

Klasifikasi Citra Digital Tingkat Kematangan Buah Alpukat Berdasarkan Warna Menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor*

Zaehol Fatah¹, Mas'udah²

^{1,2} Universitas Ibrahimy, Indonesia

Email: ¹zaeholfatah@gmail.com, *¹alimahfud3007@gmail.com

Abstract

Manually determining the ripeness level of avocados is often subjective and requires experience from the observer. Therefore, an automated system capable of accurately classifying the ripeness level of avocados is needed. This study aims to classify the ripeness level of avocados based on shape and color characteristics using the K-Nearest Neighbor (K-NN) method. The research process begins with capturing images of avocados at various ripeness levels, followed by image preprocessing in the form of resizing, segmentation, and extraction of color (mean, standard deviation, and skewness) and shape (area, perimeter, and shape ratio) features. The extracted features are used as input for the K-NN algorithm with varying k values to achieve the best accuracy. Based on the test results, the K-NN method is able to classify the ripeness level of avocados with a good level of accuracy, indicating that the combination of color and shape features is effective in distinguishing ripeness categories. This system is expected to assist farmers and industry players in determining the quality of avocados quickly and objectively.

Keywords: Image classification, avocado, ripeness level, K-Nearest Neighbor, feature extraction.

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi saat ini telah memungkinkan identifikasi buah berdasarkan ciri warna melalui pemrosesan citra digital. Proses ini memanfaatkan kamera untuk mengambil gambar buah, yang kemudian diolah menggunakan perangkat lunak komputer dengan teknik pengolahan citra digital untuk menentukan tingkat kematangan buah secara efisien. Penentuan tingkat kematangan buah alpukat secara manual sering kali bersifat subjektif dan memerlukan pengalaman dari pengamat. Oleh karena itu, diperlukan sistem otomatis yang mampu mengklasifikasikan tingkat kematangan buah secara akurat. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah alpukat berdasarkan ciri bentuk dan warna menggunakan metode K-Nearest Neighbor (K-NN). Proses penelitian diawali dengan pengambilan citra buah alpukat pada berbagai tingkat kematangan, kemudian dilakukan pra-pemrosesan citra berupa resize, segmentasi, dan ekstraksi fitur warna (mean, standar deviasi, dan skewness) serta bentuk (luas, keliling, dan rasio bentuk). Hasil ekstraksi fitur tersebut digunakan sebagai masukan untuk algoritma K-Nearest Neighbor dengan variasi nilai k untuk memperoleh akurasi terbaik. Berdasarkan hasil pengujian, metode K-Nearest Neighbor mampu mengklasifikasikan tingkat kematangan buah alpukat dengan tingkat akurasi yang baik, menunjukkan bahwa kombinasi fitur warna dan bentuk efektif dalam membedakan kategori kematangan. Sistem ini diharapkan dapat membantu petani maupun pelaku industri dalam menentukan kualitas buah alpukat secara cepat dan objektif.

Kata Kunci: klasifikasi citra, buah alpukat, tingkat kematangan, K-Nearest Neighbor, ekstraksi fitur.

PENDAHULUAN

Alpukat merupakan tanaman yang tumbuh subur di daerah tropis seperti Indonesia yang memiliki curah hujan tinggi, alpukat merupakan salah satu jenis buah yang digerami masyarakat karena rasanya yang enak juga kandungan antioksidannya yang tinggi dan zat gizi seperti lemak yaitu 9,8 g/100 g daging buah.(Mahendra, 2024)

Buah alpukat merupakan buah yang sering kita jumpai. Buah serbaguna ini memiliki banyak manfaat dan khasiat bagi manusia. Ada banyak zat yang kaya manfaat yang terdapat di buah ini. Rasanya yang nikmat membuat banyak orang yang mengkonsumsi dan menyukainya. Seperti buah pada umumnya, alpukat memiliki tingkat kematangan tersendiri. Kematangan buah alpukat dapat dilihat dari warna kulit maupun warna daging buahnya. Kemampuan akan membedakan tingkat kematangan buah alpukat tentu saja dibutuhkan pengamatan yang akurat. Hal ini disebabkan karena alpukat memiliki warna yang hampir mirip antara alpukat matang dengan setengah matang.(Using & Neighbor, n.d.)

Pengolahan citra yang tidak mampu membedakan kondisi buah dengan tepat berpotensi mengurangi efektivitas dalam menjaga kualitas produk turunan. Oleh karena itu, pengendalian tingkat kematangan yang tepat menjadi kunci utama bagi industri pengolahan untuk memastikan produk akhir tetap terjaga kualitasnya dan memenuhi standar yang diinginkan.(Artikel et al., 2025)

Klasifikasi citra merupakan suatu proses pengelompokan seluruh pixel pada suatu citra kedalam dalam kelompok sehingga dapat diinterpretasikan sebagai suatu property yang spesifik. Kehadiran klasifikasi citra digital telah menghasilkan berbagai penelitian yang menggunakan beragam algoritma. Namun, penelitian mengenai optimasi algoritma, khususnya pada pengujian objek yang memiliki nilai uji yang hampir sama disetiap objeknya

belum ditemukan secara spesifik saat ini. Optimasi algoritma tentu diperlukan, khususnya pada objek data uji yang memiliki nilai yang hampir sama. Objek pengujiannya pun seharusnya menggunakan objek yang memiliki tingkat kemiripan yang hampir sama, baik dalam hal bentuknya ataupun dari warnanya. Pada industri pertanian, klasifikasi tingkat kematangan buah alpukat memiliki peran penting dalam menentukan waktu panen yang tepat dan kualitas buah yang bagus untuk dihasilkan. Klasifikasi merupakan cara untuk melakukan proses pengelompokan berdasarkan ciri tertentu. Setiap buah mempunyai ciri tertentu untuk menentukan tingkat kematangannya, kematangan alpukat sangat menentukan kualitas dan cita rasa yang dihasilkan, sehingga klasifikasi kematangan alpukat menjadi hal penting untuk dilakukan, baik bagi petani maupun pelaku usaha distribusi buah. Proses penentuan tingkat kematangan secara manual biasanya dilakukan berdasarkan pengalaman atau pengamatan visual, yang rentan terhadap subjektivitas dan ketidakakuratan. Oleh karena itu, diperlukan metode yang lebih objektif dan efisien untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah alpukat. Tingkat kematangan yang tepat akan mempengaruhi ciri rasa, tekstur, dan keawetan alpukat.(B. Warna et al., 2024)

Pada umumnya untuk menentukan tingkat kematangan buah alpukat dipilih secara manual, hal ini menjadi tidak efisien secara waktu maupun tenaga.(George & Sanu, 2025)(George & Sanu, 2025)¹ Teknik pengolahan citra digital digunakan untuk mempermudah dan mempercepat proses pengujian tingkat kematangan alpukat, Inputan pada proses klasifikasi adalah karakteristik nilai fitur citra yang didapatkan dari tahapan ekstraksi fitur warna menggunakan *mean RGB*. Metode klasifikasi untuk

mengetahui tingkat kematangan alpukat karakteristik warna adalah algoritma *K-Nearest Neighbor* merupakan metode klasifikasi data yang cukup sederhana dengan akurasi yang baik. (Paramita et al., 2019)

Tujuan dari penelitian ini untuk mengeksplorasi penggunaan algoritma KKN dalam proses klasifikasi tingkat kematangan buah. (Syirojuddin et al., n.d.) Pemerintah melalui Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian telah menetapkan standar mutu dengan tiga tingkatan yaitu I, II, III, IV. (Neighbor et al., n.d.) Penelitian ini menggunakan studi literatur untuk dijadikan referensi dan dasar teori dalam melakukan penelitian. Algoritma *K-Nearest Neighbor* dapat melakukan klasifikasi tingkat kematangan buah alpukat dengan tingkat nilai akurasi paling tinggi adalah dengan menggunakan fitur warna saja dan kombinasi fitur warna dan tekstur dengan masing-masing menggunakan *K-NN* yang menghasilkan persentase kebenaran 73%. Mengembangkan sistem klasifikasi tingkat kematangan buah alpukat berdasarkan fitur bentuk dan warna sebagai input, serta metode *KNN* sebagai algoritma klasifikasinya. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap meningkatkan akurasi dan efisiensi proses klasifikasi kematangan buah alpukat, yang pada akhirnya mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam pengelolaan hasil panen dan distribusi buah alpukat. penelitian ini juga diharapkan dapat membuka peluang pengembangan lebih lanjut penerapan teknologi data mining dibidang pertanian dan panen buah alpukat yang belum matang berdasarkan bentuk warna.

METODE PENELITIAN

a) Pengertian Citra Digital

Citra digital merupakan representasi gambar dalam bentuk data dua dimensi yang terdiri dari

susunan nilai numerik berbasis bit, dan diolah menggunakan komputer untuk menghasilkan informasi visual.

b) Metode K-Nearest Neighbor (KNN)

K-Nearest Neighbor (KNN) adalah algoritma klasifikasi yang bekerja dengan prinsip bahwa objek dengan karakteristik serupa akan berada dalam kelas yang sama. Penentuan kelas dilakukan dengan menghitung jarak antara data uji dan data latih, kemudian memilih kelas yang paling dominan dari sejumlah tetangga terdekat (*k*). Perhitungan jarak dapat menggunakan *Euclidean Distance* atau *Cityblock Distance*. Metode ini sederhana, efektif, dan memiliki kinerja baik meskipun terdapat noise pada data.

c) Konsep Klasifikasi

Klasifikasi adalah proses mengelompokkan data ke dalam kelas tertentu berdasarkan model yang dibangun dari data latih. Model yang terbentuk digunakan untuk memprediksi kelas objek baru. Contohnya, klasifikasi tingkat kemanisan buah alpukat berdasarkan warna kulit dan tekstur. (Lapendy et al., 2024)

d) Data Mining

Data mining adalah proses mengekstrak informasi dan pola berharga dari kumpulan data berukuran besar menggunakan teknik otomatis seperti statistik, pembelajaran mesin, dan pengenalan pola, untuk membantu pengambilan keputusan. (Muhammad & Falih, 2021)

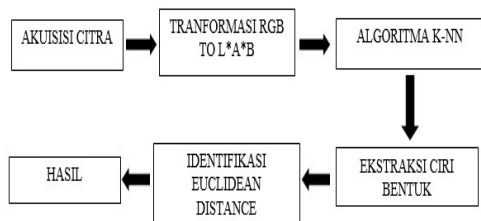
e) Fitur Ekstraksi

Fitur adalah objek yang memiliki karakteristik atau sifat. Ekstraksi fitur merupakan proses pengambilan nilai fitur atau ciri dari sebuah gambar. Ekstraksi fitur warna dilakukan dengan menghitung rata-rata setiap komponen *red*, *green*, dan *blue* pada

citra. Hasil perhitungan mean RGB dari data latih dan uji digunakan sebagai inputan pada proses klasifikasi.

f) K-Nearest Neighbor

Adapun metodologi penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan hasil berdasarkan penerapan menggunakan metode K-NN.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

g) Akuisisi Citra

Pada tahapan pengumpulan data dilakukan metode Akuisisi citra dengan mengambil citra analog yang diubah menjadi citra digital oleh kamera (F. Warna & Neighbors, 2022) dimana diambil dari citra tingkat kematangan alpukat yang digunakan sebagai data uji. Dimana citra di foto dengan tingkat cahaya yang sama. Data dari akuisisi citra yang digunakan adalah 2 jenis alpukat yang sering ditemukan dan mudah didapatkan, diantaranya: alpukat hijau dan alpukat coklat digunakan untuk menentukan tingkat kematangan buah alpukat.

h) Transformasi $L^*a^*b^*$

Transformasi $L^*a^*b^*$, seperti LCH, memiliki tiga sumbu utama: L^* (lightness) yang mengukur keterangan warna dari 0 (gelap) hingga 100 (terang), serta dua sumbu horizontal a^* dan b^* yang bersilangan tegak lurus. Sumbu a^* mewakili spektrum merah-hijau, dan b^* mewakili spektrum kuning-biru. Kedua sumbu ini bertemu di titik netral (abu-abu, hitam, atau putih). Warna merah tidak bisa sekaligus

hijau, dan biru tidak bisa sekaligus kuning; mereka saling berlawanan dan akan menghasilkan warna netral jika dicampur. (Studi et al., 2019)

Algoritma K-NN

Algoritma K-Nearest Neighbor merupakan metode klasifikasi yang mengelompokkan data baru berdasarkan jarak data baru itu ke beberapa data/tetangga (*neighbor*) terdekat. K-Nearest Neighbor adalah pendekatan untuk mencari kasus dengan menghitung kedekatan antara kasus dengan menghitung kedekatan antara kasus baru dengan kasus lama yaitu berdasarkan pada pencocokan bobot dari sejumlah fitur yang ada. Algoritma KKN bekerja dengan cara membandingkan data uji dan data training. (Studi et al., 2019)

i) Fitur Ekstrasi Ciri Bentuk

Fitur adalah objek yang memiliki karakteristik atau sifat. Ekstraksi fitur merupakan proses pengambilan nilai fitur atau ciri dari sebuah gambar. Ekstraksi fitur warna dilakukan dengan menghitung rata-rata setiap komponen *red*, *green*, dan *blue* pada citra. Hasil perhitungan mean RGB dari data latih dan uji digunakan sebagai inputan pada proses klasifikasi. Ekstraksi ciri pada citra sel alpukat hijau dan alpukat coklat yang telah berhasil desegmentasi. (Studi et al., 2019)

j) Identifikasi Euclidean Distance

Euclidean Distance merupakan teknik yang paling sederhana untuk menghitung jarak di antara dua vector lurus jarak garis antara dua titik, yang memeriksa akar perbedaan kuadrat antara koordinat sepasang objek. Jarak Euclidean yang paling minimal menunjukkan jarak terdekat untuk proses mengenalannya.

Berikut adalah rumus dari Euclidean Distance

$$P = (P_1, P_2, \dots, P_n)$$

$$Q = (q_1, q_2, \dots, q_n)$$

$$D = \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \dots + (p_n - q_n)^2}$$

$$= \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengujian Data Training

Perolehan data training di peroleh dari ekstraksi citra mejadi nilai RGB. Hasil dari RGB ini akan menjadi acuan data untuk masing-masing jenis alpukat. Adapun perolehan data training ialah sebagai berikut. Dari data diatas, perolehan K yang merupakan hasil RGB untuk masing jenis alpukat ialah 87000 untuk alpukat mentah, 30753 untuk alpukat matang dan 28457 untuk alpukat setengah matang. Adapun citra yang digunakan sebagai data uji training serta hasil pengujiannya ialah sebagai berikut..



(a) Alpukat Mentah (b) Alpukat Setengah Matang (c) Alpukat Matang

Nama Data	n Data	Rata-Rata R	Rata-Rata G	Rata-Rata B
Mentah	87000	44.9384137931	64.0531609195	37.9635057471
Matang	30753	39.6785518811	40.7697785581	45.0452638766
Setengah Matang	28457	48.0677864948	51.1525108057	46.7828653758

Gambar 2. Perolehan Nilai Setiap Jenis Alpukat

b. Hasil Pengujian

Pengujian pada sistem dilakukan dengan melakukan input data berupa 14 sample alpukat ke sistem yang telah dirancang. Sample buah alpukat berupa gambar berekstensi .jpg dan .png yang terdiri dari 4 sampel alpukat setengah matang. 5 sampel alpukat matang dan 5 sampel alpukat mentah. Adapun gambar sistem serta hasil pengujian dari sistem ialah sebagai berikut.



Gambar 3. Tampilan Sistem Dari Uji Citra

Tabel 1. Pengujian Sampel Buah Alpukat

No.	Pengamatan Manual	Hasil Pengujian
1	Matang	K : 29000 Jarak Nilai Training : 1753 Persentase Nilai Training : 94% Hasil Sistem : Matang Keterangan : Akurat K : 26884
2	Matang	Jarak Nilai Training : 3869 Persentase Nilai Training : 87% Hasil : Tidak Akurat K : 30253
3	Matang	Jarak Nilai Training : 500 Persentase Nilai Training : 98% Hasil : Akurat K : 28993
4	Matang	Jarak Nilai Training : 1760 Persentase Nilai Training : 93% Hasil Sistem : Matang Keterangan : Akurat K : 29254
5	Matang	Jarak Nilai Training : 1499 Persentase Nilai Training : 95% Hasil Sistem : Matang Keterangan : Akurat K : 28300
6	Setengah Matang	Jarak Nilai Training : 157 Persentase Nilai Training : 99% Hasil Sistem : Setengah Matang Hasil : Akurat K : 19600
7	Setengah	K : 19600

		c. Pembahasan
	Matang	Jarak Nilai Training : 8857 Persentase Nilai Training : 68% Hasil Sistem : Nilai keluar dari range Hasil : Tidak Akurat K : 21480
8	Setengah Matang	Jarak Nilai Training : 6977 Persentase Nilai Training : 75% Hasil Sistem : Nilai keluar dari range Hasil : Tidak Akurat K : 26006
9	Setengah Matang	Jarak Nilai Training : 2451 Persentase Nilai Training : 91% Hasil Sistem : Setengah matang Hasil : Akurat K : 91383
10	Mentah	Jarak Nilai Training : 4383 Persentase Nilai Training : 95% Hasil Sistem : Mentah Hasil : Akurat K : 87000
11	Mentah	Jarak Nilai Training : 0 Persentase Nilai Training : 0% Hasil Sistem : Mentah Keterangan : Akurat K : 57000
12	Mentah	Jarak Nilai Training : 30000 Persentase Nilai Training : 65% Hasil Sistem : Mentah Keterangan : Akurat K : 88020
13	Mentah	Jarak Nilai Training : 1020 Persentase Nilai Training : 98% Hasil Sistem : Mentah Keterangan : Akurat K : 98626
14	Mentah	Jarak Nilai Training : 11626 Persentase Nilai Training : 88% Hasil Sistem : Mentah Keterangan : Akurat

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, diperoleh tingkat akurasi sebesar 78,57% (11 dari 14 sampel, dihitung dengan rumus $11/14 \times 100\% = 78,57\%$). Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketidakakuratan klasifikasi lebih sering terjadi pada citra alpukat matang dan setengah matang. Hal ini disebabkan oleh nilai training yang sangat dekat antara kedua kategori tersebut. Sebagai contoh, untuk alpukat matang, nilai training yang diperoleh adalah 30.753, sementara untuk alpukat setengah matang, nilai training yang diperoleh hanya 28.457. Selisih antara kedua nilai tersebut hanya sekitar 2.296, yang cukup kecil sehingga menyebabkan kesulitan dalam membedakan keduanya secara akurat. Selain itu, ketidakakuratan juga disebabkan oleh pembacaan nilai uji yang sangat berbeda dari nilai training yang telah diberikan oleh sistem. Meskipun algoritma k-nearest neighbor (KNN) dikenal tangguh terhadap data latih yang **noisy** dan efektif apabila data latihnya besar, pada pengujian ini algoritma belum terbukti efektif pada kedua kondisi tersebut. Namun demikian, hasil klasifikasi algoritma dalam penelitian ini berhasil meningkatkan keakuratan dalam klasifikasi citra. Efektivitas klasifikasi terlihat dari perolehan nilai klasifikasi yang lebih akurat pada citra alpukat setengah matang, meskipun jarak antara nilai training alpukat matang dan setengah matang hanya sekitar 92%. Tanpa adanya optimasi, sistem cenderung mengklasifikasikan alpukat dengan nilai training 91% sebagai alpukat matang, meskipun sebenarnya itu adalah alpukat setengah matang. Klasifikasi ini sangat berguna untuk klasifikasi citra dengan objek yang memiliki warna yang hampir mirip,

seperti pada kasus alpukat matang dan setengah matang. Selain itu, optimasi algoritma ini juga terbukti efektif untuk citra dengan jarak nilai training yang jauh. Sebagai contoh, pada pengujian citra alpukat mentah, sistem masih menghasilkan klasifikasi yang akurat meskipun nilai training hanya sebesar 65%. Salah satu keuntungan lain dari optimasi ini adalah kemampuannya untuk memberikan keterangan saat nilai uji keluar dari rentang yang diharapkan, sehingga sistem dapat menghindari memberikan hasil klasifikasi yang salah. Secara keseluruhan, optimasi algoritma ini menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan akurasi klasifikasi citra, baik untuk objek dengan warna yang mirip maupun dengan perbedaan yang lebih jelas dalam nilai training.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penerapan klasifikasi algoritma metode k-nearest neighbor untuk klasifikasi kematangan buah alpukat menghasilkan akurasi sebesar 78,57 %. Persentase tersebut diperoleh dari data sampel buah alpukat sebanyak 14 sampel.
2. Tingkat tidak keakuratan pada penelitian ini berasal dari sampel alpukat setengah matang dan matang. Hal ini dikarenakan warna dari data training pada sampel tersebut memiliki tingkat perolehan nilai RGB yang hampir sama.
3. Evaluasi menggunakan confusion matrix menunjukkan hasil yang memuaskan dalam presisi, recall, dan akurasi. Ini menegaskan bahwa K-NN dapat diandalkan untuk menentukan kematangan alpukat berdasarkan warna.
4. Proses klasifikasi algoritma ini bukan hanya bisa diterapkan pada objek

buah alpukat saja, melainkan dapat diterapkan objek yang lain seperti buah, hewan, benda dan lain-lain.

5. Dengan perolehan nilai keakuratan kurang dari 80 %, penulis menyarankan agar penelitian mengenai klasifikasi citra perlu ditingkatkan dengan mengembangkan algoritma yang mampu memberikan hasil klasifikasi yang lebih efektif untuk objek citra berupa warna-warna yang mirip disetiap objeknya. Hal ini tentu akan menjadi bahan penelitian yang berguna bagi kepentingan manusia di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Artikel, R., Aksa, M., Ranggareksa, A., Kaswar, A. B., Darma, D., Nurul, R., & Intam, J. S. (2025). *Deteksi Tingkat Kematangan Buah Mangga Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Pengolahan Citra Digital Mango Ripeness Detection Based on Color Features Using Digital Image Processing*. 11, 240–250.
- Dan, K. N., & Vector, S. (2025). *KLASIFIKASI JENIS BUAH TOMAT MENGGUNAKAN ALGORITMA K-NEAREST NEIGHBOR DAN SUPPORT VECTOR MACHINE*. 800–807.
- George, J., & Sanu, M. (2025). *IDENTIFIKASI KEMATANGAN BUAH NANAS MENGGUNAKAN CITRA DIGITAL DENGAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR (K-NN) DAN SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)*. 16, 35–48.
- Lapendy, J. C., Aulia, A., Resky, C., Makmur, H., Baso, A., Andayani, D. D., & Adiba, F. (2024). *Klasifikasi rasa jeruk siam berdasarkan warna dan tekstur berbasis pengolahan citra digital*. 9(2), 756–767.
- Mahendra, M. D. (2024). *DETEKSI TINGKAT KEMATANGAN BUAH PISANG CAVENDISH MENGGUNAKAN METODE KNN*

- (K-NEAREST NEIGHBOR).
- Muchtar, M., Muchtar, R. A., Sembilanbelas, U., Kolaka, N., Tenggara, S., Halu, U., Kendari, O., & Tenggara, S. (2024). *PERBANDINGAN METODE KNN DAN SVM DALAM KLASIFIKASI KEMATANGAN BUAH MANGGA BERDASARKAN CITRA HSV DAN FITUR STATISTIK*. 12(2), 876–884.
- Muhammad, D. I., & Falih, N. (2021). *Penggunaan K-Nearest Neighbor (KNN) untuk Mengklasifikasi Citra Belimbing Berdasarkan Fitur Warna*. 4221(April), 9–16.
- Neighbor, K., Rosiani, U. D., Mentari, M., & Prastya, A. N. (n.d.). *Klasifikasi Kualitas Biji Jagung Berdasarkan Deteksi Warna dan Bentuk Menggunakan Metode*.
- Paramita, C., Rachmawanto, E. H., Sari, C. A., Ignatius, D. R., & Setiadi, M. (2019). *Klasifikasi Jeruk Nipis Terhadap Tingkat Kematangan Buah Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan K-Nearest Neighbor*. 04(1), 1–6. <https://doi.org/10.30591/jpit.v4i1.1267>
- Siwilopo, K. P., Marcos, H., Letjend, J., Soemarto, P., & Utara, K. P. (2023). *MEMBANDINGKAN KLASIFIKASI PADA BUAH JERUK MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DAN K-NEAREST NEIGHBOR*. 12(1), 57–64.
- Studi, P., Informatika, T., Teknik, F., & Samudra, U. (2019). *Optimasi Algoritma K-Nearest Neighbor untuk Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Alpukat Berdasarkan Warna*. 4(1), 10–18.
- Syarif, A., & Ramadhanu, A. (2024). *Berdasarkan Bentuk Warna Menggunakan Metode K-Nearest Neighbo*. 4307(4), 1578–1583.
- Syirojuddin, A. I., Riadi, A. A., Susanto, A., Kudus, U. M., Kudus, K., & Tengah, J. (n.d.). *KLASIFIKASI TINGKAT KEMATANGAN PARIJOTOBERDASARKAN KARAKTERISTIK WARNA MENGGUNAKAN ALGORITMA K-NEAREST*. 30–40.
- Using, R., & Neighbor, T. K. (n.d.). *EKSTRAKSI FITUR WARNA DALAM PROSES KLASIFIKASI TINGKAT KEMATANGAN BUAH RAMBUTAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR (Color Feature Extraction In The Process Of Classifying The Ripeness Level Of*.
- Warna, B., Melalui, R. G. B., & Matlab, A. (2024). *Klasifikasi tingkat kematangan buah paprika menggunakan metode k-nearest neighbor berdasarkan warna rgb melalui aplikasi matlab*. 9(1), 242–249.
- Warna, F., & Neighbors, M. K. (2022). *Klasifikasi Kematangan Daun Selada Berdasarkan*. 7(1), 35–44.

{Bibliography}