

KLASIFIKASI KUALITAS JERUK MANDARIN BERBASIS WARNA RGB DAN HSV MENGGUNAKAN KNN

Rizki Ananda Putra¹⁾, Maulana Ibrahim²⁾, Mochammad Zulfikri³⁾, Giantika Chrisnawati⁴⁾

Prodi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Bina Sarana Informatika

Correspondence author: RA Putra, rizkianandaputraa155@gmail.com, Bekasi, Indonesia

Abstract

This study aims to automatically classify the quality of fresh and rotten Mandarin oranges using RGB and HSV color features with the K-Nearest Neighbor (KNN) algorithm. This study adopted a quantitative experimental approach. The dataset used consisted of 150 Mandarin orange images, 75 fresh and 75 rotten, with preprocessing stages consisting of image resizing to 512×512 pixels and feature extraction of the average RGB and HSV channel Values. Tests were conducted with varying K Values : 1, 3, 5, and 7. The results showed that the K-Nearest Neighbor method, which utilizes RGB and HSV color attributes, was able to classify the quality of Mandarin oranges effectively. The test results showed that changes in the K parameter affected the classification results, with $K = 5$ producing the highest accuracy of 94.74% ($AP = 0.948$). This indicates that the RGB and HSV color attributes with the KNN method are effective in determining the quality of Mandarin oranges.

Keyword : classification algorithm, orange quality, K-Nearest Neighbor, RGB, HSV

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan kualitas Jeruk Mandarin segar dan busuk secara otomatis menggunakan fitur warna RGB dan HSV dengan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN). Studi ini mengadopsi metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen. Dataset yang digunakan terdiri dari 150 citra Jeruk Mandarin, masing-masing 75 citra Jeruk segar dan 75 citra Jeruk busuk, dengan tahap prapengolahan berupa resizing citra menjadi 512×512 piksel dan ekstraksi fitur nilai rata-rata kanal RGB dan HSV. Pengujian dilakukan dengan variasi nilai $K = 1, 3, 5$, dan 7 . Hasil penelitian mendapatkan bahwa metode *K-Nearest Neighbor* yang memanfaatkan atribut warna RGB dan HSV mampu mengklasifikasikan dengan baik kualitas Jeruk Mandarin. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perubahan nilai parameter K mempengaruhi hasil klasifikasi, di mana $K = 5$ menghasilkan akurasi tertinggi sebesar 94,74% dengan nilai average precision (AP) sebesar 0,948 dan memperoleh tingkat akurasi klasifikasi yang optimal. Ini menunjukkan bahwa atribut warna RGB dan HSV dengan metode KNN efektif dalam menentukan kualitas Jeruk Mandarin.

Kata Kunci : algoritma klasifikasi, kualitas Jeruk, *K-Nearest Neighbor*, RGB, HSV

A. PENDAHULUAN

Buah-buahan merupakan salah satu komoditas pertanian yang banyak dihasilkan di Indonesia. Kandungan vitamin yang tinggi dalam buah-buahan menjadikannya sangat dibutuhkan karena manfaatnya bagi kesehatan. Hal ini terlihat dari tingginya permintaan di pasar lokal, dengan banyaknya variasi buah yang dapat ditemukan di pasar tradisional maupun modern (Napitu et al., 2023).

Di Indonesia, terdapat berbagai macam Jeruk yang masing-masing tumbuh di lokasi berbeda dengan ciri khasnya sendiri. Tanaman Jeruk biasanya dikenal dengan nama *Citrus nobilis*. Di lingkungan subtropis dengan suhu yang ideal berkisar antara 20–25°C, Jeruk manis merupakan jenis yang paling tepat untuk dibudidayakan (Siwilopo & Marcos, 2023).

Jeruk Mandarin adalah salah satu buah yang banyak dimakan oleh masyarakat dan memiliki nilai ekonomi yang signifikan. Kesegaran Jeruk Mandarin sangat memengaruhi kualitas serta daya tariknya di pasar. Jeruk yang masih segar biasanya memiliki kulit dengan warna yang cerah dan merata, sedangkan Jeruk yang sudah membusuk akan menunjukkan perubahan warna ke lebih gelap, kusam, atau tidak merata. Perubahan warna ini bisa menjadi indikator visual untuk membedakan antara Jeruk yang segar dan yang busuk. Namun, perbedaan ini kadang sulit untuk dibedakan secara konsisten oleh pengamat manusia, terutama ketika jumlah Jeruknya banyak dan waktu terbatas (Saputra et al., 2024).

Pengolahan citra adalah bidang dari ilmu komputer yang berfokus pada proses gambar atau citra menggunakan metode komputasi. Teknologi ini mengolah data masukan yang berupa citra sehingga menghasilkan keluaran dalam bentuk citra juga. Pengolahan citra berkaitan dengan peningkatan kualitas gambar, seperti perubahan warna, meningkatkan kontras, dan proses lainnya (Trisanti et al., 2025).

Citra yang akan diperoleh dari buah Jeruk Mandarin meliputi citra RGB dan HSV dari warna kulit buah (Adenugraha et al., 2022). Proses ekstraksi bertujuan untuk mendapatkan informasi dalam bentuk fitur warna dari citra, yang kemudian akan dianalisis lebih lanjut sebagai dasar untuk klasifikasi (Amelia et al., 2023). Fitur warna dalam ruang RGB dan HSV merupakan parameter sederhana tetapi efektif untuk mendeteksi perubahan kondisi pada buah, terutama Jeruk yang berubah warna saat membusuk.

Penelitian yang dilakukan oleh (Napitu et al., 2023) menjadi salah satu penelitian yang sangat relevan dengan studi ini. Mereka mengklasifikasikan Jeruk segar dan busuk menggunakan fitur warna RGB dan HSV dengan metode KNN. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa kombinasi dari fitur RGB dan HSV memberikan akurasi klasifikasi yang tinggi. Penelitian ini menjadi bukti bahwa warna merupakan fitur yang efektif untuk membedakan tingkat kesegaran buah.

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh (Rustam et al., 2025) membahas penerapan metode *machine learning* dalam klasifikasi tingkat kematangan tomat berbasis citra digital menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN). Penelitian tersebut memanfaatkan ekstraksi fitur warna RGB dan HSV, dengan fokus utama pada nilai rata-rata *Hue*, *Saturation*, dan *Value* sebagai representasi perubahan warna buah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kombinasi fitur warna berbasis HSV dengan metode KNN mampu menghasilkan akurasi klasifikasi yang tinggi, dengan akurasi keseluruhan mencapai 90% dan akurasi per kategori hingga 100%. Temuan ini memperkuat bahwa fitur warna merupakan indikator yang efektif dalam proses klasifikasi kualitas buah, serta menegaskan potensi penerapan KNN berbasis pengolahan citra digital dalam sistem penyortiran hasil pertanian secara otomatis.

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh (Mahendra & Rachmat, 2023) membahas penerapan klasifikasi tingkat kematangan buah kakao berdasarkan fitur warna menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN). Penelitian ini memanfaatkan ekstraksi warna *Hue, Saturation, Value* (HSV) sebagai fitur utama dalam proses klasifikasi. Buah kakao diklasifikasikan ke dalam empat kelas, yaitu busuk, mentah, setengah matang, dan matang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode KNN dengan jarak *Euclidean Distance* mampu memberikan performa klasifikasi yang baik, dengan akurasi tertinggi sebesar 90% pada nilai $k = 1$, serta nilai presisi dan recall yang sama. Penelitian ini menegaskan bahwa fitur warna HSV efektif digunakan sebagai indikator visual dalam menentukan kualitas dan tingkat kematangan buah.

Studi lain yang berkaitan dilakukan oleh (Siwilopo & Marcos, 2023) yang membandingkan performa metode KNN dan CNN dalam pengklasifikasian buah Jeruk. Penelitian ini menunjukkan bahwa KNN masih memberikan hasil yang baik meskipun tidak sekompleks CNN. Hal ini menunjukkan bahwa KNN merupakan pilihan yang sesuai untuk sistem klasifikasi yang sederhana dengan fitur dasar seperti warna. Temuan ini mendukung pemilihan metode KNN dalam penelitian yang sedang berlangsung. Dari semua penelitian yang ada, dapat disimpulkan bahwa warna adalah parameter yang sangat penting dalam menentukan tingkat kesegaran buah, dan metode KNN adalah salah satu algoritma klasifikasi yang efektif dan mudah digunakan. Penelitian ini lalu mengadopsi pendekatan serupa dengan fokus pada Jeruk Mandarin dan menggunakan fitur mean RGB serta HSV untuk menghasilkan hasil klasifikasi yang optimal.

B. METODE PENELITIAN

Tahapan Studi Literatur

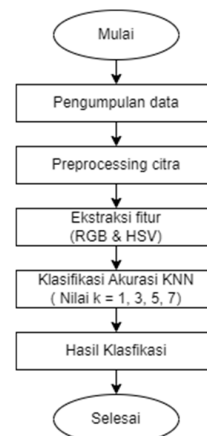
Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan informasi atau data yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan dari jurnal penelitian sebelumnya maupun dari buku. Studi literatur itu bertujuan untuk membantu dalam proses penelitian.

Data Penelitian

Data yang dipakai dalam penelitian ini terdiri dari gambar Jeruk Mandarin yang dibagi menjadi dua kategori, yakni Jeruk segar dan Jeruk busuk. Total data yang digunakan mencapai 150 gambar, dengan setiap kategori berisi 75 gambar. Seluruh gambar yang ada digunakan sebagai populasi penelitian dan dianggap sudah mewakili ciri-ciri visual Jeruk Mandarin berdasarkan tingkat kesegarannya.

Langkah Metode Penelitian

Studi ini mengadopsi metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen. Implementasi metode dilaksanakan melalui beberapa langkah penting, yaitu pengumpulan informasi, pemrosesan awal gambar, ekstraksi karakteristik warna, proses pengelompokan menggunakan metode KNN, dan penilaian hasil pengelompokan. Langkah-langkah tersebut disusun dengan cara yang teratur untuk mendapatkan hasil pengelompokan yang terbaik dan terukur, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Proses Metode Penelitian

Pengumpulan Data

Pengumpulan informasi dilakukan dengan mengumpulkan gambar Jeruk Mandarin dari sumber dataset yang diambil dari situs web Kaggle (<https://www.kaggle.com>). Total gambar yang berhasil dikumpulkan adalah 150 gambar, yang terdiri dari 75 gambar Jeruk segar dan 75 gambar Jeruk yang sudah membusuk. Setelah semua data dikumpulkan, dataset tersebut dibagi menjadi dua bagian, yaitu 112 gambar untuk data pelatihan dan 38 gambar untuk data pengujian. Pembagian ini dilakukan agar proses pelatihan dan pengujian model dapat berjalan dengan seimbang dan representatif.

Preprocessing Citra

Preprocessing adalah langkah awal dalam perbaikan citra yang bertujuan untuk menghapus atau mengurangi gangguan pada gambar (Dzulhijjah et al., 2021). Tujuan dari tahap *preprocessing* adalah untuk menyamakan dan meningkatkan kualitas citra sebelum fitur diekstraksi. Pada tahap ini, setiap citra diubah ukurannya menjadi 512×512 piksel untuk menyamakan ukuran dan mempermudah proses ekstraksi fitur (Sari & Sari, 2022). Penyeragaman ini penting karena model KNN berfungsi secara langsung pada fitur numerik yang diperoleh dari citra, sehingga perbedaan ukuran dapat memengaruhi nilai fitur serta hasil klasifikasi.

Ekstraksi Fitur

Proses pengambilan fitur bertujuan untuk mendapatkan informasi penting yang ada dalam gambar. Informasi ini kemudian digunakan sebagai parameter atau input dalam proses deteksi (Januwa Putra Wiastopo & Imelda Imelda, 2024). Gambar diubah menjadi ruang warna RGB (Merah, Hijau, Biru) dan HSV (*Hue*, Saturasi, Nilai). Setelah itu, dihitung nilai rata-rata dari setiap saluran warna RGB dan HSV. Keenam nilai ini digunakan sebagai fitur angka yang menggambarkan sifat warna Jeruk Mandarin.

Metode KNN

Algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) adalah sebuah metode klasifikasi yang berfungsi dengan membandingkan satu data dengan beberapa data lain yang terdekat. Teknik ini termasuk dalam jenis pembelajaran terawasi karena proses untuk menetapkan kelas pada data baru mengacu pada data pelatihan yang sudah memiliki label. Hasil dari klasifikasi ditentukan oleh kelas yang paling sering muncul di antara para tetangga terdekat. Konsep kedekatan dalam KNN dihitung dengan mengukur jarak antara data, yang mempertimbangkan kontribusi bobot setiap fitur sebagai dasar dalam menentukan tingkat kesamaan (Saputra & Ramadhanu, 2025).

Confusion Matrix

Confusion Matrix digunakan untuk membandingkan hasil klasifikasi dan menghitung akurasi (Abdurrahman et al., 2023). Dengan melakukan perhitungan pada tabel ini, dapat diperoleh nilai evaluasi seperti presisi, recall, dan akurasi.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pelatihan Model CNN

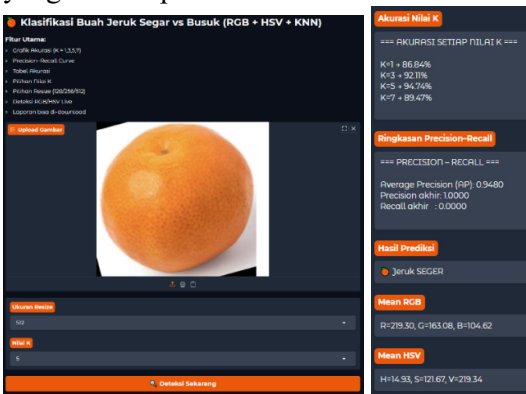
Kualitas Jeruk Mandarin dapat dikenali melalui variasi warna kulit buah dengan menggunakan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbor* (KNN). Dataset yang digunakan dalam studi ini mencakup 150 gambar Jeruk Mandarin yang terdiri dari dua kategori, yaitu Jeruk segar dan Jeruk yang sudah busuk, dengan pembagian data pelatihan dan pengujian yang dilakukan secara acak. Selanjutnya, gambar yang diperoleh diproses melalui tahap pra-pemrosesan dan ekstraksi fitur warna RGB dan HSV sebagai representasi dari ciri visual Jeruk. Proses pemodelan sistem klasifikasi dilakukan sesuai dengan alur penelitian yang telah disusun, sehingga menghasilkan model klasifikasi kualitas Jeruk Mandarin menggunakan metode KNN. Setelah itu,

pemodelan sistem dilakukan seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sampel citra buah Jeruk Mandarin
(Sumber: <https://www.kaggle.com/>)

Pada penelitian ini juga dibuat sebuah antarmuka grafis atau *Graphical User Interface* (GUI) untuk memudahkan pengguna dalam menggunakan sistem klasifikasi yang dibuat. GUI ini berfungsi sebagai sarana interaksi dalam proses menentukan kualitas Jeruk Mandarin. Di antarmuka GUI, terdapat beberapa langkah dalam pengolahan citra, yang meliputi citra asli Jeruk Mandarin, hasil pemrosesan citra, pengubahan citra menjadi ruang warna HSV, serta informasi tentang nilai fitur warna *Red*, *Green*, *Blue*, *Hue*, *Saturation*, dan *Value*. Antarmuka ini dirancang supaya pengguna dapat dengan mudah mengerti proses dan hasil klasifikasi yang ditampilkan, seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain GUI Sistem

Metode klasifikasi yang diterapkan adalah KNN dengan nilai k yaitu 1, 3, 5, dan 7. Nilai k ini digunakan untuk memahami dampak nilai k terhadap proses klasifikasi

sehingga dapat menilai kinerja dari algoritma KNN.

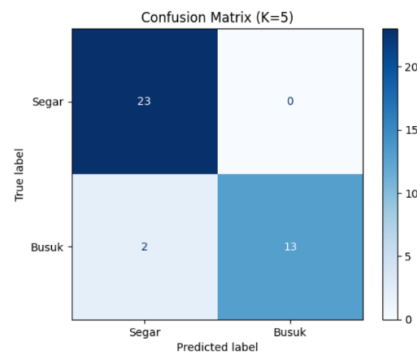
Tabel 1. Hasil Klasifikasi

K	Kelas Segar Benar	Kelas Segar Salah	Kelas Busuk Benar	Kelas Busuk Salah
1	19	4	14	1
3	22	1	13	2
5	23	0	13	2
7	22	1	12	3

Tabel hasil klasifikasi dipakai untuk menunjukkan kinerja sistem dalam mengelompokkan gambar Jeruk ke dalam dua kategori, yaitu Jeruk segar dan Jeruk busuk, menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN). Pengujian dilakukan dengan berbagai variasi nilai K untuk melihat pengaruh perubahan parameter K terhadap hasil klasifikasi. Tabel tersebut mencakup jumlah data uji yang berhasil diklasifikasikan dengan benar dan salah di setiap kategori.

Data yang diklasifikasikan dengan tepat menunjukkan kemampuan sistem dalam mengenali karakteristik warna Jeruk berdasarkan fitur RGB dan HSV. Di sisi lain, data yang salah klasifikasi menunjukkan adanya kesamaan fitur warna di antara kategori atau dampak dari kondisi pencahayaan yang menyebabkan kesalahan dalam prediksi. Untuk kelas Jeruk segar, kesalahan klasifikasi sering terjadi ketika warna Jeruk tidak seragam atau mendekati karakteristik Jeruk busuk. Sementara itu, untuk kelas Jeruk busuk, kesalahan bisa disebabkan oleh kondisi Jeruk yang belum banyak mengalami perubahan warna, sehingga masih terlihat mirip dengan Jeruk segar.

Berdasarkan hasil yang ada dalam tabel, terlihat bahwa nilai K memengaruhi jumlah klasifikasi yang benar dan salah. Nilai K yang rendah cenderung membuat sistem lebih responsif terhadap data terdekat, sehingga keputusan klasifikasi dipengaruhi oleh sejumlah kecil data dan dapat meningkatkan kesalahan jika terdapat gangguan atau data yang tidak mewakili.



Gambar 4. Tabel *Confusion Matrix*

Gambar 4 menunjukkan bahwa pengujian terbaik diperoleh pada nilai $K = 5$. Pada nilai ini, model mampu mengklasifikasikan 36 citra uji dengan benar, menghasilkan akurasi sebesar 94,74%. Keputusan berdasarkan lima tetangga terdekat terbukti memberikan keseimbangan optimal antara sensitivitas dan generalisasi, sehingga model dapat bekerja secara efektif baik pada citra segar maupun citra busuk.

Dari total 38 data pengujian yang dihitung menggunakan metode KNN, diperoleh hasil klasifikasi yang tertera pada Tabel 1. Berdasarkan hasil tersebut, Penulis kemudian melanjutkan untuk menghitung akurasi.

Hasil tingkat ketepatan yang diperoleh pada sistem pengklasifikasian buah Jeruk Mandarin yang segar dan yang busuk dengan menggunakan metode KNN berdasarkan data uji dengan nilai $K=1, 3, 5, 7$ dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2. Akurasi Uji Coba Metode KNN

K	Data Sesuai	Jumlah Data	Akurasi (%)
1	33	38	86.84
3	35	38	92.11
5	36	38	94.74
7	34	38	89.47

Selain akurasi, penelitian ini juga melakukan evaluasi kinerja melalui precision-recall. Precision model menunjukkan nilai mendekati 1,00 pada beberapa titik, yang berarti bahwa prediksi model sangat akurat ketika memutuskan suatu citra masuk ke dalam kelas tertentu. Nilai *average precision* (AP) sebesar 0,948

menunjukkan performa keseluruhan yang sangat baik. Nilai ini mencerminkan bahwa fitur mean RGB dan HSV dapat membedakan Jeruk segar dan busuk secara konsisten. Dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Average Precision (AP)

Nilai K	Average Precision (AP)
1	0.752242
3	0.938828
5	0.948048
7	0.956667

D. PENUTUP

Berdasarkan hasil dan analisis yang telah dijelaskan, dapat diambil kesimpulan bahwa metode *K-Nearest Neighbor* yang memanfaatkan atribut warna RGB dan HSV mampu mengklasifikasikan dengan baik kualitas Jeruk Mandarin. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa perubahan nilai parameter K mempengaruhi hasil klasifikasi, di mana $K = 5$ menghasilkan akurasi tertinggi sebesar 94,74%. Ini menunjukkan bahwa atribut warna RGB dan HSV efektif sebagai representasi dari sifat visual Jeruk Mandarin dalam membedakan antara Jeruk segar dan Jeruk yang busuk.

Disarankan bagi riset berikutnya agar menambah jumlah juga ragam *dataset* sehingga model pengelompokan bisa memiliki kelelahan pemerataan yang lebih baik.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, N., Rahmat, B., & Sihananto, A. N. (2023). Perbandingan Performa Klasifikasi Citra Ikan Menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor* (K-NN) Dan Convolutional Neural Network (CNN). *JUSIFOR: Jurnal Sistem Informasi Dan Informatika*, 2(2), 84–93. <https://doi.org/10.33379/jusifor.v2i2.3728>
- Adenugraha, S. P., Arinal, V., & Mulyana, D. I. (2022). Klasifikasi Kematangan Buah

- Pisang Ambon Menggunakan Metode KNN dan PCA Berdasarkan Citra RGB dan HSV. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 6(1), 9. <https://doi.org/10.30865/mib.v6i1.3287>
- Amelia, N., Garonga, M., & Rusman, J. (2023). Penerapan Metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) untuk Klasifikasi Kematangan Buah Kopi. *The Indonesian Journal of Computer Science*, 12(2), 693–700. <https://doi.org/10.33022/ijcs.v12i2.3171>
- Dzulhijjah, A. N., Anraeni, S., & Sugiarti, S. (2021). Klasifikasi Kematangan Citra Labu Siam Menggunakan Metode KNN (*K-Nearest Neighbor*) Dengan Ekstraksi Fitur HSV (*Hue, Saturation, Value*). *Buletin Sistem Informasi Dan Teknologi Islam*, 2(2), 103–110. <https://doi.org/10.33096/busiti.v2i2.808>
- Januwa Putra Wiastopo, & Imelda Imelda. (2024). Deteksi Kesegaran Ikan Kembung dengan Metode KNN Berdasarkan Fitur GLCM dan RGB-HSV. *Jurnal Ticom: Technology of Information and Communication*, 13(1), 10–16. <https://doi.org/10.70309/ticom.v13i1.137>
- Mahendra, I., & Rachmat, N. (2023). Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Kakao Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Algoritma *K-Nearest Neighbor*. *Jurnal Algoritme*, 4(1), 31–42. <https://doi.org/10.35957/algoritme.v4i1.5485>
- Napitu, S., Paramita Panjaitan, R., Nulhakim, P. A., & Khalik Lubis, M. (2023). Klasifikasi Buah Jeruk Segar dan Busuk Berdasarkan RGB dan HSV Menggunakan Metode KNN. *Jurnal SAINTEKOM*, 13(2), 214–221. <https://doi.org/10.33020/saintekom.v13i2.420>
- Rustam, M. S., Marlina, Mughaffir Yunus, Andi Wafiah, & Wahyu Artanugraha. (2025). Klasifikasi Tingkat Kematangan Tomat Menggunakan Algoritma Knn (*K-Nearest Neighbor*) Berbasis Citra Digital. *Jurnal Publikasi Ilmu Komputer Dan Multimedia*, 4(3), 121–129. <https://doi.org/10.55606/jupikom.v4i3.5275>
- Saputra, R., Erlanda, H., & Ramadhanu, A. (2024). Klasifikasi Citra Dalam Identifikasi Jeruk Nipis dan Jeruk Mandarin Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN). *JITSI : Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, 5(4), 213–218. <https://doi.org/10.62527/jitsi.5.4.282>
- Saputra, R., & Ramadhanu, A. (2025). Klasifikasi Citra Buah Jeruk Mandarin, Jeruk Nipis, dan Stroberi Menggunakan Algoritma PCA dan Metode *K-Nearest Neighbor* (KNN). *JPG: Jurnal Pendidikan Guru*, 6(1), 162–172. <https://doi.org/10.32832/jpg.v6i1.18849>
- Sari, W. S., & Sari, C. A. (2022). Klasifikasi Bunga Mawar Menggunakan Knn Dan Ekstraksi Fitur Glcm Dan Hsv. *Skanika*, 5(2), 145–156. <https://doi.org/10.36080/skanika.v5i2.2951>
- Siwilopo, K. P., & Marcos, H. (2023). Membandingkan Klasifikasi Pada Buah Jeruk Menggunakan Metode Convolutional Neural Network dan *K-Nearest Neighbor*. *Komputa : Jurnal Ilmiah Komputer Dan Informatika*, 12(1), 57–64. <https://doi.org/10.34010/komputa.v12i1.9068>
- Trisanti, N., Romadloni, N. T., & Sya'bani, N. H. (2025). Klasifikasi Citra Buah Menggunakan Algoritma *K-Nearest Neighbour* (KNN) dan Metode Euclidean Distance. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(3), 8306–8312. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i3.3243>