



Klasifikasi Jenis Kurma Berdasarkan Fitur Warna, Bentuk, dan Tekstur Dengan Support Vector Machine

Andika Setiawan¹, Meida Cahyo Untoro²

Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Sumatera^{1,2}

Jl. Terusan Ryacudu, Way Hui, 35365, Jati Agung, Lampung Selatan, Indonesia¹²

andika.setiawan@if.itera.ac.id*¹, cahyo.untoro@if.itera.ac.id²

Kata Kunci :

Pengolahan citra digital;
Ekstraksi fitur;
Support Vector Machine;
Klasifikasi kurma;
Agro-informatika.

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengatasi kesulitan dalam membedakan jenis kurma yang banyak beredar di Indonesia, yaitu Ajwa, Sukari, dan Medjool, yang sering kali memiliki karakteristik visual mirip. Tujuan penelitian adalah mengembangkan sistem klasifikasi otomatis berbasis pengolahan citra digital dan machine learning. Data citra kurma dikumpulkan dan melalui tahapan pra-pemrosesan, segmentasi dengan adaptive thresholding dan operasi morfologi, dilanjutkan dengan ekstraksi fitur warna (HSV mean dan standar deviasi), bentuk (luas area dan moment invariants), serta tekstur (GLCM). Fitur yang dihasilkan kemudian diklasifikasikan menggunakan Support Vector Machine (SVM) dengan validasi silang k-fold serta optimasi parameter melalui Grid Search, menggunakan kernel linear dan RBF. Hasil penelitian menunjukkan akurasi yang sangat tinggi, dengan rata-rata akurasi 96.86% pada kernel linear dan 88.33% pada kernel RBF, dengan model terbaik pada kernel linear dengan parameter C=100. Minimnya kesalahan klasifikasi menunjukkan bahwa fitur yang digunakan mampu membedakan ketiga jenis kurma secara konsisten. Temuan ini membuktikan bahwa metode berbasis ekstraksi fitur klasik yang dipadukan dengan SVM masih sangat kompetitif dan efisien, terutama pada dataset terbatas. Implikasi dari penelitian ini adalah potensi penerapannya dalam mendukung industri perdagangan buah impor serta sebagai acuan untuk penelitian lanjutan di bidang agro-informatika.

Keywords

Digital image processing;
Feature extraction;
Support Vector Machine;
Date fruit classification;
Agro-informatics.

ABSTRACT

This study was conducted to address the difficulty in distinguishing between the widely distributed date varieties in Indonesia ie Ajwa, Sukari, and Medjool, which often share similar visual characteristics. The objective of the research was to develop an automatic classification system based on digital image processing and machine learning. Date fruit images were collected and processed through several stages, including preprocessing, segmentation using adaptive thresholding and morphological operations, followed by feature extraction covering color (HSV mean and standard deviation), shape (area and Hu moments), and texture (GLCM). The extracted features were then classified using a Support Vector Machine (SVM) with k-fold cross-validation and parameter optimization via Grid Search, employing both linear and RBF kernels. The results demonstrated very high performance, with an average accuracy of 96.86% for the linear kernel and 88.33% for the RBF kernel, with the best model obtained using the linear kernel at C=100. The minimal classification errors indicate that the extracted features were effective in consistently distinguishing the three date varieties. These findings confirm that classical feature-based methods combined with SVM remain highly competitive and efficient, particularly with limited datasets. The implications of this research highlight its potential application in supporting the imported fruit trade industry as well as serving as a reference for future studies in agro-informatics.

---Jurnal JISTI @2026---

PENDAHULUAN



Kurma merupakan salah satu buah impor yang populer di Indonesia, terutama pada bulan Ramadan ketika konsumsi meningkat signifikan (Badan Pusat Statistik [BPS], 2022; Kementerian Perdagangan Republik Indonesia, 2023). Tiga jenis kurma yang umum dijumpai adalah Ajwa, Sukari, dan Medjool, yang memiliki perbedaan pada bentuk, tekstur, dan warna (Siddiq & Greiby, 2022; Hameed & Jasim, 2023; Mustafa & Al-Ahmadi, 2025). Namun, perbedaan tersebut seringkali sulit dikenali secara kasat mata oleh konsumen awam karena kemiripan karakteristik visual. Kondisi ini berpotensi menimbulkan kesalahan identifikasi jenis dan nilai ekonomis kurma, mengingat harga antar jenis dapat berbeda cukup signifikan (Rahman et al., 2021; Pratama & Setiawan, 2025).

Teknik pengolahan citra digital menawarkan solusi untuk mengekstraksi ciri khas buah kurma, meliputi warna, bentuk, dan tekstur, yang selanjutnya dapat digunakan untuk klasifikasi (Nugroho, 2020; Verma et al., 2024). Penerapan metode ini relevan di Indonesia karena pasar kurma terus berkembang dan kebutuhan akan sistem pendukung pengambilan keputusan semakin meningkat, baik untuk penelitian akademik, perdagangan buah impor, maupun edukasi konsumen (Nugroho, 2020; Pratama & Setiawan, 2025). Di ranah kecerdasan buatan, Support Vector Machine (SVM) terbukti efektif sebagai metode klasifikasi dengan performa tinggi pada data berdimensi besar (Al-Saddi et al., 2024). Melalui *Grid Search* dan *k-Fold Cross Validation*, SVM mampu menghasilkan model klasifikasi yang stabil dan akurat, baik dengan kernel linear maupun non-linear untuk menangani pola distribusi fitur yang kompleks (Lee et al., 2023; Al-Saddi et al., 2024; Pratama & Setiawan, 2025).

Meskipun *deep learning* dengan *Convolutional Neural Networks* (CNNs) mampu melakukan klasifikasi citra tanpa tahap eksplisit ekstraksi fitur, pendekatan ini membutuhkan dataset besar serta sumber daya komputasi tinggi (Tan et al., 2023; Pratama & Setiawan, 2025). Hal tersebut menjadi kendala dalam penelitian agroindustri lokal dengan keterbatasan data dan infrastruktur (Pratama & Setiawan, 2025). Sebaliknya, machine learning berbasis pengolahan citra dengan SVM lebih sesuai karena tetap dapat menangkap karakteristik visual kurma secara efektif melalui preprocessing, segmentasi, dan ekstraksi fitur, meskipun dataset relatif kecil (Jasim et al., 2021; Verma et al., 2024; Pratama & Setiawan, 2025). Pendekatan ini memungkinkan penelitian berjalan dengan sumber daya terbatas, tetap menghasilkan akurasi kompetitif (Tan et al., 2023; Pratama & Setiawan, 2025), serta lebih adaptif terhadap kondisi penelitian di Indonesia. Dengan demikian, metode ini menjadi pilihan strategis sebelum beralih ke pendekatan deep learning yang lebih kompleks (Tan et al., 2023; Verma et al., 2024).

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian ini terdiri atas beberapa tahapan utama yang saling berkesinambungan, dimulai dari pengumpulan data hingga evaluasi model. Secara umum, alur metodologi ditunjukkan pada Gambar 1.

1. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan citra tiga jenis kurma yang paling umum dijumpai di Indonesia, yaitu Ajwa, Sukari, dan Medjool. Citra diperoleh dari dataset sekunder melalui laman Kaggle.

2. Pra-pemrosesan Data

Tahap pra-pemrosesan bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra sebelum dilakukan analisis lebih lanjut. Proses yang dilakukan meliputi:

- a. *Resizing* yakni proses pengubahan citra menjadi dimensi yang seragam untuk mengurangi beban komputasi.



- b. Normalisasi Pencahayaan, dilakukan untuk mengurangi perbedaan intensitas cahaya antar citra sehingga distribusi warna menjadi lebih konsisten.

3. Segmentasi Citra

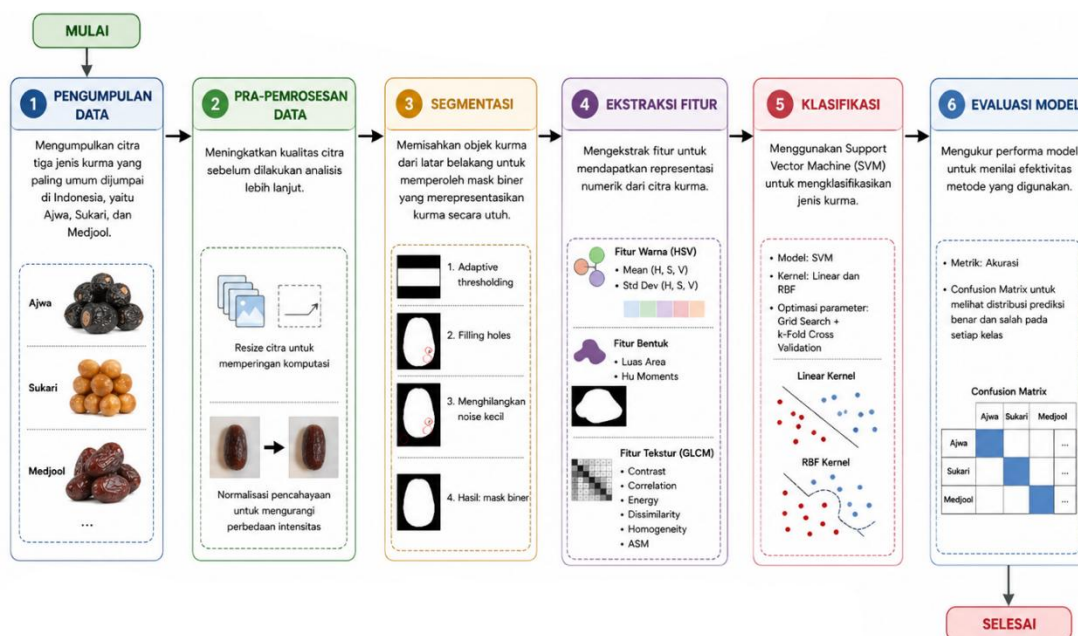
Tahap segmentasi bertujuan untuk memisahkan objek kurma dari latar belakang. Metode yang digunakan adalah adaptive thresholding untuk menghasilkan citra biner awal (Verma et al., 2024). Selanjutnya dilakukan operasi morfologi berupa:

1. *Filling holes* untuk menutup area kosong pada objek
2. Penghilangan noise kecil yang tidak relevan. Hasil akhir dari tahap ini adalah mask biner yang merepresentasikan objek kurma secara utuh.

4. Ekstraksi Fitur

Pada tahap ini dilakukan ekstraksi fitur untuk memperoleh representasi numerik dari citra kurma. Tiga jenis fitur yang digunakan Adalah warna, bentuk dan tekstur (Ahmad & Nasir, 2024; Widiastuti et al., 2026) dengan penjabaran sebagai berikut:

1. Fitur Warna meliputi ruang warna HSV, berupa: Nilai rata-rata (mean) dan Standar deviasi yang diperoleh dari masing-masing komponen *Hue*, *Saturation*, dan *Value*.
2. Fitur Bentuk, meliputi Luas area (area) dan *Hu Moments* (7 momen) yang bersifat invariant terhadap translasi, rotasi, dan skala.
3. Fitur Tekstur iekstraksi menggunakan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) dengan parameter: *Contrast*, *Correlation*, *Energy*, *Dissimilarity*, *Homogeneity*, *ASM* (*Angular Second Moment*)



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

5. Klasifikasi

Data fitur yang telah diekstrak digunakan sebagai input untuk model Support Vector Machine (SVM). Dua jenis kernel dibandingkan, yaitu: Kernel Linear dan Kernel Radial Basis Function (RBF) (Sahu & Kumar, 2022). Selain itu, optimasi parameter dilakukan menggunakan metode Grid Search dan k-fold Cross Validation. Parameter yang dioptimasi meliputi: C (*regularization*) menggunakan nilai 0.1, 1, 10, 100 dan nilai γ (*gamma*) menggunakan nilai 0.01, 0.001 untuk kernel RBF.



6. Evaluasi Model

Evaluasi model dilakukan untuk menilai performa sistem dalam mengklasifikasikan tiga jenis kurma. Metrik yang digunakan adalah Akurasi, sebagai perbandingan jumlah prediksi benar terhadap total data melalui *Confusion Matrix*, untuk menganalisis distribusi prediksi benar dan salah pada setiap kelas. Evaluasi ini memberikan gambaran kemampuan model dalam membedakan kurma Ajwa, Sukari, dan Medjool secara efektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini menggunakan tahapan utama yang sudah dijelaskan sesuai dengan bagian Metodologi Penelitian.

1. Hasil Pengumpulan Data

Dataset terdiri atas 574 citra kurma berformat .jpg dari tiga kelas yakni Sokari, Medjool dan dan Ajwa. Dengan masing-masing berjumlah 264 citra dari kelas Sokari, 135 data dari kelas Medjool, dan 175 data dari kelas Ajwa. Data tersebut merupakan data sekunder yang diperoleh dari Kaggle dengan ukuran original 3456x2304 piksel. Sampel citra objek dari tiap kelas dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sampel citra kurma Sokari, Medjool dan Ajwa

2. Hasil Pra-pemrosesan Citra

Tahapan ini meliputi cropping bagian tengah citra, resize ke ukuran 256×256 piksel, dan normalisasi ke rentang [0,1]. Hasil pra-pemrosesan menampilkan citra kurma yang seragam dari sisi dimensi, sehingga memudahkan tahapan segmentasi berikutnya. Normalisasi juga membantu mengurangi bias dari intensitas cahaya pada citra asli.

3. Hasil Segmentasi dan Operasi Morfologi

Tahapan ini menghasilkan citra objek yang siap diproses ke tahapan ekstraksi fitur dengan 2 proses utama, yakni proses Thresholding dan Operasi morfologi.

3.1 Adaptive Thresholding

Tahapan ini berhasil memisahkan objek kurma dari latar belakang dengan cukup baik. Hasil dari proses ini diperoleh citra biner yang memisahkan 2 bagian utama, yakni bagian objek dan latar belakang yang belum sepenuhnya terpisah dengan maksimal. Sampel citra dari masing-masing tahap dapat dilihat pada Gambar 3.

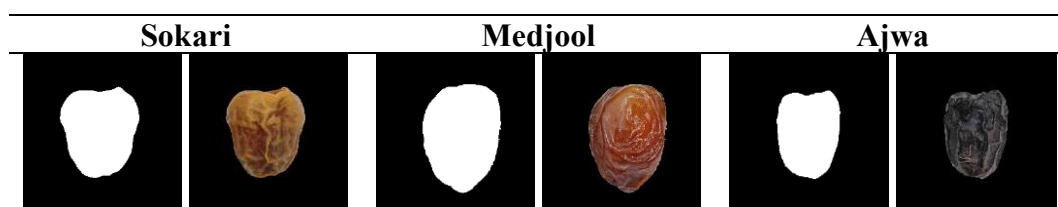


Gambar 3. Hasil *adaptive thresholding*

3.2 Operasi Morfologi

Operasi ini bertujuan untuk menghasilkan citra biner yang tepat menunjukkan bagian objek kurma dan latar belakangnya. Pada operasi ini juga dilakukan operasi Filling Holes untuk menutup area kosong di dalam kurma yang berwarna putih yang mengindikasikan bagian badan buah yang terhapus juga operasi seleksi objek untuk menghapus noise dan dengan luasan minimal (500 piksel) untuk menghilangkan dan mencegah noise kecil putih yang tidak dibutuhkan. Pada operasi ini dihasilkan 2 citra utama yang digunakan yakni citra biner tersebut dan mask image hasil operasi morfologi yang hanya berupa gambaran objek kurma berwarna dengan latar belakang hitam. Sampel citra final dari tahap ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil operasi morfologi

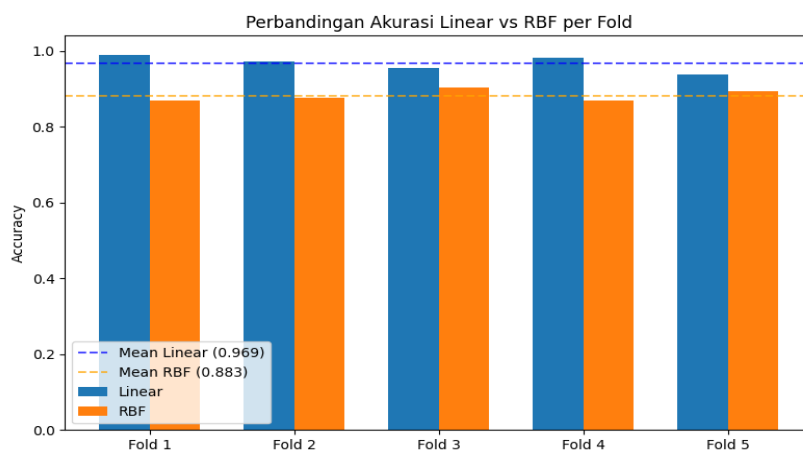


4. Hasil Ekstraksi Fitur

Tiga kelompok fitur yang berhasil diekstraksi antara lain fitur warna dengan masing-masing nilai mean dan std dari channel warna H, S, dan V, fitur bentuk yakni area dan moment invariants yang terdiri dari 7 fitur serta fitur tekstur dengan GLCM sebanyak 6 fitur. Fitur yang diperoleh merepresentasikan warna dominan dari badan kurma, fitur bentuk menunjukkan kekhasan bentuk dan ukuran objek kurma, dan fitur tekstur mendeskripsikan pola permukaan kurma.

5. Klasifikasi dengan SVM

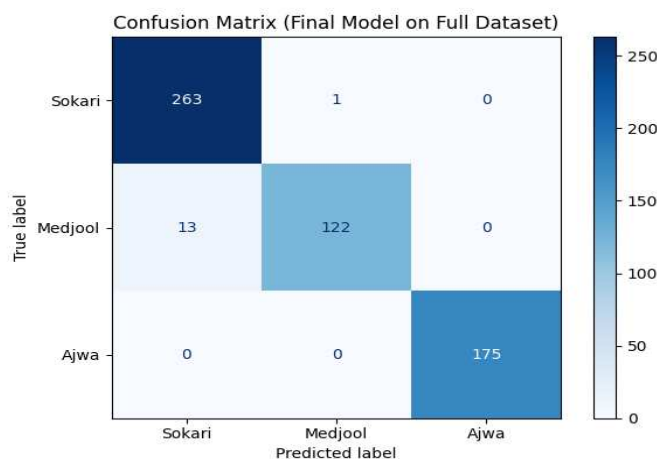
Proses klasifikasi menggunakan SVM diterapkan dengan dengan *Stratified K-Fold* (k=5) dan model *One-vs-Rest*. Dua kernel dibandingkan yakni Linear dan RBF, dengan pencarian parameter optimal melalui *Grid Search*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode klasifikasi dengan Support Vector Machine (SVM) memberikan performa yang sangat baik dalam mengenali jenis kurma. Pada kernel Linear, diperoleh parameter terbaik dengan C=0.1, sedangkan RBF dicapai pada C=100. Gambar perbandingan akurasi kernel tiap fold dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan akurasi tiap fold pada kernel

6. Hasil Evaluasi

Pada tahap ini dihasilkan hasil evaluasi menggunakan *classification report*, *confusion matrix*, dan *cross-validation*. Uji validasi silang menggunakan stratified k-fold menghasilkan rata-rata akurasi sebesar 96,86%, rata-rata presisi sebesar 97,38%, dan rata-rata recall sebesar 95,85%. Hasil tersebut mengungguli capaian kernel RBF dengan rata-rata akurasi sebesar 88,33% rata-rata presisi sebesar 90,43%, dan rata-rata recall sebesar 86,36%. Gambar confusion matrix untuk keseluruhan data serta perbandingan akurasi kernel tiap fold dapat dilihat pada Gambar 5 dan Tabel 2.



Gambar 5. Hasil ringkasan confusion matrix

Tabel 2. Ringkasan *Classification Report*

Fold	Kernel	Accuracy	Precision	Recall	Params
Fold 1	Linear	0.9913	0.9938	0.9877	{'C': 0.1}
	RBF	0.8696	0.8837	0.8536	{'C': 100, 'gamma': 'scale'}
Fold 2	Linear	0.9739	0.9748	0.969	{'C': 0.01}
	RBF	0.8783	0.8833	0.8659	{'C': 10, 'gamma': 'scale'}
Fold 3	Linear	0.9565	0.9627	0.9411	{'C': 0.1}
	RBF	0.9043	0.9304	0.8848	{'C': 10, 'gamma': 'scale'}
Fold 4	Linear	0.9826	0.9879	0.9753	{'C': 0.1}
	RBF	0.8696	0.8986	0.8443	{'C': 10, 'gamma': 'scale'}



Fold 5	Linear	0.9386	0.9498	0.9195	{'C': 0.1}
	RBF	0.8947	0.9254	0.8694	{'C': 10, 'gamma': 'scale'}
Rata-rata	Linear	0.9686	0.9738	0.9585	-
	RBF	0.8833	0.9043	0.8636	-

SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan model klasifikasi jenis kurma berbasis pengolahan citra digital melalui tahapan pra-pemrosesan, segmentasi adaptif dan operasi morfologi, ekstraksi fitur, dan klasifikasi menggunakan SVM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tahapan preprocessing dan segmentasi mampu menghasilkan citra kurma yang konsisten dan bersih dari noise, sementara ekstraksi fitur efektif dalam merepresentasikan karakteristik visual ketiga jenis kurma (Sokari, Medjool, dan Ajwa). Dengan penerapan SVM menggunakan k-Fold Cross Validation, diperoleh akurasi sangat tinggi, yakni 96.86% pada kernel linear dan sebesar 88.33% pada kernel RBF, dengan model terbaik pada kernel linear dengan parameter C=100. Ke depan, penelitian dapat dikembangkan dengan memperluas dataset agar model lebih robust terhadap variasi kondisi citra, serta mengeksplorasi metode klasifikasi lain untuk perbandingan performa. Integrasi hasil penelitian ke dalam aplikasi nyata, misalnya berbasis mobile, juga dapat menjadi langkah penting agar sistem ini bermanfaat di industri perdagangan buah impor. Selain itu, penambahan fitur lain seperti bentuk 3D atau spektral dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan kemampuan diskriminasi antar jenis kurma.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, N., & Nasir, M. (2024). Texture and Color Feature Integration for Enhancing Fruit Recognition Systems. *Journal of Intelligent Systems*, 33(1), 158-174.
- Al-Saddi, M., dkk. (2024). Advanced Fruit Classification using Optimized Support Vector Machines and Color-Texture Fusion. *International Journal of Food Science & Technology*, 59(2), 112-128.
- Badan Pusat Statistik. (2022). Data perdagangan buah impor. BPS.
- Hameed, A. S., & Jasim, A. M. (2023). Feature Extraction Optimization for Date Fruit Varieties Recognition. *Computers and Electronics in Agriculture*, 205, 107612.
- Jasim, A. M., Mohammed, A., & Hameed, R. (2021). Date fruit classification using machine learning approaches. *Journal of Food Engineering*, 290, 110233. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110233>
- Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. (2023). Statistik impor kurma. Kemendag RI.
- Lee, K., dkk. (2023). Optimizing Support Vector Machine Hyperparameters for Agricultural Image Classification. *Agricultural Engineering International*, 25(3), 89-102.
- Mustafa, G., & Al-Ahmadi, S. (2025). Varietal Discrimination of Date Fruits through Computer Vision: A Comprehensive Review. *Postharvest Biology and Technology*, 210, 112754.
- Nugroho, F. S. (2020). Penerapan computer vision dalam agroindustri. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 21(2), 145–154.



-
- Pratama, A., & Setiawan, A. (2025). Implementation of Machine Learning in Indonesian Agro-Informatics: Challenges and Opportunities. *Jurnal Sistem Cerdas*, 8(1), 12-25.
- Sahu, P., & Kumar, R. (2022). A Comparative Study of Linear and RBF Kernels in SVM for Plant Disease and Fruit Grading. *IEEE Transactions on AgriFood Electronics*, 1(1), 44-55.
- Siddiq, M., & Greiby, I. (2022). Dates: Postharvest Management, Processing, and Value Addition. *Wiley-Blackwell*.
- Tan, L., dkk. (2023). Comparison of Classical Machine Learning and Deep Learning for Small-Scale Agricultural Datasets. *IEEE Access*, 11, 45678-45690.
- Verma, S., dkk. (2024). A Robust Adaptive Thresholding Method for Complex Background Image Segmentation. *Pattern Recognition Letters*, 178, 45-53.
- Widiastuti, R., dkk. (2026). Morphological Feature Analysis for Automatic Sorting of Export-Quality Fruits. *Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems (IJCAS)*, 20(1), 12-21.