

Implementasi Metode K-Means Clustering Terhadap Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Kelapa Sawit

Muhammad Ikhsan Al-Arafi¹, Ahmad Syarif², Edo Permata³, Sandra Yulihartati⁴,
Rini Sovia⁵

^{1,2,3,4,5} Universitas Putra Indonesia “YPTK” Padang, Indonesia

E-mail: 15juni1996@gmail.com¹, ahmadsyarif.skom@gmail.com²,

edopermata223@gmail.com³, sandrayulihartati@gmail.com⁴,

rini_sovia@upiypk.ac.id⁵

Abstract

Oil palm is a key commodity in the vegetable oil industry, and the ripeness level of oil palm fruit significantly affects the quality of the produced oil. Manual identification of fruit ripeness is often inaccurate and time-consuming. Therefore, this study aims to implement the K-Means Clustering method to classify oil palm fruit based on its ripeness level. The K-Means Clustering method is used to group oil palm fruits into several categories based on color, texture, and size features. Image processing techniques are applied to extract relevant features from oil palm fruit images. The K-Means algorithm is then utilized to form optimal ripeness clusters. The Clustering effectiveness is evaluated using the Silhouette Score and Davies-Bouldin Index methods. The results show that the K-Means Clustering method can classify oil palm fruit with relatively high accuracy compared to conventional methods. This implementation is expected to assist the palm oil industry in improving efficiency and oil quality by providing a more accurate and automated ripeness identification process.

Keywords: K-Means Clustering, Oil Palm, Ripeness Identification, Image Processing

Abstrak

Kelapa sawit merupakan komoditas utama dalam industri minyak nabati, dan tingkat kematangan buah kelapa sawit sangat berpengaruh terhadap kualitas minyak yang dihasilkan. Identifikasi tingkat kematangan buah secara manual sering kali kurang akurat dan membutuhkan waktu yang lama. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode K-Means Clustering dalam mengelompokkan buah kelapa sawit berdasarkan tingkat kematangannya. Metode K-Means Clustering digunakan untuk mengelompokkan buah kelapa sawit ke dalam beberapa kategori berdasarkan fitur warna, tekstur, dan ukuran. Data citra buah kelapa sawit diolah menggunakan teknik pemrosesan citra untuk mengekstrak fitur yang relevan. Selanjutnya, algoritma K-Means diterapkan untuk membentuk klaster kematangan yang optimal. Evaluasi dilakukan menggunakan metode Silhouette Score dan Davies-Bouldin Index untuk mengukur efektivitas Clustering yang dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode K-Means Clustering mampu mengelompokkan buah kelapa sawit dengan akurasi yang cukup tinggi dibandingkan dengan metode konvensional. Implementasi ini diharapkan dapat membantu industri kelapa sawit dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi minyak sawit melalui identifikasi kematangan buah yang lebih akurat dan otomatis.

Kata Kunci: K-Means Clustering, Kelapa Sawit, Identifikasi Kematangan, Pemrosesan Citra

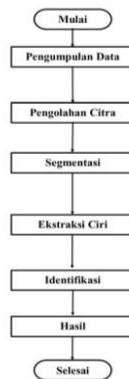
1. Pendahuluan

Kelapa sawit merupakan salah satu produk unggulan Indonesia pada sektor pertanian yang menjadi sumber devisa terbesar di Indonesia. Kelapa sawit sebagai sumber utama minyak nabati yang mempunyai potensi cukup besar dalam upaya peningkatan perekonomian dan taraf hidup bagi masyarakat [1].

Dalam era modern, data menjadi elemen yang sangat berharga dan pengelolaannya yang efektif menjadi kunci dalam berbagai bidang, mulai dari bisnis, kesehatan, industri manufaktur, hingga e-commerce. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam analisis data adalah *K-Means Clustering*, sebuah metode pengelompokan data yang bekerja dengan membagi dataset ke dalam beberapa kelompok atau kluster berdasarkan karakteristik tertentu. Metode ini dikenal karena kesederhanaannya, efisiensi komputasi, serta kemampuannya untuk menangani berbagai jenis data, baik yang bersifat numerik maupun visual [2]. Algoritma *K-Means Clustering* merupakan teknik *cluster* berbasis jarak yang berusaha mempartisi data kedalam beberapa *cluster* [3]. Pendekatan ini membagi data ke dalam kelompok berdasarkan sifat yang dimiliki oleh setiap data. Data yang memiliki sifat serupa akan dikelompokkan ke dalam satu kelompok, sementara data dengan sifat yang berbeda akan dimasukkan ke dalam kelompok yang lain. Penelitian ini bertujuan untuk Implementasi Metode *K-Means Clustering* Terhadap Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Kelapa Sawit dengan menggunakan tool Matlab R2023b.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode *K-Means Clustering*, dimana dengan menerapkan metode ini dapat mengetahui berapa nilai yang didapat dari Ekstraksi Ciri buah kelapa sawit.



Gambar 1. Langkah Penelitian

2.1. Pengumpulan Data

Peneliti melakukan pengumpulan data dengan mencari buah kelapa sawit yang brondolan dan dilakukan pengambilan gambar menggunakan kamera iphone selanjutnya dilakukan pengolahan citra menggunakan tool Matlab R2023b.



Gambar 2. Brondolan Buah Kelapa Sawit

2.2. Pengolahan Citra

Pengolahan citra digital adalah proses mengolah data gambar digital untuk mengekstrak informasi citra dan meningkatkan kualitas citra, sehingga informasi tertentu bisa diperoleh dengan lebih jelas. Pada dasarnya, pengolahan citra digital melibatkan representasi gambar dalam bentuk matriks yang terdiri dari piksel, dan pengolahan dilakukan melalui berbagai teknik berdasarkan nilai piksel tersebut. Teknik-teknik ini meliputi segmentasi untuk memisahkan objek dari latar belakang, operasi morfologi untuk memperbaiki hasil segmentasi, serta ekstraksi fitur guna memperoleh karakteristik objek yang berguna bagi analisis lebih lanjut[4].

2.3. Segmentasi

Segmentasi merupakan teknik analisis data yang sangat penting dalam berbagai konteks, yang berfungsi untuk mengelompokkan data ke dalam kategori yang lebih kecil dan homogen, yang pada gilirannya membantu dalam mengidentifikasi pola, mengurangi redundansi, dan meningkatkan efisiensi pengambilan Keputusan. Namun, segmentasi yang dilakukan secara manual sering kali memakan waktu, membutuhkan sumber daya yang besar, dan rentan terhadap kesalahan manusia. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan adalah segmentasi data, yang bertujuan untuk mengelompokkan data ke dalam kategori tertentu berdasarkan karakteristiknya[5].

2.4. Metode K-Means Clustering

K-Means *Clustering* merupakan metode klasterisasi yang sering digunakan diberbagai bidang karena penggunaannya sederhana, mudah untuk diimplementasikan, mampu untuk mengkluster data yang besar [6]. Metode ini digunakan secara luas di berbagai bidang seperti penggalian data, analisis statistik, dan aplikasi bisnis lainnya. K-Means adalah salah satu teknik pengelompokan yang tidak bersifat hierarki, yang berusaha membagi data yang ada ke dalam satu atau lebih kelompok. Metode ini mempartisi data ke dalam *cluster* sehingga data yang memiliki karakteristik yang sama dikelompokkan ke dalam satu *cluster* yang sama [7].

Clustering menggunakan algoritma K-Means setelah proses sebelumnya dilakukan yaitu pra poses data, tahapan berikutnya data akan di *cluster* menggunakan algoritma K-Means.

- a) Dalam pemilihan pusat *cluster* ada berbagai cara namun kali ini dilakukan dengan cara pengambilan *cluster* awal secara random.
- b) Setelah pusat *cluster* awal ditentukan, tempatkan setiap data dengan *cluster* terdekat. Kedekatan antara data ke suatu *cluster* diperlukan perhitungan jarak setiap data terhadap pusat *cluster*. Jarak terdekat tersebut akan menjadi faktor penentu dalam menentukan data mana yang akan masuk ke dalam *cluster*. Untuk menghitung jarak dalam penelitian ini, digunakan rumus Euclidean. Euclidean sendiri merupakan suatu metode pencarian kedekatan nilai jarak dari 2 buah variable.

$$D_{ik} = \sqrt{\sum_j^M (x_{ij} - c_{kj})^2} \quad (1)$$

Keterangan :

D_{ik} = titik, dokumen/jarak data ke-I;

M = jumlah *variable*;

X_{ij} = data yang akan di *cluster*kan;

C_{kj} = pusat dari *cluster*.

- c) Setelah menghitung jarak, langkah berikutnya adalah menghitung *centroid* baru. Ini dilakukan dengan mengambil nilai rata-rata dari semua data dalam sel *cluster* yang spesifik. Adapun rumus yang dapat digunakan untuk menentukan *centroid* baru yaitu:

$$V_{ij} = \frac{1}{N_i} \sum_{k=0}^{N_i} X_{kj} \quad (2)$$

Berikut merupakan rumus penentu *centroid* baru :

Keterangan:

V_{ij} = *centroid*/ rata-rata *cluster* ke- i untuk variabel ke- j ;

N_i = jumlah data yang menjadi anggota *cluster* ke- i ;

i, k = indeks dari *cluster*;

J = indeks dari *variable*;

X_{kj} = nilai data ke- k didalam *cluster* tersebut untuk variabel ke- j .

- d) Jika terdapat perubahan dalam perhitungan kelompok data hasil, maka lakukan pengulangan untuk setiap data menggunakan *centroid* yang baru. Cara yang digunakan sama seperti langkah b hingga c apabila perhitungan kelompok data hasil tidak berubah, maka proses pengelompokan dapat dianggap selesai.
- e) Pada tahapan selanjutnya dilakukan perhitungan nilai SSE (Sum Square Error). Jumlah *cluster* dan data yang sudah dikelompokkan dalam *cluster* dapat mempengaruhi nilai SSE. Dalam penilaian SSE dimana semakin kecil nilai SSE hasil *Clustering* semakin bagus [8].

2.5. Ekstraksi Ciri

Tahapan ini adalah tahapan dimana akan diidentifikasi ciri/karakter pembeda agar objek dapat dibedakan dengan objek yang lain. Ciri yang telah terekstraksi selanjutnya digunakan untuk parameter ataupun nilai masukan pada tahapan klasifikasi. Satu diantara karakter objek yang dapat diidentifikasi adalah fitur bentuk. Dalam mengekstraksi ciri bentuk digunakan parameter metric dan eccentricity. Parameter metric didapatkan dari nilai perbandingan antara luas dan keliling pada sebuah objek. Sedangkan parameter eccentricity didapatkan dari nilai perbandingan antara jarak fokus elips minor dan fokus elips mayor pada sebuah objek. Nilai metric dan eccentricity dapat dihitung melalui rumus (3) berikut [9]:

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

$$M = \frac{4\pi \times A}{C} \quad (3)$$

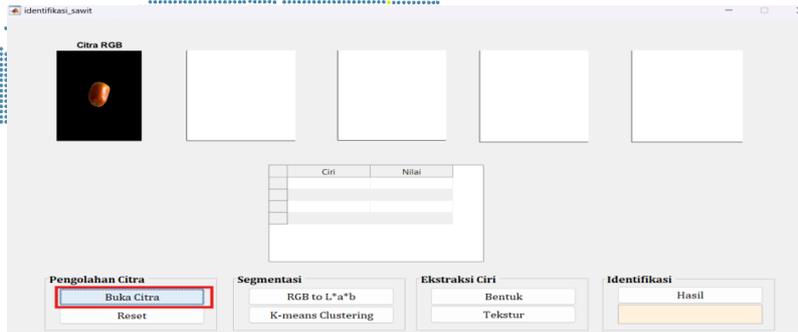
dimana a merupakan sumbu minor, sedangkan b merupakan sumbu mayor. Untuk notasi A menunjukkan luas sedangkan C menunjukkan keliling.

2.6. Identifikasi

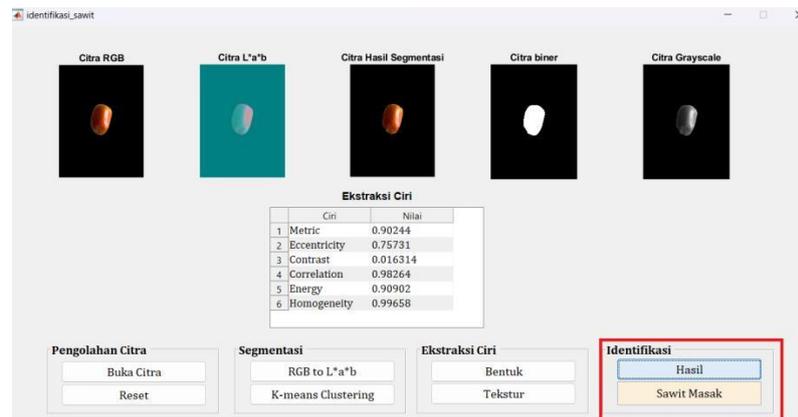
Studi tentang pengenalan dalam gambar telah ada sejak lama, salah satunya dengan cara membedakan tekstur yang ada dalam gambar tersebut. Tekstur pada gambar bisa dicirikan oleh kepadatan, keteraturan, keseragaman, dan kekasaran. Karena komputer tidak mampu mengenali tekstur dengan cara yang sama seperti manusia, analisis tekstur ini digunakan untuk mengidentifikasi pola dalam gambar digital. Analisis tekstur akan menghasilkan nilai dari ciri atau karakteristik tekstur yang kemudian dapat diolah komputer untuk proses klasifikasi [10].

3. Hasil dan Pembahasan

Pada tahapan ini proses awal yang dilakukan yaitu memasukkan gambar dari buah sawit yang akan di segmentasi menggunakan metode K-Means *Clustering* pada tombol buka citra:



Gambar 3. Input Gambar Buah Kelapa Sawit Untuk Proses Segmentasi

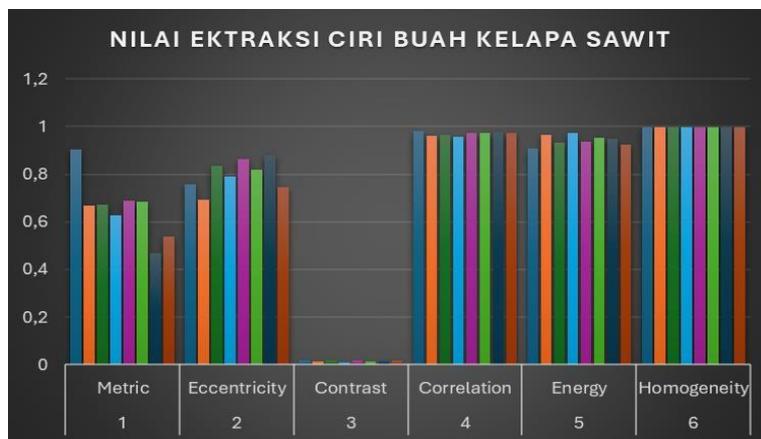


Gambar 4. Input Gambar Buah Kelapa Sawit Untuk Proses Segmentasi

Tabel 1. Hasil Ekstraksi Ciri Buah Kelapa Sawit

No	Gambar	Nilai Ekstraksi Ciri		Hasil
		Ciri	Nilai	
1		Metric	0,90244	Sawit Masak
		Eccentricity	0,75731	
		Contrast	0,016314	
		Correlation	0,98264	
		Energy	0,90902	
		Homogeneity	0,99658	
2		Metric	0,66894	Sawit Mentah
		Eccentricity	0,69421	
		Contrast	0,011238	
		Correlation	0,96146	
		Energy	0,96524	
		Homogeneity	0,99769	
3		Metric	0,67279	Sawit Masak
		Eccentricity	0,83534	
		Contrast	0,01638	
		Correlation	0,96551	
		Energy	0,93406	
		Homogeneity	0,99708	
4		Metric	0,62636	Sawit Mentah
		Eccentricity	0,79148	
		Contrast	0,0091491	
		Correlation	0,95788	
		Energy	0,97348	
		Homogeneity	0,99801	
5		Metric	0,68633	Sawit Masak
		Eccentricity	0,86507	
		Contrast	0,015858	
		Correlation	0,97351	
		Energy	0,93705	
		Homogeneity	0,99699	

6		Metric	0,6834	Sawit Masak
		Eccentricity	0,81691	
		Contrast	0,014098	
		Correlation	0,97478	
		Energy	0,95204	
		Homogeneity	0,99809	
7		Metric	0,46945	Sawit Mentah
		Eccentricity	0,88095	
		Contrast	0,015895	
		Correlation	0,97708	
		Energy	0,94717	
		Homogeneity	0,99693	
8		Metric	0,53686	Sawit Mentah
		Eccentricity	0,74459	
		Contrast	0,015943	
		Correlation	0,97393	
		Energy	0,92595	
		Homogeneity	0,99721	



Grafik 5. Nilai Ekstraksi Ciri Buah Kelapa Sawit

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Kelapa Sawit menggunakan metode K-Means *Clustering* dan tool MatLab R2023b, maka diperoleh kesimpulan bahwa proses identifikasi kematangan buah kelapa sawit menggunakan metode K-Means *Clustering* ini mampu mengenali objek citra buah kelapa sawit berdasarkan tingkat kematangan yaitu sawit mentah dan sawit masak. Hasil identifikasi kematangan buah kelapa sawit dengan Algoritma K-Means *Clustering* diperoleh tingkat keakuratan untuk data uji sebesar 95 %. Penelitian ini hanya berfokus pada Identifikasi Kematangan Buah Kelapa Sawit, sehingga studi lanjutan dapat mengeksplorasi objek lainnya seperti buah papaya, buah jeruk, dan buah lainnya untuk mendapatkan perspektif yang lebih luas.

Daftar Pustaka

- [1] B. S. Optis, "Prediksi Tingkat Kematangan Tandan Buah Segar (Tbs) Kelapa Sawit Berbasis Sifat Optis," Vol. 29, No. 1. Pp. 354–360, 2025.
- [2] T. Hidayat, S. Data, U. N. Mandiri, J. Timur, C. Biner, And P. Signal-To-, "Identifikasi Morfologi Citra Daging Menggunakan Teknik Pengolahan Citra Digital," Vol. 9, No. 1, Pp. 1580–1586, 2025.
- [3] S. Ikmi, C. Jl, P. No, And M. Kota, "Algoritma K-Means Untuk Peningkatan Model Segmentasi Data Aset Tetap Pada Pt . Xyz," Vol. 13, No. 1, Pp. 1370–1377, 2025.
- [4] M. A. Akbar, F. Fatimah, And J. Jaenudin, "Penerapan Data Mining Untuk

- Pengelompokan Posisi Pemain Sepak Bola Menggunakan Algoritma K-Means Clustering,” *Semnati*, Vol. X, No.X, No. X, Pp. 1–5, 2019.
- [5] Daniel Pradipta Hidayatullah, Retno Indah Rokhmawati, And Andi Reza Perdanakusuma, “Analisis Pemetaan Pelanggan Potensial Menggunakan Algoritma K- Means Dan Lrfm Model Untuk Mendukung Strategi Pengelolaan Pelanggan (Studi Pada Maninjau Center Kota Malang),” *J. Pengemb. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput.*, Vol. 2, No. 8, Pp. 2046–2451, 2018.
- [6] N. Ahsina, F. Fatimah, And F. Rachmawati, “Analisis Segmentasi Pelanggan Bank Berdasarkan Pengambilan Kredit Dengan Menggunakan Metode K-Means Clustering,” *J. Ilm. Teknol. Infomasi Terap.*, Vol. 8, No. 3, 2022, Doi: 10.33197/Jitter.Vol8.Iss3.2022.883.
- [7] A. Herdiansah, R. I. Borman, D. Numaningsih, A. A. J. Sinlae, And R. R. Al Hakim, “Klasifikasi Citra Daun Herbal Dengan Menggunakan Backpropagation Neural Networks Berdasarkan Ekstraksi Ciri Bentuk,” *Jurikom (Jurnal Ris. Komputer)*, Vol. 9, No. 2, P. 388, 2022, Doi: 10.30865/Jurikom.V9i2.4066.
- [8] R. Rahmadewi, E. Purwanti, And V. Efelina, “Identifikasi Jenis Tumbuhan Menggunakan Citra Daun Berbasis Jaringan Saraf Tiruan (Artificial Neural Networks),” *J. Media Elektro*, Vol. Vii, No. 2, Pp. 38–43, 2018, Doi: 10.35508/Jme.V0i0.427.