

Klasifikasi Kualitas Buah Apel Berdasarkan Warna dan Bentuk Menggunakan Metode KNN

Cindy Suryanti¹, M.Ghofar Rohman²

^{1,2}Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Islam Lamongan

E-mail: ¹cindysuryanti@unisla.ac.id, ²m.ghofarrohman@unisla.ac.id

Corresponden Author: cindysuryanti@unisla.ac.id

Diterima Redaksi: 26 Agustus 2023 Revisi Akhir: 03 Februari 2023 Diterbitkan Online: 05 Februari 2024

Abstrak – Buah apel merupakan merupakan salah satu buah-buahan yang memiliki banyak penggemar dengan kandungan buah seperti tinggi serat, vitamin C, dan berbagai macam antioksidan. Satu buah apel diketahui mengandung 95 kalori, yang sebagian besarnya berasal dari kandungan karbohidrat di dalamnya. Pemilihan buah apel untuk dikonsumsi adalah buah dengan kualitas yang bagus yaitu tidak terlalu muda dan tidak busuk. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun sistem klasifikasi kualitas buah apel sehingga diketahui kelebihan dan kekurangan metode KNN dan untuk mengetahui tingkat akurasi metode KNN. Aplikasi ini menggunakan metode KNN dan menggunakan ekstraksi fitur meanR, meanG, meanB, standR, standG, standB, kontras, correlation, energy, homogeneity, perimeter, area, eccentricity. Pada penelitian ini untuk menentukan kualitas baik dan buruk, data seluruhnya ada 117 diantara lain data Training 74 dan testing 43 dan penelitian ini memiliki nilai akurasi tertinggi yaitu K5 dengan total sebesar 88.37%.

Kata Kunci — Buah apel, Klasifikasi KNN, Kualitas

Abstract – Apples are one of the fruits that have many fans with fruit content such as high fiber, vitamin C, and various kinds of antioxidants. One apple is known to contain 95 calories, most of which come from the carbohydrate content in it. The selection of apples for consumption is fruit with good quality, which is not too young and not rotten. The purpose of this research is to design and build a apple quality classification system so that the advantages and disadvantages of the KNN method are known and to determine the accuracy of the KNN method. This application uses the KNN method and uses feature extraction meanR, meanG, meanB, standR, standG, standB, contrast, correlation, energy, homogeneity, perimeter, area, eccentricity. In this study, to determine good and bad quality, there were 117 data in total, including training data 74 and testing 43 and this study had the highest accuracy value, namely K5 with a total of 88.37%.

Keywords — Apples, Classification KNN, Quality



1. PENDAHULUAN

Apel merupakan salah satu buah-buahan yang memiliki banyak penggemar dengan kandungan buah seperti tinggi serat, vitamin C, dan berbagai macam antioksidan[1]. Satu buah apel diketahui mengandung 95 kalori, yang sebagian besarnya berasal dari kandungan karbohidrat di dalamnya.[2] Apel tinggi kalori tetapi tidak mengandung lemak, sodium atau kolesterol. Karena 86% kandungan apel adalah air, buah ini juga tinggi air. Peminat buah apel ialah mulai dari kalangan anak-anak, remaja hingga dewasa karena rasanya yang manis dengan kandungan gizi yang banyak. Pemilihan buah apel untuk dikonsumsi adalah buah dengan kualitas yang bagus yaitu tidak terlalu muda dan tidak busuk. Untuk mengetahui dari kualitas buah apel tersebut perlu adanya klasifikasi yang dapat membedakan antara buah yang berkualitas baik dan buruk. Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN)[3][4] merupakan sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut[5][6]. K-Nearest Neighbor berdasarkan konsep 'learning by analogy'[7]. Data learning dideskripsikan dengan atribut numerik n-dimensi. Tiap data learning merepresentasikan sebuah titik, yang ditandai dengan c, dalam ruang n-dimensi [8][9].

Dengan metode KNN ini bisa digunakan untuk mengklasifikasikan kualitas buah apel, sehingga dapat membantu masyarakat untuk memilih buah apel dengan kualitas yang bagus. Dengan adanya klasifikasi Citra digital ini untuk memperoleh nilai apel yang sangat bagus harus melakukan ekstraksi ciri yaitu Training, testing dan akurasi. Dan jika jumlah ciri yang diekstraksi banyak maka nilai dari akurasinya semakin baik, terdapat ekstraksi ciri yang juga termasuk ekstraksi ciri buah apel yang menentukan kualitas buah apel baik dan buruk.

Untuk mengetahui tingkat kualitas buah apel yang baik berdasarkan kematangan yang akan diteliti berdasarkan warna dan bentuk ini menggunakan Citra digital. Adanya permasalahan diatas maka peneliti berkeinginan untuk mengklasifikasi tingkat kualitas buah apel yakni peneliti menggunakan metode K-NN (K-Nears Neighbor), agar mempermudah penelitian untuk menentukan kualitas buah apel menjadi apel dengan kualitas baik dan buruk. Apel mengandung metabolit sekunder lainnya. Secara umum, organisme membuat metabolit sekunder untuk melindungi diri dari lingkungan atau dari serangan makhluk lain. Molekul biosintetik ini berasal dari metabolit primer. Sebaliknya, senyawa yang dibuat organisme melalui metabolisme dasarnya dan digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan dikenal sebagai metabolit primer [10].

Ciri khasnya terletak pada warna kulit buah apel yang ada warna kemerahan meskipun sudah masak. Buahnya berbentuk agak bulat dengan lekukan di bagian ujung relatif dalam, buah ini berasal dari Negara Australia. [11] Apel adalah jenis buah tertentu yang muncul dalam berbagai warna, termasuk merah dan hijau. Nama ilmiah apel adalah *Malus domestica*. Genus *Malus* termasuk apel. Pusat keanekaragaman genus *Malus* sendiri terletak di sini. Menurut legenda, apel ini pertama kali dipetik dari ladang pertanian. Asal kata "apel" adalah kata Inggris Kuno "aepel." Enam jenis apel dikenal sejak Zaman Besi hingga zaman Romawi pada abad pertama Masehi. Menurut [12] Apel juga salah satu buah yang memiliki manfaat seperti mencegah penyakit, menyehatkan tubuh. Secara umum, mereka tidak memiliki tingkat ketelitian yang sama dengan manusia saat memilih apel dengan kematangan yang tepat, namun beberapa penjual apel masih belum bisa membedakannya. Orang memiliki persepsi yang berbeda ketika mengevaluasi. Juga, tidak semua orang memiliki selera warna yang baik.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahap Penelitian

Citra buah apel hijau atau *malus desmotica* yang didapatkan pada penelitian ini memiliki resolusi yang cukup besar sehingga dapat meningkatkan kompleksitas perhitungan. Maka perlu dilakukan resize kedalam ukuran tertentu untuk semua data. Selanjutnya dilakukan proses untuk mentransformasi warna citra dari berwarna (RGB) menjadi (*Grayscale*) lalu warna (*Biner*) [13], guna inputan untuk proses selanjutnya, berikut adalah contoh hasil gambarnya.



Gambar 1. (A) Citra Asli (B) Citra Grayscale (C) Citra Biner

Berikutnya adalah proses perancangan sistem dalam perancangan sebuah sistem, mengolah data dan bagian-bagian dari sistem memiliki beberapa mode operasi saling berhubungan untuk memproses input dan juga output untuk menghasilkan apa yang diinginkan oleh pengguna. Tujuan dari perencanaan sistem adalah untuk menjelaskan proses secara jelas kepada pengguna. Perancangan sistem ini didalamnya menggambarkan terjadinya proses-proses sistem di dalam sistem “klasifikasi Kualitas buah apel berdasarkan warna dan bentuk menggunakan metode KNN”.

2.2 Tinjauan Teori

A. Apel

Apel adalah buah yang termasuk golongan populer bagi para pecinta buah. Banyak orang menyukai rasa apel yang manis dan berair. Apel baik untuk mata dan kulit karena mengandung antioksidan yang alami. Buah apel ini digunakan untuk membuat cuka sari apel yang dapat digunakan untuk meremajakan sel-sel kulit. Dalam bentuk jus, apel memiliki khasiat yang sama pentingnya dengan jus bayam. Dalam hal ini, jus apel bisa menjadi minuman alternatif untuk mengatasi selulit [14]. Ciri khas buah apel terletak pada warna kulit buah apel yang ada warna kemerahan meskipun sudah masak. Buahnya berbentuk agak bulat dengan lekukan di bagian ujung relatif dalam, buah ini berasal dari Negara Australia[15].

B. Pengolahan Warna RGB

Merah, Hijau, dan Biru membentuk tiga komponen warna utama dari model warna RGB. Tidak ada elemen warna dalam satu warna yang jika digabungkan akan menghasilkan rona lain. Ekstraksi Ciri Pada Warna [16]. mengenali target dalam gambar dan kriteria yang digunakan untuk mengidentifikasi objek. Teknik mengekstraksi fitur dari suatu objek sehingga dapat digunakan untuk membandingkannya dengan objek lain dikenal sebagai ekstraksi karakteristik. Saat mendeskripsikan suatu objek, kualitas ini dapat digunakan suatu objek [17].

$$\begin{aligned} Red &= r + g + b \\ green &= g + r + b \\ blue &= b + r + g \end{aligned}$$

Keterangan:

- R = dikenal sebagai warna merah
- G = dikenal sebagai warna hijau
- B = dikenal sebagai warna biru
- r = jumlah nilai yang ada pada corak merah
- g = jumlah nilai yang ada pada corak hijau
- b = jumlah nilai yang ada pada corak biru

C. Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)

GLCM (Gray Level Co-Occurrence Matrix) [18] merupakan metode analisis statistik orde-kedua yang bertujuan untuk mengambil dan membentuk ciri berdasarkan tingkat keabuan dengan menghitung tingkat kekontrasan, granularitas dan kekasaran suatu daerah dari hubungan ketetanggaan antar piksel yang saling bertentangan [19].

$$contrast = \sum_i \sum_j j(i-j)^2 p(i, j) \dots\dots\dots (1)$$

$$COR = \sum_{i,j} \frac{(i-\mu_i)(j-\mu_j) p(i, j)}{\sigma_i \sigma_j} \dots\dots\dots (2)$$

$$Energi = \sum_i \sum_j \{p(i, j)\}^2 \dots\dots\dots (3)$$

$$Homogeneity = \sum_i \sum_j \frac{1}{1+(i+j)^2} p(i, j) \dots\dots\dots (4)$$

$$ENT_2 = \sum_i \sum_j p(i, j) \cdot \log p(i, j) \dots\dots\dots (5)$$

Dimana i, j merupakan koordinat piksel pada matrix GLCM, dan $P_{i,j}$ merupakan nilai piksel pada koordinat i, j GLCM matrix.

D. Biner

Karakteristik biner yang hanya hadir dalam warna hitam dan putih digunakan untuk mengombinasikan item yang memiliki kisi-kisi di bagian belakang. Satu-satunya angka dalam biner adalah 0 dan 1. Perbatasan, yang memiliki dua tanda peringatan hitam (B) dan dua putih (W), diwakili oleh angka 0 dan objek dengan nilai 1 Gambar dan Tabel [20].

$$Mean \mu = \sum_n f_n p(f) \dots\dots\dots (6)$$

$$Variance (\sigma^2) \sigma^2 = \sum_n (f_n - \mu)^2 p(f_n) \dots\dots\dots (7)$$

$$Skewness \alpha_3 = \frac{1}{\sigma^3} \sum_n (f_n - \mu)^3 p(f_n) \dots\dots\dots (8)$$

$$Kurtosis \alpha_4 = \frac{1}{\sigma^4} \sum_n (f_n - \mu)^4 p(f_n) - 3 \dots\dots\dots (9)$$

Dimana f_n merupakan suatu nilai intensitas keabuan citra, sedangkan $p(f_n)$ menunjukkan nilai histogram-nya (probabilitas kemunculan intensitas tersebut pada citra), dan μ adalah nilai mean (rata-rata).

E. Akurasi

Dalam klasifikasi ada sistem yang menghitung jumlah akurasi yang sedang dijalankan oleh sistem, akurasi sendiri menentukan berapa keakuratan sebuah perhitungan, rumus akurasi bisa dilihat dibawah ini.

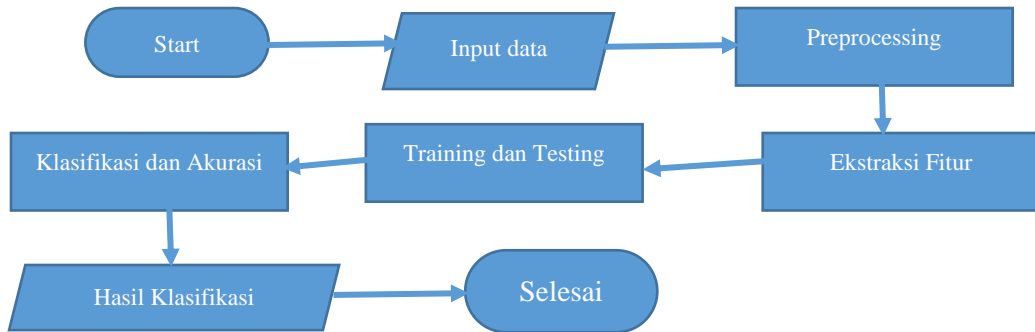
$$Akurasi = \frac{\sum x}{\sum y} 100\% \dots\dots\dots (10)$$

Dimana x merupakan jumlah hasil percobaan klasifikasi yang sesuai/benar pada data testing, dan y adalah jumlah total data testing yang digunakan dalam penelitian ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Diagram Alir

Diagram seluruh proses ini menggambarkan bagaimana alur proses penelitian ini. Ada beberapa alur dalam proses ini yang diawali dengan input citra dengan yang berada di dalam data training dan testing. Selanjutnya dari inputan citra maka dilakukanlah preprocessing, pada proses reprocessing yang dilakukan pada penelitian ini adalah merubah ukuran citra [21]. kemudian dilanjutkan dengan ekstraksi fitur data disimpan di database untuk selanjutnya dilakukan proses klasifikasi, dan setelahnya dihasilkan output berupa hasil klasifikasi. berikut alur klasifikasinya



Gambar 2. Diagram Alir Proses Klasifikasi

3.2 Aplikasi Sistem

a. Menu Utama

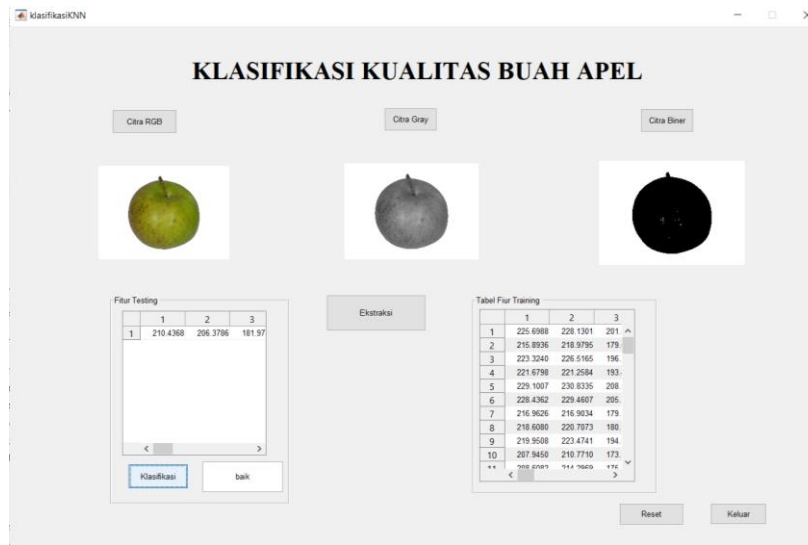
Pada menu utama sistem klasifikasi kualitas buah apel berdasarkan warna dan bentuk, terdapat beberapa menu pilihan yang ditampilkan, seperti menu klasifikasi KNN menu ini guna untuk menginput data yang sudah dibuat oleh pengguna gambar tersebut diinput lalu ke Citra RGB lalu dikonversikan ke Citra Grayscale dan yang terakhir di konversi ke biner dan pengguna mengklik bagian tombol ekstraksi maka muncul hasil nilai ekstraksi fitur Training dan fitur testing lalu pengguna mnegklik bagian klasifikasi itu akan muncul kualitas buah apel baik dan buruk, pada menu data klasifikasi berfungsi untuk memunculkan hasil klasifikasi data Training dan data testing, dan pada bagian klasifikasi ini akan muncul data klasifikasi dari fitur testing dan langsung menyambung pada akurasi K-NN dan yang terakhir menu info apel dimana pengguna dapat mengetahui alur dari sistem yang sudah dibuat dan ada juga penjelasan tentang buah apel. Berikut gambar 4.1 tampilan utama.



Gambar 3. Menu Utama

b. Menu Ekstraksi Fitur

Menu ini yakni menu untuk ekstraksi fitur Diana tahapan klasifikasi kualitas buah apel dengan menginputkan Citra buah apel, kemudian ke RGB dan ke grayscale kemudian ke biner dan langsung otomatis muncul fitur Training dan testing.



Gambar 4. Klasifikasi KNN

c. Menu Data Klasifikasi

Pada sistem klasifikasi kualitas buah apel ini memiliki menu data klasifikasi, pengguna dapat melakukan pemanggilan kepada seluruh data baik data Training dan data testing pengguna dapat menekan tombol Training dan testing untuk melihat hasil perhitungannya dan juga pengguna dapat menekan tombol klasifikasi dari keseluruhan data akan tampil akurasi dari klasifikasi tersebut. Berikut menu klasifikasi dan akurasi



Gambar 5. Menu Data Klasifikasi

3.3 Hasil Pengujian

Berikut adalah hasil uji coba pada K3, K5 dan K7 pada klasifikasi kualitas buah apel dengan menggunakan metode KNN, dengan hasil klasifikasi kualitas buah baik dan kualitas buah buruk:

Tabel 1. Hasil Klasifikasi K3

Jenis/Kualitas Apel	Jumlah Data Testing	Klasifikasi Benar	Hasil Akurasi
Baik	22	21	94,45%
Buruk	21	16	76.19%
Jumlah	43	37	86.04%

Pada Tabel 5.7 di atas merupakan hasil dari akurasi K3 dengan nilai 86.04%. dengan jumlah klasifikasi baik 21 dan buruk 16.

Tabel 2. Hasil Klasifikasi K5

Jenis/Kualitas Apel	Jumlah Data Testing	Klasifikasi Benar	Hasil Akurasi
Baik	22	22	100%
Buruk	21	16	76.19%
Jumlah	43	38	88.37%

Pada Tabel 5.9 di atas merupakan hasil dari akurasi K5 dengan nilai 88.37% dengan jumlah klasifikasi baik 22 dan buruk 16.

Tabel 3. Hasil Klasifikasi K7

Jenis/Kualitas Apel	Jumlah Data Testing	Klasifikasi Benar	Hasil Akurasi
Baik	22	22	100%
Buruk	21	16	76.19%
Jumlah	43	38	88.37%

Pada Tabel 5.11 di atas merupakan hasil dari akurasi K7 dengan nilai 88.37%. dengan jumlah klasifikasi baik 22 dan buruk 16.

Tabel 4. Hasil Pengujian

Kualitas Apel	Jumlah Testing	Jumlah Manual	Klasifikasi Benar Sistem
Baik	22	22	22
Buruk	21	21	16
Jumlah	43	43	38

Keterangan:

Jumlah Data	: 43
Jumlah Data benar	: 38
Akurasi	: $43/38 \times 100\% = 88.37\%$

Berdasarkan hasil pada tabel 5.3 dapat diketahui seluruh data yang diuji sebanyak 43 data dan dibagi menjadi 2 jenis kualitas apel yaitu baik dan buruk. Dari hasil pengujian klasifikasi metode KNN menggunakan nilai K5, sistem ini mampu mendeteksi 37 data diantaranya data yang bagus sesuai data buruk hanya 5 yang tidak sesuai. Untuk nilai K1 sampai K10 dapat dijelaskan dalam pembahasan hasil akurasi yang menentukan kualitas buah apel. Untuk K1 dan K2 mendapatkan hasil akurasi 79.06% hasilnya sama, sedangkan hasil akurasi K3 mendapatkan 86.04%, sedangkan hasil akurasi K4 mendapatkan 83.72%, sedangkan hasil akurasi K5 mendapatkan 88.37%, sedangkan hasil akurasi K6 mendapatkan 86.04%, sedangkan hasil akurasi K7 mendapatkan 88.37%, sedangkan hasil akurasi K8 mendapatkan 83.72%, sedangkan hasil akurasi K9 mendapatkan 83.72%, dan hasil akurasi dari K10 mendapatkan 74.41%. Hasil akurasi paling tinggi didapatkan dari K5 dan K7 = 88.37% dengan menggunakan metode KNN.

4. SIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang sudah dipaparkan diatas maka untuk menentukan kualitas buah apel berdasarkan warna dan bentuk menggunakan metode KNN, adapun kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem klasifikasi kualitas buah apel berdasarkan warna dan bentuk menggunakan metode KNN. untuk mengklasifikasikan menggunakan 3 fitur yakni RGB, Grayscale dan Biner dengan rumus masing-masing untuk ciri warna meanR, meanG, meanB, standR, standG, standB untuk tekstur mrnggunakan ciri kontras, correlation, energy, homogeneity sedangkan untuk fitur bentuk menggunakan perimeter, area, accentricity.

2. Dalam klasifikasi ini menggunakan metode K-NN (*K-Nearest Neighbor*) untuk menentukan kualitas buah apel pada klasifikasi buah yang baik atau buruk. Untuk menentukan hasil akurasi menggunakan menggunakan jumlah data 117 diantaranya data testing sebanyak 43 dan data Training sebanyak 74 untuk hasil uji akurasi mendapatkan nilai tertinggi K5 dengan jumlah sebesar 88.37%.

5. SARAN

Adapun kekurangan dari hasil dari penelitian ini, semoga penulis kedepannya bis mengembangkan penelitian ini lagi dengan hasil yang bagus. Berikut kekurangan dari penelitian ini:

1. Dengan adanya cahaya yang bagus penulis akan mendapatkan hasil yang bagus juga.
2. Penulis diharapkan untuk bisa mengembangkan aplikasi ini dengan baik dan sempurna
3. Kalau mau hasil gambar yang bagus harus menggunakan kamera yang berkualitas bagus karena hasil yang bagus akan pengaruh pada hasil akurasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Wijaya and A. Ridwan, "Klasifikasi Jenis Buah Apel Dengan," *Sisfokom*, vol. 08, no. 1, pp. 74–78, 2019.
- [2] F. A. Arifah and I. R. Aprilia, "Potensi Buah Apel (*Malus domestica*) Dalam Mengatasi Penyakit Asma," *Proceeding Biol. Educ.*, vol. 3, no. 1, pp. 208–212, 2019.
- [3] S. Saidah, R. Purnamasari, A. N. Bainuri, and G. S. F. Wahid, "Analisis Perbandingan Metode LBP dan CLBP pada Sistem Pengenalan Individu Melalui Iris Mata," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 6, no. 3, p. 285, 2020, doi: 10.26418/jp.v6i3.41521.
- [4] Muhammad Jauhar Vikri and R. Rohmah, "Penerapan Fungsi Exponential Pada Pembobotan Fungsi Jarak Euclidean Algoritma K-Nearest Neighbor," *Gener. J.*, vol. 6, no. 2, pp. 57–64, 2022, doi: 10.29407/gj.v6i2.18070.
- [5] M. R. Setiawan, Y. A. Sari, and P. P. Adikara, "Klasifikasi Citra Makanan Menggunakan K-Nearest Neighbor dengan Fitur Bentuk Simple Morphological Shape Descriptors dan Fitur Warna Grayscale Histogram," vol. 3, no. 3, pp. 2726–2731, 2019.
- [6] Sopiatal Ulum, R. F. Alifa, P. Rizkika, and C. Rozikin, "Perbandingan Performa Algoritma KNN dan SVM dalam Klasifikasi Kelayakan Air Minum," *Gener. J.*, vol. 7, no. 2, pp. 141–146, 2023, doi: 10.29407/gj.v7i2.20270.
- [7] M. Sholihin and M. G. Rohman, "Klasifikasi Kualitas Mutu Telur Ayam Ras Berdasarkan Fitur Warna Dan Tekstur," *J. Tek.*, vol. 10, no. 2, pp. 1056–1059, 2018, doi: 10.30736/teknika.v10i2.244.
- [8] A. Atina, "Aplikasi Matlab pada Teknologi Pencitraan Medis," *J. Penelit. Fis. dan Ter.*, vol. 1, no. 1, p. 28, 2019, doi: 10.31851/jupiter.v1i1.3123.
- [9] R. Andrean Nugraha, E. Wahyu Hidayat, and R. Nur Shofa, "Klasifikasi Jenis Buah Jambu Biji Menggunakan Algoritma Principal Component Analysis dan K-Nearest Neighbor," *Gener. J.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–7, 2023, doi: 10.29407/gj.v7i1.17900.
- [10] A. Chan, "FORMULASI SEDIAAN SABUN MANDI PADAT DARI EKSTRAK BUAH APEL (*Malus domestica*) SEBAGAI SABUN KECANTIKAN KULIT," *J. Ilm. Manuntung*, vol. 2, no. 1, pp. 51–55, 2017, doi: 10.51352/jim.v2i1.46.
- [11] A. Ilmi, M. H. Razka, D. S. Wiratomo, and D. S. Prasvita, "Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Apel Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Algoritma KNN dan Ekstraksi Warna HSV," *Semin. Nas. Mhs. Ilmu Komput. dan Apl.*, no. September, pp. 176–182, 2021, [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/aelchimminut/fruits262>.
- [12] J. Jumadi, Y. Yupianti, 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, doi: 10.23887/jstundiksha.v10i2.33636.
- [13] S. I. D. Rahayu, "Implementasi Ekstraksi Ciri Statistik Untuk Identifikasi Penyakit Kulit Berdasarkan Kulit Manusia," *Jati*, vol. 2, no. 1, pp. 1–11, 2016.
- [14] D. Kristianto, "Karakterisasi Beberapa Varietas Buah Apel (*Malus sylvestris*, Mill) di KP Telekung,

- Balitjestro Jawa Timur,” *Pros. Temu Tek. Jab. Fungsional Non Peneliti*, pp. 71–79, 2019.
- [15] M. R. Kumaseh, L. Latumakulita, and N. Nainggolan, “SEGMENTASI CITRA DIGITAL IKAN MENGGUNAKAN METODE THRESHOLDING,” *J. Ilm. Sains*, vol. 13, no. 1, pp. 75–79, 2013, doi: 10.35799/jis.17.2.2017.18128.
- [16] 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.
- [17] I. Ramadan, D. Syauqy, and R. Pramananda, “Sistem Pendeteksi Kematangan Buah Apel menggunakan Metode Naïve Bayes berbasis Embedded System,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 4, pp. 1654–1661, 2021, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [18] Q. Shandy, S. S. Panna, and Y. Malago, “Penerapan Metode Grey Level Co-Occurrence Matriks (GLCM) dan K-Nearest Neighbor (K-NN) Untuk Mendeteksi Tingkat Kematangan Buah Belimbing Bintang,” *J. Nas. cosPhi*, vol. 3, no. 1, pp. 2597–9329, 2019.
- [19] R. E. Pawening, W. J. Shudiq, and W. Wahyuni, “KLASIFIKASI KUALITAS JERUK LOKAL BERDASARKAN TEKSTUR DAN BENTUK MENGGUNAKAN METODE k-NEAREST NEIGHBOR (k-NN),” *COREAI J. Kecerdasan Buatan, Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 10–17, 2020, doi: 10.33650/coreai.v1i1.1640.
- [20] S. R. Raysyah, Veri Arinal, and Dadang Iskandar Mulyana, “Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Kopi Berdasarkan Deteksi Warna Menggunakan Metode Knn Dan Pca,” *JSII (Jurnal Sist. Informasi)*, vol. 8, no. 2, pp. 88–95, 2021, doi: 10.30656/jsii.v8i2.3638.
- [21] M. Sholihin and M. G. Rohman, “Klasifikasi Mutu Telur Berdasarkan Fitur Warna dengan Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor,” *Fak. Teknol. Inf. UNMER Malang*, pp. 1188–1193, 2018.