

IMPLEMENTASI JARINGAN SARAF TIRUAN UNTUK SEGMENTASI DAN KLASIFIKASI DAUN JAMBU MENGUNAKAN METODE *PCA* DAN *K-NN*

Rizaldy Ginting^{1)*}, Munjiat Setiani Asih²⁾, Yessi Fitri Annisah Lubis³⁾

1,2,3) Prodi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan Medan, Indonesia

*Corresponding Email: zaldyg0211@gmail.com

Abstrak

Daun jambu yang dikonsumsi memiliki khasiat yang baik bagi manusia, akan tetapi tidak semua daun jambu dapat dikonsumsi, hal ini dikarenakan banyaknya ragam dan jenis jambu yang ada saat ini, sehingga sebagian masyarakat tidak mengenali jenis jambu berdasarkan bentuk daunnya. Oleh sebab itu untuk menghindari masalah pengenalan jenis jambu berdasarkan bentuk daun jambu, maka dilakukan penelitian tentang klasifikasi jenis jambu berdasarkan bentuk daun jambu. Dalam penelitian ini dibuat klasifikasi jenis jambu yang digunakan untuk dilakukannya klasifikasi berdasarkan bentuk daun menggunakan metode *Principle Component Analysis* (PCA) dan *K-Nearest Neighbor* (K-NN) adalah jenis daun jambu biji, daun jambu bol, daun jambu mete dan daun jambu air. Metode PCA berfungsi untuk melakukan ekstraksi citra daun jambu dengan mendapatkan nilai *eigen vector* dan *eigen value*, sedangkan K-NN digunakan untuk proses pengenalan jenis jambu berdasarkan kedekatan nilai *eigen vector* dan *eigen value* dari setiap citra daun, sehingga menghasilkan keluaran berupa klasifikasi jenis jambu. Dari hasil penelitian didapatkan sebanyak 16 citra uji, didapatkan akurasi sebesar 81,25%..

Kata Kunci: Klasifikasi, Jambu, Citra, PCA, K-NN.

Abstract

Guava leaves that are consumed have good properties for humans, but not all guava leaves can be consumed, this is due to the many varieties and types of guava currently available, so that some people do not recognize the type of guava based on the shape of the guava leaf. Therefore, to avoid the problem of identifying types of guava based on the shape of the guava leaf, a study was carried out on the classification of guava types based on the shape of the guava leaf. In this study, the classification of guava types used for classification based on leaf shape using the Principle Component Analysis (PCA) and K-Nearest Neighbor (K-NN) methods is the types of guava leaves, guava leaves, cashew leaves and water guava leaves. The PCA method functions to extract guava leaf images by obtaining eigenvector values and eigenvalues, while K-NN is used for the process of recognizing guava species based on the proximity of the eigenvector values and eigenvalues of each leaf image, so as to produce output in the form of a classification of guava species. From the research results obtained as many as 16 test images, obtained an accuracy of 81.25%.

Keywords: Classification, Guava, Image, PCA, K-NN.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam teknik pengolahan citra telah memberikan dampak signifikan pada berbagai bidang (Andrian et al., 2022), termasuk analisis citra, pengolahan citra, hingga penggunaannya untuk berbagai keperluan (Tamba, 2024). Salah satu bidang



penerapan yang menarik adalah morfologi tumbuhan, yang mempelajari bentuk dan susunan tubuh tumbuhan (Christopher & Mulyana, 2022). Dalam konteks ini, bentuk tepi daun menjadi salah satu acuan penting dalam klasifikasi jenis tumbuhan (Hidayat, 2022). Pengklasifikasian berdasarkan bentuk daun memiliki peran esensial dalam mengenali berbagai jenis tumbuhan, terutama karena keanekaragaman bentuk dan ukuran daun yang mencerminkan keragaman genetiknya (Irawan & Susilawati, 2022).

Salah satu contoh yang menarik adalah daun jambu, yang memiliki variasi bentuk dan ukuran, seperti daun jambu biji, jambu mete, jambu bol, dan jambu air. Variasi ini sering kali menyebabkan kesalahan dalam pengenalan jenis jambu oleh masyarakat (Srg et al., 2022). Mengingat pentingnya pengenalan jenis jambu, diperlukan suatu sistem yang dapat membantu mengklasifikasikan daun jambu secara akurat berdasarkan kemiripan cirinya. Dalam hal ini, teknologi *computer vision* dan *pattern recognition* dapat menjadi solusi yang relevan.

Berbagai metode telah dikembangkan untuk mengklasifikasikan citra daun (Oktaviana et al., 2021). Di antaranya, *Principal Component Analysis* (PCA) dikenal sebagai metode yang efektif dalam mengekstraksi informasi dari sekumpulan data (Hediyati & Suartana, 2021), sedangkan *K-Nearest Neighbor* (K-NN) digunakan untuk mengklasifikasikan objek berdasarkan kedekatan dengan data training (Pawening et al., 2020). Berdasarkan penelitian (Nugraha & Wiguna, 2020), metode PCA mampu menghasilkan tingkat akurasi hingga 90% dalam pengklasifikasian tekstur daun, sedangkan metode K-NN memberikan akurasi sebesar 92,5% dalam klasifikasi berdasarkan bentuk daun (Pawening et al., 2020).

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah kesulitan dalam mengenali jenis jambu berdasarkan daun yang memiliki variasi bentuk dan ukuran yang beragam. Kesalahan dalam pengenalan jenis jambu dapat terjadi karena kurangnya alat bantu yang dapat mengklasifikasikan daun secara akurat.

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sebuah sistem berbasis PCA dan K-NN untuk mengenali jenis jambu melalui klasifikasi citra daun. Sistem ini diharapkan mampu mengekstraksi ciri tekstur daun menggunakan PCA dan mengklasifikasikannya berdasarkan kedekatan objek menggunakan algoritma K-NN dengan perhitungan *Euclidean Distance*.

Daun jambu yang akan diklasifikasikan meliputi daun jambu biji, jambu mete, jambu bol, dan jambu air. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi dalam pemanfaatan teknologi pengolahan citra untuk mendukung pengenalan jenis tumbuhan secara lebih akurat dan efisien.

KAJIAN TEORI

Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian terdahulu yang telah dilakukan terkait dengan penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Penelitian Yang Dibahas
1.	(Izzuddin & Wahyudi, 2020)	Penelitian tentang pengenalan pola daun untuk membedakan tanaman padi dan gulma menggunakan metode Principal Components Analysis (PCA) dan Extreme Learning Machine (ELM). Dalam penelitian ini, tanaman padi yang digunakan adalah <i>Oryza sativa L</i> , sedangkan gulma yang digunakan adalah <i>Echinochloa crus-galli</i> (jawan) dan <i>Alternanthera sessilis</i> (kremah). Hasil pengujian menunjukkan bahwa implementasi PCA dan ELM mampu membedakan tanaman gulma dengan padi dengan tingkat akurasi yang tinggi. Akurasi tertinggi yang dicapai adalah 91,67% dengan menggunakan jumlah <i>hidden neuron</i> antara 10 hingga 40, sedangkan akurasi terendah adalah 58% dengan jumlah <i>hidden neuron</i> 5.
2.	(Meiriyama et al., 2022)	Penelitian tentang klasifikasi daun herbal berdasarkan fitur bentuk dan tekstur menggunakan metode KNN (<i>K-Nearest Neighbor</i>) bertujuan untuk mengenali dan mengkategorikan jenis daun herbal secara otomatis menggunakan analisis citra digital.
3.	(Sriani et al., 2023)	Penelitian tentang pengenalan pola penyakit daun jambu air menggunakan metode PCA dan KNN bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan jenis penyakit yang menyerang daun jambu air berdasarkan tekstur citra daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode PCA dan KNN dapat mengklasifikasikan penyakit daun jambu air dengan tingkat akurasi yang tinggi. Akurasi tertinggi yang dicapai adalah 90,4762% dengan nilai ketetanggaan $K=1$ dan 85,7143% dengan nilai ketetanggaan $K=3$. Penelitian ini menggunakan 66 citra daun dengan tiga jenis penyakit

Daun Jambu

Daun pada setiap jenis tumbuhan memiliki bentuk dan tulang daun yang berbeda-beda (Eriawati, 2018). Struktur bentuk tulang daun merupakan salah satu fitur unik yang dimiliki daun yang memiliki peranan penting dalam klasifikasi jenis tumbuhan melalui serangkaian proses pengolahan citra. Berikut adalah jenis-jenis dari daun jambu :

1. Daun Jambu Biji

Tanaman Jambu biji (*Psidium Guajava*) merupakan daun tunggal yang berbentuk bulat telur, ujungnya tumpul, pangkal membulat dan tepinya rata. Daun jambu memiliki panjang 6-14 cm dan lebar 3-6 cm. Daun ini berwarna hijau kekuningan dan mempunyai pertulangan yang menyirip. Helai daun berbentuk bulat telur agak lonjong, ujung tumpul, pangkal membulat, tepi rata agak menekuk ke atas. Buahnya berbentuk bulat sampai bulat telur, berwarna merah, hijau sampai hijau kekuningan. Daging buah tebal dan biji buah banyak mengumpul ditengah, kecil-kecil, keras, dan biasanya berwarna kuning kecoklatan(Fadhilah et al., 2018).

2. Daun Jambu Mete

Tanaman jambu mete (*Anacardium occidentale L.* Berasal dari negara Brazil. Daun jambu mete secara keseluruhan berbentuk bulat telur, bagian ujung berbentuk bulat dan bagian pangkal berbentuk runcing. Daun jambu mete merupakan daun tunggal yang letaknya tersebar. Warna daun jambu mete bervariasi, antara hijau tua hingga coklat kemerahan. Panjang daun umumnya mencapai 10-12 cm dengan lebar 5-10 cm(Permatasari, 2020).

3. Daun Jambu Bol

Jambu Bol (*Syzygium malaccense*) atau dikenal sebagai jambu dersono, jambu merah adalah daun tunggal terletak berhadapan, dengan tangkai pendek 1-15 cm. Helai daun lonjong besar, menjorong tebal agak kaku seperti jangat(Firdaus et al., 2022).

4. Daun Jambu Air

Jambu air (*Syzygium samarangense*) merupakan tumbuhan dalam suku jambu-jambuan asli Indonesia. Daun tunggal terletak berhadapan, bertangkai pendek dan menebal, panjangnya 3-5mm. Helai daun berbentuk lonjong dengan ukuran 10-25 x 5-12 cm, bertepi tipis, berbintik tembus cahaya dan berbau aromatis apabila diremas(Fitriyani et al., 2024).

Principal Component Analysis (PCA)

Principal Component Analysis (PCA) merupakan salah satu metode yang digunakan

untuk mengidentifikasi pola dalam data dan mengekspresikannya sedemikian rupa. PCA juga merupakan sebuah transformasi linear yang sering digunakan untuk klasifikasi dan kompresi data (Wiyono & Imah, 2018). Cara kerja metode PCA adalah dengan menghilangkan korelasi di antara variabel bebas dengan cara mentransformasikan variabel bebas awal ke variabel bebas baru yang tidak memiliki korelasi sama sekali. Variabel baru ini berisi nilai-nilai komponen utama atau principal component (PC) dari variabel tersebut. Prosedur PCA pada dasarnya adalah bertujuan untuk menyederhanakan variabel yang diamati dengan cara menyusutkan (mereduksi) dimensinya. Itulah salah satu kelebihan dari metode PCA sehingga dapat mengurangi waktu pengolahan datanya. Dalam perhitungannya, metode PCA melibatkan nilai eigen dari matriks kovarian. PCA juga dikenal dengan sebutan KLH (*Karhunen-Loeve Transformation*) (Manullang et al., 2024). PCA juga sering disebut dengan metode *eigenface* yang banyak digunakan untuk pengenalan citra wajah (Ramadhani et al., 2021).

K-Nearest Neighbor (K-NN)

Metode klasifikasi algoritma KNN merupakan salah satu metode pengklasifikasian data yang memiliki konsistensi yang kuat, dengan cara mencari kasus dengan menghitung kedekatan antara kasus baru dengan kasus lama berdasarkan pencocokan bobot. KNN termasuk algoritma *supervised learning* dimana hasil dari *query instance* yang baru diklasifikasikan berdasarkan mayoritas dari kategori pada KNN. Kelas yang paling banyak muncul yang akan menjadi kelas hasil klasifikasi (Cholil et al., 2021).

KNN (*K-Nearest Neighbor*) merupakan salah satu metode yang digunakan dalam menyelesaikan masalah pengklasifikasian. KNN (*K-Nearest Neighbor*) yaitu mengelompokkan atau mengklasifikasikan suatu data baru yang belum diketahui kelasnya berdasarkan jarak data baru itu ke beberapa tetangga (*neighbor*) terdekat. Tetangga terdekat adalah objek latih yang memiliki nilai kemiripan terbesar atau ketidakmiripan terkecil dari data lama. Jumlah tetangga terdekat dinyatakan dengan k . Nilai k yang terbaik tergantung pada data. Secara umum nilai k yang tinggi akan mengurangi efek *noise* pada klasifikasi, tetapi membuat batasan antara setiap klasifikasi menjadi semakin kabur. Pada kasus khusus dimana klasifikasi diprediksikan berdasarkan data sampel yang paling dekat yaitu $k = 1$ yang

disebut dengan *Nearest Neighbor*(Rinanda et al., 2022).

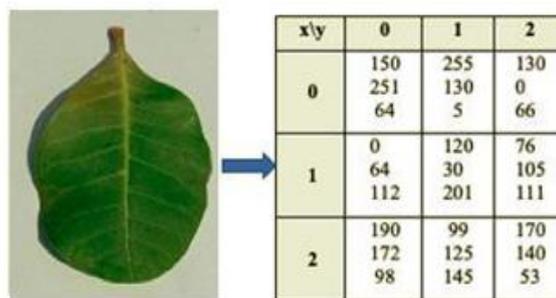
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan eksperimental untuk mengembangkan dan menguji sistem klasifikasi citra berbasis perangkat lunak. Metode yang digunakan meliputi tahap perancangan, implementasi, dan pengujian sistem untuk memastikan akurasi klasifikasi citra daun jambu berdasarkan jenisnya.

Data yang digunakan untuk keperluan hitungan manual adalah sampel citra daun jambu yang berukuran 3×3 pixel dalam klasifikasi jenis jambunya berdasarkan citra daun yang di ekstraksi menggunakan metode PCA. Hasil ekstraksi nilai PCA kemudian diklasifikasi menggunakan metode KNN. Langkah pertama adalah menentukan *dataset* sebagai data latih yang diekstraksi menggunakan metode PCA. Adapun *dataset* yang digunakan untuk keperluan hitungan manual adalah citra daun jambu sebanyak 2 citra yang diklasifikasi dengan jenis daun jambu mete variabel (A) dan daun jambu biji variabel (B) yang digunakan sebagai variabel data latih dengan ukuran 3×3 pixel.

Tahap selanjutnya, diambil nilai pixel citra sebanyak 3×3 pixel untuk diproses menjadi dataset menggunakan metode PCA. Sebelum diekstraksi dengan PCA terlebih dahulu nilai citra dirubah kedalam *grayscale* (abu-abu).

Adapun nilai pixel sampel 3×3 dari citra daun jambu latih adalah sebagai berikut:



Gambar1. Nilai Pixel 3×3 Citra Latih Daun Jambu

Berdasarkan pada gambar 1. selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *grayscale* dengan perhitungan matriks (0,0) sampai dengan matriks (2,2). Adapun hasil perhitungan yang didapat disajikan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Nilai Pixel 3×3 *Grayscale* Sampel Daun Jambu

x\y	0	1	2
0	214	146	32
1	53	60	98
2	169	120	139

Setelah didapatkan nilai *grayscale* dari variabel citra dataset selanjutnya adalah menerapkan metode PCA. PCA memiliki beberapa proses yaitu membuat matriks dataset daun, kemudian menghitung nilai rata-rata (*mean*) dataset variabel daun, menghitung matriks selisih, mencari nilai matriks kovarian, menghitung nilai *eigen vector* dan *eigenvalue* serta melakukan transformasi nilai untuk menghasilkan data PCA.

Hasil dari perkalian matrik PCA maka didapat dataset sebagai berikut:

-219,99; -54,48; -173,73; -150,09; -61,68; -123,36; -32,90; -100,74; -142,89.

dari data set diatas, selanjutnya dilakukan klasifikasi menggunakan metode K-NN.

Setelah didapatkanya data ekstraksi citra daun jambu menggunakan metode PCA, selanjutnya adalah melakukan klasifikasi jenis jambu berdasarkan dataset yang telah didapat. Adapun dataset disusun dalam bentuk nilai rata-rata seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 3. Dataset PCA

Data Daun	Nilai PCA Daun	Nilai Mean	Jenis
	219,99		
	-54,48		
	-173,73		
	-150,09		
	-61,68		
	-123,36		
	-32,9		
	-100,74		
Daun	-142,89	-117,76	Jambu Mete

Selanjutnya dilakukan Proses Klasifikasi *K-Nearest Neighbor* (KNN), untuk mendapatkan nilai *euclidean distance* dengan satu dimensi sebagai berikut :

$$dis(x_1, x_2) = \sqrt{\sum_{i=0}^n (x_{1i} - x_{2i})^2}$$

$$dis \text{ Data 1} = \sqrt{(-120,61 - (-117,76))^2} = 2,85$$

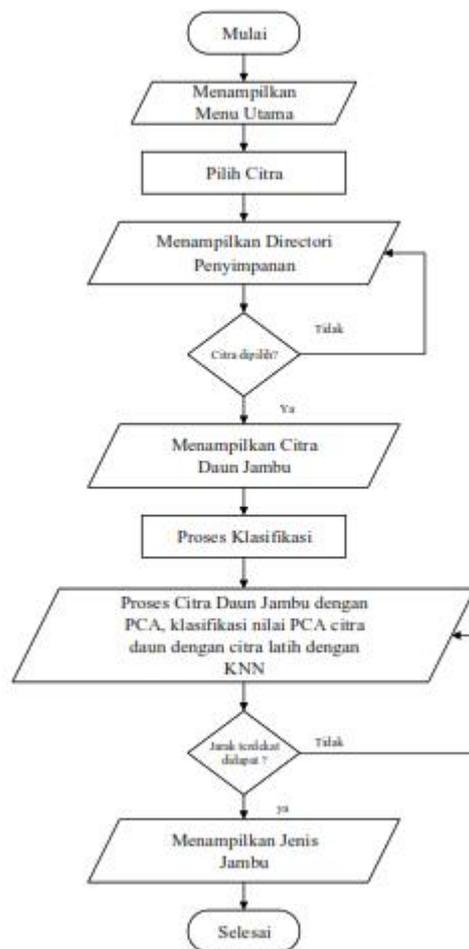
Berdasarkan hitungan euclidean distance, kemudian dirangkum dengan jarak paling dekat, maka menghasilkan klasifikasi:

Tabel 4. Data Hasil Perhitungan Jarak

Data	Nilai Means PCA	Jarak Data Terbaru	Jenis
Daun Jambu	-117,76	2,85	Jambu Mete

Berdasarkan dari hasil klasifikasi didapatkan $K=1$ atau 1 tetangga dengan jarak yang paling terdekat yaitu Daun Jambu dengan klasifikasi Jambu Mete, sehingga data citra daun jambu uji yang diproses masuk kedalam klasifikasi jenis “Jambu Mete”.

Berikut adalah rancangan dari flowchart klasifikasi:



Gambar 2. Flowchart Klasifikasi

Berdasarkan pada gambar flowchart citra klasifikasi, dapat dijelaskan bahwa langkah awal pengguna melakukan pemilihan citra daun jambu, kemudian diproses menggunakan metode PCA, hasil ekstraksi metode PCA diklasifikasi dengan jarak terdekat pada citra latih menggunakan metode KNN, sehingga menghasilkan jenis jambu yang sesuai dengan citra daun jambu inputan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tahapan awal dilakukan pengujian dengan menyiapkan data latih dan data uji berupa citra daun jambu yang terdiri dari 47 citra daun jambu sebagai data citra latih dan 16 citra daun jambu sebagai citra Uji. Berikut adalah data lengkap dari citra daun jambu disajikan kedalam tabel di bawah ini:

Tabel 5. Data Citra Latih dan Citra Uji

Data Citra	Jumlah	Jenis Jambu	Jumlah
Citra Latih	47 Citra	Jambu Biji	12
		Jambu Bol	12
		Jambu Merah	11
		Jambu Mete	12
Citra Uji	16 Citra	Jambu Biji	4
		Jambu Bol	4
		Jambu Merah	4
		Jambu Mete	4

Setelah menyiapkan file citra latih dan citra uji, selanjutnya file diupload kedalam aplikasi yang telah disiapkan. Dapat dilihat pada gambar 3. berikut.



Gambar 3. Input File Citra

Berdasarkan gambar diatas, setelah dilakukan pemilihan citra daun jambu yang akan diklasifikasi, system dapat membaca informasi nama citra. Selanjutnya untuk memulai proses klasifikasi citra dapat dilakukan dengan menekan *button* “Klasifikasi Citra Daun Jambu” sehingga menghasilkan klasifikasi jenis jambu seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. Hasil Klasisifikasi

Berdasarkan pada gambar di atas, proses klasifikasi berhasil diterapkan pada sistem aplikasi, dimana dengan citra uji daun jambu jenis jambu biji berhasil diklasifikasi sebagai jenis “Jambu Biji”, sehingga klasifikasi sistem benar.

Berdasarkan dari hasil pengujian klasifikasi dengan 16 citra uji yang terdiri dari 4 jenis jambu didapati hasil sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Pengujian

No	Nama Citra	Jenis Jambu	Hasil Klasifikasi	Keterangan
1	Jambu1.jpg	Jambu Biji	Jambu Biji	Benar
2	Jambu2.jpg	Jambu Biji	Jambu Biji	Benar
3	Jambu3.jpg	Jambu Biji	Jambu Biji	Benar
4	Jambu4.jpg	Jambu Biji	Jambu Biji	Benar
5	Jambuboll1.jpg	Jambu Bol	Jambu Bol	Benar
6	Jambuboll2.jpg	Jambu Bol	Jambu Bol	Benar
7	Jambuboll3.jpg	Jambu Bol	Jambu Bol	Benar
8	Jambuboll4.jpg	Jambu Bol	Jambu Bol	Benar
9	Jambumerah1.jpg	Jambu Merah	Jambu Bol	Salah
10	Jambumerah2.jpg	Jambu Merah	Jambu Merah	Benar
11	Jambumerah3.jpg	Jambu Merah	Jambu Merah	Benar
12	Jambumerah4.jpg	Jambu Merah	Jambu Mete	Salah
13	Jambumete1.jpg	Jambu Mete	Jambu Mete	Benar
14	Jambumete2.jpg	Jambu Mete	Jambu Merah	Salah
15	Jambumete3.jpg	Jambu Mete	Jambu Mete	Benar
16	Jambumete4.jpg	Jambu Mete	Jambu Mete	Benar

Berdasarkan pada tabel hasil pengujian di atas, didapati 13 citra uji yang berhasil diklasifikasi dengan benar dan 3 citra uji yang diklasifikasi dengan salah. Adapun selanjutnya menghitung tingkat akurasi berdasarkan citra uji yang dipakai. Berdasarkan dari hasil uji akurasi, didapatkan nilai akurasi sebesar 81,25% untuk proses klasifikasi jenis jambu berdasarkan citra daun jambu sebanyak 16 data.

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem klasifikasi berbasis citra daun jambu yang dibangun dapat bekerja dengan baik pada sebagian besar citra. Akurasi 81,25% menunjukkan kinerja sistem yang memadai, meskipun terdapat beberapa kesalahan klasifikasi pada citra jenis Jambu Merah dan Jambu Mete. Kesalahan tersebut mungkin disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kualitas citra uji yang tidak konsisten atau kurangnya data pelatihan yang mencakup variasi citra daun yang lebih beragam.

Proses klasifikasi berhasil dilakukan dengan baik pada citra Jambu Biji dan Jambu Bol, yang menunjukkan bahwa model dapat mengenali ciri khas masing-masing jenis jambu dengan tepat. Namun, kesalahan klasifikasi yang terjadi pada beberapa citra Jambu Merah dan Jambu Mete menunjukkan adanya kemungkinan tumpang tindih dalam fitur citra daun yang digunakan oleh sistem, yang dapat menyebabkan kesalahan dalam pengelompokan.

Sistem ini, meskipun tidak sempurna, sudah menunjukkan potensi yang baik dalam klasifikasi citra daun berdasarkan jenis jambu, dan dapat dikembangkan lebih lanjut dengan meningkatkan dataset pelatihan dan memperbaiki algoritma klasifikasi untuk mengurangi tingkat kesalahan.

SIMPULAN

Kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian yang telah dilakukan, metode PCA dan KNN dapat melakukan klasifikasi dan kestraksi citra pada daun jambu dimana didapat pada proses klasifikasi dengan data uji sebanyak 16 citra berhasil mendapatkan nilai akurasi



sebesar 81,25 %, dengan nilai akurasi ini dapat dikatakan baik. Selain itu berdasarkan hasil pengujian, tingkat akurasi klasifikasi akan berubah jika data uji ditambah.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrian, R., Junaidi, A., & Indah Lestari, D. (2022). Aplikasi pengukuran luas daun tanaman menggunakan pengolahan citra digital berbasis android. *Jurnal Agrotropika*, 21(2), 115–123.
- Cholil, S. R., Handayani, T., Prathivi, R., & Ardianita, T. (2021). Implementasi algoritma klasifikasi k-nearest neighbor (knn) untuk klasifikasi seleksi penerima beasiswa. *IJCIT (Indonesian Journal on Computer and Information Technology)*, 6(2), 118–127.
- Christopher, A., & Mulyana, T. M. S. (2022). Klasifikasi Tumbuhan Angiospermae Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor Berdasarkan Pada Bentuk Daun. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 7(4), 1233–1243.
- Eriawati, E. (2018). KARAKTERISTIK MORFOLOGI DAUN DI FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN SEBAGAI REFERENSI MORFOLOGI TUMBUHAN. *Prosiding Seminar Nasional Biologi, Teknologi Dan Kependidikan*, 5(1).
- Fadhilah, A., Susanti, S., & Gultom, T. (2018). *Karakterisasi Tanaman Jambu Biji (Psidium Guajava L) Di Desa Namoriam Pancur Batu Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara*.
- Firdaus, N., Chusnah, M., & Purbowo, P. (2022). Identifikasi Morfologi Vegetatif dan Generatif Varietas Jambu Bol Gondang Manis dan Jambu Jamaika di Desa Gondang Manis Kecamatan Bandar Kedungmulyo Jombang. *AGROSAINTIFIKA*, 4(2), 266–272.
- Fitriyani, N., Mulyono, M., & Al Madani, K. F. (2024). Strategi Pengembangan Agrowisata Jambu Air di Kelurahan Betokan Kabupaten Demak. *J-CEKI: Jurnal Cendekia Ilmiah*, 3(5), 3291–3299.
- Hediyati, D., & Suartana, I. M. (2021). Penerapan Principal Component Analysis (PCA) Untuk Reduksi Dimensi Pada Proses Clustering Data Produksi Pertanian Di Kabupaten Bojonegoro. *JIEET (Journal of Information Engineering and Educational Technology)*, 5(2), 49–54.
- Hidayat, D. (2022). Klasifikasi Jenis Mangga Berdasarkan Bentuk Dan Tekstur Daun Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN). *INTECOMS: Journal of*



Information Technology and Computer Science, 5(1), 98–103.

- Irawan, Y. P., & Susilawati, I. (2022). Klasifikasi Jenis Aglaonema Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN). *Journal Of Information System And Artificial Intelligence*, 2(2), 150–156.
- Izzuddin, A., & Wahyudi, M. R. (2020). Pengenalan pola daun untuk membedakan tanaman padi dan gulma menggunakan metode Principal Components Analysis (PCA) dan Extreme Learning Machine (ELM). *ALINIER: Journal of Artificial Intelligence \& Applications*, 1(1), 44–51.
- Manullang, S., Kairani, N., Sinaga, M. S., Hutapea, B., Nadya, F., Barus, J. C. W. B., Tamara, A., & Silaban, D. F. (2024). Analisis faktor penyebab penyakit jantung menggunakan metode principal component analysis (pca). *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, 5(3), 1568–1588.
- Meiriyama, M., Devella, S., & Adelfi, S. M. (2022). Klasifikasi Daun Herbal Berdasarkan Fitur Bentuk Dan Tekstur Menggunakan KNN. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 9(3), 2573–2584.
- Nugraha, D. A., & Wiguna, A. S. (2020). Seleksi Fitur Warna Citra Digital Biji Kopi Menggunakan Metode Principal Component Analysis. *Res. Comput. Inf. Syst. Technol. Manag*, 3(1), 24.
- Oktaviana, U. N., Hendrawan, R., Annas, A. D. K., Wicaksono, G. W., & others. (2021). Klasifikasi penyakit padi berdasarkan citra daun menggunakan model terlatih resnet101. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(6), 1216–1222.
- Pawening, R. E., Shudiq, W. J., & Wahyuni, W. (2020). Klasifikasi Kualitas Jeruk Lokal Berdasarkan Tekstur dan Bentuk Menggunakan Metode k-Nearest Neighbor (k-NN). *COREAI: Jurnal Kecerdasan Buatan, Komputasi Dan Teknologi Informasi*, 1(1), 10–17.
- Permatasari, D. A. (2020). *Aktivitas antibakteri ekstrak dan fraksi daun jambu mete (Anacardium Occidentale Linn.) terhadap Propionibacterium Acnes menggunakan metode Difusi Sumuran*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Ramadhani, N., Aulia, S., Suhartono, E., & Hadiyoso, S. (2021). Deteksi kantuk pada pengemudi berdasarkan penginderaan wajah menggunakan PCA dan SVM. *Jurnal*



Rekayasa Elektrika, 17(2).

- Rinanda, P. D., Delvika, B., Nurhidayarnis, S., Abror, N., & Hidayat, A. (2022). Perbandingan Klasifikasi Antara Naive Bayes dan K-Nearest Neighbor Terhadap Resiko Diabetes pada Ibu Hamil: comparison of classification between Naive Bayes and k-nearest neighbor on diabetes risk in pregnant women. *Malcom: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 2(2), 68–75.
- Srg, S. A. R., Zarlis, M., & Wanayumini, W. (2022). Klasifikasi Citra Daun dengan GLCM (Gray Level Co-Occurrence) dan K-NN (K-Nearest Neighbor). *MATRIK: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, 21(2), 477–488.
- Sriani, S., Supiyandi, S., Furqan, M., & Rischa, W. F. (2023). PENGENALAN POLA PENYAKIT DAUN JAMBU AIR MENGGUNAKAN METODE PCA DAN KNN. *JSR: Jaringan Sistem Informasi Robotik*, 7(2), 158–163.
- Tamba, M. (2024). Analisis dan Implementasi Teknologi Deep Learning dalam Pengolahan Citra Digital. *Circle Archive*, 1(6).
- Wiyono, A. R., & Imah, E. M. (2018). Pengenalan Citra Ekspresi Wajah Menggunakan Algoritma Principal Component Analysis (PCA) Dan Extreme Learning Machine (ELM). *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 6(2).