

Klasifikasi Kematangan Buah Pepaya Menggunakan Algoritma Support Vector Machine

Zaqila Amanda¹⁾, Imam Muslem²⁾ dan Fitri Rizani³⁾
^{1,2,3)} Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Almuslim Bireuen

ARTICLE INFO

Article history:

Received : 03 Februari 2026

Revised : 09 Februari 2026

Accepted : 11 Februari 2026

Keywords:

Papaya Ripeness; Support Vector Machine.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Kata kunci:

Kematangan Pepaya; Support Vector Machine

Corresponding Author:

Zaqila Amanda

Universitas Almuslim

Email:

amandazaqila@gmail.com

ABSTRACT

[Papaya Ripeness Classification Using the Support Vector Machine Algorithm] Determining papaya ripeness manually based on visual observation is often subjective and prone to inconsistency, which can reduce accuracy in post-harvest handling and distribution. This study proposes an automatic classification approach for papaya ripeness using image processing and the Support Vector Machine (SVM) algorithm. The research aims to evaluate the ability of SVM in classifying papaya ripeness based on color features extracted from digital images. The dataset used in this study consists of papaya images categorized into three ripeness levels, namely unripe, semi-ripe, and ripe. The research methodology includes image acquisition, image preprocessing, color feature extraction, and classification using the SVM algorithm. Model performance was evaluated using a confusion matrix to obtain accuracy values for each class. Experimental results show that the SVM model achieved an accuracy of 67% for unripe papaya, 22% for semi-ripe papaya, and 70% for ripe papaya. These results indicate that SVM is capable of effectively distinguishing papaya ripeness levels, particularly for unripe and ripe categories, although challenges remain in classifying semi-ripe papaya due to color similarity. The findings demonstrate that SVM-based image classification has potential to support automated fruit ripeness assessment systems in the agricultural sector.

ABSTRAK

Penentuan tingkat kematangan buah pepaya secara manual berdasarkan pengamatan visual sering kali bersifat subjektif dan tidak konsisten, sehingga berpotensi menurunkan akurasi dalam proses penanganan dan distribusi pascapanen. Penelitian ini mengusulkan pendekatan klasifikasi otomatis tingkat kematangan buah pepaya menggunakan pengolahan citra dan algoritma Support Vector Machine (SVM). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kemampuan algoritma SVM dalam mengklasifikasikan tingkat kematangan pepaya berdasarkan fitur warna yang diekstraksi dari citra digital. Dataset yang digunakan terdiri dari citra buah pepaya yang dikelompokkan ke dalam tiga kategori kematangan, yaitu mentah, setengah matang, dan matang. Metodologi penelitian meliputi proses pengambilan citra, pra-pemrosesan citra, ekstraksi fitur warna, serta proses klasifikasi menggunakan algoritma SVM. Kinerja model dievaluasi menggunakan confusion matrix untuk memperoleh nilai akurasi pada masing-masing kelas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model SVM menghasilkan akurasi sebesar 67% untuk pepaya mentah, 22% untuk pepaya setengah matang, dan 70% untuk pepaya matang. Hasil ini menunjukkan bahwa

algoritma SVM mampu membedakan tingkat kematangan pepaya dengan cukup baik, terutama pada kategori mentah dan matang, meskipun masih terdapat kendala pada klasifikasi pepaya setengah matang akibat kemiripan karakteristik warna. Penelitian ini menunjukkan bahwa klasifikasi citra berbasis SVM memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai sistem otomatis dalam mendukung sektor pertanian.

PENDAHULUAN

Pepaya merupakan salah satu komoditas buah tropis yang banyak dibudidayakan di Indonesia karena memiliki nilai gizi tinggi serta permintaan pasar yang relatif stabil [1]. Tingkat kematangan buah pepaya menjadi faktor penting yang menentukan kualitas, rasa, serta daya simpan buah, baik pada tahap distribusi maupun konsumsi. Pada praktiknya, penentuan tingkat kematangan pepaya masih banyak dilakukan secara manual berdasarkan pengamatan visual terhadap warna kulit buah. Metode ini bersifat subjektif dan sangat bergantung pada pengalaman pengamat, sehingga berpotensi menimbulkan ketidakkonsistenan hasil, terutama ketika jumlah buah yang harus disortir cukup besar [2], [3], [4].

Seiring berkembangnya teknologi pengolahan citra dan kecerdasan buatan, berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah secara otomatis [5], [6], [7]. Pendekatan berbasis fitur warna menjadi salah satu metode yang banyak digunakan karena perubahan warna kulit buah merupakan indikator utama proses pematangan [8], [9], [10]. Beberapa penelitian sebelumnya telah menerapkan metode klasifikasi seperti Jaringan Syaraf Tiruan, Naive Bayes, K-Nearest Neighbors, dan Decision Tree untuk mengidentifikasi tingkat kematangan pepaya dengan tingkat keberhasilan yang bervariasi [11], [12]. Selain itu, metode Support Vector Machine juga telah digunakan pada berbagai permasalahan klasifikasi citra karena kemampuannya dalam membentuk hyperplane optimal untuk memisahkan data antar kelas [13], [14].

Meskipun demikian, klasifikasi tingkat kematangan pepaya masih menghadapi tantangan, terutama pada fase transisi atau setengah matang [15]. Pada kondisi ini, karakteristik warna buah cenderung saling tumpang tindih sehingga sulit dibedakan secara akurat oleh sistem klasifikasi. Oleh karena itu, diperlukan kajian lebih lanjut untuk mengevaluasi kinerja algoritma Support Vector Machine dalam mengklasifikasikan tingkat kematangan pepaya berbasis citra, khususnya dalam membedakan tiga kategori utama, yaitu mentah, setengah matang, dan matang.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan algoritma Support Vector Machine dalam mengklasifikasikan tingkat kematangan buah pepaya menggunakan fitur warna yang diekstraksi dari citra digital. Penelitian ini juga mengevaluasi kinerja model SVM menggunakan confusion matrix untuk mengetahui tingkat akurasi pada masing-masing kelas kematangan. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem klasifikasi kematangan buah secara otomatis serta menjadi dasar bagi penerapan teknologi pengolahan citra dalam mendukung sektor pertanian, khususnya pada proses sortasi dan penanganan pascapanen buah pepaya.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental berbasis pengolahan citra digital dan pembelajaran mesin untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah pepaya. Metode yang digunakan dirancang secara sistematis mulai dari tahap pengumpulan data hingga evaluasi kinerja model klasifikasi. Seluruh proses penelitian dilakukan secara komputasional dengan memanfaatkan lingkungan pemrograman Python pada platform Google Colab untuk memudahkan pengolahan data dan implementasi algoritma.

Tahap awal penelitian adalah pengumpulan data citra buah pepaya. Dataset diperoleh melalui pengambilan gambar secara langsung menggunakan kamera digital, serta dilengkapi dengan citra tambahan dari sumber daring untuk memperkaya variasi data. Seluruh citra

kemudian dikelompokkan ke dalam tiga kelas tingkat kematangan, yaitu mentah, setengah matang, dan matang. Pengelompokan ini dilakukan berdasarkan karakteristik visual warna kulit buah yang merepresentasikan proses pematangan pepaya. Dataset yang telah dikumpulkan selanjutnya digunakan sebagai data pelatihan dan data pengujian dalam proses klasifikasi.

Setelah data dikumpulkan, dilakukan tahap pra-pemrosesan citra untuk meningkatkan kualitas data sebelum proses ekstraksi fitur. Pra-pemrosesan meliputi penyesuaian ukuran citra agar seragam, pengurangan noise, serta normalisasi warna untuk meminimalkan pengaruh pencahayaan yang berbeda pada setiap citra. Tahapan ini bertujuan untuk memastikan bahwa fitur yang diekstraksi berasal dari karakteristik utama citra dan bukan dari gangguan visual yang tidak relevan.

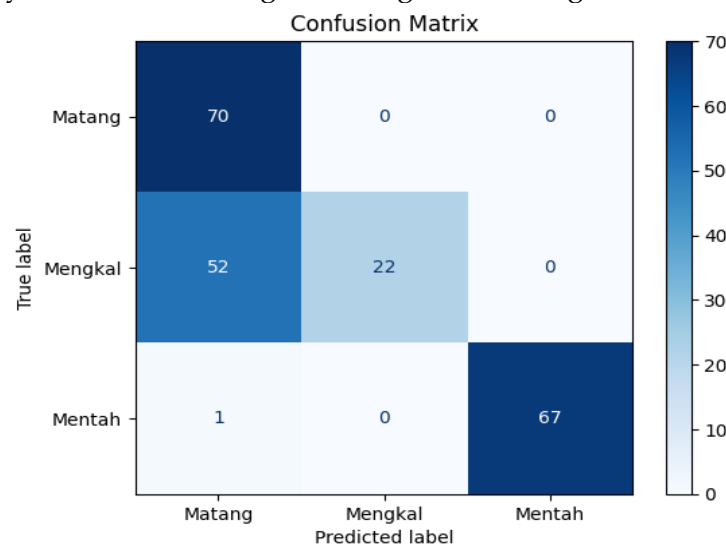
Tahap berikutnya adalah ekstraksi fitur warna dari citra pepaya. Fitur warna digunakan karena perubahan warna kulit buah merupakan indikator utama tingkat kematangan pepaya. Nilai-nilai warna dari setiap citra diekstraksi dan direpresentasikan dalam bentuk vektor fitur numerik yang selanjutnya menjadi masukan bagi algoritma klasifikasi. Proses ini mengubah data citra menjadi data numerik sehingga dapat diproses oleh algoritma pembelajaran mesin.

Klasifikasi tingkat kematangan pepaya dilakukan menggunakan algoritma Support Vector Machine. Algoritma ini bekerja dengan mencari hyperplane optimal yang mampu memisahkan data dari kelas yang berbeda dengan margin maksimum. Support Vector Machine dipilih karena kemampuannya dalam menangani data berdimensi tinggi serta performanya yang baik pada permasalahan klasifikasi non-linear. Model SVM dilatih menggunakan data pelatihan yang telah diekstraksi fiturnya, kemudian diuji menggunakan data pengujian untuk mengevaluasi kemampuan generalisasi model.

Evaluasi kinerja model dilakukan menggunakan confusion matrix. Metode evaluasi ini digunakan untuk mengetahui jumlah prediksi yang benar dan salah pada setiap kelas kematangan. Berdasarkan confusion matrix tersebut, nilai akurasi masing-masing kelas dihitung untuk menilai sejauh mana model SVM mampu mengklasifikasikan tingkat kematangan pepaya secara tepat. Hasil evaluasi ini selanjutnya dianalisis pada bagian hasil dan pembahasan untuk mengetahui kelebihan dan keterbatasan model yang diusulkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

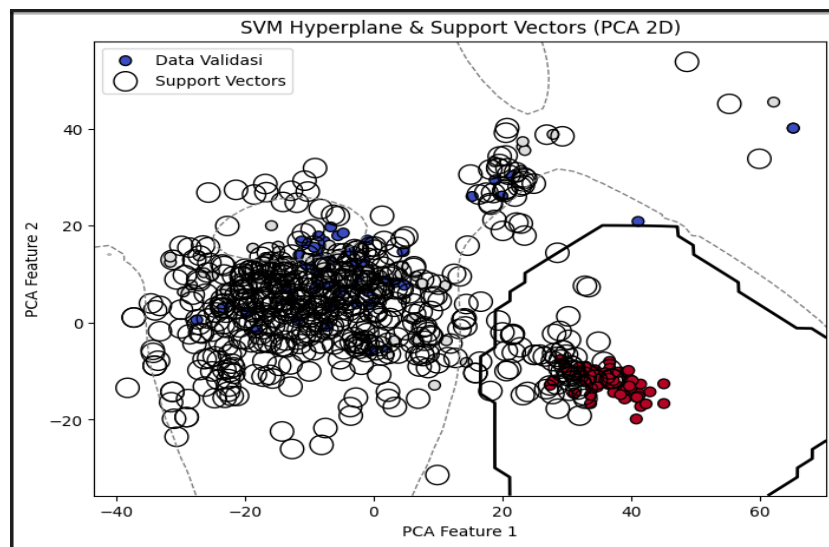
Pengujian model klasifikasi tingkat kematangan buah pepaya dilakukan setelah proses pelatihan algoritma Support Vector Machine (SVM) menggunakan dataset citra yang telah melalui tahap pra-pemrosesan dan ekstraksi fitur warna. Seluruh proses pengujian dan evaluasi model dilakukan pada lingkungan Google Colab. Hasil klasifikasi dievaluasi menggunakan confusion matrix untuk mengetahui performa model pada masing-masing kelas kematangan, yaitu mentah, setengah matang, dan matang.



Gambar 1. Confusion Matrix

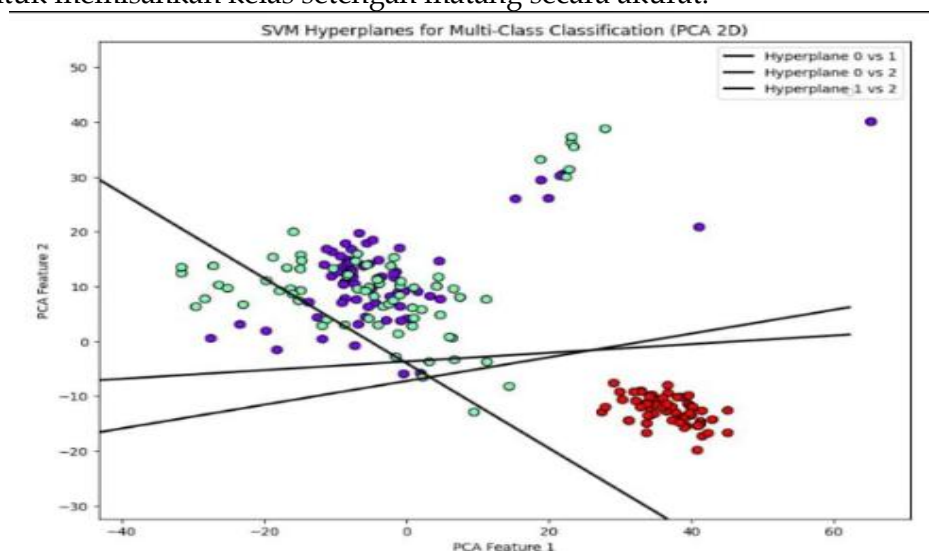
Berdasarkan hasil pengujian, confusion matrix menunjukkan bahwa model SVM mampu mengklasifikasikan citra pepaya matang dengan jumlah prediksi benar sebanyak 70 citra. Untuk kelas pepaya mentah, jumlah prediksi benar yang diperoleh adalah 67 citra. Sementara itu, pada kelas pepaya setengah matang, jumlah prediksi benar relatif lebih rendah, yaitu sebanyak 22 citra. Total data yang digunakan pada proses pengujian berjumlah 212 citra. Hasil ini menunjukkan bahwa performa klasifikasi berbeda pada setiap tingkat kematangan.

Perhitungan akurasi dilakukan berdasarkan jumlah prediksi yang benar dibandingkan dengan total data pengujian. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa model SVM menghasilkan akurasi sebesar 70% pada kelas pepaya matang, 67% pada kelas pepaya mentah, dan 22% pada kelas pepaya setengah matang. Nilai akurasi yang lebih tinggi pada kelas mentah dan matang menunjukkan bahwa karakteristik warna pada kedua kelas tersebut relatif lebih mudah dibedakan oleh model dibandingkan dengan kelas setengah matang.



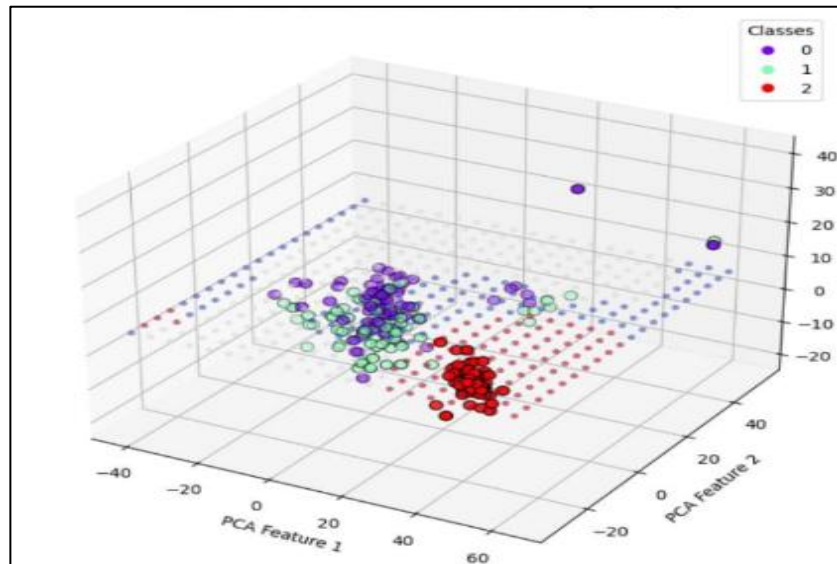
Gambar 2. Hyperplane dan Support Vectors

Rendahnya akurasi pada kelas pepaya setengah matang disebabkan oleh kemiripan karakteristik warna antara pepaya mentah dan pepaya matang pada fase transisi pematangan. Pada kondisi ini, perubahan warna kulit pepaya tidak terjadi secara kontras, sehingga nilai fitur warna yang diekstraksi cenderung saling tumpang tindih antar kelas. Kondisi tersebut menyebabkan algoritma SVM mengalami kesulitan dalam menentukan batas keputusan yang optimal untuk memisahkan kelas setengah matang secara akurat.



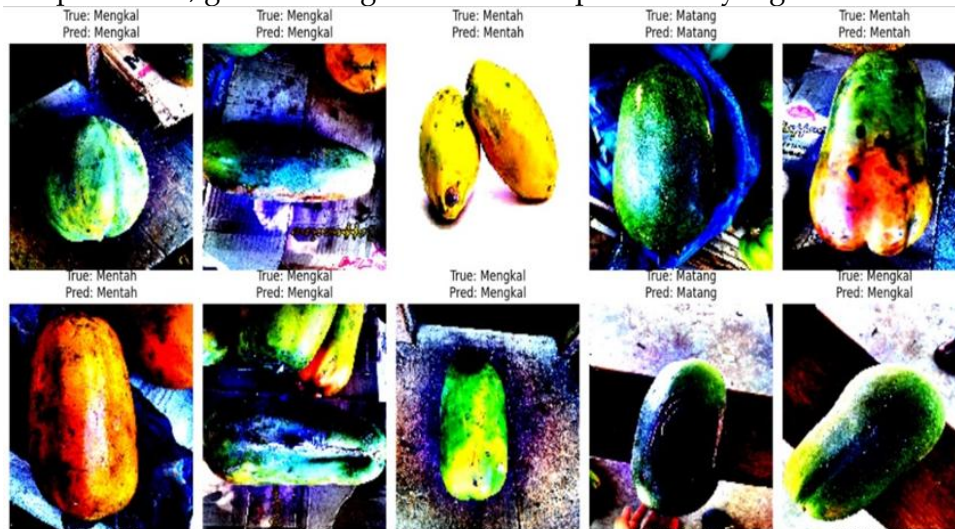
Gambar 3. Multi Class Classification

Visualisasi hasil pemisahan kelas menggunakan hyperplane menunjukkan bahwa data pepaya mentah dan matang relatif terpisah dengan cukup jelas dalam ruang fitur. Namun, pada data pepaya setengah matang, terlihat adanya distribusi data yang beririsan dengan dua kelas lainnya. Hal ini memperkuat hasil evaluasi confusion matrix yang menunjukkan tingkat kesalahan klasifikasi lebih tinggi pada kelas tersebut. Meskipun demikian, SVM tetap mampu membentuk hyperplane optimal untuk memisahkan sebagian besar data pada ruang fitur non-linear.



Gambar 4. Multiclass Boundaries

Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa klasifikasi tingkat kematangan buah berbasis fitur warna memiliki keterbatasan pada fase transisi pematangan. Meskipun demikian, penggunaan algoritma Support Vector Machine terbukti cukup efektif dalam mengolah informasi warna untuk membedakan kelas kematangan yang memiliki perbedaan visual yang jelas. Dengan demikian, model SVM memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut, terutama dengan penambahan fitur lain atau optimasi parameter, guna meningkatkan akurasi pada kelas yang sulit dibedakan.



Gambar 6. Hasil Klasifikasi

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa algoritma Support Vector Machine (SVM) mampu digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah pepaya berdasarkan fitur warna citra digital. Model yang dikembangkan

dapat membedakan tiga kategori kematangan, yaitu mentah, setengah matang, dan matang, dengan tingkat akurasi yang bervariasi pada setiap kelas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa akurasi tertinggi diperoleh pada kelas pepaya matang, diikuti oleh kelas pepaya mentah, sementara akurasi terendah terdapat pada kelas pepaya setengah matang.

Perbedaan kinerja klasifikasi pada masing-masing kelas disebabkan oleh karakteristik warna kulit pepaya yang berbeda pada setiap tahap pematangan. Pada kelas setengah matang, karakteristik warna cenderung berada pada fase transisi sehingga memiliki kemiripan dengan kelas mentah maupun matang, yang berdampak pada meningkatnya kesalahan klasifikasi. Meskipun demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma SVM cukup efektif dalam mengolah informasi warna untuk mengidentifikasi tingkat kematangan pepaya, khususnya pada kelas yang memiliki perbedaan visual yang jelas.

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem klasifikasi kematangan buah berbasis pengolahan citra yang dapat diterapkan pada proses sortasi dan penanganan pascapanen. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar dilakukan pengembangan dengan menambahkan fitur lain selain warna, seperti tekstur atau bentuk, serta melakukan optimasi parameter atau penggunaan metode kernel yang lebih kompleks guna meningkatkan akurasi klasifikasi, terutama pada kelas pepaya setengah matang..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. S. Hawibowo and I. Muhimmmah, "Aplikasi Pendeteksi Tingkat Kematangan Pepaya menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Berbasis Android," *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, vol. 10, no. 1, 2024, doi: 10.26418/jp.v10i1.77819.
- [2] D. Armiaady and I. M. R., "Klasifikasi Kualitas Buah Pisang Berdasarkan Citra Buah Menggunakan Stochastic Gradient Descent," *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, vol. 4, no. 2, 2023.
- [3] L. Luthfi, R. Imam Muslem, D. Armiaady, S. Sriwinar, R. Fajri, and I. Iqbal, "Analysis of CNN Method for Image Classification of Coconut Ripeness Levels," in *2023 Eighth International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, IEEE, Dec. 2023, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICIC60109.2023.10381964.
- [4] C. H. H. Jannah, I. Muslem, and D. Azmi, "Jurnal Ilmu Komputer Aceh Klasifikasi Plat Nomor Kendaraan Berdasarkan Wilayah Tertentu Menggunakan Algoritma Optical Character Recognition," *Jurnal Ilmu Komputer Aceh*, Oct. 2025, [Online]. Available: <https://jurnal.fikompublisher.com/ilka/article/view/16>
- [5] F. Agustina, "Deteksi Kematangan Buah Pepaya Menggunakan Algoritma YOLO Berbasis Android," *Jurnal Ilmiah Infokam*, vol. 18, no. 2, 2022, doi: 10.53845/infokam.v18i2.320.
- [6] Z. Hakim, S. Rahayu, and K. Irawati, "Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pisang Kepok Menggunakan Algoritma Naive Bayes," *Academic Journal of Computer Science Research*, vol. 4, no. 1, 2022, doi: 10.38101/ajcsr.v4i1.442.
- [7] S. Umagapi, M. Hamid, A. Ibrahim, and D. Suratin, "Mengidentifikasi Kematangan Buah Pala Berdasarkan Ciri Tekstur Menggunakan Metode Backpropagation," *Jurnal Teknik Informatika (J-Tifa)*, vol. 4, no. 1, 2021, doi: 10.52046/j-tifa.v4i1.1190.
- [8] N. Astrianda, "Klasifikasi Kematangan Buah Tomat Dengan Variasi Model Warna Menggunakan Support Vector Machine," *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, vol. 1, no. 2, 2020, doi: 10.38038/vocatech.v1i2.27.
- [9] M. F. Ajizi, D. Syauqy, and M. H. H. Ichsan, "Klasifikasi Kematangan Buah Pisang Berbasis Sensor Warna Dan Sensor Load Cell Menggunakan Metode Naive Bayes," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2019.
- [10] J. Jusrawati, A. Futri, and A. B. Kaswar, "Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Pisang Dalam Ruang Warna RGB Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST)," *Journal of Embedded Systems, Security and Intelligent Systems*, vol. 2, no. 1, 2021, doi: 10.26858/jessi.v2i1.20327.

- [11] M. H. Rachmadi, N. Hayaty, and A. Uperiati, "Klasifikasi tingkat kematangan buah pisang kepok (*musa paradisiaca formatypica*) dengan ekstraksi fitur warna dengan menggunakan algoritma naive bayes," 2019.
- [12] 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, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i1.3287.
- [13] I. R. Muslem, "KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Image Classification pada Kasus American Sign Language Menggunakan Support Vector Machine," *Media Online*), vol. 4, no. 2, pp. 1184–1191, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i2.1242.
- [14] R. Umar, I. Riadi, and D. A. Farook, "A Komparasi Image Matching Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN) dan Support Vector Machine (SVM)," *Journal of Applied Informatics and Computing*, vol. 4, no. 2, 2020, doi: 10.30871/jaic.v4i2.2226.
- [15] I. R. Muslem and T. M. Johan, "KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Klasifikasi Citra Ikan Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network dengan Arsitektur VGG-16," *Media Online*), vol. 4, no. 2, pp. 978–985, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i2.1209.