

**KLASIFIKASI JENIS TANAMAN ANGGREK BERDASARKAN DAUN
MENGUNAKAN METODE PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS
DAN K-NEAREST NEIGHBOR**

¹⁾ **Nazhifa Ahmad Fauzan**, ²⁾ **Muhammad Siddik Hasibuan** ³⁾ **Suhardi**
^{1,2,3)} Prodi Ilmu Komputer, Fakultas SAINTEK, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
¹⁾nazhifa0701203227@uinsu.ac.id, ²⁾muhammadsiddik@uinsu.ac.id, ³⁾suhardi@uinsu.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
Riwayat Artikel : Diterima : 7 Desember 2025 Disetujui : 9 Februari 2026	Anggrek merupakan tanaman hias dengan keragaman spesies yang tinggi sehingga diperlukan metode identifikasi yang akurat dan konsisten. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem klasifikasi jenis anggrek berbasis citra daun menggunakan metode <i>Principal Component Analysis</i> (PCA) dan <i>K-Nearest Neighbor</i> (K-NN). PCA digunakan untuk mengekstraksi fitur utama sekaligus mereduksi dimensi data guna meningkatkan efisiensi komputasi, sedangkan K-NN berperan dalam proses klasifikasi berdasarkan tingkat kemiripan fitur menggunakan <i>Euclidean Distance</i>. Dataset terdiri dari 56 citra daun anggrek yang terbagi menjadi 35 citra latih dan 21 citra uji dari tujuh kelas jenis anggrek. Tahapan penelitian meliputi akuisisi citra, ekstraksi ciri, reduksi dimensi menggunakan PCA, serta klasifikasi menggunakan K-NN. Evaluasi menggunakan <i>confusion matrix</i> menunjukkan akurasi sebesar 85,71%, dengan precision 90,71%, recall 85,71%, dan F1-score 84,39%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi PCA dan K-NN efektif dalam mengklasifikasikan daun anggrek dan berpotensi dikembangkan sebagai sistem identifikasi otomatis untuk mendukung penelitian botani, konservasi tanaman, dan industri tanaman hias.
Kata Kunci : klasifikasi, anggrek, daun, PCA, K-NN	

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article History : Received : Dec 7, 2025 Accepted : Feb 9, 2026	<i>Orchids are ornamental plants with high species diversity, requiring identification methods that are accurate, consistent, and efficient. This study aims to develop an orchid species classification system based on leaf images using Principal Component Analysis (PCA) and the K-Nearest Neighbor (K-NN) algorithm. PCA is employed to extract essential features and reduce data dimensionality to improve computational efficiency, while K-NN performs classification based on feature similarity using Euclidean Distance. The dataset consists of 56 orchid leaf images, comprising 35 training images and 21 testing images across seven orchid species. The research stages include image acquisition, feature extraction, dimensionality reduction using PCA, and classification using K-NN. System evaluation using a confusion matrix achieved an accuracy of 85.71%, with a precision of 90.71%, recall of 85.71%, and an F1-score of 84.39%. These results indicate that the combination of PCA and K-NN is effective for orchid species classification and has strong potential to be developed into an automated identification system supporting botanical research, plant conservation, and the ornamental plant industry.</i>
Keywords: classification, orchid, leaf, PCA, K-NN	

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam bidang ilmu komputer berkembang dengan sangat pesat, khususnya pada pengolahan dan analisis citra digital. Teknologi ini memungkinkan komputer melakukan identifikasi objek berdasarkan karakteristik visualnya secara lebih cepat dan akurat. Tanaman anggrek merupakan salah satu tanaman hias yang banyak digemari di Indonesia. Identifikasi jenis anggrek pada umumnya dilakukan melalui pengamatan terhadap bentuk kelopak dan warna bunga (Sari and Wulanningrum, 2021). Namun, anggrek tidak selalu berada pada kondisi berbunga sehingga proses identifikasi menjadi sulit apabila hanya mengandalkan ciri bunga. Oleh karena itu, identifikasi berdasarkan bentuk daun menjadi alternatif yang penting untuk dikembangkan karena daun tersedia hampir sepanjang tahun dan dapat memberikan informasi morfologi yang stabil.

Meskipun demikian, morfologi daun anggrek sangat beragam antar spesies sehingga proses identifikasi manual menjadi tantangan tersendiri. Identifikasi visual secara langsung membutuhkan pengetahuan khusus, memakan waktu, dan rentan terhadap kesalahan, terutama ketika dilakukan pada sampel yang jumlahnya banyak. Kondisi ini menunjukkan perlunya pendekatan otomatis berbasis pengolahan citra yang mampu membantu proses identifikasi daun anggrek secara lebih objektif, cepat, dan akurat. Pemanfaatan teknologi ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada pengamatan visual manusia serta meningkatkan konsistensi hasil identifikasi.

Principal Component Analysis (PCA) merupakan metode reduksi dimensi yang bekerja dengan mengekstraksi komponen utama dari data sehingga hanya fitur yang paling signifikan yang dipertahankan. (Aprillia et al., 2021) menyatakan bahwa PCA efektif dalam mereduksi dimensi citra dan mengekstraksi fitur penting yang diperlukan dalam proses pengenalan ciri. Reduksi dimensi ini juga berfungsi untuk mempercepat proses komputasi, mengurangi *noise*, serta meningkatkan akurasi pada proses pengenalan pola (Salsabila et al., 2023).

K-Nearest Neighbor (K-NN) adalah salah satu metode klasifikasi yang digunakan secara

luas dalam pengenalan pola. Menurut (Pratiwi, 2023), K-NN memiliki sifat sederhana namun efisien dalam mengklasifikasikan objek berdasarkan kedekatannya dengan sampel latih. (Anggraini and Fadillah, 2020). menegaskan bahwa metode ini cocok digunakan pada jumlah data yang besar dan bekerja dengan menentukan kelas objek baru berdasarkan mayoritas tetangga terdekatnya, sehingga memberikan performa yang baik pada berbagai kasus klasifikasi berbasis fitur citra.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan jenis tanaman anggrek berdasarkan citra daun dengan memanfaatkan metode *Principal Component Analysis* (PCA) untuk reduksi dimensi dan *K-Nearest Neighbor* (K-NN) sebagai metode klasifikasi. Pendekatan ini diharapkan dapat menjadi solusi identifikasi anggrek ketika tanaman tidak berbunga serta memberikan hasil yang lebih akurat dan konsisten dibandingkan identifikasi visual manual.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi dalam mengklasifikasikan jenis tanaman anggrek berdasarkan bentuk daunnya menggunakan metode *Principal Component Analysis* dan *K-Nearest Neighbor*.

2.1. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang relevan dengan permasalahan penelitian. Proses ini diawali dengan studi literatur melalui kegiatan membaca, mencatat, dan menghimpun berbagai referensi yang berkaitan dengan topik penelitian. Tahapan berikutnya adalah pengumpulan data primer melalui observasi langsung terhadap objek penelitian, yaitu daun anggrek.

Akuisisi citra dilakukan menggunakan kamera telepon pintar iPhone 12 dengan resolusi 12 MP. Daun anggrek dipetik terlebih dahulu, kemudian diletakkan di atas kertas putih untuk menghasilkan latar belakang yang kontras. Pengambilan gambar dilakukan dengan memfokuskan kamera pada permukaan daun agar citra yang diperoleh memiliki kualitas visual yang baik dan mampu merepresentasikan karakteristik morfologis daun.

Penelitian ini menggunakan total 56 citra daun anggrek, terdiri dari 35 citra latih dan 21 citra uji, yang mencakup tujuh kelas anggrek. Seluruh citra diperoleh melalui proses akuisisi langsung di Kawasan Kebun Anggrek Tiga Dolok, Jl. Parapat No.18, Tiga Dolok, Kec. Dolok Panribuan, Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara 21173. Adapun karakteristik masing-masing kelas anggrek adalah sebagai berikut:

1. *Cattleya* dikenal dengan istilah *The Queen of Orchid* karena keindahan dan aroma bunganya yang harum pada pagi hari. Memiliki daun memanjang, tebal, dan kaku dengan ukuran sekitar 7–12 cm. Tanaman ini membutuhkan pencahayaan terang tidak langsung serta media tanam berpori seperti kulit kayu, arang, atau serabut kelapa untuk menjaga aerasi akar (Gerry et al., 2020).
2. *Dendrobium Savin White* Varietas ini memiliki daun oval memanjang berukuran 2–10 cm dengan tekstur agak tebal, kaku, dan berwarna hijau mengkilap. *Dendrobium Savin White* membutuhkan pencahayaan sedang hingga terang serta media seperti kulit kayu, arang, dan serat pakis (Gerry et al., 2020).
3. *Dendrobium Taurinum* memiliki daun berbentuk oval dengan lebar 2–8 cm dan panjang 2–10 cm. Daunnya berwarna hijau tua, tebal, dan kaku. Spesies ini tumbuh di lingkungan hutan hujan yang lembap, memerlukan pencahayaan terang namun tidak langsung (Gerry et al., 2020).
4. *Grammatophyllum speciosum* Dikenal sebagai anggrek tebu, spesies ini memiliki daun panjang, sempit, dan agak kaku. *Grammatophyllum speciosum* tumbuh optimal pada kondisi pencahayaan terang dan kelembapan tinggi (Gerry et al., 2020).
5. Anggrek merpati memiliki daun sangat pendek, bertekstur lunak, dan berwarna hijau muda. Jenis ini tersebar luas di Indonesia dan dikenal dengan bunga putih harum yang mekar serentak dan hanya bertahan satu hari (Gerry et al., 2020).
6. *Spathoglottis plicata* Dikenal sebagai anggrek tanah, daun *Spathoglottis plicata* berbentuk memanjang, melengkung, dan bertekstur berlipat (*plicate*). Tanaman ini tumbuh pada media tanah serta memiliki

akar kuat dan *pseudobulb* kecil untuk penyimpanan air (Triyanti et al., 2022).

7. *Vanda Sumatrana* Spesies endemik Sumatera ini memiliki daun berbentuk pita yang panjang, pipih, tebal, dan meruncing. Panjang daun dapat mencapai 45 cm dengan lebar hingga 6 cm. Bentuk daun yang tebal dan melengkung membantu mengurangi penguapan dan melindungi dari intensitas cahaya tinggi (Risidiana et al., 2023).

2.2. Principal Component Analysis

Principal Component Analysis bertujuan untuk membuat variabel yang diamati lebih mudah dipahami dengan mengurangi dimensinya. Jika terdapat hubungan antara variabel dalam data dan jumlah variabel yang banyak, metode *Principal Component Analysis* (PCA) dapat membantu untuk menyederhanakan dan menyusutkan dimensinya (Enzellina and Suhaedi, 2022). Reduksi dimensi memiliki beberapa manfaat, termasuk waktu komputasi yang lebih rendah, lebih sedikit memori yang digunakan untuk penyimpanan data, dan kualitas data yang lebih baik karena penghapusan data yang berlebihan. Pengurangan dimensi juga mengurangi jumlah dimensi yang perlu diproses, yang dapat memperbaiki dan meningkatkan efisiensi kinerja algoritma klasifikasi. Oleh karena itu, untuk meminimalkan kesalahan dalam proses klasifikasi, sangat penting untuk menurunkan dimensi dan kompleksitas data yang digunakan (Sriani et al., 2023). Berikut merupakan langkah-langkah atau algoritma dari metode PCA.

1. Membuat dataset PCA

2. Menghitung nilai rata-rata

$$X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n M_i \quad (1)$$

3. Membuat matrix selisih

$$X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n M_i \quad (2)$$

4. Membuat matrix kovarian c

$$X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n M_i \quad (3)$$

5. Menghitung *eigenvector* (v), dan *eigenvalue* (λ)

$$C v = \lambda v \quad (4)$$

6. Mencari nilai PC

$$PC = A^T * v \quad (5)$$

7. Transformasi data ke nilai PCA

$$PCA = A * PC \quad (6)$$

2.3. K-Nearest Neighbor

K-Nearest Neighbor merupakan sebuah algoritma klasifikasi, yang beroperasi dengan menghitung tingkat kemiripan berdasarkan jarak dari data pembelajaran (data pelatihan dan data uji) yang paling dekat. Pendekatan jarak *Euclidean* paling sering digunakan oleh para peneliti untuk menentukan jarak dalam algoritma K-NN (Efendi et al., 2024). Apabila terjadi kesamaan jumlah tetangga dari beberapa kelas, maka nilai k dapat dikurangi satu (menjadi $k-1$) guna memperjelas mayoritas kelas yang paling dominan. Proses pengurangan ini dapat dilanjutkan hingga diperoleh hasil klasifikasi yang tidak ambigu. Prinsip kerja metode *K-Nearest Neighbor* adalah mencari jarak terpendek antar data yang akan dievaluasi dengan metode *K-Nearest Neighbor* pada data latih (Simanjuntak and Hasibuan, 2023).

2.4. Euclidean Distance

Metode *Euclidean Distance* digunakan sebagai ukuran jarak dalam algoritma klasifikasi karena memiliki perhitungan yang sederhana dan efisien secara komputasi (Sabda and Suhardi, 2023). Metode *Euclidean Distance* digunakan untuk mengevaluasi tingkat kemiripan antara citra uji dan citra latih, yang ditentukan berdasarkan seberapa dekat posisi keduanya dalam ruang fitur. Perhitungan jarak tersebut dilakukan menggunakan nilai bobot dari fitur yang diekstraksi dari kedua jenis citra tersebut. Persamaan nya ialah (Aditya et al., 2023).

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (7)$$

2.5 Confusion matrix

Confusion matrix berperan sebagai alat evaluasi penting dalam menilai kinerja model klasifikasi. Pendekatan ini umum digunakan pada bidang *machine learning* karena mampu menunjukkan hubungan antara output prediksi dan label sebenarnya dalam bentuk tabel terstruktur. Di dalamnya terdapat empat komponen dasar, yaitu *True Positive* (TP), *False Positive* (FP), *True Negative* (TN), dan *False Negative* (FN), yang menjadi indikator keberhasilan maupun kesalahan klasifikasi. Selain memberikan visualisasi kinerja model, *confusion matrix* juga menjadi landasan perhitungan berbagai metrik evaluasi seperti *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score*. Khususnya, *F1-*

Score digunakan sebagai ukuran performa yang lebih seimbang karena mengombinasikan *precision* dan *recall* melalui rata-rata harmonik, sehingga cocok diterapkan pada kasus klasifikasi dengan distribusi data yang tidak seimbang (Berliana and Riasetiawan, 2024).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Dataset

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari citra daun anggrek yang mewakili 7 kelas jenis anggrek. Setiap kelas berisi beberapa citra daun dengan karakteristik visual berbeda, seperti bentuk, ukuran, dan tekstur daun. Penggunaan tujuh kelas ini bertujuan untuk melihat kemampuan metode PCA dan K-NN dalam mengenali variasi morfologi daun anggrek yang beragam. Adapun dataset pada penelitian ini terbagi atas 7 kelas yaitu.

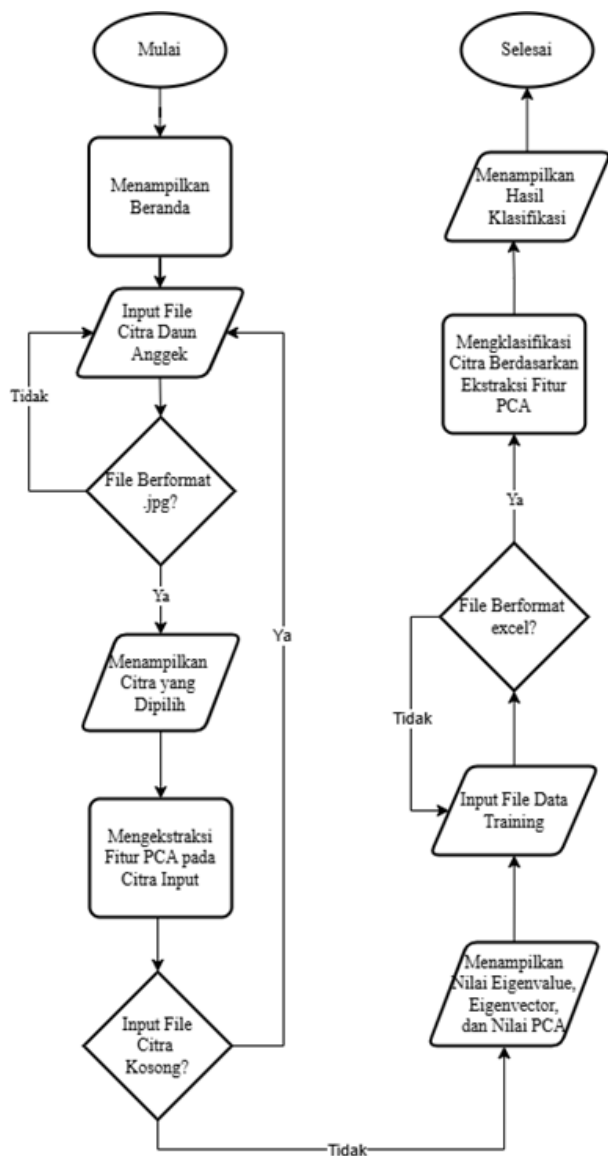
Tabel 1. Sebaran Dataset

No	Jenis Anggrek	Gambar
1	<i>Cattleya</i>	
2	<i>Dendrobium Savin White</i>	
3	<i>Dendrobium Taurinum</i>	
4	<i>Grammatophyllum speciosum</i>	
5	Merpati	
6	<i>Spathoglottis plicata</i>	
7	<i>Vanda Sumatrana</i>	

3.2. Flowchart klasifikasi

Flowchart adalah diagram yang secara logis menunjukkan bagaimana sebuah perangkat lunak atau prosedur sistem mengalir. Jalur *flowchart* digambarkan secara grafis. Diagram alir digunakan untuk menunjukkan algoritma dari aplikasi tertentu (Yulianeu and Oktamala, 2022). Berikut ini ditampilkan *flowchart* untuk proses klasifikasi jenis tanaman anggrek

berdasarkan bentuk daunnya, yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini.



Gambar 1. Flowchart Klasifikasi

Flowchart pada Gambar menunjukkan alur kerja aplikasi klasifikasi jenis tanaman anggrek berdasarkan citra daun menggunakan metode PCA dan K-NN. Proses dimulai dengan menampilkan halaman beranda, kemudian pengguna melakukan *input* citra daun anggrek. Sistem terlebih dahulu memeriksa apakah file yang dimasukkan berformat .jpg. Jika sesuai, citra ditampilkan dan dilakukan proses ekstraksi fitur menggunakan Principal Component Analysis (PCA).

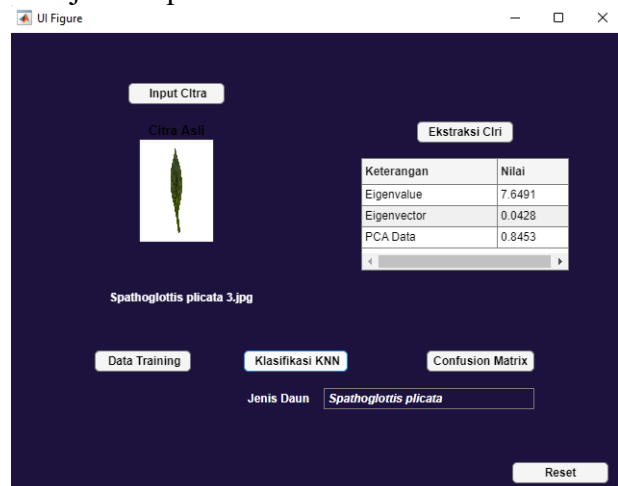
Selanjutnya, sistem memverifikasi apakah file citra *input* tidak kosong. Jika valid, sistem melanjutkan ke tahap pemuatan data training. Data training harus dalam format .xlsx agar dapat diproses. Setelah data training berhasil

dimuat, sistem menampilkan nilai eigenvalue, eigenvector, serta nilai PCA yang dihasilkan.

Tahap berikutnya adalah proses klasifikasi. Klasifikasi dilakukan dengan membandingkan fitur PCA dari citra *input* dengan data training menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor. Hasil klasifikasi kemudian ditampilkan kepada pengguna sebagai keluaran akhir dari sistem.

3.3. Implementasi

Pada penelitian ini telah dirancang dan dibangun sebuah aplikasi klasifikasi jenis tanaman anggrek berbasis MATLAB App Designer. Aplikasi ini digunakan untuk menguji proses identifikasi jenis anggrek berdasarkan citra daun menggunakan metode Principal Component Analysis sebagai ekstraksi fitur dan K-Nearest Neighbor sebagai algoritma klasifikasi. Tampilan antarmuka yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar 2. Hasil klasifikasi

Pada antarmuka tersebut, pengguna dapat memasukkan citra daun melalui tombol *Input Citra*, dan aplikasi akan menampilkan citra asli beserta nama *file* yang diunggah. Selanjutnya, tombol *Ekstraksi Ciri* digunakan untuk memproses citra tersebut dan menampilkan nilai fitur yang dihasilkan dari PCA, yaitu *eigenvalue*, *eigenvector*, dan nilai PCA data. Informasi ini merupakan representasi fitur yang telah direduksi dan menjadi dasar bagi proses klasifikasi oleh metode K-NN.

Setelah fitur diekstraksi, pengguna dapat menekan tombol *Klasifikasi KNN* sehingga aplikasi melakukan proses pengenalan jenis anggrek berdasarkan jarak kedekatan dengan data latih. Hasil klasifikasi ditampilkan pada kolom *Jenis Daun*, seperti pada contoh citra uji

pada Gambar 2 berhasil mengklasifikasikan objek sebagai *Spathoglottis plicata*.

3.4. Hasil Evaluasi Keseluruhan

Gambar berikut menunjukkan hasil evaluasi performansi model secara keseluruhan berdasarkan metrik akurasi, *precision*, *recall*, dan F1-score.

Overall Accuracy: 85.71%
Precision: 90.71%
Recall: 85.71%
F1-Score: 84.39%

Gambar 3. Hasil Evaluasi Keseluruhan

Model menghasilkan akurasi sebesar 85,71%, dengan *precision* 90,71%, *recall* 85,71%, dan F1-score 84,39%. Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang baik dalam klasifikasi daun anggrek pada data uji. *Precision* yang tinggi mengindikasikan rendahnya kesalahan *false positive*, sedangkan *recall* yang relatif tinggi menunjukkan model mampu mengenali sebagian besar sampel dengan benar.

3.5. Hasil Evaluasi Perkelas

Untuk mengevaluasi performansi secara lebih mendalam, dilakukan perhitungan metrik pada masing-masing kelas menggunakan nilai *true positive* (TP), *false positive* (FP), *false negative* (FN), dan *true negative* (TN).

Class	TP	FP	FN	TN	Precision	Recall	F1_Score
('Dendrobium Savin White')	3	1	0	17	0.75	1	0.85714
('Dendrobium Taurinum')	3	0	0	10	1	1	1
('Grammatophyllum speciosum')	3	2	0	16	0.6	1	0.75
('Merpati')	3	0	0	18	1	1	1
('Spathoglottis plicata')	1	0	2	18	1	0.33333	0.5
('Vanda Sumatrana')	2	0	1	18	1	0.66667	0.8
('Cattleya')	3	0	0	18	1	1	1

Gambar 4. Hasil Evaluasi Perkelas

Berdasarkan tabel, beberapa kelas seperti *Dendrobium Taurinum*, Merpati, dan *Cattleya* memiliki performa sempurna dengan nilai *precision*, *recall*, dan F1-score sebesar 1,0. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh sampel pada kelas tersebut diklasifikasikan dengan benar tanpa kesalahan.

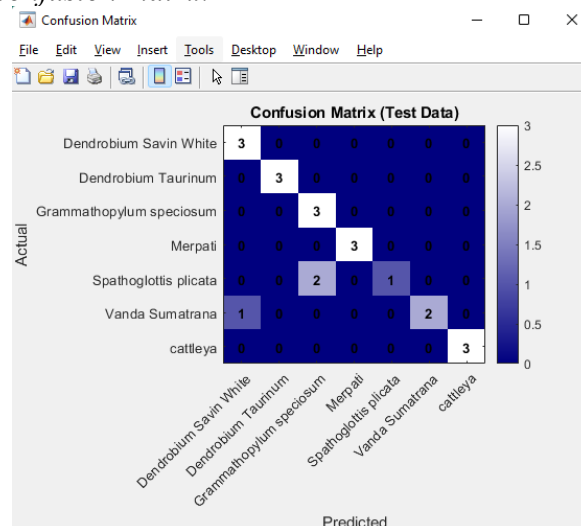
Kelas *Dendrobium Savin White* dan *Grammatophyllum speciosum* memiliki nilai *recall* sempurna, namun *precision* lebih rendah (0,75 dan 0,6), yang menunjukkan adanya prediksi salah pada kelas lain.

Kelas dengan performansi terendah adalah *Spathoglottis plicata*, dengan *recall* 0,333 dan F1-score 0,5. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar sampel pada kelas tersebut tidak

dikenali dengan baik oleh model. Selain itu, kelas *Vanda Sumatrana* juga mengalami penurunan *recall* menjadi 0,666.

3.6. Confusion matrix

Confusion Matrix merupakan metode yang digunakan sebagai tolok ukur kinerja untuk metode klasifikasi. Pengujian ini menggunakan matrix yang diperoleh dari perbandingan prediksi dengan kelas aslinya (data latih) pada data yang diuji (Krismawan and Rachmawanto, 2022). Untuk memvisualisasikan distribusi prediksi pada masing-masing kelas, ditampilkan *confusion matrix* berikut:



Gambar 5. Hasil Confusion Matrix

Confusion matrix menunjukkan bahwa sebagian besar prediksi berada pada diagonal utama, yang menandakan kesesuaian antara kelas aktual dan prediksi. Kesalahan klasifikasi terutama terjadi pada kelas *Spathoglottis plicata* yang diprediksi sebagai kelas lain, serta beberapa sampel seperti *Vanda Sumatrana* yang diprediksi sebagai *Spathoglottis plicata*. Pola ini menunjukkan adanya kedekatan fitur antar kedua kelas tersebut, kemungkinan karena kemiripan morfologi daun atau keterbatasan variasi data latih.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dengan menggunakan metode Principal Component Analysis (PCA) untuk ekstraksi fitur dan K-Nearest Neighbor (K-NN) dengan nilai K = 3, sistem klasifikasi daun anggrek mampu bekerja dengan baik. PCA berhasil mereduksi dimensi citra dan menghasilkan representasi fitur yang lebih ringkas dan informatif.

Penggunaan K-NN dengan $K = 3$ menunjukkan performa klasifikasi yang stabil, di mana sistem mampu mengenali sebagian besar citra uji secara akurat.

Evaluasi menggunakan confusion matrix memperlihatkan bahwa kombinasi PCA dan K-NN ($K = 3$) memberikan tingkat akurasi keseluruhan sebesar 85,71%, sehingga metode ini layak diterapkan sebagai alternatif identifikasi jenis anggrek ketika tanaman tidak dalam kondisi berbunga.

4.2. Saran

Penelitian ini masih memiliki sejumlah keterbatasan, sehingga pengembangan lebih lanjut sangat dianjurkan. Salah satu aspek yang dapat ditingkatkan adalah jumlah serta ragam dataset. Penambahan variasi citra daun dari masing-masing kelas anggrek akan membantu meningkatkan kemampuan model dalam mengenali perbedaan morfologi secara lebih akurat dan stabil.

Selain itu, pengujian sistem dalam kondisi nyata juga perlu dilakukan untuk melihat konsistensi kinerja model ketika dihadapkan pada variasi pencahayaan, sudut pengambilan gambar, dan latar belakang yang berbeda. Evaluasi di lingkungan non-terkontrol ini penting agar sistem dapat diterapkan secara lebih efektif dalam penggunaan lapangan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, P.A., S. W., Williyanto Santoso, L., Wahyu NW, G., Khrisna wardani, A., Rahmadden, Jurnaidi Wahidin, A., Eka Yulastuti, G., Elisawati, Rizqi Wijayanti, R., Abdurrasyid, 2023. Machine learning, Pertama. ed, Machine Learning. PT Global Eksekutif Teknologi.
- Anggraini, N.A., Fadillah, N., 2020. Analisis Deteksi Emosi Manusia dari Suara Percakapan Menggunakan Matlab dengan Metode KNN. InfoTekJar (Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan) 3, 176–179.
<https://doi.org/10.30743/infotekjar.v3i2.1041>
- Aprillia, J.Z., Wisanti, W., Putri, E.K., 2021. Kajian Taksonomi Numerik Tiga Jenis Syzygium Berdasarkan Karakter Morfologi. LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi 10, 40–50.
<https://doi.org/10.26740/lenterabio.v10n1.p40-50>
- Berliana, E.V., Riasetiawan, M., 2024. Comparative Analysis of Naïve Bayes Classifier, Support Vector Machine and Decision Tree in Rainfall Classification Using Confusion Matrix. International Journal of Advanced Computer Science and Applications 15, 560–567.
<https://doi.org/10.14569/IJACSA.2024.0150755>
- Efendi, A.M.A., Sriani, S., Hasibuan, M.S., 2024. Classification of Watermelon Ripeness Levels Using HSV Color Space Transformation and K-Nearest Neighbor Method. Journal of Computer Networks, Architecture and High Performance Computing 6, 934–948.
<https://doi.org/10.47709/cnahpc.v6i3.3999>
- Enzellina, G., Suhaedi, D., 2022. Penggunaan Metode Principal Component Analysis dalam Menentukan Faktor Dominan. Jurnal Riset Matematika 101–110.
<https://doi.org/10.29313/jrm.v2i2.1192>
- Gerry, Y., Permatasari, F., Dewi, R.K., 2020. Keanekaragaman Anggrek di Taman Anggrek Badak LNG. ITS Press, Surabaya.
- Krismawan, A.D., Rachmawanto, E.H., 2022. Principal Component Analysis (PCA) dan K-Nearest Neighbor (KNN) dalam Deteksi Masker pada Wajah. Prosiding Sains Nasional dan Teknologi 12, 382.
<https://doi.org/10.36499/psnst.v12i1.7066>
- Pratiwi, A.O.C., 2023. Klasifikasi Jenis Anggur Berdasarkan Bentuk Daun Menggunakan Convolutional Neural Network Dan K-Nearest Neighbor. Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Komunikasi 3, 201–224.
- Risdiana, S.F., Azharia, S.A., Supriyatna, A., 2023. Inventarisasi Dan Analisis Jenis Anggrek (Orchidaceae) Di Kampung Nambo, Desa Batukarut, Kecamatan Arjasari, Kabupaten Bandung. Jurnal Ilmu Pertanian dan Perkebunan 5, 41–50.
<https://doi.org/10.55542/jipp.v5i2.713>
- Sabda, M.A., Suhardi, S., 2023. Implementasi Data Mining Dalam Memprediksi Penjualan Parfum Terlaris Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor. Jurnal Sistem

- Komputer dan Informatika (JSON) 5, 415.
<https://doi.org/10.30865/json.v5i2.7194>
- Salsabila, A.P.B., Rozikin, C., Adam, R.I., 2023. Klasifikasi Motif Batik Karawang Berbasis Citra Digital dengan Principal Component Analysis dan K-Nearest Neighbor. *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (JustIN)* 11, 20.
<https://doi.org/10.26418/justin.v11i1.46936>
- Sari, N., Wulanningrum, R., 2021. Implementation of the K-Nearest Neighbor Algorithm for Identification of Orchid Flower Image. *JTECS: Jurnal Sistem Telekomunikasi Elektronika Sistem Kontrol Power Sistem dan Komputer* 1, 177.
<https://doi.org/10.32503/jtecs.v1i2.1750>
- Simanjuntak, A., Hasibuan, M.S., 2023. Application of PCA and K-Means Clustering Methods to Identify Diabetes Mellitus Patient Groups Based on Risk Factors. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram* 11, 1002.
<https://doi.org/10.33394/j-ps.v11i4.9263>
- Sriani, Supriyandi, Furqan, M., Fadilla Rischa, W., 2023. Pengenalan Pola Penyakit Daun Jambu Air Menggunakan Metode PCA dan KNN. *Jurnal Jaringan Sistem Informasi Robotik (JSR)* 7, 158–163.
- Triyanti, M., Harmoko, H., Apriyani, E., 2022. Keragaman Anggrek (Orchidaceae) di Kecamatan Purwodadi Kabupaten Musi Rawas, Provinsi Sumatera Selatan. *JURNAL BIOLOGI PAPUA* 14, 42–48.
<https://doi.org/10.31957/jbp.1399>
- Yulianeu, A., Oktamala, R., 2022. Sistem Informasi Geografis Trayek Angkutan Umum Di Kota Tasikmalaya Berbasis Web. *JUTEKIN (Jurnal Teknik Informatika)* 10.
<https://doi.org/10.51530/jutekin.v10i2.669>