

KLASIFIKASI CITRA DALAM IDENTIFIKASI KOL DAN WORTEL MENGUNAKAN ALGORITMA LDA DAN KNN

Ali Nurdiansyah¹, Hadrian Erlanda², Syafril³,
Yesi Betriana Roza⁴, Rini Sovia⁵

Universitas Putra Indonesia YPTK Padang, Padang

email: ¹alinurdiansyah30@gmail.com, ²hadrian0701@gmail.com

³pasarbukit123@gmail.com, ⁴yesibetriana@gmail.com

Abstract: Agriculture is an important sector in the Indonesian economy, where vegetables such as cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) and carrots (*Daucus carota* subsp. *sativus*) play a significant role in meeting the nutritional needs of the community. With the increasing demand for fresh vegetable products, it is important to ensure accurate and efficient identification of these types of vegetables. Mistakes in identification can result in economic losses and affect the quality of products reaching consumers. Image processing technology and machine learning algorithms offer promising solutions to this problem. Image classification, which involves visual analysis of vegetable images, can be used to identify species based on features extracted from the image. Based on these problems, researchers are interested in conducting research on image classification of 2 types of vegetables, namely cabbage and carrots using the KNN and LDA algorithms. From this system, the accuracy results of the classification of green cabbage, purple cabbage and carrots using the KNN and LDA methods were 92.8571%. This research is expected to provide new insights into the use of modern technology to support the preservation and utilization of vegetable types and sustainability.

Keyword: Hybrid Intelligence System; Vegetable Classification; Image Processing; LDA; KNN

Abstrak: Pertanian merupakan sektor penting dalam perekonomian Indonesia, di mana sayuran seperti kubis (*Brassica oleracea* var. *capitata*) dan wortel (*Daucus carota* subsp. *sativus*) memiliki peran signifikan dalam memenuhi kebutuhan gizi masyarakat. Dengan meningkatnya permintaan akan produk sayuran segar, penting untuk memastikan identifikasi yang akurat dan efisien terhadap jenis-jenis sayuran ini. Kesalahan dalam identifikasi dapat mengakibatkan kerugian ekonomi dan mempengaruhi kualitas produk yang sampai ke konsumen. Teknologi pemrosesan citra dan algoritma pembelajaran mesin menawarkan solusi yang menjanjikan untuk masalah ini. Klasifikasi citra, yang melibatkan analisis visual dari gambar sayuran, dapat digunakan untuk mengidentifikasi spesies berdasarkan fitur-fitur yang diekstraksi dari citra tersebut. Berdasarkan permasalahan tersebut maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai klasifikasi citra 2 jenis sayuran yaitu kol dan wortel menggunakan algoritma KNN dan LDA. Dari sistem tersebut didapatkan hasil akurasi dari klasifikasi jenis sayur kol hijau, kol ungu dan wortel menggunakan metode KNN dan LDA sebesar 92.8571 %. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru dalam penggunaan teknologi modern untuk mendukung pelestarian dan pemanfaatan jenis sayur dan berkelanjutan.

Kata kunci: Hybrid Intelligence System; Klasifikasi Sayur; Pengolahan Citra; LDA; KNN

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor penting dalam perekonomian Indonesia, di mana sayuran seperti kubis (*Brassica oleracea*

var. capitata) dan wortel (*Daucus carota* subsp. *sativus*) memiliki peran signifikan dalam memenuhi kebutuhan gizi masyarakat. Dengan meningkatnya permintaan akan produk sayuran segar, penting untuk memastikan identifikasi yang akurat dan efisien terhadap jenis-jenis sayuran ini. Kesalahan dalam identifikasi dapat mengakibatkan kerugian ekonomi dan mempengaruhi kualitas produk yang sampai ke konsumen.

Perkembangan tanaman kubis dan wortel saat ini sudah cukup luas diusahakan oleh petani, hal itu disebabkan karena harganya yang menguntungkan serta dibutuhkan oleh masyarakat secara luas. Permintaan kubis dan wortel setiap tahunnya di dalam negeri cenderung meningkat. Akan tetapi, pedagang atau petani masih kurang optimal dalam penanganan pasca panen kubis dan wortel, sehingga produk yang dipasarkan kurang berkualitas (Saintika et al., 2018).

Identifikasi sayuran secara manual sering kali menghadapi tantangan, seperti kesamaan morfologi antar spesies dan keterbatasan pengetahuan masyarakat umum. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih sistematis dan efisien untuk mengidentifikasi jenis-jenis sayuran ini. Teknologi pemrosesan citra dan algoritma pembelajaran mesin menawarkan solusi yang menjanjikan untuk masalah ini. Klasifikasi citra, yang melibatkan analisis visual dari gambar sayuran, dapat digunakan untuk mengidentifikasi spesies berdasarkan fitur-fitur yang diekstraksi dari citra tersebut. Berdasarkan permasalahan tersebut maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai klasifikasi citra 2 jenis sayuran yaitu kubis dan wortel menggunakan algoritma KNN dan LDA.

Dalam era digital saat ini, teknologi pengolahan citra dan algoritma pembelajaran mesin menawarkan solusi yang menjanjikan untuk masalah identifikasi sayuran. Klasifikasi citra adalah metode yang digunakan untuk mengelompokkan citra berdasarkan fitur-

fitur yang diekstraksi dari gambar. Dalam konteks ini, algoritma K-Nearest Neighbors (KNN) dan Linear Discriminant Analysis (LDA) dipilih sebagai metode klasifikasi yang efektif.

Klasifikasi merupakan sebuah teknik pembelajaran data untuk menghasilkan sebuah nilai prediksi berdasarkan serangkaian atribut. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan proses klasifikasi adalah metode KNN atau K-Nearest Neighbor. Metode KNN merupakan salah satu metode yang tergolong cukup sederhana, mudah dipelajari dan diimplementasi serta terbukti dapat memberikan nilai evaluasi yang tinggi (Fuad Mahrus Fathoni, 2024).

Untuk mendapatkan tingkat akurasi yang bagus dengan waktu komputasi yang cepat dan optimal, maka perlu dilakukan penelitian dengan menerapkan metode tertentu pada tahap ekstraksi fitur dan klasifikasi. Salah satu metode yang dapat digunakan pada ekstraksi fitur adalah metode Linear Discriminant Analysis (LDA). Meskipun metode LDA tidak sepopuler metode Principal Component Analysis (PCA), tetapi metode LDA memiliki kelebihan yaitu dapat melakukan pemisahan antar kelas yang lebih optimal, sehingga metode LDA juga dibuat untuk mengatasi kekurangan PCA dalam melakukan pemisahan antar kelas yang kurang optimal. Metode LDA digunakan pada penelitian ini sebagai ekstraksi fitur karena metode LDA bekerja secara baik dan mampu memaksimalkan data antar semua kelas menjadi lebih terpisah dan lebih optimal dengan cara memaksimalkan jarak antar kelas dan meminimalkan jarak dalam kelas sehingga hasil dalam pengenalannya menjadi lebih akurat.

Pada penelitian sebelumnya (Saintika et al., 2018) tentang Perancangan Sistem Informasi Klasifikasi Wortel Berbasis Pengolahan Citra Digital dari proses pengujian didapatkan bahwa ketiga parameter visual yang didapatkan dengan nilai threshold tertentu mampu menunjukkan tingkat keeratan hubungan yang sangat kuat yaitu berkisar antara

0.900 – 1.000. Kemudian melalui metode korelasi parametrik tingkat keberhasilan klasifikasi kelas wortel diperoleh hingga 98.88 %.

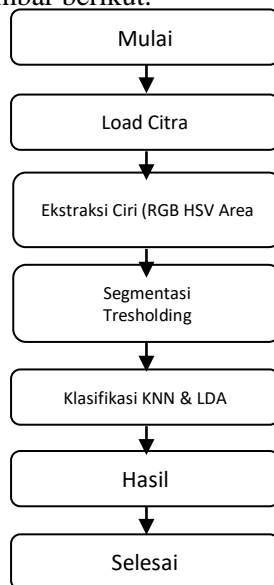
Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi citra yang dapat mengidentifikasi kubis dan wortel secara otomatis dan akurat dengan memanfaatkan kombinasi LDA dan KNN. Melalui pengumpulan data citra, ekstraksi fitur, dan penerapan algoritma klasifikasi, diharapkan sistem ini dapat memberikan solusi yang efisien untuk identifikasi sayuran. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan teknologi pertanian yang lebih baik dan meningkatkan kualitas produk sayuran yang dihasilkan.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya akan memberikan wawasan baru dalam penggunaan teknologi modern untuk identifikasi sayuran, tetapi juga akan mendukung upaya peningkatan produktivitas dan keberlanjutan dalam sektor pertanian di Indonesia.

METODE

Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari pengumpulan data set, segmentasi citra, ekstraksi ciri, klasifikasi citra dan hasil sebagaimana pada gambar berikut.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dijelaskan pada Gambar 1. mencakup langkah-langkah yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah dalam klasifikasi sayur, diantaranya kol hijau, kol ungu, dan wortel. Tahapan awal yang dilakukan adalah Load Citra dengan memasukkan citra sayur. Selanjutnya masuk ke tahap preprocessing, yaitu citra ditampilkan dalam bentuk citra asli. Selanjutnya dilakukan segmentasi L^*a^*b . Setelah segmentasi tahapan selanjutnya adalah untuk menghitung hasil dari ekstraksi ciri Thresholding dan Hue Saturation Value (HSV). Hasil ekstraksi ciri selanjutnya akan di klasifikasikan menggunakan KNN dan LDA, dan di dapatkan hasil klasifikasi buah menggunakan metode KNN dan LDA.

Pengumpulan Data

Data citra sayur kol dan wortel dikumpulkan melalui pemotretan menggunakan kamera resolusi tinggi. Setiap citra akan mencakup berbagai variasi warna, tekstur, dan ukuran. Selanjutnya melakukan tahap pembuatan data set yaitu dengan melakukan preprocessing dimana tahapan yang dilakukan pada preprocessing kali ini adalah mengubah ukuran citra menjadi 1976x1728 pixel, mengubah warna background, dan mengubah jenis file citra menjadi JPG. Dari 58 data citra, hasil dari preprocessing tersebut terdapat 3 data yaitu data latih atau data training dan data uji atau data testing. Dimana terdapat sebanyak 30 data citra untuk data latih dan data citra 28 untuk data uji dan dikategorikan menjadi 3 kelas yaitu kol hijau, kol ungu dan wortel.

Teknik Pengujian

Teknik pengujian yang dilakukan terdiri dari beberapa langkah, yang disesuaikan berdasarkan kriteria yang menjadi alat ukur keberhasilan suatu sistem yang dirancang. Sistem ini dibuat menggunakan software berupa MATLAB dengan menggunakan metode Linear

Discriminant Analysis (LDA) untuk melakukan klasifikasi dataset.

Pre-processing

Data citra yang diperoleh diproses untuk meningkatkan kualitas gambar, seperti penghapusan noise, normalisasi ukuran, dan konversi ke format yang sesuai untuk analisis lebih lanjut.

Ekstraksi Ciri

Selanjutnya peneliti membuat sistem yang akan digunakan untuk mengklasifikasikan jenis sayuran kol dan wortel berdasarkan deteksi warna. Sistem di buat menggunakan software berupa MATLAB dengan menggunakan metode Linear Discriminant Analysis (LDA) untuk melakukan klasifikasi dataset.

Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri merupakan proses untuk mendapatkan ciri pembeda yang membedakan suatu objek dengan objek lainnya. Fitur yang diekstraksi kemudian digunakan sebagai parameter atau nilai input untuk membedakan objek satu dengan yang lain pada tahap klasifikasi. Salah satu karakteristik yang dapat diekstraksi adalah fitur bentuk. Pada penelitian ini menggunakan ekstraksi ciri bentuk dan tekstur. Untuk ekstraksi ciri bentuk, menggunakan parameter metric and eccentricity. Metric adalah nilai perbandingan antara luas dan keliling suatu benda. Sedangkan eccentricity adalah nilai perbandingan antara jarak fokus elips minor dengan fokus elips mayor suatu benda (Roviqoh et al., 2023)

Klasifikasi Citra

Klasifikasi merupakan suatu proses untuk menemukan sekumpulan model maupun fungsi yang menjelaskan dan membedakan data kedalam kelas-kelas tertentu, dengan tujuan menggunakan model tersebut dalam menentukan kelas dari suatu objek yang belum diketahui kelasnya. Ada 2 proses dalam klasifikasi, yaitu Proses learning/training Melakukan pembangunan model menggunakan data training. Proses testing Melakukan tes terhadap data testing menggunakan model

yang telah diperoleh dari proses training (Raysyah et al., 2021).

K-Nearest Neighbor (KNN)

Algoritma k-nearest neighbor (Pencarian tetangga terdekat) merupakan teknik klasifikasi yang sangat populer yang diperkenalkan oleh Fix dan Hodges (1951), yang telah terbukti menjadi algoritma sederhana yang baik. KNN merupakan salah satu metode yang digunakan dalam pengklasifikasian dengan menggunakan algoritma supervised (Penelitian et al., 2013).

K Nearest Neighbor (KNN) merupakan metode yang diawasi, membutuhkan data latih untuk mengklasifikasikan objek terdekat. Prinsip kerja K- terdekat tetangga adalah mencari jarak terpendek antara data yang akan dievaluasi dan tetangga dalam data latih (Nurhusni et al., 2021).

Linear Discriminant Analysis (LDA)

Linear Discriminant Analysis (LDA) merupakan suatu metode dengan sifat diskriminatif yang baik dapat digunakan untuk memperkirakan suatu sub ruang linier (Ramdani et al., 2022).

Linear Discriminant Analysis (LDA) merupakan salah satu metode pengenalan wajah yang lebih dikenal sebagai Fisher's Linear Discriminant, metode ini ditemukan oleh Ronald A. Fisher. Linear Discriminant Analysis (LDA) adalah metode ekstraksi fitur dengan perpaduan dari perhitungan operasi matematika dan statistika yang memberlakukan properti statistik terpisah untuk tiap obyek. Tujuan metode LDA adalah mencari proyeksi linier (yang biasa disebut dengan 'fisherimage') untuk memaksimalkan matriks kovarian antar kelas (between-class covariance matrix), agar anggota di dalam kelas lebih terkumpul penyebarannya dan pada akhirnya dapat meningkatkan keberhasilan pengenalan (Aminah et al., 2022).

Linier Discriminant Analysis (LDA) atau analisis diskriminan merupakan klasifier dimana dari data yang ada terdapat beberapa data yang


sudah diketahui kelasnya atau labelnya (Penelitian et al., 2013). Data yang sudah diketahui labelnya digunakan untuk menemukan fungsi diskriminan. Untuk data yang belum diketahui kelasnya/labelnya, kita menggunakan fungsi diskriminan yang telah ditemukan .


HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini peneliti membuat sebuah sistem untuk klasifikasi mengidentifikasi jenis sayur kol hijau, kol ungu, dan wortel. Adapun dalam penelitian kali ini menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor untuk mengklasifikasi data dan menggunakan algoritma Linear Discriminant Analisis untuk mendapatkan sebaran dari dataset. Untuk mempermudah dalam penelitian kali ini, peneliti menggunakan pemrograman MATLAB R2023b untuk pembuatan sistem mengidentifikasi jenis sayur kol hijau, kol ungu, dan wortel.

Peneliti menggunakan tiga jenis data citra yaitu kol hijau, kol ungu, dan wortel. Untuk data latih digunakan 30 citra yang terdapat 13 kol hijau, 12 kol ungu dan 5 wortel untuk data latih dan untuk data uji digunakan 28 citra dimana terdiri dari 17 kol hijau, 8 kol ungu, dan 3 wortel. Citra yang diambil dengan menggunakan format “JPG”. Hasil dari scanning berupa citra daun beresolusi 1976 x 1728 pixel. Setelah dataset terkumpul, langkah selanjutnya adalah mempersiapkan pelatihan. Pelatihan dan pengujian dilakukan menggunakan aplikasi Matlab. Berikut adalah dataset yang digunakan untuk penelitian :

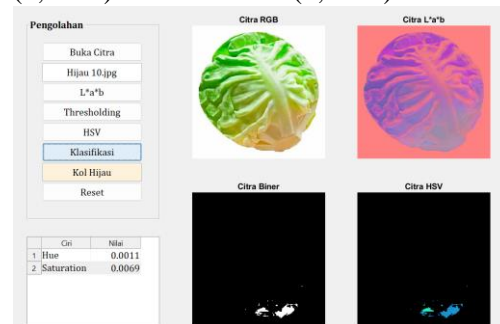
Tabel 1. Tabel Dataset

No	Kelas	Defenisi	Gambar
1	Kol Hijau	Citra berupa jenis sayur kol hijau	

2	Kol Ungu	Citra berupa tanaman sayur kol ungu	
3	Wortel	Citra berupa tanaman sayur wortel	

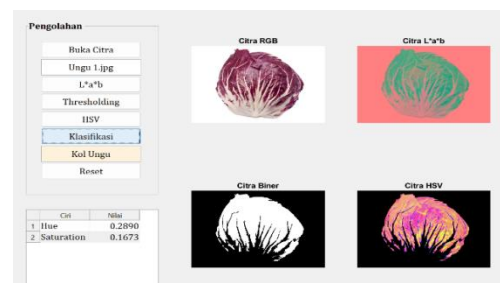
Tahap Penelitian

Pada tahapan pelatihan menggunakan aplikasi MATLAB, dilakukan dengan menggunakan 30 citra latih sayur yang dibagi menjadi 13 kol hijau, 12 kol ungu, dan 5 wortel. 30 citra tersebut tersebut dilakukan ekstraksi ciri dengan RGB. Berikut adalah hasil dari segmentasi dan ekstraksi ciri pada sayur kol hijau Dimana didapatkan nilai Hue (0,0011) dan saturation (0,0069):



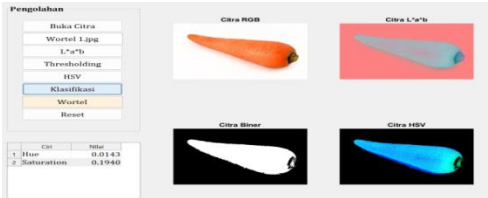
Gambar 2. Ekstraksi Ciri dan Segmentasi Thresholding Kol Hijau Data Latih

Berikut adalah hasil dari segmentasi dan ekstraksi ciri pada sayur kol Ungu Dimana didapatkan nilai Hue (0,2890) dan saturation (0,1673) :



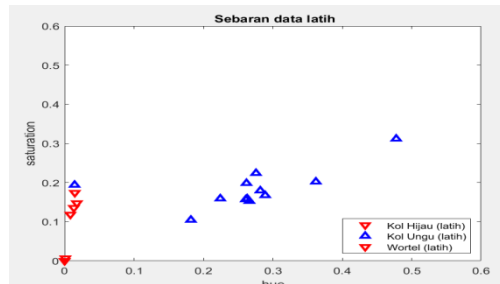
Gambar 3. Ekstraksi Ciri dan Segmentasi Thresholding Kol Ungu Data Latih

Berikut adalah hasil dari segmentasi dan ekstraksi ciri pada sayur wortel Dimana didapatkan nilai Hue (0,0143) dan saturation (0,1940):



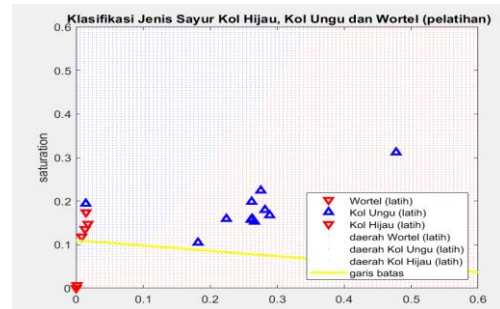
Gambar 4. Ekstraksi Ciri dan Segmentasi Thresholding Wortel Data Latih

Selanjutnya divisualisasikan menggunakan algoritma Linear Discriminant Analysis untuk memudahkan dalam mengetahui sebaran masing-masing citra agar nantinya memudahkan dalam klasifikasi menggunakan KNN sebaran data dari 30 citra data latih dapat dilihat pada Gambar 5. :



Gambar 5. Sebaran Data Latih

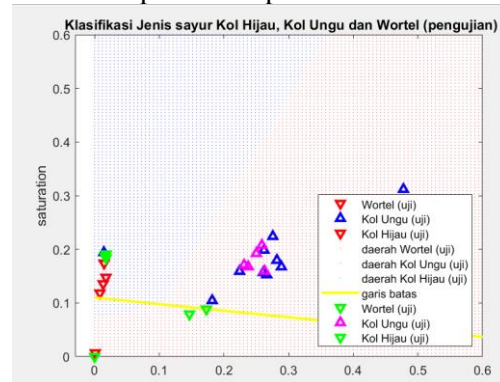
Data latih dilatih menggunakan metode KNN. Dari tahap pelatihan didapatkan sebaran dari data latih yang divisualisasikan menggunakan algoritma LDA. Sebaran data uji terhadap data latih tersebut dapat dilihat pada Gambar 6. Sebagai tambahan, tanda segitiga memiliki 2 warna untuk 3 kelas yaitu, warna biru untuk data uji dengan kelas kol ungu, warna merah untuk data latih dengan kelas kol hijau, dan wortel.



Gambar 6. Klasifikasi KNN Jenis Sayur Kol Hijau, Kol Ungu dan Wortel Data Latih

Tahap Pengujian

Untuk tahapan pengujian menggunakan 28 citra yang dibagi menjadi 17 kol hijau, 8 kol ungu, 3 wortel. Pada tahap pengujian langkah yang dilakukan sama seperti pada tahap pelatihan. Bedanya pada tahap pengujian, data uji diuji menggunakan metode KNN berdasarkan dari banyaknya tetangga terdekat yang didapatkan dari tahap pelatihan. Dari tahap pengujian didapatkan sebaran dari 28 data uji yang divisualisasikan menggunakan algoritma LDA. Sebaran data uji terhadap data latih tersebut dapat dilihat pada Gambar 7.



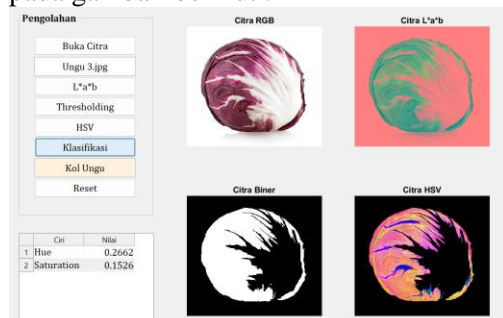
Gambar 7. Klasifikasi KNN Jenis Sayur Kol Hijau, Kol Ungu dan Wortel Data Uji

Implementasi

Dalam langkah kelima ini, dilakukan implementasi langkah-langkah yang terkait dengan proses identifikasi jenis sayur kol hijau, kol ungu, dan wortel. Konsepnya diambil dari berbagai solusi yang ada, menjelaskan secara rinci mekanisme identifikasi kol hijau, kol ungu, dan wortel melalui fitur citra dengan menggunakan metode K-Nearest

Neighbors. Implementasi ini dapat berbentuk prototype atau perangkat lunak yang menggambarkan cara kerja identifikasi kol hijau, kol ungu, dan wortel.

Penelitian ini mengimplementasikan metode K-Nearest Neighbor dalam melakukan klasifikasi data. Adapun dalam implementasi metode KNN dengan cara mengukur jarak terdekat antara data uji ke data latih. Dalam penelitian ini terdapat label dan atribut, label yang di ambil dari tingkat kematangan buah dan atribut yang didapat dari hasil ekstraksi ciri citra. Atribut tersebut yaitu H(hue),S(saturation). Pada tahap ini di lakukan perhitungan nilai ekstraksi ciri data uji yang dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 8. Hasil Ekstraksi Kelas Kol Ungu Data Uji

Hasil ekstraksi ciri kelas kol ungu didapatkan nilai Hue (0.2662), saturation (0.1526).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem hybrid intelligent yang dikembangkan memiliki kinerja yang sangat baik dalam mengklasifikasikan jenis sayur kol dan wortel. Berikut adalah uraian hasil dan pembahasannya:

Akurasi Klasifikasi

Sistem menghasilkan tingkat akurasi rata-rata sebesar 92.8571 % dalam klasifikasi buah mangga dan pepaya berdasarkan parameter warna, tekstur, dan ukuran. Kombinasi algoritma pembelajaran mesin berkontribusi pada peningkatan akurasi, terutama untuk data dengan variasi besar pada warna dan tingkat kematangan.

Kecepatan Pemrosesan

Sistem hybrid intelligent mampu memproses citra buah dalam waktu rata-rata 8-10 detik, menjadikannya lebih efisien dibandingkan metode manual. Hal ini sangat menguntungkan untuk aplikasi di lingkungan industri yang membutuhkan klasifikasi cepat dalam skala besar.

Konsistensi Sistem

Sistem menunjukkan konsistensi tinggi meskipun data citra diambil dalam kondisi pencahayaan yang berbeda. Hal ini membuktikan bahwa teknik pra-pemrosesan data berhasil mengurangi efek noise dan variasi eksternal.

Keterbatasan Penelitian

Sistem memerlukan perangkat keras dengan spesifikasi tinggi untuk memastikan proses berjalan cepat, terutama saat menangani data dalam jumlah besar.

Efisiensi sistem berkurang jika citra memiliki kerusakan parah (blur atau pencahayaan sangat rendah).

Sistem memerlukan pelatihan ulang untuk diaplikasikan pada jenis buah lain atau kondisi lingkungan yang sangat berbeda.

SIMPULAN

Dari penilitan ini dihasilkan berupa sistem klasifikasi jenis sayur yang di kembangkan menggunakan software MATLAB R2023b, dimana sistem tersebut dapat mengklasifikasikan jenis sayur kol hijau, kol ungu, dan wortel dengan menginput berupa gambar sayur kol hijau, kol ungu, dan wortel yang sudah di preprocessing menjadi background berwarna putih agar mudah dalam proses segmentasi. Sistem klasifikasi jenis sayur kol hijau, kol ungu, dan wortel menggunakan metode K-Nearest Neighbor dan LDA untuk mengklasifikasikan sayur kol hijau, kol ungu, dan wortel dengan memanfaatkan

fitur warna RGB 30 data latih citra 3 kelas sayur yaitu kol hijau, kol ungu, dan wortel dan 28 data uji citra dengan 3 kelas sayur yaitu kol hijau, kol ungu, dan wortel. Dari sistem tersebut didapatkan hasil akurasi dari klasifikasi jenis sayur kol hijau, kol ungu dan wortel menggunakan metode KNN dan LDA sebesar 92.8571 %. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru dalam penggunaan teknologi modern untuk mendukung pelestarian dan pemanfaatan jenis sayur dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, S. T., Ghani, D., Intan, I., & Salman, N. (2022). Discriminant Analysis Skin Disease Pattern Recognition Application Using Linear Discriminant Analysis Algorithm. *Cogito Smart Journal* |, 8(1), 587194.
- Fuad Mahrus Fathoni. (2024). Klasifikasi Penyakit Daun Tomat Menggunakan Algoritma K-NN Berdasarkan Ekstraksi Fitur GLCM dan LBP. *Jurnal Teknik Informatika Dan Teknologi Informasi*, 4(1), 39–50. <https://doi.org/10.55606/jutiti.v4i1.3417>
- Nurhusni, S. A., Adam, R. I., & Carudin, C. (2021). Klasifikasi Kadar Kolesterol Menggunakan Ekstraksi Ciri Moment Invariant dan Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN). *Journal of Applied Informatics and Computing*, 5(2), 169–175. <https://doi.org/10.30871/jaic.v5i2.3273>
- Penelitian, J., Komputer, I., Whidhiasih, R. N., Wahanani, N. A., Tenaga, B., Nasional, N., & Belimbing, K. (2013). Klasifikasi Buah Belimbing Berdasarkan Citra Red-Green-Blue Menggunakan Knn Dan Lda. *PIKSEL (Penelitian Ilmu Komputer Sistem Embedded Dan Logic)*, 1(1), 29–35.
- Ramdani, M. H., Pasek, G., Wijaya, S., & Dwiyanaputra, R. (2022). Optimalisasi Pengenalan Wajah Berbasis Linear Discriminant Analysis dan K-Nearest Neighbor Menggunakan Particle Swarm Optimization (Optimization Of Face Recognition Based On Linear Discriminant Analysis and K-Nearest Neighbor Using Particle Swarm Optimiz. 4(1), 40–51. <http://jtika.if.unram.ac.id/index.php/JTIKA/>
- Raysyah, S. R., Veri Arinal, & Dadang Iskandar Mulyana. (2021). Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Kopi Berdasarkan Deteksi Warna Menggunakan Metode Knn Dan Pca. *JSiI (Jurnal Sistem Informasi)*, 8(2), 88–95. <https://doi.org/10.30656/jsii.v8i2.3638>
- Roviqoh, V., Dan, H., & Lukman, S. (2023). Klasifikasi Citra Daun Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Berbasis Matlab. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi STI&K (SeNTIK)*, 7(1).
- Saintika, Y., Wijayanto, A., & WIguna, C. (2018). Perancangan Sistem Informasi Klasifikasi Wortel Berbasis Pengolahan Citra Digital. *JRST (Jurnal Riset Sains Dan Teknologi)*, 2(2), 63. <https://doi.org/10.30595/jrst.v2i2.3201>