

# Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Pinang Menggunakan *K-Nearest Neighbor* Berdasarkan Fitur Tekstur dan Warna

## *Identification of the Ripeness Level of Areca Fruit Using K-Nearest Neighbor Based on Texture and Color Features*

Patricia G. Manek<sup>1)</sup>, Budiman Baso<sup>2)</sup>, Biandina Meidyani<sup>3)</sup>

<sup>1-2)</sup>Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Pertanian, Universitas Timor  
Jl. Km. 09, Kelurahan Sasi, Kecamatan Kota Kefamemanu, TTU, NTT, 85613.

<sup>3)</sup>Program D3 Manajemen informatika, Politeknik Negeri Banjarmasin  
Jl. Brig Jend. Hasan Basri, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan, 70124.

---

Riwayat: Copyright ©2022, JITU, Submitted: 28 Agustus 2022; Revised: 1 September 2022; Accepted: 2 September 2022; Published: 30 September 2022  
DOI 10.32938/jitu.v2i2.4205

---

**Abstract** - This research builds a system for identifying the maturity level of areca fruit based on digital image processing using texture and color features through the Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) and Color moments. The initial stage of the research is image pre-processing so that it can be processed to the next stage, namely feature extraction. Texture feature extraction was performed using the Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM), namely the correlation value and color feature extraction using Color moments, the mean value used in this study. Classification is done based on the features that have been extracted before. This study uses the *K-Nearest Neighbor* (KNN) classification method. Tests were carried out to determine the parameters that cause changes in the classification results with scenarios including determining the number of Neighbors in KNN. By using 1 Neighbors in the KNN classifier, the best accuracy is 86.36% in the process of identifying the maturity level of areca fruit. **Keywords** - Buah pinang, GCLM, Color moments, K-Nearest Neighbor.

**Abstrak** - Penelitian ini membangun sistem identifikasi tingkat kematangan buah pinang berbasis pengolahan citra digital dengan penggunaan fitur tekstur dan warna melalui Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) dan Color moments. Tahap awal penelitian adalah pre-processing citra untuk dapat diolah ke tahap selanjutnya yaitu ekstraksi fitur. Ekstraksi fitur tekstur dilakukan dengan Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) yaitu nilai correlation dan ekstraksi fitur warna dengan Color moments yaitu nilai mean digunakan pada penelitian ini. Klasifikasi dilakukan berdasarkan fitur yang telah diekstraksi sebelumnya. Penelitian ini menggunakan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbor* (KNN). Pengujian dilakukan untuk mengetahui parameter yang menyebabkan perubahan dalam hasil klasifikasi dengan skenario meliputi

penentuan jumlah Neighbors pada KNN. Dengan menggunakan 1 Neighbors pada KNN classifier memperoleh akurasi terbaik sebesar 86,36% pada proses identifikasi tingkat kematangan buah pinang. **Kata kunci** – Buah pinang, GCLM, Color moments, K-Nearest Neighbor.

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pinang merupakan sejenis buah yang berasal dari pohon pinang "*Areca catechu*", yang tumbuh di daerah tropis Asia dan Pasifik. Buah pinang memiliki kulit yang keras, dengan biji di dalamnya yang dapat dikunyah setelah dikupas. Biasanya, buah pinang dikonsumsi sebagai salah satu bahan campuran dalam sirih, yang biasa digunakan sebagai tradisi di beberapa negara di Asia dan Pasifik, terutama dalam kegiatan sosial seperti acara pernikahan dan upacara adat.

Buah pinang memiliki peran penting dalam budaya Timor, sebuah pulau di Indonesia yang terbagi menjadi dua wilayah yaitu Timor Barat dan Timor Timur. Di Timor, buah pinang umumnya dikonsumsi dengan cara dikunyah bersama dengan daun sirih dan kapur. Tradisi mengunyah pinang ini disebut sebagai "*manufahi*" di Timor Barat dan "*suai*" di Timor Timur. Selain sebagai sebuah tradisi sosial, pengunyahan pinang juga dianggap sebagai tanda kebersamaan dan persatuan di antara masyarakat Timor. Dalam acara-acara adat, buah pinang sering digunakan sebagai bagian dari ritual atau sebagai tanda penghormatan kepada tamu penting [1], [2]. Selain itu, buah pinang juga memiliki nilai ekonomis yang tinggi di Timor, di mana beberapa masyarakat di pedesaan mengandalkan penjualan buah pinang sebagai sumber penghasilan mereka.

Dalam dunia pertanian buah pinang mempunyai ciri tersendiri yaitu warna kulit. Untuk kulit pinang berwarna hijau adalah pinang mentah, dan untuk kulit yang berwarna kekuningan adalah pinang matang [3]. Pada penelitian ini, membangun aplikasi berbasis pengolahan

---

<sup>\*</sup>) Penulis korespondensi (Patricia G. Manek)  
Email: patricia@gmail.com

citra yang berfungsi untuk mengidentifikasi kematangan buah pinang dengan mengimplementasi algoritma KNN berdasarkan fitur tekstur dan warna.

Penelitian sebelumnya yang melakukan identifikasi kematangan buah dilakukan oleh Haba dkk (2020), berdasarkan fitur tekstur dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* kematangan buah naga diidentifikasi, fitur tekstur dari citra buah naga diekstrak dengan menggunakan metode GLCM dengan nilai fitur/ciri tiap piksel pada citra buah naga yang digunakan adalah *contrast, correlation, energy, entropy* dan *homogeneity*. Sistem ini dapat mengidentifikasi apakah buah naga yang diperoleh sudah matang atau belum. Peneliti menggunakan  $K=3$  sebagai jumlah tetangga terdekat yang akan digunakan untuk menghitung jarak, yang akan digunakan untuk melakukan identifikasi [4].

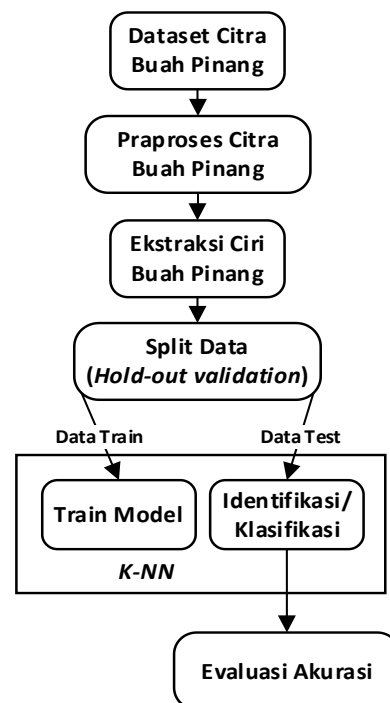
Himmah dkk (2020), pada penelitiannya menggunakan metode *K-means clustering* berdasarkan fitur warna RGB dan HSV dalam melakukan identifikasi kematangan buah kelapa sawit, Hasil penelitian mampu membedakan tingkat kematangan buah kelapa sawit yaitu mentah, cukup matang, dan matang dengan tingkat keakuratan total pada data uji dan data latih sebesar 64.58% [5]. Penggunaan metode GCLM dan *Color Moment* untuk fitur ekstraksi dengan *K\*Tree* sebagai *classifier* dalam proses klasifikasi penyakit daun anggur dilakukan oleh Simanjuntak dkk (2022), pengujian menggunakan 250 citra daun anggur yang diperoleh dari Dataset *Kaggle*, dimana 150 citra digunakan sebagai data latih dan 100 citra sebagai data uji. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata akurasi dari klasifikasi adalah 87.5%, rata-rata presisi adalah 74.8%, rata-rata recall adalah 75% dan rata-rata error adalah 12.5% [6].

Penelitian oleh Dewi dkk (2020), membangun sistem identifikasi penyakit pada daun tebu melalui identifikasi citra digital daun dengan pemilihan fitur tekstur dan warna melalui *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) dan *Color moments*. Tahap awal penelitian adalah pengumpulan data citra daun tebu berpenyakit dari survei lapangan. Tahap selanjutnya adalah *pre-processing* citra untuk dapat diolah ke tahap selanjutnya yaitu ekstraksi fitur. Ekstraksi fitur tekstur dilakukan dengan *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) dan ekstraksi fitur warna dengan *Color moments*. Klasifikasi dilakukan berdasarkan fitur yang telah diekstraksi sebelumnya. Penelitian ini menggunakan metode klasifikasi *Support Vector Machine* (SVM). Kombinasi fitur tekstur dengan GLCM dan fitur warna dengan *Color moments* direkomendasikan untuk identifikasi penyakit pada daun tebu dengan akurasi 97% [7].

Berdasarkan paparan masalah mengenai kebutuhan identifikasi tingkat kematangan pada buah pinang melalui analisis citra digital, penelitian ini membentuk metode identifikasi tingkat kematangan pada buah pinang. Fitur tekstur dengan *Gray Level Co-Occurrence Matrix* dan fitur warna dengan *Color moments* yang dipadukan dengan metode klasifikasi K-NN diharapkan mampu mengidentifikasi tingkat kematangan pada buah pinang dengan baik.

## II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan dalam membangun sistem identifikasi tingkat kematangan buah pinang berbasis pengolahan citra digital. Tahap awal penelitian adalah *pre-processing* citra untuk dapat diolah ke tahap selanjutnya yaitu ekstraksi fitur. Ekstraksi fitur tekstur dilakukan dengan metode *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) dan ekstraksi fitur warna dengan metode *Color moments*. Klasifikasi dilakukan berdasarkan fitur yang telah diekstraksi sebelumnya. Penelitian ini menggunakan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbor* (KNN).



Gambar 1. Diagram alur kerja sistem

### A. Data

Pada penelitian ini data yang digunakan yaitu citra buah pinang berformat .JPG dengan kondisi objek pada citra yaitu kulit pinang berwarna hijau adalah pinang mentah, dan untuk kulit yang berwarna kekuningan adalah pinang matang. Dataset sebanyak 90 citra buah pinang, contoh data citra buah pinang dapat dilihat pada Gambar 2 berikut;



(a) (b)  
Gambar 2. Buah pinang, (a) Mentah (b) Matang.

## B. Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur citra adalah proses pengambilan informasi atau karakteristik penting dari citra untuk digunakan dalam analisis atau pengolahan lebih lanjut. Ekstraksi fitur berfungsi sebagai pendeteksi ciri dari suatu citra. Ciri dapat digunakan untuk membedakan objek satu dengan objek lainnya. Diantaranya ciri warna, tekstur, geometri, ukuran, dan bentuk [8]. Pada penelitian ini fitur digunakan untuk proses klasifikasi/ identifikasi kematangan buah pinang, fitur yang digunakan berupa fitur berbasis tekstur dan warna. Fitur tekstur diperoleh dengan metode GLM pada penelitian ini menggunakan nilai *correlation*, sedangkan untuk mendapatkan fitur warna dengan metode *Color moment* menggunakan nilai *mean* pada setiap *channel* RGB. Fitur warna berupa nilai *mean* dan fitur tekstur berupa nilai *correlation* pada citra buah pinang disajikan pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Fitur Warna dan GCLM citra buah pinang

No	Citra Buah Pinang	Fitur Warna			GLCM
		Mean R	Mean G	Mean B	Correlation
1	Mentah 80	93.8043	120.861	94.6878	0.931121
2	Mentah 81	92.5665	115.711	91.5569	0.933454
3	Matang 6	166.611	105.830	65.7270	0.868303
4	Matang 7	163.970	102.537	41.3047	0.895442

GCLM (*Gray-Level Co-occurrence Matrix*) adalah suatu metode ekstraksi fitur citra yang digunakan untuk mengekstraksi informasi tekstur dari citra. Metode ini didasarkan pada matriks kemunculan bersama (*co-occurrence matrix*) dari nilai intensitas piksel dalam citra *grayscale* [9]. GCLM bekerja dengan membandingkan intensitas piksel dalam citra *grayscale* pada jarak dan arah tertentu. GCLM menghasilkan matriks kemunculan bersama dari pasangan intensitas piksel yang muncul bersama-sama pada jarak dan arah tertentu [10]. Matriks ini menggambarkan seberapa sering suatu pasangan intensitas piksel muncul bersama pada citra.

Setelah matriks kemunculan bersama dihasilkan, beberapa fitur dapat diekstraksi dari matriks ini, seperti *contrast*, *correlation*, *energy*, *entropy* dan *homogeneity* [11]. Sesuai ujicoba, nilai fitur *correlation* yang digunakan pada penelitian ini, *correlation* menggambarkan hubungan linear antara nilai intensitas piksel pada jarak dan arah tertentu. Menghitung nilai *correlation* dapat menggunakan persamaan 1;

$$Correlation = \sum_i \sum_j \frac{(i-\mu_i)(j-\mu_j) p(i,j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (1)$$

*Color moment* adalah teknik ekstraksi fitur citra yang digunakan untuk menggambarkan statistik distribusi warna dalam citra. Teknik ini dapat digunakan untuk mengekstraksi informasi warna dari citra dan membedakan citra berdasarkan warna [12], [13].

*Color moment* dapat dihitung dengan menggunakan momen statistik dari distribusi warna dalam citra. Momennya dapat berupa momen spasial (yang mencerminkan letak piksel dalam citra) atau momen frekuensi (yang mencerminkan karakteristik spektral dari

citra) [14]. Ada tiga momen utama dalam *Color moment* yaitu *mean*, *variance*, dan *skewness* [15]. Pada penelitian ini hanya menggunakan satu momen yaitu *mean*. Nilai *mean* adalah nilai rata-rata intensitas warna dalam citra, yang mencerminkan warna dominan dalam citra [16]. nilai *mean* diperoleh menggunakan persamaan 2 berikut;

$$\mu_c = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N p_i^c \quad (2)$$

Dimana  $\mu$  adalah momen,  $c$  adalah komponen warna,  $p_j^i$  adalah *pixel* ( $i,j$ ) pada komponen  $c$ ,  $M$  merupakan tinggi citra,  $N$  merupakan lebar citra.

## C. KNN (*K-Nearest Neighbor*)

Metode KNN (*K-Nearest Neighbor*) adalah salah satu algoritma pembelajaran mesin (*machine learning*) yang digunakan untuk klasifikasi dan regresi [17], [18]. Metode ini bekerja dengan mencari *k-nearest neighbor* (tetangga terdekat) dari sebuah titik data yang baru, kemudian mengambil label (kelas) dari mayoritas tetangga terdekat tersebut sebagai prediksi label dari titik data yang baru [19], [20].

Secara sederhana, langkah-langkah yang dilakukan dalam metode KNN adalah sebagai berikut:

1. Tentukan nilai K (jumlah tetangga terdekat yang akan diambil),
2. Hitung jarak antara titik data yang baru dengan semua titik data pada dataset,
3. Pilih K titik data dengan jarak terdekat dengan titik data yang baru,
4. Tentukan kelas mayoritas dari K titik data tersebut sebagai label (kelas) dari titik data yang baru.

Perhitungan jarak pada algoritma *K-Nearest Neighbor* menggunakan metrik jarak *Euclidean* pada penelitian ini. Persamaan berikut merupakan metrik jarak *Euclidean* (3);

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (3)$$

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, identifikasi tingkat kematangan buah pinang berbasis pengolahan citra digital menggunakan metode KNN sebagai *classifier*, sedangkan fitur tekstur diperoleh dengan metode GLM pada penelitian ini menggunakan nilai *Correlation*, sedangkan fitur warna menggunakan metode *Color moment* dengan nilai *mean* pada setiap *channel* RGB digunakan pada penelitian ini. Hasil dari identifikasi yang didapatkan kemudian dilakukan evaluasi hasil dengan menggunakan akurasi.

Akurasi adalah salah satu ukuran evaluasi performa model dalam pembelajaran mesin (*machine learning*) yang digunakan untuk mengukur seberapa akurat model dalam memprediksi label (kelas) dari data yang baru. Akurasi dinyatakan sebagai persentase dari jumlah prediksi yang benar dari total jumlah prediksi yang dilakukan [21], [22]. Secara matematis, akurasi dapat dinyatakan sebagai:



$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah prediksi yang benar}}{\text{Jumlah total prediksi}} \quad (4)$$

**Tabel 2.** Hasil Pengujian

No	Number Neighbors	Akurasi
1	K 1	86.36 %
2	K 3	68.18 %
3	K 5	81.81 %
4	K 7	81.81 %
5	K 9	77.27 %

Dari hasil uji coba yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2, hasil identifikasi tingkat kematangan buah pinang dengan metode yang diusulkan memperoleh hasil akurasi terbaik sebesar 86.36%, dengan parameter yang diujicobakan adalah *number neighbors* nilai  $K = 1$  pada KNN classifier. Namun ketika diujicoba dengan parameter nilai  $K = 3$  pada KNN classifier, hasil akurasi menurun menjadi 68.18% merupakan akurasi terendah pada penelitian ini. Untuk penggunaan nilai  $K = 5$  dan  $7$  mendapatkan hasil akurasi yang sama yaitu sebesar 81.81%, Sedangkan penggunaan nilai  $K = 9$  mendapatkan hasil akurasi 77.27%.

#### IV. KESIMPULAN

Pada penelitian ini, kinerja algoritma KNN dengan menggunakan fitur tekstur yaitu nilai *correlation* dari GLCM dan fitur warna yaitu nilai *mean* dari metode *Color moment* memberikan hasil terbaik, dengan menggunakan *1 neighbors* pada KNN classifier memperoleh akurasi terbaik sebesar 86,36% pada proses identifikasi tingkat kematangan buah pinang. Pada penelitian selanjutnya, perbaikan citra dapat ditambahkan sebelum ekstraksi fitur dilakukan dalam proses identifikasi tingkat kematangan buah pinang.

#### DAFTAR PUSTAKA

[1] H. Nayuf, "Tradisi Makan Sirih Pinang Sebagai Model Moderasi Beragama Berbasis Kearifan Lokal Di Kelurahan Niki-Niki, Kabupaten Timor Tengah Selatan – Ntt," *Harmoni*, vol. 21, no. 2, pp. 166–183, 2022, doi: 10.32488/harmoni.v21i2.591.

[2] D. G. Kamengon, J. D. Engel, and W. Kristinawati, "Oku Mama: Tanda Pemaafan Yang Berbasis Kearifan Lokal Timor," *J. Ilmu Sos. dan Hum.*, vol. 9, no. 2, p. 289, 2020, doi: 10.23887/jish-undiksha.v9i2.22331.

[3] S. Ndala, A. J. Santoso, and Suyoto, "Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Pinang Menggunakan Backpropagation dan Transformasi Ruang Warna," *J. Ilmu Tek. Elektro Komput. dan Inform.*, vol. 4, pp. 129–135, 2018.

[4] A. R. K. Haba and H. Husdi, "Sistem Cerdas dalam Mengidentifikasi Kematangan Buah Naga Berdasarkan Fitur Tekstur dengan Metode K-Nearest Neighbor," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 12, no. 3, pp. 225–232, 2020, doi: 10.33096/ilkom.v12i3.665.225-232.

[5] E. F. Himmah, M. Widyaningsih, and M.

Maysaroh, "Identifikasi Kematangan Buah Kelapa Sawit Berdasarkan Warna RGB Dan HSV Menggunakan Metode K-Means Clustering," *J. Sains dan Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 193–202, 2020, doi: 10.34128/jsi.v6i2.242.

[6] S. S. Simanjuntak, H. Sinaga, K. Telaumbanua, and A. Andri, "Klasifikasi Penyakit Daun Anggur Menggunakan Metode GLCM, Color Moment dan K\*Tree," *J. SIFO Mikroskil*, vol. 21, no. 2, pp. 93–104, 2021, doi: 10.55601/jsm.v21i2.754.

[7] R. K. Dewi and R. V. H. Ginardi, "Identifikasi Penyakit pada Daun Tebu dengan Gray Level Co-Occurrence Matrix dan Color Moments," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 2, p. 70, 2014, doi: 10.25126/jtiik.201412114.

[8] R. Harun, "Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Jambu Biji Menggunakan Fitur Ekstraksi GLCM dengan Metode KNN," *J. Nas. cosPhi*, vol. 5, no. 1, pp. 2597–9329, 2021.

[9] D. Tamara, M. H. Anam, W. S. Widari, and A. V. Falahudin, "Deteksi Keaslian Uang Kertas Berdasarkan Fitur Gray Level Co- Occurrence Matrix ( GLCM ) Menggunakan k-Nearest Neighbor," pp. 105–115, 2011.

[10] R. Widodo, A. W. Widodo, and A. Supriyanto, "Pemanfaatan Ciri Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) Citra Buah Jeruk Keprok (Citrus reticulata Blanco) untuk Klasifikasi Mutu," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 11, pp. 5769–5776, 2018.

[11] F. Agustina and Z. A. Ardiansyah, "Identifikasi Citra Daging Ayam Kampung dan Broiler Menggunakan Metode GLCM dan Klasifikasi-NN Image Identification of Local Chicken Meat and Broiler Chicken Meat Using GLCM Method and K-NN Classification," *25 J. Infokam*, vol. XVI, no. 1, 2020.

[12] I. P. Sari, "Perancangan dan Simulasi Deteksi Penyakit Tanaman Jagung Berbasis Pengolahan Citra Digital Menggunakan Metode Color Moments dan GLCM," *Semin. Nas. Inov. Dan Apl. Teknol. Di Ind.*, pp. 215–220, 2016.

[13] Y. Astutik, D. Widiyanto, and C. N. P. Dewi, "Klasifikasi Jenis Pasir Material Bangunan Menggunakan Metode Support Vector Machine (Svm) Berdasarkan Ekstraksi Ciri Tekstur Dan Warna," *Pros. Semin. Nas. Mhs. Bid. Ilmu Komput. dan Apl.*, vol. 3, no. 2, pp. 914–924, 2022.

[14] A. Kurniasari, D. Erwanto, and P. N. Rahayu, "Ekstraksi Fitur Warna dan Tekstur Pada Kulit Katak Menggunakan Metode Momen Warna dan CCM," *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 9, no. 2, pp. 1–12, 2020, doi: 10.36055/setrum.v9i2.9379.

[15] A. Saragih and M. Sianturi, "Implementasi Metode Color Moment dan GLCM Untuk Mendeteksi Penyakit Tanaman Karet," *Inf. dan Teknol. Ilm.*, vol. 7, no. 2, pp. 145–151, 2020.

[16] 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, doi: 10.33795/jip.v8i3.949.
- [17] A. Salsabila, R. Yunita, and C. Rozikin, “Identifikasi Citra Jenis Bunga menggunakan Algoritma KNN dengan Ekstraksi Warna HSV dan Tekstur GLCM,” *Technomedia J.*, vol. 6, no. 1, pp. 124–137, 2021, doi: 10.33050/tmj.v6i1.1667.
- [18] Danar Putra Pamungkas, “Ekstraksi Citra menggunakan Metode GLCM dan KNN untuk Identifikasi Jenis Anggrek (Orchidaceae),” *Innov. Res. Informatics*, vol. 1, pp. 51–56, 2019.
- [19] A. Syarifah, A. A. Riadi, and A. Susanto, “Klasifikasi Tingkat Kematangan Jambu Bol Berbasis Pengolahan Citra Digital Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor,” *JIMP (Jurnal Inform. Merdeka Pasuruan)*, vol. 7, no. 1, pp. 27–35, 2022.
- [20] G. A. Noor, D. I. Mulyana, T. Informatika, S. Tinggi, I. Komputer, and C. Karya Informatika, “Optimasi Identifikasi Klasifikasi Nyamuk Aedes Aegypti Dalam Ekstraksi Fitur Glcm Dan Knn,” *J. Widya*, vol. 3, no. 2, pp. 169–179, 2022.
- [21] A. Prabowo, D. Erwanto, and P. N. Rahayu, “Klasifikasi Kesegaran Daging Sapi Menggunakan Metode Ekstraksi Tekstur GLCM dan KNN Freshness Classification of Beef Using GLCM Texture Extraction Method and KNN,” *Jec*, vol. 7, no. 1, 2021.
- [22] T. Y. Prahudaya and A. Harjoko, “Metode Klasifikasi Mutu Jambu Biji Menggunakan Knn Berdasarkan Fitur Warna Dan Tekstur,” *J. Teknosains*, vol. 6, no. 2, p. 113, 2017, doi: 10.22146/teknosains.26972.