Jurnal Riset Informatika dan Teknologi Informasi (JRITI)
Jejaring Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (JPPM)
Vol. 4, No. 1, Agustus – November 2026, Hal. 433 - 438
Web : https://ejurnal.jejaringppm.org/index.php/jriti
ISSN (Print) : 3024-8167
e-ISSN : 3109-8959

Pengaruh Ekstraksi Fitur Warna pada Akurasi Klasifikasi Sayuran Menggunakan Naive Bayes

Taufiq Syaifullah Al-Maslul[1], Yovi Apridiansyah[2], Harry Witriyono[3] dan Yuza Reswan[4]
Universitas Muhammadiyah Bengkulu
Email : yoviapridiiansyah@gmail.com, tikusbeton.26@gmail.com, yuzareswan@umb.ac.id, harrywitriyono@umb.ac.id

ABSTRAKSI
Proses pengenalan jenis sayuran yang dilakukan secara manual oleh manusia kerap dipengaruhi oleh subjektivitas, terutama ketika harus membedakan warna-warna yang memiliki tingkat kemiripan tinggi. Keterbatasan persepsi visual ini membuka peluang terjadinya kesalahan identifikasi. Dalam konteks teknik informatika, pemanfaatan teknologi pengolahan citra digital menjadi alternatif yang relevan untuk menghadirkan proses identifikasi yang lebih konsisten dan efisien. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu mengenali objek secara otomatis dengan mengandalkan karakteristik numerik khas dari setiap citra. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sekaligus mengevaluasi kinerja sebuah sistem dalam mengidentifikasi jenis sayuran berbasis data visual digital. Fokus utama penelitian diarahkan pada analisis pengaruh parameter kromatisitas terhadap tingkat akurasi identifikasi objek pada lima kategori sayuran yang berbeda. Tahapan penelitian dimulai dari pengumpulan data berupa 50 citra sayuran yang terdiri atas kol, labu siam, sawi, terong ungu, dan wortel. Implementasi sistem dilakukan menggunakan perangkat lunak MATLAB R2017b dengan dukungan antarmuka Graphical User Interface (GUI). Proses pengolahan citra mencakup beberapa tahapan, yaitu praproses, segmentasi untuk memisahkan objek dari latar belakang berwarna merah, serta ekstraksi fitur berupa nilai rata-rata warna dalam ruang RGB dan HSV. Selain itu, digunakan pula parameter morfologi seperti eccentricity dan metric untuk memperkuat representasi bentuk objek. Proses klasifikasi dilakukan dengan pendekatan probabilistik menggunakan algoritma Naive Bayes. Dalam tahap evaluasi, data dibagi menjadi 45 citra sebagai data latih dan 5 citra sebagai data uji. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mencapai tingkat akurasi rata-rata sebesar 80,0%. Secara lebih rinci, objek dengan karakteristik visual yang kontras, seperti wortel dan terong ungu, dapat dikenali dengan sangat baik karena memiliki dominasi warna yang jelas serta bentuk yang relatif khas. Namun demikian, masih ditemukan kesalahan klasifikasi, khususnya pada labu siam yang teridentifikasi sebagai sawi. Hal ini berdampak pada nilai presisi yang berada pada 70,0% dan recall sebesar 80,0%. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa parameter kromatisitas memiliki kontribusi yang signifikan dalam proses identifikasi. Sistem menunjukkan performa optimal pada objek dengan perbedaan warna yang mencolok, tetapi masih menghadapi kendala ketika menangani objek dengan kemiripan nilai Hue. Secara umum, sistem yang dikembangkan telah menunjukkan kinerja yang cukup baik dan layak digunakan sebagai solusi awal dalam klasifikasi otomatis jenis sayuran berbasis pengolahan citra digital.

Kata Kunci: Ekstraksi fitur warna, Naive Bayes, klasifikasi sayuran, pengolahan citra digital.

ABSTRACT
The manual process of identifying vegetable types by humans is often influenced by subjectivity, especially when distinguishing colors that have a high degree of similarity. This limitation of visual perception opens the possibility of misidentification. In the context of informatics engineering, the use of digital image processing technology is a relevant alternative to provide a more consistent and efficient identification process. Therefore, a system is needed that is able to recognize objects automatically by relying on the unique numerical characteristics of each image. This study aims to design and initiate the performance of a system in identifying vegetable types based on digital visual data. The main focus of the study is directed at analyzing the influence of chromaticity parameters on the level of object identification accuracy in five different vegetable categories. The research stages began with data collection in the form of 50 vegetable images consisting of cabbage, chayote, mustard greens, purple eggplant, and carrots. The system implementation was carried out using MATLAB R2017b software with the support of a Graphical User Interface (GUI). The image processing process includes several stages, namely preprocessing, segmentation to separate objects from the red background, and feature extraction in the form of average color values in RGB and HSV spaces. Furthermore, morphological parameters such as eccentricity and metrics were used to enhance the representation of object shape. The classification process was conducted using a probabilistic approach using the Naive Bayes algorithm. During the evaluation phase, the data was divided into 45 training images and 5 test images. Test results showed that the system achieved an average accuracy of 80.0%. Specifically, objects with contrasting visual characteristics, such as carrots and purple eggplants, were well recognized due to their distinct

color dominance and relatively distinctive shapes. However, misclassification errors were still observed, particularly in the case of chayote, which was identified as mustard greens. This resulted in a precision value of 70.0% and a recall of 80.0%. Based on these results, it can be concluded that the chromaticity parameter plays a significant role in the identification process. The system performed optimally on objects with striking color differences, but still encountered challenges when handling objects with similar hue values. Overall, the developed system has demonstrated quite good performance and is suitable for use as an initial solution for automatic vegetable classification based on digital image processing.

Keywords: *Color feature extraction, Naive Bayes, vegetable classification, digital image processing.*

Penulis Korespondensi
Taufiq Syaifullah Al-Maslul

Tanggal Submit : 22/07/2026
Tanggal Diterima : 05/11/2026
Tanggal Terbit : 10/11/2026

This is an open access article under the CC–BY-NC-SA license

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 (CC BY-NC-SA 4.0) International License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Publisher's Note: JPPM stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

I. PENDAHULUAN

Di tengah perkembangan era digital yang semakin pesat, pengolahan citra digital telah menjadi salah satu bidang penelitian yang terus mengalami kemajuan yang masif. Teknologi ini memungkinkan komputer untuk mengenali, menganalisis, dan menafsirkan objek yang terdapat dalam sebuah gambar secara otomatis tanpa memerlukan intervensi manusia secara konvensional. Salah satu penerapannya dapat ditemukan pada proses klasifikasi objek, termasuk pengelompokan jenis sayuran berdasarkan ciri visual seperti warna, bentuk, maupun tekstur [1]. Sayuran sendiri merupakan komponen pangan yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan gizi manusia karena mengandung berbagai nutrisi, seperti vitamin, mineral, dan serat yang dibutuhkan tubuh. Oleh sebab itu, proses identifikasi terhadap kualitas serta tingkat kesegaran sayuran menjadi hal yang penting dilakukan agar kandungan gizi yang dikonsumsi tetap terjaga dengan baik.

Dalam proses penilaian kualitas sayuran, teknik klasifikasi citra dapat dimanfaatkan untuk membantu membedakan jenis maupun kondisi sayuran secara otomatis. Pendekatan berbasis komputasi cerdas ini memungkinkan proses identifikasi dilakukan lebih cepat, efisien, dan konsisten dibandingkan pengamatan manual yang rentan terhadap faktor kelelahan fisik. Salah satu metode klasifikasi yang cukup banyak diterapkan dalam berbagai penelitian komputasi adalah Naive Bayes. Metode ini merupakan algoritma berbasis probabilitas yang mengacu pada Teorema Bayes. Naive Bayes dikenal memiliki beberapa keunggulan utama, seperti struktur model yang sederhana, proses komputasi yang sangat efisien, serta kemampuan menghasilkan tingkat akurasi yang cukup tinggi pada beragam jenis data berskala besar [2]. Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode Naive Bayes dapat diterapkan pada sistem klasifikasi citra di bidang pertanian, misalnya untuk mengenali jenis sayuran atau buah berdasarkan karakteristik yang diperoleh dari citra digital.

Klasifikasi adalah proses mengelompokkan objek atau data ke dalam kategori tertentu berdasarkan karakteristik spesifik yang dimiliki. Dalam bidang ilmu komputer dan data mining, klasifikasi digunakan untuk menentukan kelas suatu objek dengan memanfaatkan pola yang diperoleh dari data pelatihan. Tujuan utama dari proses ini ialah membangun model yang mampu memprediksi kelas objek baru secara tepat dan konsisten. Berbagai metode klasifikasi telah banyak dikembangkan untuk meningkatkan kualitas prediksi, di antaranya Decision Tree, Support Vector Machine (SVM), K-Nearest Neighbor (KNN), dan Naive Bayes. Masing-masing metode memiliki keunggulan tersendiri sesuai dengan jenis data dan kebutuhan analisis. Pada penelitian klasifikasi citra, pemilihan fitur menjadi salah satu aspek yang sangat menentukan kinerja sistem. Dataset dengan jumlah fitur yang terlalu banyak sering menimbulkan sejumlah kendala, seperti proses seleksi fitur yang kurang stabil, meningkatnya waktu komputasi, hingga menurunnya performa klasifikasi ketika fitur yang digunakan tidak relevan. Karena itu, dibutuhkan teknik ekstraksi fitur yang efektif agar data dapat direpresentasikan secara lebih baik dan mendukung proses klasifikasi secara optimal [3].

Feature Extraction atau ekstraksi ciri merupakan tahapan krusial untuk mengambil karakteristik penting dari sebuah citra agar dapat diubah menjadi bentuk numerik yang mudah diolah oleh sistem. Hasil dari proses ini umumnya berupa vektor fitur, yaitu kumpulan nilai statistic yang mewakili informasi utama dari citra yang telah diproses sebelumnya. Vektor fitur tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk membandingkan, mengenali, serta membedakan satu citra dengan citra lainnya. Dalam pengolahan citra digital, ekstraksi ciri umumnya dibagi ke dalam tiga kelompok utama, yaitu low-level features, middle-level features, dan high-level features. Low-level features berhubungan dengan informasi visual dasar, seperti warna, intensitas, dan tekstur. Middle-level features berkaitan dengan bagian atau wilayah tertentu pada citra

yang diperoleh melalui proses segmentasi area. Sementara itu, high-level features lebih menitikberatkan pada makna atau interpretasi semantik dari objek yang terdapat dalam citra [3].

Pada sejumlah penelitian terdahulu, berbagai metode ekstraksi fitur telah diterapkan untuk meningkatkan kinerja klasifikasi citra pada objek pertanian. Salah satu contohnya adalah penggunaan fitur tekstur Local Binary Pattern (LBP) yang dipadukan dengan fitur warna sehingga mampu meningkatkan akurasi dalam proses klasifikasi citra objek [8]. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini memanfaatkan fitur warna RGB (Red, Green, Blue) dan HSV (Hue, Saturation, Value) sebagai representasi utama citra. Ruang warna RGB merupakan model warna dasar yang umum digunakan pada citra digital, sedangkan HSV dinilai lebih mampu menggambarkan warna sesuai persepsi visual manusia. Karena alasan itu, HSV sering digunakan dalam analisis citra yang berfokus pada elemen warna. Melalui kombinasi fitur warna RGB dan HSV, diharapkan sistem klasifikasi berbasis metode Naive Bayes dapat memberikan tingkat akurasi yang lebih baik dalam proses identifikasi jenis sayuran.

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Penelitian mengenai klasifikasi dan prediksi berbasis machine learning telah banyak dilakukan dalam berbagai domain. Apridiansyah [2] merancang sebuah sistem prediksi kelulusan mahasiswa menggunakan teknik klasifikasi berbasis algoritma Naive Bayes. Penelitian tersebut dilakukan untuk merancang early warning system bagi kampus dalam menyusun kebijakan strategis. Hasil pengujian membuktikan bahwa algoritma Naive Bayes bekerja dengan sangat efektif untuk tugas ini, di mana kinerja model secara statistik sangat solid dengan mencatatkan nilai presisi 90%, akurasi 90%, dan angka recall sempurna di 100%. Dalam konteks pengolahan citra pangan, Muchtar dkk. [4] menerapkan metode Naive Bayes untuk mengklasifikasikan tingkat kesegaran ikan melalui analisis warna pada citra area mata. Sistem yang dikembangkan mampu mencapai tingkat akurasi yang sangat tinggi sebesar 97,5%, dengan nilai presisi 100% dan recall 95%, yang membuktikan efektivitas teorema Bayes dalam membedakan degradasi warna biologis secara otomatis.

Penelitian lain yang berfokus pada hortikultura dilakukan oleh Manik dkk. [5] untuk melakukan klasifikasi buah belimbing berdasarkan tingkat kemanisannya dengan memanfaatkan teknik pemrosesan citra digital. Fitur yang digunakan dalam proses ekstraksi adalah nilai rata-rata warna kanal RGB untuk memperoleh karakteristik warna dari citra buah. Jumlah data citra belimbing yang digunakan sebanyak 120 gambar, yang terdiri dari 90 data latih dan 30 data uji. Berdasarkan hasil pengujian, sistem klasifikasi mampu mencapai tingkat akurasi sebesar 80%. Namun, penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa penggunaan RGB sebagai representasi tunggal belum sepenuhnya optimal untuk dijadikan satu-satunya fitur dalam klasifikasi citra buah belimbing. Joni dkk. [6] mengklasifikasikan buah Pisang Raja berdasarkan karakteristik warna RGB melalui tahapan k-fold cross-validation serta algoritma Naive Bayes. Berdasarkan hasil pengujian, tingkat akurasi pada kategori rasa manis mencapai 100%, sedangkan kategori sepat dan hambar masing-masing memperoleh akurasi sebesar 80%, dengan rata-rata keseluruhan mencapai 86,66%. Sementara itu, Widyastuti dkk. [7] menerapkan metode Naive Bayes untuk mengklasifikasikan tujuh varietas tomat berdasarkan fitur warna RGB dengan tingkat akurasi klasifikasi mencapai 78,57%.

Selain fitur warna dasar, penggunaan kombinasi fitur tekstur dan bentuk juga banyak dikembangkan. Berdasarkan riset Pattern dkk. [8], penggabungan fitur tekstur Local Binary Pattern (LBP) dengan fitur warna HSV menggunakan model Support Vector Machine (SVM) menghasilkan akurasi sebesar 65,02% dalam memisahkan sayur segar dan busuk menggunakan variasi parameter n_estimator. Riset lain oleh Reswan [9] mengaplikasikan analisis tekstur berbasis Grey Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) dipadukan dengan model klasifikasi K-Nearest Neighbor (KNN) untuk mengidentifikasi ragam corak kain Batik Besurek asal Bengkulu. Performa paling menonjol ditemukan pada parameter sudut GLCM 135 derajat, di mana model sukses mencatatkan nilai akurasi 0,9333, recall 0,9333, dan presisi 0,9444. Melalui tinjauan literatur ini, penelitian saat keterbatasan ini fitur dibangun untuk menjembatani warna RGB dengan cara mengintegrasikannya bersama ruang warna HSV dan parameter morfologi bentuk fisik menggunakan algoritma Naive Bayes.

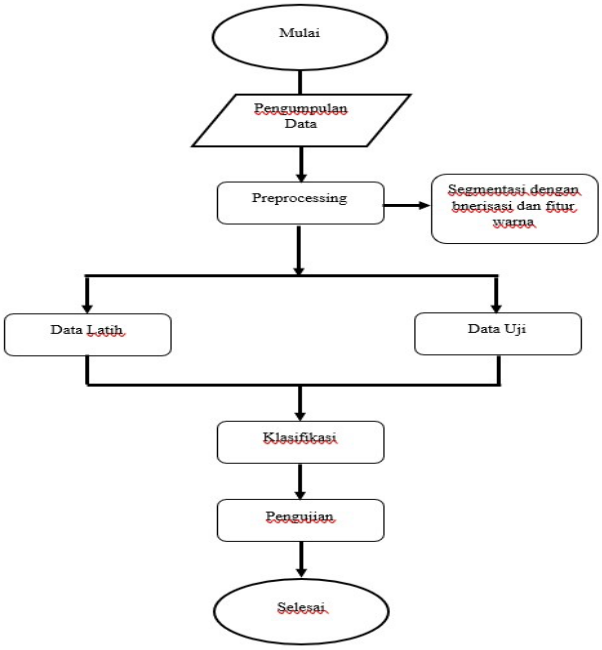
III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen kuantitatif. Langkah eksperimental dipilih karena penelitian berfokus pada pengukuran serta perbandingan pengaruh metode ekstraksi fitur warna terhadap akurasi klasifikasi sayuran secara terkontrol. Model pengembangan sistem diimplementasikan pada perangkat lunak MATLAB R2017b, yang mencakup beberapa tahapan utama yang terstruktur secara sistematis dan komprehensif. Kerangka implementasi tahapan alur data dan eksekusi sistematis pemrosesan citra ini secara visual dapat diamati pada Gambar. 1

A. Akuisisi dan Preprocessing Citra

Proses akuisisi data dilakukan menggunakan kamera smartphone Redmi 13 untuk mengambil citra dari lima jenis sayuran, yaitu kol, labu siam, sawi, terong ungu, dan wortel. Pengambilan gambar dilakukan secara tegak lurus dengan jarak konstan di atas objek yang ditempatkan tepat di tengah frame. Untuk mempermudah proses pemisahan objek dari latar

belakang, digunakan background merah polos guna menekan noise bayangan. Seluruh gambar disimpan dalam format digital .JPG dan selanjutnya masuk ke tahap preprocessing untuk diseragamkan ukurannya (resizing) menjadi 500 × 500 piksel agar dimensi data menjadi seragam dan meringankan beban komputasi matriks.



Gambar. 1 Alur Tahapan Penelitian Sistem

B. Segmentasi Objek

Segmentasi bertujuan memisahkan objek utama dari latar belakang citra menggunakan teknik thresholding warna otomatis berbasis binerisasi metode Otsu [10]. Proses ini menentukan nilai ambang (threshold) terbaik untuk memisahkan objek dari background merah secara mandiri. Hasil dari tahap ini berupa citra biner (mask), di mana piksel objek sayuran yang menjadi fokus analisis diwakili nilai 1 (putih) dan latar belakang diabaikan dengan nilai 0 (hitam).

C. Ekstraksi Fitur Warna dan Bentuk

Ekstraksi ciri dilakukan secara eksklusif hanya pada koordinat area objek hasil segmentasi (mask = 1). Fitur warna yang diekstraksi adalah nilai rata-rata (mean) dari kanal warna RGB dan ruang warna HSV (Hue, Saturation, Value). Perhitungan rata-rata statistik warna dirumuskan secara matematis sebagai berikut:

$$R_{mean} = 1/N \sum_{i=1}^{N} R_i$$

$$G_{mean} = 1/N \sum_{i=1}^{N} G_i$$

$$B_{mean} = 1/N \sum_{i=1}^{N} B_i$$

$$H_{mean} = 1/N \sum_{i=1}^{N} H_i$$

$$S_{mean} = 1/N \sum_{i=1}^{N} S_i$$

$$V_{mean} = 1/N \sum_{i=1}^{N} V_i$$

Di mana N menunjukkan total piksel objek, sedangkan R, G, B, H, S, V menunjukkan nilai intensitas masing-masing komponen piksel. Di samping itu, parameter morfologi bentuk berupa eccentricity (tingkat kelonjongan kontur objek) dan metric (tingkat kebundaran kontur berdasarkan perbandingan area dan perimeter) ditambahkan untuk memperkuat representasi fisik geometri objek sayuran.

D. Klasifikasi Naïve Bayes

Algoritma Naive Bayes dilatih menggunakan fungsi bawaan fitcnb pada MATLAB. Model ini bekerja dengan menghitung probabilitas awal (prior probability) untuk setiap kelas, serta probabilitas kondisional (likelihood) dari kedelapan fitur masukan berdasarkan pendekatan distribusi Gaussian (distribusi normal) untuk menangani data numerik kontinu. Sistem menyimpan nilai mean dan standar deviasi dari data latih untuk setiap kelas sayuran sebagai acuan utama prediksi citra baru. Dataset didistribusikan ke dalam data latih (training data) dan data uji (testing data) dengan proporsi 90% data latih dan 10% data uji, seperti dijabarkan pada Tabel I.

Tabel 1. Distribusi dataset penelitian

Jenis Sayuran	Jumlah Data	Data Latih	Data Uji
Kol	10	9	1
Labu Siam	10	9	1
Sawi	10	9	1
Terong Ungu	10	9	1
Wortel	10	9	1

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem antarmuka interaktif berbasis Graphical User Interface (GUI) MATLAB berhasil dikembangkan untuk memfasilitasi proses pengujian citra secara dinamis. Komponen GUI terdiri dari “Axes” untuk penayangan citra, “Push Button” sebagai pemicu fungsi callback algoritma, “Edit Text” untuk penayangan luaran teks, serta “Tabel Data” yang menampilkan ekstraksi ciri secara terstruktur. Berdasarkan rangkaian

ekstraksi ciri visual dan geometri morfologi yang dilakukan, setiap citra menghasilkan nilai numerik representatif yang dijabarkan pada Tabel II.

Tabel 2. Nilai Fitur Eksperimen dan Hasil Prediksi Data Uji

Jenis	R, G, B, Mean	H, S, V, Mean	Ecc, Met	Prediksi
Kol	183, 178, 171	0.28, 0.10, 0.72	0.71, 0.70	Kol (Benar)
Labu Siam	145, 143, 89	0.19, 0.51, 0.61	0.75, 0.74	Sawi (Salah)
Sawi	135, 131, 102	0.19, 0.41, 0.56	0.47, 0.50	Sawi (Benar)
Terong Ungu	108, 81, 93	0.73, 0.43, 0.45	1.00, 0.25	Terong (Benar)
Wortel	216, 68, 50	0.02, 0.78, 0.85	0.71, 0.04	Wortel (Benar)

Analisis kuantitatif pada Tabel II menunjukkan pengaruh yang sangat kuat dari parameter kromatisitas warna dalam memandu arah penalaran probabilitas algoritma Naive Bayes. Pada citra wortel, tingginya komponen kanal merah (R Mean = 216) dipadukan dengan nilai H Mean yang sangat rendah (0,02) mengindikasikan spektrum warna jingga/merah dalam ruang warna HSV. Karakteristik kromatisitas yang spesifik ini membuat nilai posterior probability pada Teorema Bayes mengarah mutlak ke kelas wortel, sehingga menghasilkan klasifikasi True Positive yang akurat.

Fenomena menarik lainnya dapat diamati pada citra terong ungu, di mana H Mean berada pada angka 0,73 yang menunjukkan identitas warna ungu solid. Fitur warna ini didukung secara kuat oleh parameter geometri kontur eccentricity bernilai sempurna 1,00, yang merepresentasikan bentuk fisik terong yang lonjong memanjang secara morfologi. Di sisi lain, dominasi fitur warna terbukti mampu mengompensasi kegagalan bentuk akibat over-segmentation. Pada kasus kebocoran background putih saat thresholding citra wortel, nilai geometris *metric* drop drastis hingga 0,0427 (sangat tidak ideal), namun model Naive Bayes tetap berhasil memprediksi kelas wortel dengan benar karena dipandu oleh kekokohan probabilitas fitur warna (H Mean = 0,0201 dan S Mean = 0,7784).

Kendati demikian, keterbatasan fitur warna muncul ketika sistem menangani dua varietas sayuran yang berbagi spektrum warna sejenis. Hal tersebut menjadi pemicu kesalahan klasifikasi (misclassification) pada citra labu siam yang salah teridentifikasi sebagai sawi. Secara fisik kontur, labu siam dan sawi memiliki perbedaan geometri yang mencolok (Metric labu siam 0,74 vs sawi 0,50). Namun, keunggulan parameter bentuk ini lumpuh akibat ekstraksi nilai Hue (H Mean) warna hijau keduanya yang hampir kembar, yakni 0,1873 dan 0,1868 (hanya selisih 0,0005). Kesamaan nilai yang ekstrem ini menyebabkan tumpang tindih (*overlapping*) pada fungsi densitas probabilitas Gauss model Naive Bayes. Lantaran basis data latih mendeteksi bahwa persebaran warna hijau pada kelas sawi secara statistik lebih masif dan dominan, sistem pun cenderung salah memilih kelas sawi sebagai hasil akhir prediksi.

Evaluasi komprehensif terhadap performa klasifikasi sistem dihitung memanfaatkan Confusion Matrix (Tabel III) guna memperoleh nilai Akurasi, Presisi, dan Recall secara objektif [11].

Tabel 3. Ringkasan Kinerja Confusion Matrix

Metrik Pengujian	TP	FP	TN	FN
Nilai	4	1	0	1

Berdasarkan rumusan Confusion Matrix pada Tabel III, perhitungan metrik efisiensi kerja model klasifikasi dijabarkan secara matematis di bawah ini:

$$\textit{Akurasi} = (TP + TN) / (TP + TN + FP + FN) = (4 + 0) / (4 + 0 + 1 + 0) = 4 / 5 = 80{,}0\%$$

$$\textit{Presisi} = TP / (TP + FP) = 4 / (4 + 1) = 4 / 5 = 70{,}0\%$$

$$\textit{Recall} = TP / (TP + FN) = 4 / (4 + 1) = 4 / 5 = 80{,}0\%$$

Perolehan akurasi keseluruhan sebesar 80,0% menandakan bahwa secara umum sistem mampu mengklasifikasikan data uji dengan baik. Penurunan nilai presisi menjadi 70,0% secara langsung dipengaruhi oleh adanya satu kasus false positive pada kelas sawi akibat salah deteksi objek labu siam, yang mereduksi ketepatan prediksi sistem pada kelas warna hijau sejenis.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian, serta analisis mendalam mengenai pengaruh ekstraksi fitur warna dalam klasifikasi sayuran menggunakan algoritma Naive Bayes, dapat ditarik beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

- Integrasi fitur warna (RGB dan HSV) yang dikombinasikan bersama fitur bentuk morfologi (metric dan eccentricity) terbukti cukup efektif dalam membangun sistem klasifikasi otomatis, dengan capaian akurasi rata-rata sebesar 80,0%, presisi sebesar 70,0%, dan recall sebesar 80,0% [1].
- Ekstraksi fitur warna memiliki pengaruh yang sangat dominan terhadap performa model Naive Bayes. Karakteristik warna kontras tinggi pada ruang warna RGB dan HSV terbukti memandu arah perhitungan probabilitas posterior secara akurat, bahkan mampu menutupi outlier akibat kesalahan segmentasi bentuk pada objek tertentu.

- Sistem masih menghadapi kendala sensitivitas ketika menangani objek yang berbagi gradasi spektrum warna sejenis, seperti yang ditunjukkan oleh kesalahan deteksi labu siam menjadi sawi akibat nilai kedekatan Hue (overlapping density function), yang mengindikasikan perlunya parameter ekstraksi tambahan di luar kromatisitas warna.

Berdasarkan berbagai kendala yang ditemui, saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya antara lain: (1) Menambahkan volume dataset secara masif (lebih dari 50 citra) agar sebaran data latih pada probabilitas Gaussian menjadi lebih stabil; (2) Mengintegrasikan metode ekstraksi fitur tekstur seperti Grey Level Co-occurrence Matrix (GLCM) untuk mengatasi tumpang tindih nilai warna pada kelompok objek hortikultura hijau sejenis; dan (3) Menerapkan teknik segmentasi yang lebih adaptif terhadap noise pantulan cahaya atau bayangan di lingkungan nyata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa syukur dan terima kasih yang mendalam kepada Bapak RG. Guntur Alam, M.Kom, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik, serta Bapak Ardi Wijaya, S.Kom, M.Kom selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Bengkulu yang telah memberikan dukungan fasilitas riset akademik. Ucapan terima kasih khusus ditujukan kepada Bapak Yovi Apridiansyah, S.Kom., M.Kom selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu serta memberikan arahan berharga dari awal perancangan coding sistem hingga penyelesaian penulisan karya ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] U. Salamah, "Komparasi Hasil Algoritma Machine Learning Berbasis HSV Color Model Untuk Klasifikasi Citra Jenis Sayuran," *JSAI (Journal Sci. Appl. Informatics)*, vol. 7, no. 2, pp. 263–269, 2024, [Online]. Available: https://jurnal.umb.ac.id/index.php/JSAI/article/view/6392?utm

[2] Apridiansyah Yovi, "Prediksi Kelulusan Mahasiswa Fakultas Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Bengkulu Menggunakan Metode Naive Bayes," *J. Sci. Appl. Informatics*, vol. 4, no. 2, pp. 236–247, 2021.

[3] J. I. Edisi, N. P. Batubara, D. Widiyanto, and N. Chamidah, "Klasifikasi Rempah Rimpang Berdasarkan Ciri Warna RGB Dan Tekstur GLCM Menggunakan Algoritma Naive Bayes," *IFTK*, vol. 4221, pp. 156–163, 2020, [Online]. Available: https://ejournal.upnvj.ac.id/informatik/article/view/2196?utm

[4] M. Muchtar, Y. P. Pasrun, R. Rasyid, U. Sembilanbelas, and N. Kolaka, "PENERAPAN METODE NAÏVE BAYES DALAM KLASIFIKASI KESEGARAN IKAN BERDASARKAN WARNA PADA CITRA AREA MATA," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 1, pp. 611–617, 2024, [Online]. Available: https://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jitet/article/view/3879

[5] F. Y. Manik *et al.*, "Klasifikasi Belimbing Menggunakan Naïve Bayes Berdasarkan Fitur Warna RGB," *IJCSS*, vol. 11, no. 1, 2020, [Online]. Available: https://journal.ugm.ac.id/ijccs/article/view/17838/12149

[6] Joni, V. Yoga, P. Ardhana, and Y. Sa, "ALGORITMA NAIVE BAYES YANG EFISIEN UNTUK KLASIFIKASI BUAH," *J. Inf. Syst. Manag. Digit. Bus.*, vol. 1, no. 2, pp. 236–248, 2024, [Online]. Available: https://journal.ppmi.web.id/index.php/jismdb/article/view/438

[7] E. Widyastuti, A. Hermawan, D. Avianto, T. Informasi, U. T. Yogyakarta, and G. Z. Tomato, "Klasifikasi tomat berdasarkan varietas dengan ekstraksi fitur rgb dan algoritma naïve bayes," *IDEALIS*, vol. 8, pp. 127–137, 2025, [Online]. Available: https://jom.fti.budiluhur.ac.id/index.php/IDEALIS/article/view/3370

[8] L. B. Pattern and S. Vector, "Penggunaan klasifikasi sayur segar dan sayur busuk menggunakan algoritma support vector machine," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 7, no. 3, pp. 678–687, 2020.

[9] Y. Reswan, "Classification Of Besurek Batik Fabrics Using Gray Level Co- Occurrence Matrix (GLCM) Features Extraction Klasifikasi Motif Kain Batik Besurek Menggunakan Ekstraksi Ciri Grey Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)," *J. komputer, Inf. dan Teknol.*, vol. 3, no. 2, pp. 229–236, 2023.

[10] Y. Riwanto, I. Yanuar, R. Pratiwi, and M. A. Fikri, "Segmentasi Citra Menggunakan Pendekatan Trial and Error dan Metode Otsu untuk Identifikasi Objek," *J. Inform. Polinema*, pp. 371–378, 2021, [Online]. Available: https://jurnal.polinema.ac.id/index.php/jip/article/view/7046

[11] S. Helmiyah, R. Pramestiawan, and R. Lampung, "Analisis Komparatif Algoritma Machine Learning dengan Metrik Akurasi , Presisi , Recall , dan F1-Score pada Dataset Kacang Kering," *J. ILMU Komput. DAN Teknol.*, vol. 6, no. 3, pp. 152–159, 2025, [Online]. Available: ejournal.uhb.ac.id/index.php/IKOMTI/article/view/2031?utm_