tujuan menghasilkan suatu info tentang hal-hal yang dibutuhkan dalam membentuk program supaya optimal. Metode yang digunakan adalah metode algoritma K-Means karna mampu mempartisi data ke dalam cluster sehingga data yang memiliki ciri karakteristik sama akan dikelompokkan ke dalam cluster yang sama, dan jika data memiliki karakteristik yang berbeda maka akan dikelompokkan ke dalam cluster yang berbeda. Cluster terdiri dari 2 bagian yaitu cluster matang dan mentah.

2.1.3 Perancangan Sistem

Perancangan yaitu fase pertama pada tahap mengembangkan ilusi program. Perancangan merupakan proses implementasi beragam metode yang memiliki fungsi untuk mendeskripsikan suatu alat, sebuah sistem dan sebuah program dengan rinci yang mengizinkan untuk melakukan realisasi bentuk. Tahap berikut merupakan cara utama dari proses rekayasa perangkat lunak. Dibawah ini merupakan flowchart dari metode Algoritma K-means (Febrianto, 2018):

1. Mengklasterkan data markisa dalam memprediksi tingkat matang markisa yang dilihat melalui warna permukaan markisa.
2. Diawali dengan mengambil banyak klaster (K). Lalu menjadikan klaster yang diambil menjadi nilai patokan atau nilai utama dari klaster.
3. Berikutnya melakukan perhitungan kedekatan obyek (jarak Euclidean) dengan patokan dari klaster

Matriks jarak akan dihasilkan pada titik tersebut karena jarak Euclidean digunakan sebagai menghitung kedekatan antar objek dan koordinat utama klaster:

Rumus euclidiandistance :

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

d = Jarak antara x dan y

x = Data pusat klaster

y = Data pada atribut

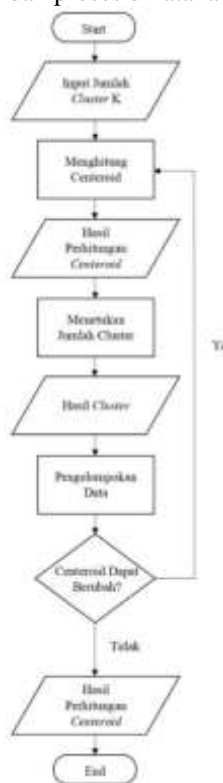
i = Setiap data

n = Jumlah data

x_i = Data pada pusat klaster ke i

y_i = Data pada setiap data ke i

4. Menyortir atau membagi kelompok-kelompok obyek yang dilihat dari kedekatan dengan nilai terendah
5. Apabila obyek tidak ada yang pindah-pindah proses dikatakan selesai.



Gambar 2. Flowchart Algoritma K-means

2.1.4 Pengujian

Cara yang dilakukan yaitu memakai dan mencoba program yang dibangun. Program itu akan dipakai pada berbagai markisa yang telah dikumpulkan dengan acak. Tahap uji diawali dari penentuan banyaknya tipe dari matang yang setiap buah mempunyai dua warna pada markisa, warna kuning cerah menandakan buah matang, dan warna hijau gelap atau hijau sedikit kuning menandakan buah tidak matang. Ketika aplikasi pendeteksi tingkat matang selesai, berikutnya melakukan memasukkan hasil pada tipe matang bertujuan melihat buah tersebut matang atau mentah. Ketika hasil sudah muncul dan mendapat informasi dari data yang diinput maka proses pada sistem dikatakan selesai

2.1.5 Implementasi

Menggunakan dan menerapkan program berikut mempunyai fungsi yaitu program mampu mendeteksi tingkat matang dari markisa dengan akurat. Implementasi pada segmntasi dan algoritem k-means menjadi kombinasi yang tepat sehingga mampu memilih dan memilah markisa dengan efisien, dan juga dapat mempermudah penguji dalam memilih dan memilah buah.

2.2 Alat dan Bahan

2.2.1 Hardware

Adapun alat dipakai dalam perancangan yaitu:

1. Prosesor : Intel^(R)CoreTM i3-6006 @ 2.0GHz
2. Memori : RAM(Random Access Memory) 12 GB
3. Storage : *harddisk* 1000 Gigabyte dan *ssd* 512 Megabyte
4. Camera : Samsung J7 Prime 13MP

2.2.2 Software





































Adapun program yang dipakai untuk perancangan yaitu:

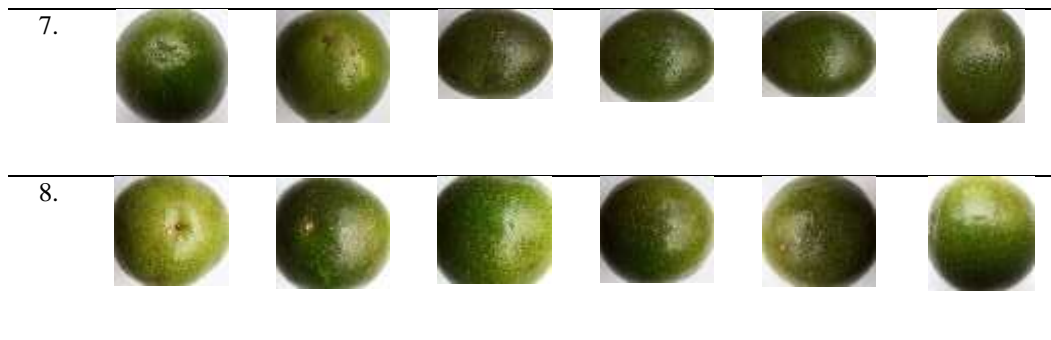
1. Operating System Windows 10 Pro 64 bit.
2. Matlab 2020a.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut dataset dari buah markisa yang akan di masukkan untuk diproses ke dalam sistem menggunakan algoritma K-Means.

Tabel 1. Dataset Buah Markisa

No.	Atas	Bawah	Depan	Belakang	Kanan	Kiri
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						

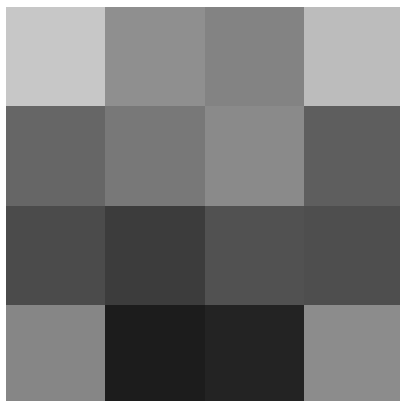


Penggunaan matlab dengan algoritma K-Means dalam menganalisa tingkat matang pada buah markisa memakai matlab 2020a. Adapun tahap-tahap yang ada dalam program yaitu :

- a. Memasukkan atau menginput data citra buah markisa.
- b. Melakukan segmentasi menggunakan algoritma K-Means.
- c. Melakukan perhitungan jarak euclidean dari buah markisa.

3.1 Representasi Data

Data citra asli akan dikonversikan menjadi citra grayscale dan itu ukuran piksel pada citra dikecilkan menjadi 4x4 piksel. Dengan begitu proses segmentasi citra buah markisa dengan metode thresholding menggunakan algoritma *k-means*.



Gambar 2. Citra Grayscale

191	154	140	175
106	121	136	97
79	66	91	83
127	27	33	130

Gambar 3. Nilai Piksel

3.2 Data Set

1. Seluruh data markisa yang berjumlah 8, pengambilan 6 sisi dan memperoleh 48 databuah. 48 citra itu akan dipartisi jadi 2 kelompok, kelompok matang dan tidakmatang. Dari proses uji data markisa maka mendapat output dengan thresholding menggunakan algoritma *k-means*, kemudian Menentukan banyaknya kluster yang terdiri dari :
Cluster1 (K1) = Matang
Cluster2 (K2) = Mentah.
2. Kemudian Menetapkan K sebagai titik kluster awal dengan acak. Penentuan K sebagai titik kluster awal dengan acak diperoleh dari data markisa yaitu pada markisa 1 dan markisa 2 dengan K1 = 109, dan K2 = 120,5
3. Tempatkan seluruh data set markisa pada kluster terdekat. Dibawah ini merupakan hasil dari penempatan data dengan kluster. Perhitungan kedekatan antar kluster dengan iterasi 1 didapat dengan rumus dibawah ini:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (xi - yi)^2}$$

4. Menentukan ulang pada titik awal kluster baru dengan rerata kluster, maka selanjutnya menghitung dengan: nilai hasil / banyak hasil sehingga menghasilkan K1=112,32 dan K2=0.
5. Kemudian melakukan langkah-langkah tersebut di seluruh kluster dengan pada iterasi 2 dan 3.

3.3 Perancangan Sistem

3.3.1 Flowchart

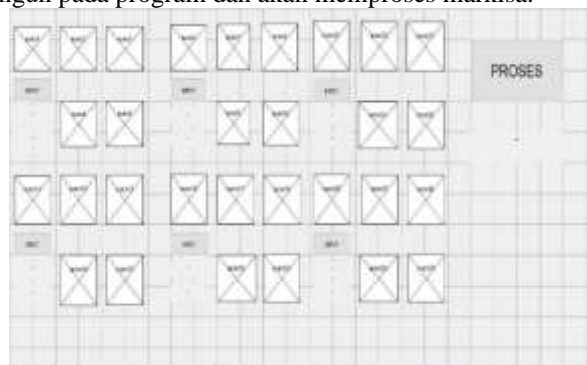


Gambar 4. Flowchart Sistem

Diawali dengan memasukkan citra original, lalu melanjutkan tahap menggunakan teknik threshold. Berikutnya akan memperoleh citra keabuan. dan berikutnya euclidean distance akan mengidentifikasi citra keabuan tadi. Dengan teknik *k-means* menjadi titik awal dari titik matang markisa, ketika memperoleh nilai dari tahapan-tahapan diatas. Prosespun berakhir.

3.3.2 Perancangan Interface

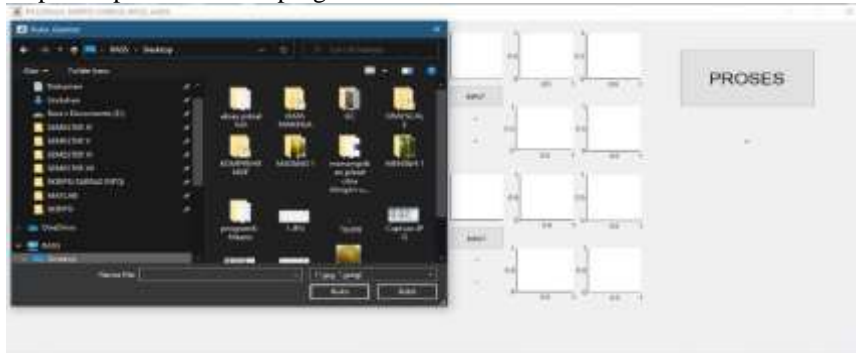
Dalam merancang *interface*, sistem dibangun dengan *software* Matlab2020a. Merancang *interface* berfungsi yaitu mempermudah dalam penggunaan program yang dibangun. Jenis dan tipe pada PC akan sangat mempengaruhi program yang akan dibangun, dengan tipe PC yang mumpuni akan mampu menjalankan program. Dibawah ini yaitu tampak dari *interface* yang dibangun pada program dan akan memproses markisa.



Gambar 5. Perancangan Interface

3.3.3 Pengujian

Program sudah selesai dirancang dan dibuat, berikutnya masuk ke fase percobaan program. Percobaan berguna untuk mengetahui tingkat keberhasilan dan keakuratan program yang dibentuk. Penggunaan metode k-means diharapkan mampu memproses buah markisa yang dimanasegmentasi markisa tersebut diproses dari keserupaan warna nya. Di bawah ini adalah tampak dari proses percobaan dari program.



Gambar 6. Pengambilan data set

Gambar di bawah ini merupakan proses input citra yang pertama, pada halaman ini secara otomatis citra akan dikonversikan oleh sistem menjadi citra grayscale, citra biner, citra segmentasi dan citra clustering.



Gambar 7. Halaman input citra 6

Di bawah ini adalah tampak dari proses k-means clustering yang diambil dari 6 sudut, yaitu atas, bawah, kanan, kiri, depan dan belakang, dengan piksel citra 1600 x 1600. Pada proses citra 1 sampai dengan 6 mendapatkan nilai T yang didapat dari sistem dan akan menghasilkan informasi tentang tingkat kematangan buah. Berikutnya sistem akan menghitung hasil dari citra 1 sampai 6, buah akan dikatakan matang ketika hasil dari nilai yang matang lebih dari 3, tetapi jika buah yang matang tidak lebih dari 3 maka buah akan dikatakan mentah.



Gambar 8. Halaman hasil proses sistem

3.4 Hasil Uji

Tabel dibawah ini adalah hasil uji dari buah markisa yang telah diproses oleh sistem.

Tabel 2. Hasil Pengujian

Data citra	Nilai (T)	Proses
Markisa 1	121	Mentah
Markisa 2	128	Matang
Markisa 3	128	Matang
Markisa 4	128	Matang
Markisa 5	128	Matang
Markisa 6	128	Matang
Markisa 7	128	Matang
Markisa 8	128	Matang
Markisa 9	106	Mentah
Markisa 10	128	Matang
Markisa 11	128	Matang
Markisa 12	128	Matang
Markisa 13	128	Matang
Markisa 14	128	Matang
Markisa 15	123	Mentah
Markisa 16	128	Matang
Markisa 17	128	Matang
Markisa 18	128	Matang
Markisa 19	128	Matang
Markisa 20	128	Matang
Markisa 21	128	Matang
Markisa 22	128	Matang
Markisa 23	119	Mentah
Markisa 24	128	Matang
Markisa 25	105	Mentah
Markisa 26	125	Mentah

Markisa 27	108	Mentah
Markisa 28	121	Mentah
Markisa 29	120	Mentah
Markisa 30	123	Mentah
Markisa 31	120	Mentah
Markisa 32	126	Mentah
Markisa 33	110	Mentah
Markisa 34	107	Mentah
Markisa 35	107	Mentah
Markisa 36	105	Mentah
Markisa 37	117	Mentah
Markisa 38	112	Mentah
Markisa 39	114	Mentah
Markisa 40	112	Mentah
Markisa 41	115	Mentah
Markisa 42	115	Mentah
Markisa 43	102	Mentah
Markisa 44	128	Mentah
Markisa 45	123	Mentah
Markisa 46	111	Mentah
Markisa 47	116	Mentah
Markisa 48	125	Mentah

Dari hasil uji sistem yang dibangun dengan algoritma k-means dalam proses segmentasi kematangan buah markisa yang memiliki data set sebanyak 8 buah markisa, melakukan pengambilan citra dari 6 sudut yang berbeda dan mendapatkan data set sebanyak 48 dengan format .jpeg berukuran 1600 x 1600 piksel. Berdasarkan dari proses yang sudah dilakukan menghasilkan 4 buah markisa yang matang dan 4 buah markisa yang mentah.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan maka kesimpulan yang didapat bahwa : hasil proses dari segmentasi citra, penelitian yang telah dilakukan dari menganalisa tingkat kematangan buah markisa berdasarkan kemiripan warna mendapatkan hasil kualitas citra yang lebih baik darisebelumnya. Dari proses mengidentifikasi kematangan buah markisa dari kemiripan warna dengan menerapkan algoritma *k-means*. Dari 48 data set yang diproses menghasilkan 4 buah markisa yang matang dan 4 buah markisa yang mentah. Sistem yang dibangun untuk proses segmentasi kematangan buah markisa berdasarkan kemiripan warna menggunakan algoritma *k-means* memberikan hasil akurasi sebesar 87.5% dari 48 dataset citra buah markisa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini, yaitu orang tua peneliti, Plt. Rektor Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, Bapak Ketua Program Studi Ilmu Komputer Bapak dan Ibu pembimbing, serta segenap dosen Program Studi Ilmu komputer, serta yang tidak lupa Rekan-rekan seperjuangan yang telah memberikan arahan kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suswati, Indrawati, A. dan Masitoh, B., Sosialisasi Dan Pelatihan Pembuatan Sirup Markisa Dan Masker Limbah Buah Markisa Pada Kelompok PKK Kelurahan Lau Cih Dan Sidomulyo Di Kota Medan, vol. 23, no. 4, 2017.
- [2] Aswar, A.B., Risal, A.A., Adiba, F. dan Nurjannah, Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Markisa Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Berbasis Pengolahan Citra Digital, *Journal of Embedde System Security and Intelligent System (JESSI)*, vol. 1, no. 2, 2020.
- [3] Setiawan, I., Dewanta, W., Nugroho, H.A. dan Supriyono, H., Pengolah Citra Dengan Metode Thresholding dengan Matlab R2014A, *Jurnal Media Infotama*, vol. 15, no. 2, 2019.
- [4] Seknum, A.Z., Kusuma, A., Sabrina, A., Putri, A.D.C., Raehan, M. dan Rosyani, P., Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Tomat dengan Variabsi Model Warna Menggunakan Support Vector Machine, *Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, vol. 1, no. 2, 2023.
- [5] Ridlo, I.A., Panduan Pembuatan Flowchart, *Fakultas Kesehatan Masyarakat*, hal. 1–27, 2017.
- [6] Kusuma, I.W.A.W. dan Ellyana, R.L., Penerapan Citra Terkompresi Pada Segmentasi Citra Menggunakan Algoritme K-MEANS., *Jurnal Terapan Teknologi Informasi*, vol. 2, no. 1, hal. 65–74, 2018.
- [7] Anggarwati, D., Nurdianawan, O., Ali, I. dan Kurnia, D., Penerapan Algoritma K-Means dalam Prediksi Penjualan Karoseri, *Journal Data Science dan Informatika*, vol. 1, no. 2, 2021.

- [8] Ariyanto, A., Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means untuk Klasifikasi Penyakit Infeksi Saliran Pernapasan Akut, *Journal Sitem Informasi dan Teknikogi*, vol. 4, no. 1, 2022.
- [9] Sriani, Triase dan Khairuna, Pendekomposisian Citra Digital Dengan Algoritma Dwt., *Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, vol. 1, 2018.
- [10] Utami, R.Z., Suksmadana, M.B. dan Kanata, B., Menentukan Luas Objek Citra Dengan Teknik Deteksi Tepi, vol. 2, no. 1, hal. 11–17, 2018.
- [11] Sinaga, A.S.R., Implementasi Teknik Threshoding Pada Segmentasi Citra Digital, *Jurnal Manik Penusa*, vol. 1, no. 2, 2017.
- [12] Febrianto, F.G., Implementasi Algoritme K-Means Sebagai Metode Segmentasi Citra Dalam Identifikasi Penyakit Daun Jeruk., 2018.
- [13] Sugiyono dan Dionta, emodelan Pengolahan Citra Klasifikasi Jenis Mangga Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor, *Journal Sains dan Teknologi Saintek*, vol. 5, no. 1, 2023.
- [14] Hutagalung, S.N., Pembelajaran Fisika Dasar Dan Elektronika Dasar Menggunakan Aplikasi Matlab Metode Simulink, *JournalofScienceandSocialResearch*, vol. 1, no. 3, hal. 30–35, 2018.
- [15] Dalimunthe, A., Deteksi Kematangan Buah Manggis Berdasarkan Fitur Warna Cira Kulit Menggunakan Metode Tansformasi Ruang Warna HSV, 2021.