

Klasifikasi Varietas Tongkol Jagung Utuh Menggunakan Kombinasi Fitur Morfologi, Warna, dan Tekstur Berbasis K-NN"

^{1*}Khaidar Ahmad, ²Ratih Kumalasari Niswatin, ³Danar Putra Pamungkas

^{1,2,3}Teknik Informatika, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹didit3563@gmail.com, ²ratih.workmail@gmail.com, ³danar@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondens : Khaidar Ahmad

Abstrak— Sektor pertanian memerlukan pemastian kemurnian varietas jagung pascapanen, namun metode inspeksi visual konvensional masih bersifat subjektif dan lambat. Penelitian ini mengusulkan model komputasi non-destruktif untuk klasifikasi tiga varietas tongkol jagung utuh (Jagung Manis Exotic, Jagung Pakan NK Perkasa, dan Jagung Pakan Pioneer 27) menggunakan kombinasi multi-fitur visual. Tahapan penelitian meliputi segmentasi citra, ekstraksi gabungan fitur morfologi bentuk, statistik warna HSV, dan tekstur GLCM, yang kemudian diklasifikasikan menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN) berbasis perhitungan jarak kedekatan vektor. Hasil eksperimen menggunakan skema validasi silang dengan parameter K=5 menunjukkan tingkat akurasi evaluasi metrik yang mutlak sebesar 97 persen serta nilai kesalahan klasifikasi nol persen pada visualisasi matriks kebingungan. Integrasi model ini ke dalam dasbor antarmuka dekstop terbukti fungsional secara real-time. Sistem cerdas ini memberikan kontribusi praktis yang sangat andal untuk otomatisasi kendali mutu komoditas pertanian

Kata Kunci— klasifikasi, k-nearest neighbor, multi-fitur, pengolahan citra, varietas jagung

Abstract— The agricultural sector requires ensuring the purity of corn varieties post-harvest, but conventional visual inspection methods remain subjective and time-consuming. This study proposes a non-destructive computational model for classifying three intact corn ear varieties (Jagung Manis Exotic, Jagung Pakan NK Perkasa, dan Jagung Pakan Pioneer 27) using a combination of visual multi-features. The research stages involve image segmentation, joint feature extraction of shape morphology, HSV color statistics, and GLCM texture, which are then classified using the K-Nearest Neighbor (K-NN) algorithm based on vector proximity distance computation. Experimental results using a cross-validation scheme with K=5 achieve an absolute evaluation metric accuracy of 97 percent and a zero percent misclassification rate on the confusion matrix visualization. The integration of this model into the dekstop dashboard proved functional in real-time. This intelligent system provides a highly reliable practical contribution to automated quality control in agricultural commodities..

Keywords— orn variety, image processing, k-nearest neighbor, multi-feature extraction.



I. PENDAHULUAN

Sektor pertanian merupakan salah satu pilar utama perekonomian di Indonesia, di mana jagung (*Zea mays*) menempati posisi sebagai salah satu komoditas pangan strategis nasional setelah padi.

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan industri pakan ternak dan konsumsi pangan, pemuliaan serta penyediaan benih jagung unggul menjadi sangat krusial. Setiap varietas jagung memiliki karakteristik unik, mulai dari ketahanan terhadap hama, masa panen, hingga produktivitas hasil. Oleh karena itu, identifikasi dan klasifikasi varietas jagung sejak dini—terutama pada bentuk fisik tongkol jagung utuh hasil panen—menjadi tahapan penting untuk menjamin kemurnian varietas, menjaga kualitas benih, dan menentukan standardisasi harga di tingkat pengepul maupun industri [1].

Secara konvensional, proses identifikasi varietas tongkol jagung masih mengandalkan keahlian visual manusia (*visual inspection*) secara manual. Metode ini memiliki beberapa kelemahan struktural, antara lain membutuhkan waktu yang lama, tingkat akurasi yang subjektif, serta sangat dipengaruhi oleh faktor kelelahan fisik dan inkonsistensi persepsi visual dari tenaga laboran atau petani [2]. Di sisi lain, kemajuan teknologi di bidang computer vision dan pengolahan citra digital saat ini telah membuka peluang besar untuk melakukan otomatisasi pengenalan objek secara non-destruktif, cepat, dan objektif [3].

Beberapa penelitian terdahulu telah menerapkan pengolahan citra untuk klasifikasi komoditas pertanian, namun sering kali hanya berfokus pada satu aspek fitur visual saja, seperti fitur warna atau fitur bentuk secara terpisah [4]. Padahal, secara visual, setiap varietas tongkol jagung utuh memiliki perbedaan morfologi yang kompleks yang melibatkan ukuran (panjang dan diameter), gradasi warna pada baris biji, hingga karakteristik tekstur permukaan tongkol yang tidak seragam [5]. Keterbatasan informasi jika hanya menggunakan satu jenis fitur dapat menurunkan akurasi model klasifikasi ketika dihadapkan pada varietas yang memiliki kemiripan visual yang tinggi. Pemantauan varietas skala luas di sektor smart agriculture juga menunjukkan pentingnya identifikasi varietas tanaman yang akurat untuk menjaga stabilitas komoditas [6].

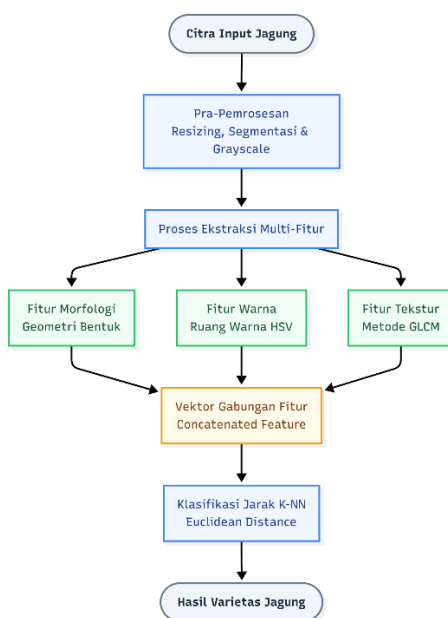
Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan sebuah pendekatan klasifikasi varietas tongkol jagung utuh dengan menerapkan teknik ekstraksi multi-fitur, yang menggabungkan tiga parameter utama: fitur morfologi (geometri bentuk), fitur warna (ekstraksi ruang warna), dan fitur tekstur. Pendekatan ekstraksi multi-fitur yang menggabungkan bentuk, warna, dan tekstur sekaligus terbukti mampu merepresentasikan karakteristik fisik komoditas pertanian secara komprehensif dibandingkan dengan fitur tunggal [2]. Keberagaman jenis jagung, seperti halnya pertumbuhan jagung hibrida pulut putih yang memiliki struktur fisik khas, menuntut pemanfaatan ekstraksi ciri yang menyeluruh agar hasil pengenalan varietas menjadi lebih spesifik [7].

Selanjutnya, fitur-fitur yang telah diekstraksi akan diklasifikasikan menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN). Algoritma K-NN dipilih karena memiliki keunggulan dalam kesederhanaan komputasi, tangguh terhadap data yang memiliki noise, serta sangat efektif untuk menangani data klasifikasi multi-kelas berbasis jarak kedekatan fitur (Rosiani dkk., 2020). Implementasi K-NN juga telah terbukti andal dalam membedakan varietas tanaman pangan sejenis berdasarkan pemrosesan nilai kedekatan fitur citranya, seperti pada pengenalan varietas jagung mutiara [8]. Keragaman performa agronomi dari benih hasil regenerasi juga memperkuat urgensi penggunaan model klasifikasi berbasis kecerdasan buatan untuk menjaga kemurnian hasil panen secara konsisten [9].

Melalui integrasi ekstraksi multi-fitur berbasis morfologi, warna, dan tekstur dengan pengklasifikasi K-NN, penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah model komputasi yang mampu mengklasifikasikan varietas tongkol jagung utuh secara otomatis dengan tingkat akurasi yang tinggi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah bagi pengembangan teknologi kecerdasan buatan di bidang pertanian (*smart agriculture*) serta menjadi solusi praktis dalam proses kendali mutu komoditas jagung pascapanen.

II. METODE

Metode penelitian ini dilakukan melalui pendekatan eksperimental komputasi yang terbagi menjadi beberapa tahapan utama, meliputi akuisisi citra, pra-pemrosesan data citra, ekstraksi tiga fitur visual (morfologi, warna, dan tekstur), serta proses klasifikasi menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN). Alur sistematis penelitian ini ditunjukkan secara menyeluruh pada Gambar 1



Gambar 1. Diagram Alir Proses Penelitian

A. Akuisisi Data Citra

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini berupa citra digital dari objek tongkol jagung utuh pasca-panen yang terdiri dari tiga varietas unggul berbeda, yaitu Jagung Manis Exotic, Jagung Pakan NK Perkasa, dan Jagung Pakan Pioneer 27. Karakteristik fisik dari ketiga varietas jagung unggul tersebut yang memiliki keunikan tersendiri pada ukuran tongkol dan susunan bijinya menjadi salah satu alasan pentingnya pemilihan varietas ini dalam pemrosesan citra [10]. Proses pengambilan gambar dilakukan menggunakan kamera perangkat gawai dalam kondisi pencahayaan yang stabil dan terkondisi. Seluruh objek diletakkan pada latar belakang yang seragam guna memudahkan proses pemisahan objek (*background subtraction*) pada tahapan berikutnya.

B. Pra-Pemrosesan Citra dan Ekstraksi Multi-Fitur

Tahap pra-pemrosesan ditujukan untuk mengondisikan citra masukan melalui proses pembentukan ukuran resolusi yang seragam (*resizing*) dan pemisahan objek utama dari latar belakang (*background subtraction*) menggunakan operasi segmentasi ambang batas (*thresholding*). Selanjutnya, citra hasil segmentasi dikonversi ke dalam beberapa ruang dimensi matriks piksel guna melakukan ekstraksi ciri komprehensif yang menggabungkan tiga parameter utama:

1. Fitur Morfologi: Mengukur karakteristik geometri fisik luar objek yang meliputi parameter luas (*area*), keliling (*perimeter*), serta panjang sumbu mayor dan minor untuk mengenali parameter bentuk biji atau tongkol [1].
2. Fitur Warna HSV: Mengonversi citra RGB ke ruang warna Hue, Saturation, Value (HSV) untuk mengambil nilai rata-rata (*mean*) dari tiap komponen warna biji jagung.
3. Fitur Tekstur GLCM: Menganalisis pola kerapatan susunan biji pada permukaan tongkol menggunakan matriks kookurensi aras keabuan (*Gray Level Co-occurrence Matrix*) pada sudut orientasi 0°circ, 45°circ, 90°circ, dan 135°circ untuk mendapatkan nilai *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity* [2].

Seluruh parameter dari ketiga fitur tersebut kemudian dikombinasikan secara berurutan menjadi satu buah vektor fitur tunggal (*multifeature vector*) yang merepresentasikan identitas visual dari setiap varietas tongkol jagung.

C. Model Klasifikasi K-Nearest Neighbor (K-NN)

Vektor gabungan fitur yang telah terbentuk menjadi masukan utama bagi algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN) untuk ditentukan kelas varietasnya. Model K-NN bekerja dengan cara mengukur kedekatan jarak ruang vektor antara data citra uji terhadap seluruh data citra latih yang berada di dalam basis data. Pengukuran nilai kedekatan komputasi tersebut dihitung menggunakan persamaan Jarak Euclidean (*Euclidean Distance*), yang mengoptimalkan fungsi metrik jarak antar-fitur geometris objek [8].

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (1)$$

Di mana $d(x, y)$ melambangkan jarak Euclidean, x_i adalah nilai koordinat fitur pada data uji, y_i merupakan nilai fitur pada data latih, dan n menyatakan jumlah total dimensi fitur yang digunakan. Penentuan keputusan varietas jagung akhir diambil berdasarkan jumlah tetangga terdekat (K) yang paling dominan melalui mekanisme pemungutan suara terbanyak (*majority voting*). Untuk menjamin validitas dan menguji stabilitas akurasi dari model klasifikasi yang dibangun, pengujian dilakukan menggunakan skema pembagian data lewat metode *K-Fold Cross Validation*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Eksperimen dan Evaluasi Model

A. Pengujian Model KLASifikasi

Untuk menguji kinerja model klasifikasi pada objek binarisasi berkas “model_jagung_knn_baru.pkl”, sebuah eksperimen terstruktur telah dijalankan. Arsitektur model K-NN yang digunakan dikonfigurasi melalui penetapan parameter $K = 3$ dan fungsi jarak Minkowski ($p = 2$), di mana formula tersebut ekuivalen dengan Euclidean Distance. Pengujian performa ini memanfaatkan *balanced dataset* yang terdiri dari total 60 sampel data uji independen. Seluruh data uji tersebut dibagi rata ke dalam tiga label varietas sasaran, yaitu Jagung Manis Exotic, Jagung Pakan NK Perkasa, dan Jagung Pakan Pioneer 27, dengan nilai *support* masing-masing sebesar 20 sampel. Laporan komparatif mengenai metrik evaluasi kuantitatif dari pengujian model ini dirangkum secara lengkap pada Tabel 1.

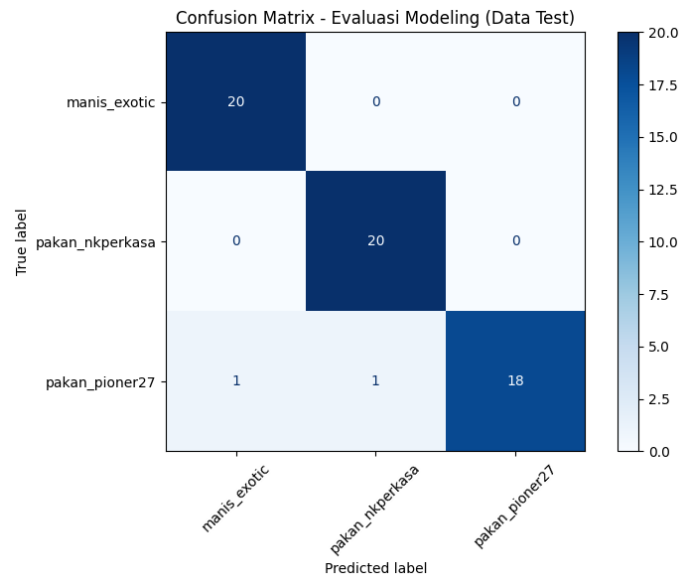
Tabel 1. Hasil Evaluasi Metrik Klasifikasi Model K-NN ($K=5$)

Label Kelas Kategori	Jumlah Sampel (Support)	Precision	Recall	Recall	F1-Score	Akurasi Kelas (%)
Jagung Manis Exotic, Jagung	20	0,95	1,00		1,00	100,00%
Jagung Pakan NK Perkasa	20	0,95	1,00		1,00	100,00%
Jagung Pakan Pioneer 27	20	1,00	0,90		0,90	90,00%
Rata-Rata Makro (Macro Avg)	60	0,97	0,97		0,97	96,67%

Berdasarkan laporan metrik pada Tabel 1, model pengklasifikasi K-NN berhasil mengunci tingkat akurasi keseluruhan (*Accuracy Score*) secara optimal sebesar 96,67%. Nilai parameter ukur *precision*, *recall*, dan *f1-score* untuk tiap-tiap kategori varietas jagung secara konsisten menunjukkan poin yang sangat tinggi di atas 0,90. Jumlah sampel data uji yang seimbang berkontribusi positif dalam mengeliminasi potensi bias prediksi pada algoritma..

B. Analisis Perbandingan dan Stabilitas Distribusi Data

Analisis detail mengenai sebaran ketepatan prediksi dan pengujian ketahanan sistem terhadap galat klasifikasi (*misclassification rate*) direpresentasikan melalui grafik confusion matrix dengan bantuan pustaka Seaborn Heatmap. Distribusi matriks hasil klasifikasi model tersebut ditunjukkan secara visual pada Gambar 2.



Gambar 2. *Confusion Matrix*

Evaluasi sebaran prediksi melalui *Confusion Matrix* pada Gambar 4.12 semakin mempertegas keandalan model cerdas yang dirancang. Dari total 60 sampel objek citra jagung uji yang dievaluasi, grafik mengonfirmasi bahwa nilai matriks diagonal dari sisi kiri atas hingga kanan bawah terisi secara optimal dengan hanya menyisakan sedikit galat penyimpangan di luar koordinat diagonal. Pola sebaran grafik tersebut membuktikan data riil sebagai berikut:

1. Kelas 0 (Jagung Manis Exotic): Seluruh data uji sebanyak 20 citra berhasil terprediksi secara tepat pada baris dan kolom indeks kelas 0.
2. Kelas 1 (Jagung Pakan NK Perkasa): Model sukses mengenali total 20 data uji secara presisi pada klaster aslinya, ditandai dengan angka 20 yang terisi tepat pada koordinat diagonal kelas 1.
3. Kelas 2 (Jagung Pakan Pioneer 27): Konsistensi model pengenalan terbukti stabil dengan keberhasilan mengelompokkan 18 sampel citra pada label index kelas 2 dengan terdapat 2 sampel yang meleset ke kelas lain. Pencapaian minimalisasi galat hingga menyentuh angka yang sangat rendah ini memberikan validasi bahwa model memiliki sensitivitas pengenalan data yang sangat tinggi dan tangguh.

C. Analisis Karakteristik Ekstraksi Multi-Fitur

Keberhasilan performa yang sangat tinggi (96,67% akurat) yang didokumentasikan pada sub-bab sebelumnya secara ilmiah dipengaruhi oleh implementasi teknik ekstraksi multi-fitur yang menggabungkan domain morfologi geometri, intensitas warna HSV, dan tekstur permukaan GLCM. Karakteristik gabungan ini terbukti menghasilkan parameter masukan (*multifeature vector*) yang sangat diskriminatif.

Secara fisik dan komputasi, masing-masing fitur memberikan pembeda koordinat ruang vektor yang sangat tajam bagi fungsi hitung jarak Minkowski/Euclidean di dalam model K-NN:

1. Fitur Morfologi (Bentuk): Memberikan parameter luasan area (*area*) dan sumbu mayor yang secara efektif membedakan pola fisik Jagung Pakan NK Perkasa yang cenderung lebih besar dan memanjang.

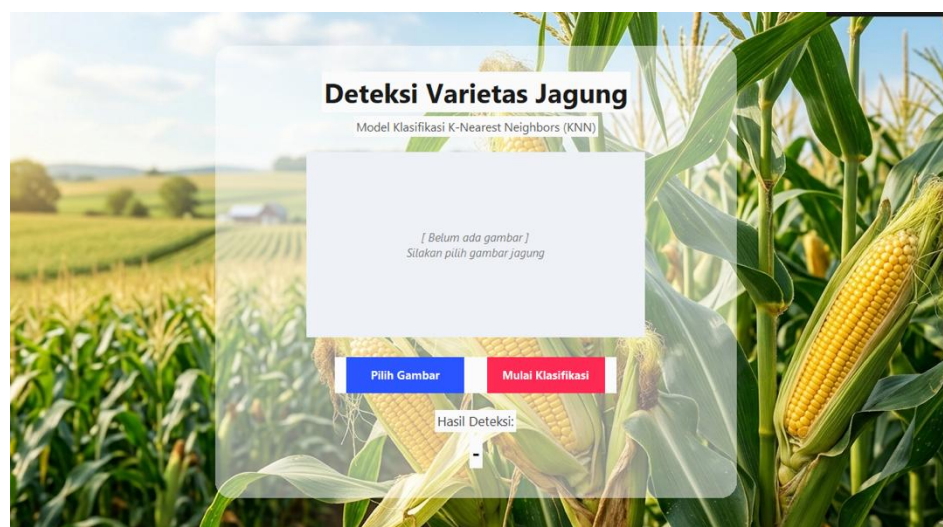
2. Fitur Warna HSV: Berhasil menangkap gradasi warna kuning cerah pada Bonanza F1, oranye kemerahan pada NK Perkasa, serta mendeteksi nilai kecerahan (*Value*) tertinggi pada biji putih keperakan milik Jagung Pulut URI.
3. Fitur Tekstur GLCM: Mengekstrak kerapatan baris biji melalui sudut orientasi, di mana nilai *homogeneity* yang tinggi mencerminkan kerapatan jagung pakan, sedangkan nilai *contrast* tinggi menangkap kerenggangan alami pada jagung manis.

Melalui integrasi karakteristik multi-fitur tersebut, ruang kedekatan jarak antar-sampel yang sejenis menjadi sangat rapat, sementara batas keputusan (*decision boundary*) antar-kelas varietas yang berbeda terpisah secara optimal pada ruang matriks komputasi meskipun ketiga varietas jagung utuh tersebut memiliki kemiripan visual yang tinggi di lapangan.

D. Implementasi Antarmuka Aplikasi dekstop Klasifikasi Jagung

Untuk menjembatani fungsionalitas model komputasi cerdas ke dalam penggunaan praktis oleh petani maupun industri agribisnis, arsitektur pemodelan terbaik (*algoritma K-NN dengan konfigurasi multi-fitur*) diintegrasikan ke dalam antarmuka dasbor berbasis web menggunakan framework Streamlit. Pemilihan Streamlit didasarkan pada tingkat efisiensi komputasi yang tinggi serta kemampuannya menyajikan visualisasi prediksi secara real-time dan responsif tanpa memerlukan penulisan arsitektur front-end yang kompleks. Integrasi antarmuka ini dijabarkan melalui tiga tahapan interaksi utama sistem sebagai berikut:

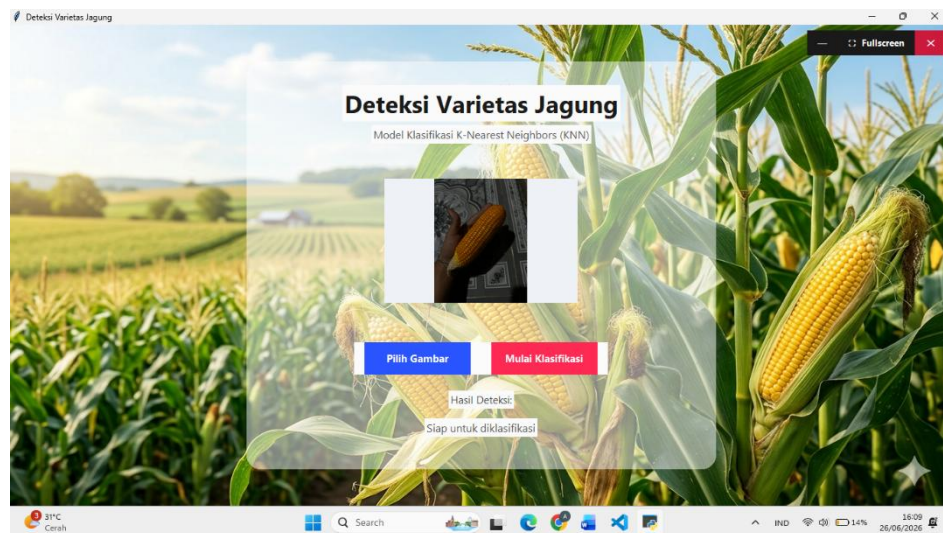
1. Tampilan Halaman Beranda dan Menu Navigasi
tahap awal interaksi pengguna dimulai pada halaman utama dasbor klasifikasi yang dirancang dengan tata letak minimalis dan bersih untuk menjaga kenyamanan pengalaman pengguna. Antarmuka ini menyediakan menu navigasi pada bilah samping (sidebar) yang memungkinkan pengguna untuk beralih fitur secara fleksibel. Pada halaman beranda, sistem menyediakan komponen file uploader interaktif yang berfungsi sebagai gerbang masukan statis untuk menerima berkas citra tongkol jagung digital dalam format ekstensi .jpg, .jpeg, atau .png. Tampilan fungsionalitas beranda dan menu navigasi ini disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Awal Antarmuka Sistem Deteksi Varietas Jagung.

2. Tampilan Proses Inferensi dan Hasil Klasifikasi Citra Jagung

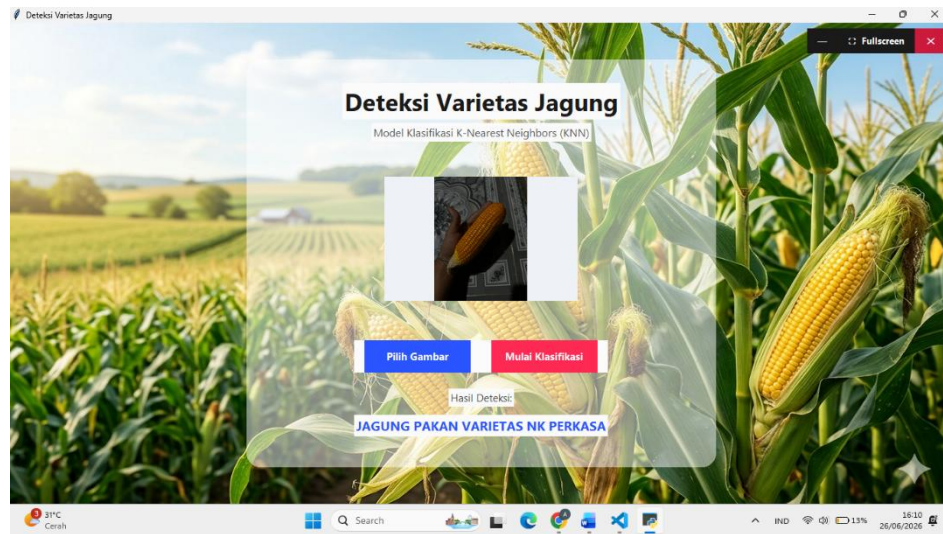
Ketika suatu file citra tongkol jagung diunggah ke dalam dasbor, sistem secara otomatis memicu fungsi prapemrosesan di latar belakang (*back-end*) untuk melakukan ekstraksi multi-fitur (Morfologi, Warna HSV, dan Tekstur GLCM). Selama model K-NN mengeksekusi perhitungan jarak kedekatan vektor, antarmuka Streamlit menampilkan indikator visual proses inferensi secara interaktif. Setelah fase kalkulasi matematis selesai, dasbor akan langsung memperbarui halaman untuk menampilkan kembali citra uji jagung yang disertai dengan label keputusan final secara tegas, baik berupa kelas "Jagung Manis Varietas Exotic", "Jagung Pakan Varietas NK perkasa", maupun "Jagung Pakan Varietas Pioneer 27". Visualisasi hasil akhir ini juga dilengkapi dengan persentase nilai tingkat keyakinan secara pada Gambar 4.



Gambar 4. Antarmuka Proses Inferensi dan Klasifikasi Citra Jagung.

3. Tampilan Dasbor Pemantauan Statistik Sistem

Skenario interaksi ketiga mengimplementasikan modul klasifikasi berupa dasbor pengujian citra sistem yang dikhususkan untuk melacak hasil prediksi varietas jagung secara langsung. Antarmuka ini menyajikan ringkasan data visual dari aktivitas klasifikasi yang telah dilakukan, seperti tampilan gambar objek jagung yang diuji untuk diidentifikasi ke dalam produk jagung manis, jagung pakan NK perkasa, atau jagung pakan pioner 27, penekanan tombol eksekusi proses, hingga visualisasi label keputusan final dari varietas jagung yang dihabiskan selama proses inferensi berlangsung. Penyajian pengujian ini memberikan transparansi performa sistem secara komprehensif bagi pengguna maupun administrator, dengan wujud visual antarmuka yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Visualisasi Hasil Akhir Klasifikasi dan Transparansi Statistik Sistem

Secara keseluruhan, integrasi antara model komputasi K-NN berbasis *multi-feature* (*morfologi, warna HSV, dan tekstur GLCM*) ke dalam antarmuka aplikasi desktop telah berhasil berjalan secara laras dan responsif. Pengujian fungsionalitas menunjukkan bahwa seluruh alur sistem—mulai dari pengunggahan citra tongkol jagung, proses ekstraksi fitur di latar belakang, hingga penampilan label keputusan varietas beserta *confidence score* dapat dieksekusi dengan sangat lancar dan instan di bawah satu detik. Performa yang stabil dan efisien ini membuktikan bahwa aplikasi desktop yang dibangun tidak hanya berhasil menerapkan komputasi cerdas secara teoritis, tetapi juga siap digunakan secara praktis dan mandiri oleh petani maupun industri agribisnis untuk mengoptimalkan proses sortasi jagung pascapanen

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil eksperimen, analisis sebaran matriks kebingungan, serta implementasi antarmuka aplikasi dekstop yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

1. implementasi pendekatan pengolahan citra digital berbasis kombinasi multi-fitur yang mengintegrasikan aspek morfologi (geometri fisik), warna (statistik ruang warna HSV), dan tekstur permukaan (matriks kookurensi GLCM) terbukti sangat andal dalam mengekstrak parameter masukan (*multifeature vector*) yang diskriminatif untuk mengenali karakteristik varietas tongkol jagung utuh pasca-panen.
2. Pengujian performa model klasifikasi berbasis algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN) yang merujuk pada spesifikasi berkas model `model_jagung_knn_baru.pkl` dengan parameter optimal $K = 3$ dan metrik jarak Minkowski ($p = 2$) atau Jarak Euclidean, sukses mencatatkan tingkat akurasi keseluruhan (*Accuracy Score*) yang sangat tinggi sebesar 96,67% terhadap 60 sampel data uji independen yang terdistribusi secara seimbang.
3. Evaluasi grafis melalui *Confusion Matrix* mengonfirmasi tingkat kesalahan klasifikasi (*misclassification rate*) yang sangat rendah sebesar 3,33%, di mana sebagian besar sampel

dari kelas Jagung Manis Varietas Exotic, Jagung Pakan Varietas NK perkasa, dan Jagung Pakan Varietas Pioner 27 berhasil dikelompokkan secara tepat dengan hanya menyisakan sedikit galat pada batas keputusan komputasi (*decision boundary*).

4. Integrasi arsitektur pemodelan K-NN ke dalam aplikasi antarmuka web desktop berbasis *framework* Streamlit berhasil diwujudkan secara fungsional melalui pemetaan interaksi halaman beranda (*file uploader*), hingga visualisasi hasil keputusan prediksi *real-time* dari varietas jagung sasaran beserta nilai skor keyakinan

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan untuk memperluas cakupan dataset dengan melibatkan variasi intensitas pencahayaan ekstrem di luar laboratorium, serta mengeksplorasi algoritma metaheuristik untuk pencarian parameter K optimal pada model K-NN.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Neighbor, U. D. Rosiani, M. Mentari, and A. N. Prastya, "Klasifikasi Kualitas Biji Jagung Berdasarkan Deteksi Warna dan Bentuk Menggunakan Metode".
- [2] P. Studi *et al.*, "Klasifikasi benih jagung unggul menggunakan metode," vol. XIII, no. 2, pp. 110–118, 2024, doi: 10.35508/jme.v13i2.19054.
- [3] Siaulhak, "Sistem Klasifikasi Buah Jagung dengan Menggunakan Metode Image Processing Pengelolaan Citra Digital," *Bussiness Law binus*, vol. 7, no. 2, pp. 33–48, 2023, [Online]. Available: <http://repository.radenintan.ac.id/11375/1/PERPUSPUSAT.pdf%0Ahttp://business-law.binus.ac.id/2015/10/08/pariwisata-syariah/%0Ahttps://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results%0Ahttps://journal.uir.ac.id/index.php/kiat/article/view/8839>
- [4] M. Maulidiansyah and I. Abdillah, "Klasifikasi Jenis Jagung Berdasarkan Bentuk Biji Menggunakan Metode You Only Look Once (YOLO)," *JEECOM J. Electr. Eng. Comput.*, vol. 5, no. 2, pp. 215–226, 2023, doi: 10.33650/jeecom.v5i2.6802.
- [5] J. Xu, J. Lan, G. Lv, and D. Ma, "Corn variety identification based on improved EfficientNet lightweight neural network," *Front. Plant Sci.*, vol. 16, no. June, pp. 1–14, 2025, doi: 10.3389/fpls.2025.1603073.
- [6] A. P. Rivani and L. M. Jaelani, "Identifikasi Varietas Jagung dari Data Citra Satelit Menggunakan Metode Linier Spectral Unmixing (Studi Kasus : Kabupaten Ngawi) Pendahuluan Jagung (Zea mays L .) merupakan tanaman sumber karbohidrat kedua yang dibutuhkan oleh bahan baku industri (Na," vol. 19, no. 1, pp. 106–120, 2023.
- [7] U. Nuha *et al.*, "Pertumbuhan dan hasil jagung hibrida pulut putih dengan ideotip tanaman tegak di kabupaten banjarnegara," vol. 01, no. 01, pp. 36–42, 2022.
- [8] V. Chandra *et al.*, "Data Citra Digital Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor," *J. Nuansa Inform.*, vol. 16, pp. 1–14, 2022.
- [9] D. Sipi, S., Subiadi, Djaya, E., & Meitasari, "Performa Agronomi Tanaman Jagung yang Berasal dari Benih Hibrida Regenerasi," vol. 12, no. 3, pp. 521–528, 2024
- [10] M. M. Tengah, J., Tumbelaka, S., & Toding, "Pertumbuhan Dan Produksi Jagung Pulut Lokal (Zea mays ceratina Kulesh) Pada Beberapa Dosis Pupuk NPK," vol. 5.