

Optimasi Kualitas dan Kematangan Mangga Melalui Pemroses Citra Menggunakan Median Filter

Yesi Betriana Roza^{1✉}, David Agus Salim², Agung Ramadhanu³

(1,2,3) Magister Teknik Informatika, Universitas Putra Indonesia "YPTK" Padang, Indonesia

✉ Corresponding author
[yesibetriana@gmail.com]

Abstrak

Penelitian ini bertujuan meningkatkan penilaian kualitas dan kematangan buah mangga melalui analisis citra digital menggunakan MATLAB. Kematangan mangga mempengaruhi rasa, tekstur, dan daya simpan, dan penilaian tradisional sering kali bersifat subjektif. Oleh karena itu, teknologi pemrosesan gambar digunakan untuk memberikan pendekatan objektif, dengan klasifikasi berdasarkan perubahan warna dari hijau (belum matang) ke kuning (matang). Hasil penelitian menunjukkan akurasi tinggi dalam membedakan mangga matang dan hijau, dengan parameter citra yang diperoleh: *Eccentricity* 0,84218, *Contrast* 0,041545, *Correlation* 0,99141, *Energy* 0,44415, dan *Homogeneity* 0,98644. Nilai-nilai ini menunjukkan hubungan kuat antar piksel dan keseragaman citra yang tinggi, yang mendukung pengembangan sistem penilaian otomatis yang efisien untuk menentukan kematangan buah mangga.

Kata Kunci: *Mangga, analisis citra digital, kematangan buah, pemrosesan gambar, klasifikasi warna*

Abstract

This research aims to improve the assessment of mango quality and maturity through digital image analysis using MATLAB. The ripeness of mangoes affects taste, texture, and shelf life, and traditional judgments are often subjective. Therefore, image processing technology is used to provide an objective approach, with classification based on color change from green (immature) to yellow (mature). The results showed high accuracy in distinguishing ripe and green mangoes, with the image parameters obtained: *Eccentricity* 0.84218, *Contrast* 0.041545, *Correlation* 0.99141, *Energy* 0.44415, and *Homogeneity* 0.98644. These values demonstrate strong relationships between pixels and high image uniformity, which supports the development of an efficient automated grading system for determining the ripeness of mangoes.

Keyword: *Mango, digital image analysis, fruit ripeness, image processing, color classification*

PENDAHULUAN

Mangga adalah salah satu buah tropis yang sangat digemari dan banyak dicari baik di pasar domestik maupun internasional. Di Indonesia, terdapat berbagai jenis mangga, seperti mangga arumanis, mangga apel, mangga golek, dan lainnya (Hendriyan et al., 2023). Kualitas dan kematangan mangga sangat mempengaruhi rasa, tekstur, dan keberlanjutan industri pertanian serta pengolahan makanan (Mughtar & Mughtar, 2024). Parameter utama yang digunakan untuk menilai kematangan mangga biasanya meliputi warna kulit, tekstur, dan aroma. Namun, penilaian ini bersifat subjektif dan sulit dilakukan secara konsisten.

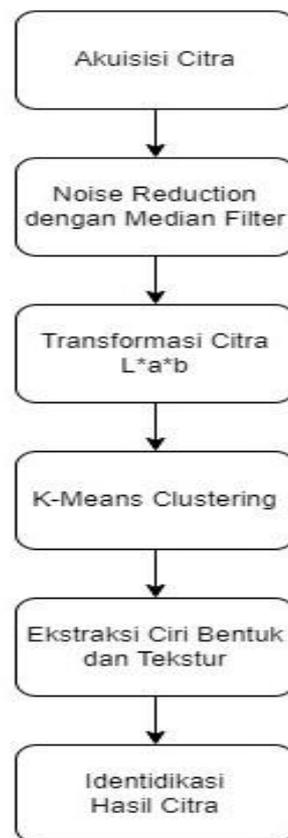
Untuk mengatasi hal tersebut, teknologi analisis citra digital menawarkan pendekatan objektif yang memungkinkan penilaian karakteristik visual dengan akurat dan konsisten. Salah satu teknik yang digunakan adalah pemrosesan gambar (Saputra et al., 2023; Akbar Anugrah Illahi & Tri Handoko, 2023). Pada penelitian sebelumnya, metode *Euclidean distance* digunakan untuk identifikasi kematangan buah mangga, menghasilkan akurasi 85%, dengan precision 83% dan recall 87% (Nurnaningsih et al., 2021). Penelitian lainnya yang menggunakan metode *K-Nearest Neighbors* (KNN)

memperoleh akurasi 97,85%, precision 100%, dan recall 97,50% (Mughtar & Mughtar, 2024), menunjukkan ketepatan tinggi dalam klasifikasi kematangan mangga.

Penelitian ini berfokus pada penerapan metode median filter untuk meningkatkan citra mangga berdasarkan perbedaan warna digital, yakni hijau (belum matang) dan kuning (matang). Teknologi pemrosesan gambar memungkinkan identifikasi perubahan visual yang mungkin tidak mudah terdeteksi secara kasat mata, termasuk perubahan warna yang menunjukkan tingkat kematangan atau kerusakan fisik buah (Nithya et al., 2022).

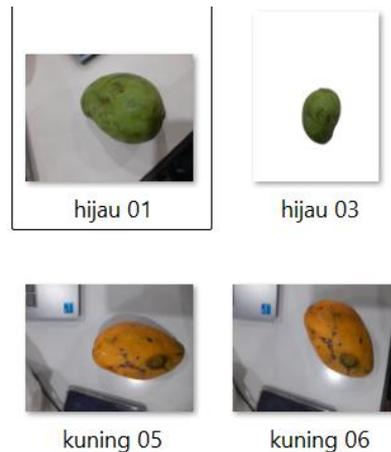
METODE PENELITIAN

Agar penelitian yang dilakukan dapat berjalan dengan baik, maka dibutuhkan beberapa tahapan-tahapan penelitian yang umum dilakukan. Adapun langkah-langkah penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini :



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Data citra yang dijadikan objek dari penelitian ini adalah citra buah mangga dari jenis Mangga Madu, dan Mangga Indramayu. Dimana mangga yang berwarna hijau adalah mangga madu dan mangga yang berwarna kuning adalah mangga indramayu. Masing-masing jenis mangga diwakili oleh 20 data citra dengan total data citra adalah sebanyak 40 buah. Berikut adalah contoh citra dari masing-masing jenis mangga yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Sumber : Hasil Penelitian (2024)

Gambar 2. Data buah mangga madu dan buah mangga indramayu

Akuisisi Citra

Langkah pertama yang dilakukan adalah akuisisi citra, dimana diambil citra buah mangga yang digunakan sebagai data latih dan data uji. Proses pengambilan citra melalui pengambilan mandiri secara langsung, dimana citra di foto dengan tingkat cahaya yang sama. Data dari akuisisi citra yang digunakan adalah 2 buah jenis mangga diantaranya adalah mangga madu dan mangga indramayu.

Median Filtering

Median Filter merupakan teknik pemfilteran yang populer dalam mengurangi noise acak pada citra, tanpa menyebabkan efek blur yang signifikan, seperti yang terjadi pada filter linier smoothing (Sulaksono, 2024; Sunardi, 2022). Filter ini bekerja dengan cara mengambil sebuah jendela (window) yang berisi sejumlah piksel ganjil, yang digeser secara bertahap di seluruh area citra. Dalam penelitian ini, ukuran window yang digunakan untuk median filter adalah 3×3 , yang cukup efektif untuk mengurangi noise sambil menjaga detail citra. Proses median filtering dimulai dengan mengidentifikasi nilai pixel dalam area window, kemudian nilai pixel tengah pada area tersebut diganti dengan nilai median yang dihitung dari urutan nilai piksel tersebut. Penggunaan ukuran window yang relatif kecil ini dipilih untuk menghindari hilangnya detail penting dalam citra buah (Tatuin, 2024).

Transformasi Citra L^*a^*b

Langkah konversi citra ke dalam ruang warna L^*a^*b memiliki tujuan yaitu agar dapat diidentifikasi kandungan warna pada citra secara digital (Nuraini, 2022). Transformasi citra L^*a^*b adalah teknik penting dalam pengolahan citra digital yang digunakan untuk memisahkan kecerahan dan warna secara lebih akurat dibandingkan dengan warna RGB (Mughtar et al., 2024). Ruang warna Lab dirancang untuk lebih sesuai dengan persepsi visual manusia, di mana:

L^* : Komponen luminance (kecerahan) yang berkisar antara 0 (hitam) hingga 100 (putih).

a^* : Komponen warna yang menunjukkan posisi antara merah ($+a^*$) dan hijau ($-a^*$).

b^* : Komponen warna yang menunjukkan posisi antara kuning ($+b^*$) dan biru ($-b^*$).

Segmentasi Citra dengan *K-Means Clustering*

K-Means clustering adalah salah satu teknik populer untuk segmentasi citra. Tujuannya adalah membagi citra menjadi beberapa segmen atau *cluster* berdasarkan kesamaan fitur seperti warna atau intensitas piksel (Ghazal et al., 2021), (Awad et al., 2023).

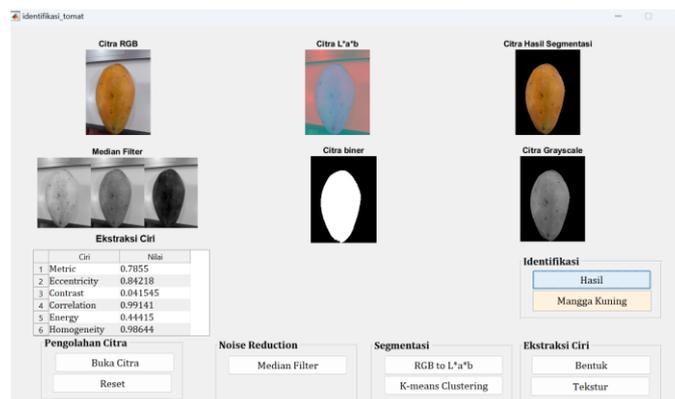
Proses dari *K-Means clustering* sebagai berikut (Yudhistira & Andika, 2023): a). Inisialisasi: Pilih K titik pusat cluster secara acak, b). Pengelompokan: Setiap piksel ditetapkan ke cluster terdekat berdasarkan jarak ke titik pusat. c). *Update*: Hitung ulang pusat cluster sebagai rata-rata semua piksel dalam cluster tersebut, d). Iterasi : Ulangi Langkah 2-3 sampai konvergen, e). Hasil : Citra tersegmentasi dimana setiap piksel diberi label clusternya.

Ekstraksi Ciri Bentuk dan Tekstur

Ekstraksi ciri bentuk dan tekstur merupakan teknik penting dalam pengolahan citra digital dan analisis pola (Nurulrachman et al., 2023). Fitur yang diekstraksi digunakan sebagai nilai input untuk membedakan objek yang satu dengan yang lain. Karakteristik yang dapat diekstraksi adalah ciri bentuk (Harjanti & Himawan, 2021). Pada penelitian ini untuk ekstraksi ciri bentuk yang digunakan adalah parameter *metric* dan *eccentricity*. *Metric* merupakan nilai perbandingan antara luas dan keliling benda. *Eccentricity* merupakan ukuran seberapa jauh bentuk objek menyimpang dari bentuk lingkaran sempurna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

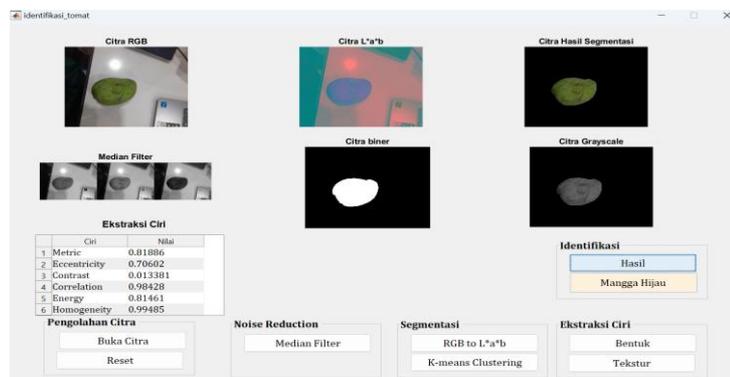
Tampilan interface program saat program akan dijalankan. Berikut tampilan program hasil peningkatan citra buah mangga kuning dapat dilihat pada Gambar 3.



Sumber : Hasil Penelitian (2024)

Gambar 3. Tampilan Program Citra Mangga Kuning

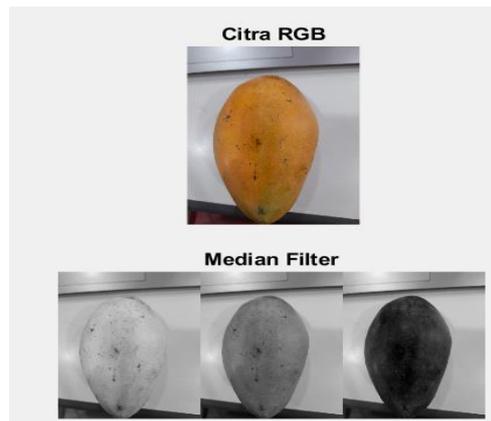
Adapun hasil peningkatan citra buah mangga hijau dapat dilihat pada Gambar 4.



Sumber : Hasil Penelitian (2024)

Gambar 4. Tampilan Program Citra Mangga Hijau

Pada langkah awal, ketika tombol untuk membuka citra diklik, pengguna dapat memilih gambar yang akan diproses oleh sistem. Citra yang dipilih harus disimpan dalam folder MATLAB untuk memudahkan pemrosesan. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 20 citra buah mangga, di mana 10 citra digunakan untuk data latih. Langkah pertama yang dilakukan dari pengolahan citra menjadi median filter pada buah mangga kuning dapat dilihat pada gambar 5. berikut :



Sumber : Hasil Penelitian (2024)

Gambar 5. Citra RGB dan Median Filter Mangga Kuning

Adapun median filter pada buah mangga hijau dapat dilihat pada gambar 6. berikut :

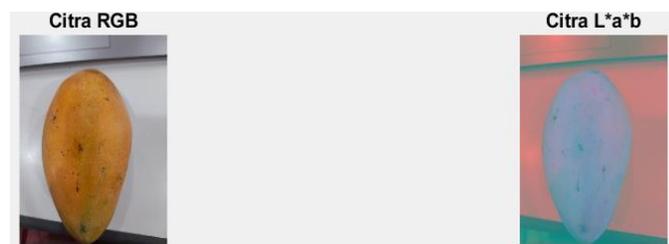


Sumber : Hasil Penelitian (2024)

Gambar 6. Citra RGB dan Median Filter Mangga Hijau

Median filter digunakan untuk mengurangi *noise* pada citra, yang sering terjadi akibat pengambilan gambar yang kurang sempurna. Proses ini meningkatkan kejelasan citra dengan menghaluskan area yang terlalu berisik, sambil menjaga detail penting seperti batas objek. Pada mangga hijau dan kuning, median filter membantu meminimalkan *noise* yang dapat mengganggu analisis warna dan bentuk, sehingga proses klasifikasi kematangan menjadi lebih akurat.

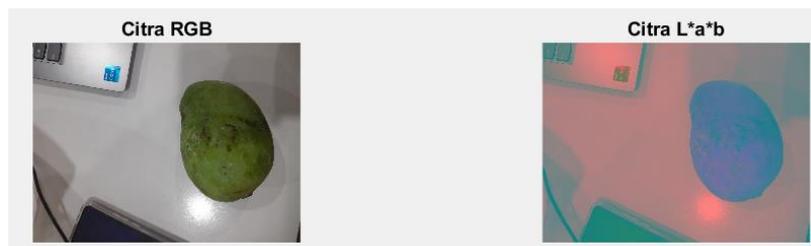
Selanjutnya, citra diubah dari ruang warna RGB menjadi ruang warna L^*a^*b , yang lebih sesuai dengan persepsi manusia terhadap warna. Proses transformasi ini memungkinkan identifikasi warna lebih akurat, terutama dalam membedakan antara warna hijau (belum matang) dan kuning (matang) pada buah mangga. Hasil transformasi citra RGB menjadi citra L^*a^*b untuk mangga kuning dapat dilihat pada Gambar 7.



Sumber : Hasil Penelitian (2024)

Gambar 7. Citra RGB dan Citra L^*a^*b Mangga Kuning

Adapun proses transformasi dari citra *RGB* ke citra *L*a*b* pada buah mangga hijau dapat dilihat pada gambar 8. berikut :



Sumber : Hasil Penelitian (2024)
Gambar 8. Citra *RGB* dan Citra *L*a*b* Mangga Hijau

Transformasi ini memungkinkan pemisahan yang jelas antara komponen *luminance* (kecerahan) dan warna, yang penting untuk analisis kematangan. Dengan menggunakan ruang warna *L*a*b*, perbedaan antara warna hijau dan kuning menjadi lebih jelas, yang mendukung proses segmentasi dan identifikasi objek dengan lebih efektif.

Selanjutnya citra diubah atau ditransformasi ke dalam bentuk biner agar mudah dalam melakukan segmentasi citra. Proses ini disebut juga sebagai citra biner, artinya objek yang diinginkan memiliki nilai 1 (warna putih), sedangkan nilai latar belakang atau *background* bernilai 0 (warna hitam). Citra hasil transformasi ke biner dipisahkan objeknya dengan *background*, sehingga hasil citra tersebut dapat digunakan sebagai *masking* untuk melakukan tahap selanjutnya. Selanjutnya citra biner yang dihasilkan ditransformasi lagi menjadi citra *grayscale* untuk menyederhanakan citra agar mudah dalam proses pengolahan citra. Gambar 9. berikut ini merupakan hasil transformasi citra biner dan *grayscale* pada buah mangga kuning.

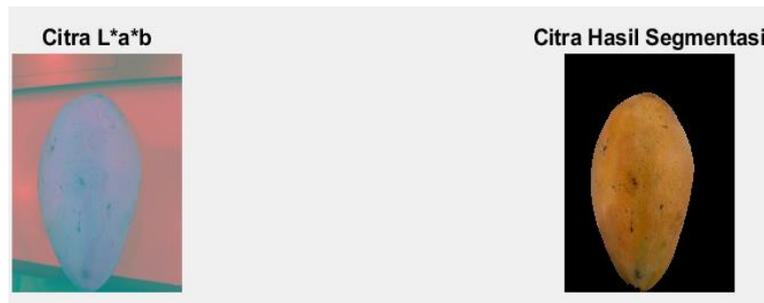
Adapun hasil transformasi citra biner dan *grayscale* pada buah mangga hijau dapat dilihat pada Gambar 10.



Sumber : Hasil Penelitian (2024)
Gambar 10. Citra Biner dan Citra Grayscale Mangga Hijau

Proses ini menyederhanakan citra dan membuat objek lebih jelas untuk dianalisis lebih lanjut. Citra biner memisahkan objek (mangga) dari latar belakang, sementara citra grayscale mengurangi informasi warna, memungkinkan pemrosesan yang lebih cepat dan efektif.

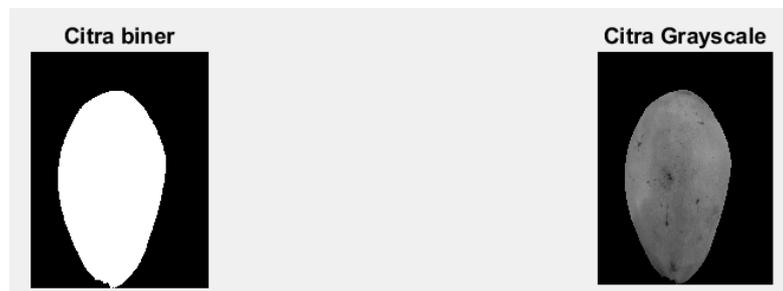
Tahap selanjutnya adalah melakukan segmentasi citra menggunakan *K-Means Clustering*. Hal ini dilakukan agar dapat mempartisi data menjadi beberapa region kluster. Proses segmentasi citra buah mangga kuning dan hijau pada penelitian ini melibatkan langkah-langkah sistematis mulai dari pembacaan gambar hingga analisis hasil segmentasi. Gambar harus jelas yang menunjukkan perbedaan warna antara kuning dan hijau, dalam hal ini gambar harus dalam format yang kompatibel. Pada gambar yang telah disiapkan untuk proses segmentasi menggunakan format jpg. Dalam langkah pertama pembacaan gambar dengan memuat gambar yang dilakukan dengan cara mengimpor gambar dan menyimpannya kedalam variabel, selanjutnya mengkonversi gambar dari ruang warna *RGB* ke ruang warna *L*a*b*. Ruang warna *L*a*b* inilah yang digunakan untuk segmentasi citra. Fungsi *K-Means* diterapkan pada komponen *a** dan *b** dengan tujuan untuk mengelompokkan piksel menjadi dua warna utama (misalnya merah dan hijau). Proses dari citra *L*a*b* ke citra hasil segmentasi pada buah mangga kuning dapat dilihat pada gambar 11. dibawah ini.



Sumber : Hasil Penelitian (2024)

Gambar 11. Citra L*a*b dan Citra Hasil Segmentasi Mangga Kuning

Hasil dari *K-Means Clustering* mangga kuning dapat dilihat pada Gambar 12. dibawah ini.

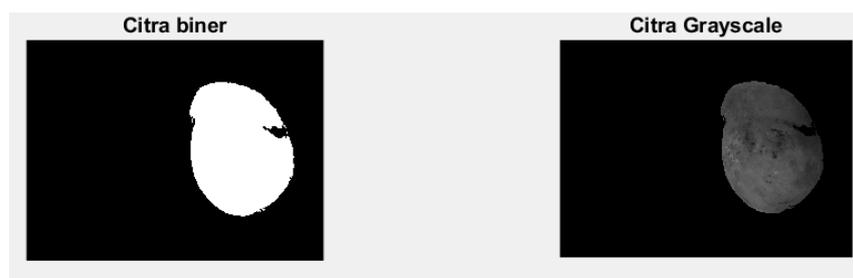


Sumber : Hasil Penelitian (2024)

Gambar 12. Hasil Transformasi Citra Biner dan Citra Grayscale Mangga Kuning

Hasil segmentasi dengan menggunakan *K-Means clustering* ini menunjukkan pemisahan yang jelas antara dua warna utama: hijau dan kuning. Proses ini penting untuk mengidentifikasi tahap kematangan mangga, dengan warna kuning menunjukkan kematangan yang lebih tinggi dan hijau menunjukkan tahap belum matang.

Proses *K-Means Clustering* mangga hijau dapat dilihat pada Gambar 13. berikut.



Sumber : Hasil Penelitian (2024)

Gambar 13. Hasil Transformasi Citra Biner dan Citra Grayscale Mangga Hijau

Tahap selanjutnya adalah ekstraksi ciri yang berfungsi untuk menggali informasi dari karakteristik objek yang diidentifikasi. Ekstraksi ciri menggunakan ekstraksi ciri bentuk dan tekstur. Fitur yang diekstraksi kemudian digunakan sebagai parameter atau nilai input untuk membedakan objek satu dengan yang lain pada tahap identifikasi. Pada penelitian ini menggunakan ekstraksi ciri bentuk dan tekstur. Untuk ekstraksi ciri bentuk, menggunakan parameter *metric* and *eccentricity*. *Metric* didapatkan dari perbandingan antara luas dan keliling suatu benda. Sedangkan *eccentricity* didapatkan dari perbandingan antara jarak fokus elips minor dengan fokus elips mayor suatu benda. Untuk ekstraksi ciri tekstur menggunakan *Gray-Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)* dengan parameter *contrast*, *correlation*, *energy* dan *homogeneity*. Gambar 14. berikut merupakan hasil dari nilai ekstraksi ciri dan tekstur pada buah mangga kuning yang diimplementasikan pada Matlab.

Ekstraksi Ciri		
	Ciri	Nilai
1	Metric	0.7855
2	Eccentricity	0.84218
3	Contrast	0.041545
4	Correlation	0.99141
5	Energy	0.44415
6	Homogeneity	0.98644

Sumber : Hasil Penelitian (2024)

Gambar 14. Ekstraksi ciri Mangga Kuning

Adapun hasil dari nilai ekstraksi ciri dan tekstur pada buah mangga hijau yang diimplementasikan pada Matlab dapat dilihat pada Gambar 15.

Ekstraksi Ciri		
	Ciri	Nilai
1	Metric	0.81886
2	Eccentricity	0.70602
3	Contrast	0.013381
4	Correlation	0.98428
5	Energy	0.81461
6	Homogeneity	0.99485

Sumber : Hasil Penelitian (2024)

Gambar 15. Ekstraksi ciri Mangga Hijau

Hasil ekstraksi ciri ini digunakan untuk membedakan mangga yang matang dari yang belum matang berdasarkan perbedaan dalam bentuk dan tekstur. Ciri bentuk seperti *eccentricity* dan *metric* membantu mengenali perbedaan fisik antara kedua jenis mangga, sementara ciri tekstur seperti *contrast* dan *homogeneity* menunjukkan perbedaan tingkat keseragaman dan kejelasan gambar, yang penting untuk menentukan kematangan.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil menghasilkan temuan yang signifikan dalam meningkatkan citra untuk penilaian kualitas kematangan buah mangga. Dengan menggunakan median filter untuk mengurangi *noise* pada gambar serta teknik ekstraksi ciri bentuk dan tekstur (melalui parameter seperti *metric*, *eccentricity*, dan *GLCM/Gray-Level Co-occurrence Matrix*), penelitian ini berhasil mengidentifikasi ciri-ciri kematangan buah mangga dengan tingkat akurasi yang cukup baik. Teknik-teknik tersebut memungkinkan pemisahan yang jelas antara buah yang matang (kuning) dan yang belum matang (hijau), yang dapat diandalkan untuk menentukan kualitas buah berdasarkan tahap kematangannya.

Metode ini memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam sistem otomatis pemantauan kualitas buah, yang sangat berguna dalam industri pertanian atau agribisnis. Sistem seperti ini dapat memastikan bahwa buah yang dipasarkan berada pada tingkat kematangan yang optimal, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kepuasan konsumen dan efisiensi distribusi. Selain itu, penelitian ini membuka peluang untuk mengembangkan aplikasi serupa pada jenis buah lain dengan karakteristik yang berbeda.

Adapun rekomendasi untuk penelitian lanjutan sebagai berikut: a). Pengujian pada jenis buah lain: Penelitian ini dapat diperluas untuk menguji metode yang sama pada jenis buah lain dengan tekstur dan warna yang berbeda, seperti apel, pisang, atau tomat. Hal ini dapat membantu mengidentifikasi potensi masalah dan penyesuaian yang diperlukan untuk setiap jenis buah dalam mendeteksi kematangan secara akurat. b). Integrasi dengan *machine learning*: Pengintegrasian metode

pengolahan citra ini dengan algoritma *machine learning* dapat meningkatkan akurasi dan kecepatan pemrosesan, terutama dalam pengolahan data citra dalam jumlah besar. Teknik-teknik seperti *deep learning* atau *support vector machines* (SVM) dapat diterapkan untuk mengenali pola yang lebih kompleks dalam citra buah dan meningkatkan kemampuan sistem dalam mengklasifikasikan berbagai tingkat kematangan. c). Skala pengujian yang lebih luas: Untuk meningkatkan validitas hasil, pengujian sistem ini pada skala yang lebih besar—misalnya, dalam kondisi lapangan dengan variasi cahaya, sudut pandang, dan jenis buah—dapat memberikan wawasan lebih dalam mengenai kehandalan dan efisiensi metode yang dikembangkan.

Dengan langkah-langkah lanjutan tersebut, sistem otomatis pemantauan kualitas buah ini dapat menjadi solusi yang lebih baik dan lebih komprehensif untuk industri pertanian dan distribusi buah, yang berfokus pada pengurangan pemborosan dan peningkatan kualitas produk yang sampai ke konsumen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur dan terima kasih, kami ingin mengungkapkan apresiasi yang mendalam kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, serta kontribusi berharga selama proses penelitian ini. Pertama-tama, terima kasih kepada Universitas Putra Indonesia YPTK Padang yang memungkinkan penelitian ini terlaksana. Kami juga berterima kasih kepada Dosen pengampu Bapak Agung Ramadhanu yang telah dengan sabar memberikan arahan, bimbingan, dan masukan yang berharga dalam setiap tahap penelitian ini. Bimbingan beliau tidak hanya memperkaya wawasan kami tetapi juga memberikan motivasi besar dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar Anugrah Illahi, M., & Tri Handoko, W. (2023). Klasifikasi jenis buah kelengkeng dengan metode K-Nearest Neighbor (KNN) berdasarkan citra warna buah. *Jurnal Teknologi Informasi*, 4(3), 566–573.
- Awad, F. H., Hamad, M. M., & Alzubaidi, L. (2023). Robust classification and detection of big medical data using advanced parallel K-Means clustering, YOLOv4, and logistic regression. *Life*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/life13030691>
- Ghazal, T. M., Hussain, M. Z., Said, R. A., Nadeem, A., Hasan, M. K., Ahmad, M., Khan, M. A., & Naseem, M. T. (2021). Performances of k-means clustering algorithm with different distance metrics. *Intelligent Automation and Soft Computing*, 30(2), 735–742. <https://doi.org/10.32604/iasc.2021.019067>
- Harjanti, T. W., & Himawan, H. (2021). Teknologi pengolahan citra digital untuk ekstraksi ciri pada citra daun untuk identifikasi tumbuhan obat. *Faktor Exacta*, 14(3), 150. <https://doi.org/10.30998/faktorexacta.v14i3.9841>
- Hendriyan, Syafriani, D., Defwaldy, & Driptufany, D. M. (2023). *Jurnal Teknik Indonesia*, 2(4), 14–28.
- Jamaludin, J., Rozikin, C., & Irawan, A. S. Y. (2021). Klasifikasi jenis buah mangga dengan metode backpropagation. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 20(1), 1–12. <https://doi.org/10.31358/techne.v20i1.231>
- Muchtar, M., & Muchtar, R. A. (2024). Perbandingan metode KNN dan SVM dalam klasifikasi kematangan buah mangga berdasarkan citra HSV dan fitur statistik. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(2), 876–884. <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i2.4010>
- Muchtar, M., Pasrun, Y. P., Rasyid, R., Miftachurohmah, N., & Mardiwati, M. (2024). Penerapan metode Naïve Bayes dalam klasifikasi kesegaran ikan berdasarkan warna pada citra area mata. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(1), 611–617. <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i1.3879>
- Nithya, R., Santhi, B., Manikandan, R., Rahimi, M., & Gandomi, A. H. (2022). Computer vision system for mango fruit defect detection using deep convolutional neural network. *Foods*, 11(21). <https://doi.org/10.3390/foods11213483>
- Nuraini, R. (2022). Implementasi Euclidean distance dan segmentasi K-means clustering pada identifikasi citra jenis ikan nila. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, 3(1), 1–8.
- Nurnaningsih, D., Alamsyah, D., Herdiansah, A., & Sinlae, A. A. J. (2021). Identifikasi citra tanaman obat jenis rimpang dengan Euclidean distance berdasarkan ciri bentuk dan tekstur. *Building of*

Informatics, Technology and Science (BITS), 3(3), 171–178.
<https://doi.org/10.47065/bits.v3i3.1019>

- Nurulrachman, A. I., Wihandika, R. C., & Sukiman, B. (2023). Ekstraksi ciri pada klasifikasi citra batik menggunakan metode Gray Level Co-occurrence Matrix, local binary pattern, dan HSV color moment. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 7(1), 374–383. <https://doi.org/10.12345/jptiik.v7i1.12345>
- Saputra, J., Sa, Y., Yoga Pudya Ardhana, V., & Afriansyah, M. (2023). Klasifikasi kematangan buah alpukat mentega menggunakan metode K-Nearest Neighbor berdasarkan warna kulit buah. *Resolusi: Rekayasa Teknik Informatika dan Informasi*, 3(5), 347–354. <https://djournals.com/resolusi>
- Wisak, S. A., Safirah, N. A., Kaesmetan, Y. R., Putih, K., & Kupang, K. (2024). Identifikasi jenis mangga berdasarkan ciri daun menggunakan metode CNN. *Jurnal Teknologi Informasi*, 7(2), 121–129.
- Yudhistira, A., & Andika, R. (2023). Pengelompokan data nilai siswa menggunakan metode K-means clustering. *Journal of Artificial Intelligence and Technology Information (JAITI)*, 1(1), 20–28. <https://doi.org/10.58602/jaiti.v1i1.22>
- Sulaksono, J., Widodo, D. W., & Niswatin, R. K. (2024). Analisis hasil perbaikan citra menggunakan median filter dan 2D median filter. *Seminar Nasional Teknologi & Sains*, 3(1), 438–443. <https://doi.org/10.29407/stains.v3i1.4361>
- Sunardi, S., Yudhana, A., & Wijaya, S. A. (2022). Penerapan metode median filtering untuk optimasi deteksi wajah pada foto digital. *Journal of Innovation Information Technology and Application (JINITA)*, 4(1), 51–60. <https://doi.org/10.35970/jinita.v4i1.1214>
- Tatuin, M. G., Kelen, Y. P., & Manek, S. S. (2024). Pengaruh ukuran jendela ketetangaan (window) terhadap hasil reduksi noise pada metode median filter dan Gaussian filter. *Jurnal Krisnadana*, 3(3), 142–154. <https://doi.org/10.58982/krisnadana.v3i3.601>