

PENGLASIFIKASIAN DAUN SIRIH DENGAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR (KNN) BERBASIS FITUR WARNA GUNA Mendukung Pemanfaatan Tanaman Obat

Ghalby Muhammad Tsani¹, Yulia Rahmawati², Ongky Dwi Sanyoto³, Soffiana Agustin⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Gresik

E-mail: ¹ghalbymt@gmail.com, ²yuliarahmawati5009@gmail.com, ³ongkydwis@gmail.com, ⁴soffiana@umg.ac.id

KEYWORDS:

Betel Leaf Classification, K-Nearest Neighbor (KNN), Color Features, Digital Images, Medicinal Plant Utilization.

KATA KUNCI:

Klasifikasi Daun Sirih, K-Nearest Neighbor (KNN), Fitur Warna, Citra Digital, Pemanfaatan Tanaman Obat.

ABSTRACT

The classification of betel leaves is a significant aspect in botany and health, particularly in the utilization of medicinal plants. This study aims to develop an automatic classification system capable of identifying types of betel leaves (green, red, and ivory) based on the color features of digital images using the K-Nearest Neighbor (KNN) algorithm. The dataset comprises 300 images of betel leaves captured using a Xiaomi Redmi Note 9 Pro, which includes pre-processing, segmentation, and feature extraction. The research findings indicate that the KNN method can classify betel leaves with an accuracy of 98.33% using $k=1$. The implementation of this method demonstrates promising potential in assisting the public to recognize different types of betel leaves through digital images and in supporting the more effective use of medicinal plants.

ABSTRAK

Klasifikasi daun sirih merupakan aspek penting dalam botani dan kesehatan, khususnya dalam pemanfaatan tanaman obat. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi otomatis yang dapat mengidentifikasi jenis daun sirih (hijau, merah, dan gading) berdasarkan fitur warna citra digital menggunakan K-Nearest Neighbor (KNN). Dataset yang digunakan terdiri dari 300 citra daun sirih yang di ambil menggunakan Xiaomi Redmi Note 9 Pro yang meliputi pre-processing, segmentasi, dan ekstraksi fitur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode KNN dapat mengklasifikasikan daun sirih dengan akurasi sebesar 98,33% menggunakan $k=1$. Implementasi metode ini menunjukkan potensi yang baik dalam memudahkan masyarakat mengenali jenis-jenis daun sirih berdasarkan citra digital, serta mendukung pemanfaatan tanaman obat secara lebih efektif.

PENDAHULUAN

Klasifikasi daun tumbuhan merupakan salah satu bidang yang penting dalam botani dan ilmu kesehatan, terutama dalam pemanfaatan tumbuhan obat. Daun sirih, yang dikenal memiliki berbagai jenis seperti sirih merah, hitam, dan hijau, adalah tanaman yang banyak manfaat bagi kesehatan. Khasiat daun sirih hijau meliputi sifat antiseptiknya yang dapat membantu membunuh bakteri dan mikroba, menjaga kesehatan mulut dengan mengurangi bakteri penyebab bau mulut dan penyakit gusi, serta memiliki sifat antiinflamasi yang bisa meredakan peradangan. Daun sirih merah memiliki kandungan antioksidan yang tinggi, bermanfaat guna membantu kontrol kadar gula darah bagi penyandang diabetes, menambah daya tahan tubuh, dan merendahkan kadar kolesterol dalam darah. Sedangkan, daun sirih hitam dikenal dapat mengatasi gangguan pernapasan seperti batuk dan asma, serta memiliki sifat antibakteri dan antijamur yang kuat.

Namun, pengetahuan masyarakat akan perbedaan jenis daun sirih dan manfaat kesehatannya masih belum tersebar secara luas, sehingga sering kali terjadi kebingungan dalam pemanfaatannya. Penelitian

tentang klasifikasi daun sirih telah menjadi fokus bagi banyak peneliti dalam mendukung pemanfaatan tanaman obat dalam bidang botani dan kesehatan. Para peneliti telah mengadakan berbagai studi untuk mengeksplorasi sifat-sifat daun sirih, terutama varietas hijau, merah, dan hitam. Dilakukan analisis terhadap kandungan kimia dalam daun sirih serta manfaatnya dalam pengobatan tradisional. Begitu juga yang menguji aktivitas antibakteri dari berbagai jenis daun sirih untuk menggali potensi penggunaannya dalam konteks medis [1].

Penelitian ini bertujuan untuk menyelesaikan masalah terkait belum adanya sistem klasifikasi yang efektif untuk mengidentifikasi dan membedakan spesies daun sirih berdasarkan citra digital. Langkah pertama dalam proses klasifikasi citra digital adalah ekstraksi fitur, yang merupakan fokus penelitian ini. Metode ekstraksi fitur yang umum digunakan termasuk analisis warna RGB. Sebagai contoh, penerapan analisis histogram warna digunakan untuk mengekstraksi fitur warna dari citra daun sirih.[2].

Teknik klasifikasi yang digunakan juga memainkan peran penting dalam menentukan keberhasilan sistem. Metode K-Nearest Neighbor (KNN) dikenal sederhana dan efektif dalam pengenalan pola, serta memanfaatkan fitur warna secara spesifik untuk klasifikasi daun sirih. Studi terdahulu menunjukkan bahwa KNN efektif dalam klasifikasi citra tanaman [3]. Metode-metode seperti Convolutional Neural Networks (CNN) dan Support Vector Machines (SVM) juga telah digunakan untuk klasifikasi berbagai jenis daun tanaman berdasarkan fitur-fitur citra digital.

Dengan memanfaatkan teknologi ini, diharapkan masyarakat dapat dengan mudah mengidentifikasi jenis daun sirih dan memanfaatkan khasiat kesehatannya secara lebih efisien dan lebih tepat. Penelitian ini bertujuan untuk menyajikan informasi yang akurat dan mudah diakses mengenai perbedaan jenis daun sirih dan manfaat kesehatannya, mengatasi kebingungan dalam pemanfaatan tumbuhan obat ini. Solusi yang ada saat ini termasuk panduan identifikasi manual dan beberapa aplikasi berbasis teknologi, namun kebanyakan masih bersifat umum dan tidak spesifik untuk daun sirih. Berbagai penelitian sebelumnya telah meletakkan dasar yang kokoh untuk pengembangan lebih lanjut di bidang ini dengan menggunakan metode ekstraksi ciri yang tepat juga teknik pengklasifikasian yang efektif. [4].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini secara keseluruhan menggunakan dataset input yang terdiri dari gambar daun sirih dengan latar belakang putih dengan fitur warna untuk mengklasifikasikan jenis daun sirih. Hasil dari klasifikasi ini didasarkan pada akuisisi dataset, akuisisi citra, preprocessing, ekstraksi fitur, klasifikasi, dan pengujian.

Gambar 1. Tahapan Klasifikasi Jenis Daun Sirih

Penelitian ini secara keseluruhan menggunakan dataset input yang terdiri dari gambar daun sirih dengan latar belakang putih dan fitur warna guna mengklasifikasikan jenis daun sirih. Hasil dari klasifikasi

ini didasarkan pada ciri warna, dengan menggunakan metode KNN untuk mengklasifikasikan daun sirih menjadi tiga jenis diantaranya ada daun sirih hijau, merah, dan gading.

A. Pengumpulan Dataset

Dataset untuk penelitian ini diambil sebagai bagian dari proses pengambilan gambar menggunakan peralatan kamera smartphone Xiaomi Redmi Note 9 Pro, kertas HVS putih ukuran A4, dan tripod. Kamera smartphone Xiaomi Redmi Note 9 Pro dengan resolusi kamera 64 MP digunakan untuk mengambil gambar. Letakkan daun sirih pada bagian tengah kertas polos putih. Posisi kamera berada pada tripod dan disesuaikan dengan titik pada objek daun sirih dengan kemiringan $\pm 30^\circ$. Jarak antara subjek dan kamera kurang lebih 35 cm.

Gambar 2. Proses pengumpulan dataset citra daun sirih

Data dikumpulkan secara terpisah untuk ketiga jenis: sirih hijau, sirih merah, dan juga sirih gading. Data gambar latih dibagi menjadi 240 data latih dan 60 data uji, dan gambar daun sirih hijau, daun sirih merah, dan daun sirih gading dibagi menjadi tiga kelas. Data gambar latih terdiri dari 80 gambar daun sirih hijau, 80 gambar daun sirih merah, dan 80 gambar daun sirih gading. Dengan memakai kamera smartphone untuk memotret objek berukuran kurang lebih 35 cm, data pengujian dapat diperoleh secara mandiri. Data jenis daun sirih yang digunakan diperlihatkan pada gambar 3, 4, dan 5.



Gambar 3. Daun Sirih Hijau



Gambar 4. Daun Sirih Gading



Gambar 5. Daun Sirih Merah

B. Pre-Processing

Tahap preprocessing pengolahan citra merupakan langkah penting yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra. Preprocessing merupakan fase yang secara langsung mempengaruhi hasil suatu proses klasifikasi dengan memperhatikan ekstraksi fitur dengan nilai tinggi dan mengecualikan fitur dengan nilai rendah. Pada penelitian ini, preprocessing diawali dengan menentukan ruang warna.

Ruang warna merupakan konsep penting dalam pengolahan citra yang digunakan memudahkan pengaturan warna di sistem koordinat tiga dimensi. Dalam konteks ini, berbagai model ruang warna digunakan, termasuk RGB (merah, hijau, biru), dari kombinasi warna terang primer merah, hijau, dan biru [5].

Langkah-langkah pre-processing yang dilakukan pada citra ini penting untuk memastikan bahwa citra siap untuk tahap analisis lebih lanjut, seperti klasifikasi atau segmentasi, dengan kualitas yang lebih baik. Segmentasi adalah tahap kritis dalam pemrosesan citra yang bertujuan untuk memisahkan objek dari latar belakangnya. Hal ini memungkinkan pemisahan objek yang penting dari konteksnya dan memungkinkan analisis lebih lanjut terhadap objek tersebut [6]. Dengan mempartisi citra menjadi wilayah-wilayah yang bermakna, segmentasi memungkinkan penggunaan region yang diinginkan, yang sering disebut sebagai Region of Interest (ROI). Pengelompokan piksel dalam gambar menjadi unit homogen yang memiliki kesamaan warna, tekstur, atau intensitas dikenal sebagai proses segmentasi.[7].

Oleh karena itu, pada tahap preprocessing, ruang warna RGB diubah menjadi skala abu-abu. Tujuan dari langkah ini adalah untuk membuat gambar skala abu-abu dari gambar yang menggunakan ruang warna RGB. Konversi ke skala abu-abu merupakan langkah umum dalam pre-processing karena dapat menyederhanakan representasi warna, sehingga memudahkan proses analisis selanjutnya tanpa kehilangan informasi penting dalam citra. Dengan hasil akhir dari proses pengolahan citra diharapkan mencerminkan informasi yang akurat dan bermanfaat untuk tujuan penelitian yang ditetapkan [8].

C. Ekstraksi Fitur

Dalam penelitian ini, proses ekstraksi fitur dilakukan dengan fokus pada ekstraksi fitur warna dari citra daun sirih. Tujuan dari ekstraksi fitur warna adalah untuk menentukan pola distribusi warna dan karakteristik warna yang ada pada setiap citra, yang kemudian akan digunakan oleh pengklasifikasi dalam proses pengambilan keputusan [9]. Pemanfaatan ekstraksi fitur warna dalam penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan sistem klasifikasi dalam membedakan berbagai variasi citra daun sirih berdasarkan karakteristik warna yang dimilikinya.

Pendekatan metode ekstraksi warna digunakan untuk memperoleh fitur warna dari gambar daun sirih. Histogram warna mewakili distribusi frekuensi piksel berdasarkan intensitas warna pada suatu gambar. Untuk setiap warna (merah, hijau, biru, dll.), histogram dicatat untuk setiap nilai intensitas. Cara memperolehnya yaitu dengan hitung jumlah piksel untuk setiap nilai intensitas warna pada setiap (*red*, *green*, *blue*). Normalisasi histogram untuk mendapatkan distribusi probabilitas [10]. Ekstraksi fitur yang dipergunakan pada penelitian ini adalah nilai mean. Adapun rumus mean atau rata-rata disajikan sebagai berikut:

- Rata-rata μ_r, μ_g, μ_b :

Di sini N adalah jumlah total piksel dalam gambar.

- Akurasi:

Keterangan:

- TP = True Positive (positif yang benar)
- TN = True Negative (negatif yang benar)
- FP = False Positive (positif yang salah)
- FN = False Negative (negatif yang salah)

Metode ekstraksi ciri ini dapat digunakan guna memperoleh representasi karakteristik warna dari citra daun sirih. Hal ini digunakan dalam proses pengklasifikasian dengan memanfaatkan metode K-Nearest Neighbor (KNN).

D. Klasifikasi

Klasifikasi adalah fokus utama data mining dan dipergunakan sebagai ekstrak informasi dan mengambil keputusan berdasarkan data historis dengan menggunakan algoritma tertentu [11]. Dalam penelitian ini, kami menggunakan metode klasifikasi (KNN) dan teknik validasi silang untuk melakukan proses klasifikasi dan membagi dataset menjadi dua yang terdiri dari dataset latih dan dataset uji. Metode KNN dipilih karena sederhana dalam konsepnya dan seringkali memberikan hasil yang cukup baik, terutama ketika data didistribusikan secara lokal [12].

Langkah-langkah penerapan metode KNN untuk klasifikasi jenis daun sirih:

1. Persiapan Data:
 - Dimulai dengan mengumpulkan dataset dikelompokkan berdasarkan warna.
 - Memastikan kumpulan Data tersebut terbagi menjadi dua kategori. data pelatihan, yang dipergunakan untuk mengembangkan model, dan data pengujian, yang diterapkan untuk mengevaluasi kinerja model.
2. Penentuan K (jumlah tetangga):
 - Untuk pemilihan nilai K menggunakan teknik silang validasi atau *cross validation* untuk membagi dataset menjadi data latih dan data uji dengan prosentase 80% sebagai data latih, dan 20% sebagai data uji.
3. Pembuatan model:

- Mengatur parameter jarak. Jarak yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah jarak euclidean. Dimana jarak dihitung dengan menggunakan rumus:

Jarak Euclidean:

Di mana p dan q adalah dua titik data dengan n fitur.

4. Pelatihan model:
 - Melatih model menggunakan data latih.
5. Evaluasi model:
 - Evaluasi model dilakukan pada data uji yang didapatkan dari hasil cross-validation

E. Metode Evaluasi

Metode K-Nearest Neighbors (KNN) merupakan metode algoritma dalam pembelajaran mesin nonparametrik yang dimanfaatkan untuk pengklasifikasian. Cara kerja algoritma ini dengan mengidentifikasi “k” titik data terdekat (tetangga) dari data yang diuji berdasarkan metrik jarak, seperti jarak Euclidean. Untuk membuat metode evaluasi menggunakan KNN, melalui beberapa langkah yang mencakup persiapan data, pemisahan data menjadi set pelatihan dan pengujian, implementasi KNN, dan evaluasi kinerja model [13].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyek pengklasifikasian jenis daun sirih ini dengan memanfaatkan algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN) untuk membedakan tiga varietas daun sirih: hijau, merah, dan gading. Dataset terdiri dari total 300 citra, dengan masing-masing 100 citra untuk setiap jenis daun. Dengan membagi dataset yang digunakan menjadi 80:20, dengan cara diurut. Data 1 - 80 sebagai data latih, sedangkan 81 - 100 sebagai data uji. Proses yang dilakukan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pre-Processing

Pada tahap *preprocessing*, dilakukan proses segmentasi merupakan langkah melakukan segmentasi daun sirih dengan menggunakan data yang telah diproses sebelumnya dan melakukan ambang batas. Thresholding adalah teknik yang mengubah citra skala abu-abu menjadi citra biner berdasarkan ambang batas tertentu. Proses pertama adalah memilih ambang batas dan menentukan ambang batas yang benar. Selanjutnya, terapkan ambang batas pada gambar untuk menghasilkan gambar biner. Hasil dari proses segmentasi terdapat pada gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Hasil Thresholding Gambar 7. Hasil Segmentasi

2. Ekstraksi Fitur

Terdapat 240 data pelatihan saat ini. Setelah ditangkap dari kumpulan data pelatihan, nilai karakteristik gambar digunakan sebagai indikator. Indikator yang digunakan adalah hasil ekstraksi fitur Mean RGB [14]. Hasil ekstraksi fitur dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Ekstraksi Fitur

Gambar Hasil Segmentasi	Hasil Ekstraksi Fitur
 Daun Sirih Hijau 30	: 0.3844 : 0.5343 : 0.0111
 Daun Sirih Merah 27	: 0.2738 : 0.2986 : 0.2369
Daun Sirih Gading 15	: 0.3269 : 0.3700 : 0.0670

3. Klasifikasi

Pada tahap klasifikasi, algoritma K-NN digunakan untuk memprediksi jenis daun berdasarkan fitur Mean RGB yang diekstraksi.

Proses klasifikasi dilakukan sebagai berikut:

1. Pemilihan Nilai K: Menentukan jumlah tetangga terdekat (k) yang akan digunakan dalam klasifikasi. Nilai k yang diuji adalah 1, 3, 5, 7, dan 9.
2. Perhitungan Jarak: Menghitung jarak Euclidean antara citra uji dan semua citra latih berdasarkan fitur Mean RGB.
3. Pemilihan Tetangga Terdekat: Memilih k tetangga terdekat berdasarkan jarak yang telah dihitung.
4. Voting: Menentukan kelas dari citra uji berdasarkan kelas mayoritas dari k tetangga terdekat.

Tabel 2 menunjukkan hasil klasifikasi untuk data latih, dengan rincian hasil prediksi dan status benar atau salah.

Nama Data Latih	Jenis Daun	Hasil Prediksi	Benar / Salah
Daun sirih gading 01 – Daun sirih gading 80	Sirih Gading	Sirih Gading	Benar
Daun sirih merah 01 – Daun sirih merah 80	Sirih Merah	Sirih Merah	Benar
Daun sirih Hijau 01 – Daun sirih hijau 03	Sirih Hijau	Sirih Hijau	Benar
Daun sirih hijau 04	Sirih Hijau	Sirih Gading	Salah
Daun sirih hijau 05 – Daun sirih hijau 80	Sirih Hijau	Sirih Hijau	Benar

Tabel 2. Hasil Klasifikasi

Metode K-NN digunakan untuk mengevaluasi tingkat akurasi sistem pengklasifikasian jenis daun sirih. Pengujian didasarkan pada keakuratan hasil pengklasifikasian data uji dari tiga kelas: daun sirih hijau, daun sirih merah, dan daun sirih gading. Tabel 3 menunjukkan hasil akurasi yang diperoleh untuk $k=1$, $k=3$, $k=5$, $k=7$, dan $k=9$.

Tabel 3. Hasil Uji Coba K

K	Akurasi
1	98,33%
3	98,33%
5	98,33%
7	98,33%
9	96,66%

Untuk setiap nilai k , akurasi dihitung sebagai persentase jumlah prediksi yang benar terhadap total data uji. Hasilnya menunjukkan bahwa:

- Pada $k=1, 3, 5,$ dan 7 , akurasi mencapai $98,33\%$, yang berarti hanya ada sedikit kesalahan dalam klasifikasi.
- Pada $k=9$, akurasi sedikit menurun menjadi $96,66\%$, menunjukkan bahwa terlalu banyak tetangga terdekat yang dipertimbangkan dapat menyebabkan sedikit penurunan akurasi.

KESIMPULAN

Menurut hasil dari implementasi program dan pengujian, fitur warna yang dimanfaatkan dalam penelitian ini sudah sesuai untuk mengidentifikasi berbagai jenis daun sirih dengan metode KNN. Tabel 3 menunjukkan bahwa metode K-Nearest Neighbors menghasilkan akurasi tertinggi sebesar $98,33\%$ dengan nilai $K = 1, K = 3, K = 5,$ dan $K = 7$. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa metode KNN dapat digunakan dengan sangat baik untuk mengklasifikasikan jenis daun sirih berdasarkan ciri warna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Herdian Andika and N. Sivi Anisa, "Sistem Identifikasi Citra Daun Berbasis Segmentasi Dengan Menggunakan Metode K-Means Clustering", [Online]. Available: <http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE>
- [2] P. N. Utami, V. Arinal, and D. I. Mulyana, "Klasifikasi Dehidrasi Tubuh Manusia Berdasarkan Citra RGB Pada Warna Urine Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor," *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 6, no. 1, p. 18, Jan. 2022, doi: 10.30865/mib.v6i1.3290.
- [3] N. Puspitasari *et al.*, "METODE K-NEAREST NEIGHBOR DAN FITUR WARNA UNTUK KLASIFIKASI DAUN SIRIH BERDASARKAN CITRA DIGITAL," vol. 10, no. 2, 2023.
- [4] R. Mulyani, D. Atmajaya, and F. Umar, "Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam Klasifikasi Kematangan Buah Pala Menggunakan Metode K Nearest Neighbor (k-NN) Dengan Memanfaatkan Teknologi Citra Digital INFORMASI ARTIKEL ABSTRAK," vol. 2, no. 3, pp. 140–146, 2021.
- [5] H. Sanusi, S. H. S., and D. T. Susetianingtias, "PEMBUATAN APLIKASI KLASIFIKASI CITRA DAUN MENGGUNAKAN RUANG WARNA RGB DAN HSV," *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, vol. 24, no. 3, pp. 180–190, 2019, doi: 10.35760/ik.2019.v24i3.2323.
- [6] L. Hermawan, M. B. Ismiati, J. Bangau, N. 60, and M. Charitas, "Pembelajaran Text Preprocessing berbasis Simulator Untuk Mata Kuliah Information Retrieval," *TRANSFORMATIKA*, vol. 17, no. 2, pp. 188–199, 2020.

- [7] H. Jurnal, M. Ali Ridla, and I. Artikel ABSTRAK, “Perbandingan Algoritma Pembelajaran Mesin untuk Klasifikasi Warna Kulit Berdasarkan Warna Pikel Citra,” vol. 1, no. 1, pp. 33–41, 2022.
- [8] E. Maria, Y. Putri Arinda, P. Nobel, M. Informatika, and P. Pertanian Negeri Samarinda, “Segmentasi Citra Digital Bentuk Daun Pada Tanaman Di Politani Samarinda Menggunakan Metode Thresholding,” *JURTI*, vol. 2, no. 1, 2018.
- [9] N. Kurnia Ningrum and E. Sasmita, *EKSTRAKSI WARNA BERDASARKAN RGB UNTUK MENENTUKAN TINGKAT KEMATANGAN DAUN TEMBAKAU*, vol. 207. Pendrikan Kidul, 2015.
- [10] S. P. Adenugraha, V. Arinal, and D. I. Mulyana, “Klasifikasi Kematangan Buah Pisang Ambon Menggunakan Metode KNN dan PCA Berdasarkan Citra RGB dan HSV,” *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 6, no. 1, p. 9, Jan. 2022, doi: 10.30865/mib.v6i1.3287.
- [11] R. D. Kusumanto, A. N. Tomponu, D. Wahyu, and S. Pambudi, “Klasifikasi Warna Menggunakan Pengolahan Model Warna HSV,” 2011.
- [12] D. Siska. , A. M. S. Meiriyama., “Klasifikasi Daun Herbal Berdasarkan Fitur Bentuk Dan Tekstur Menggunakan KNN,” *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 9, pp. 2573–2584, 2022.
- [13] M. S. Fajri, N. Septian, and E. Sanjaya, “Evaluasi Implementasi Algoritma Machine Learning K-Nearest Neighbors (kNN) pada Data Spektroskopi Gamma Resolusi Rendah,” *Al-Fiziya: Journal of Materials Science, Geophysics, Instrumentation and Theoretical Physics*, vol. 3, no. 1, pp. 9–14, Aug. 2020, doi: 10.15408/fiziya.v3i1.16180.
- [14] N. Wijaya and A. Ridwan, “Klasifikasi Jenis Buah Apel Dengan Metode K-Nearest Neighbors,” *Jurnal SISFOKOM*, vol. 08, 2019.