

PERBANDINGAN KINERJA PCA-KNN DAN LDA DALAM KLASIFIKASI JENIS KUPU-KUPU : ANALISIS AKURASI DAN EFEKTIVITAS

Syifa Chairunnissa Deliva Akbar, David Agus Salim, Rahmad, Ahmad Khomsi, Rini Sovia

Magister Teknik Informatika, Pascasarjana, Universitas Putra Indonesia YPTK Padang

Jalan Raya Lubuk Begalung Padang, Indonesia

syifaa.chai@gmail.com

ABSTRAK

Kupu-kupu merupakan serangga yang tergolong dalam ordo *Lepidoptera* atau serangga bersayap sisik. Keanekaragaman spesies kupu-kupu menjadi objek penelitian yang menarik dalam bidang ekologi, biologi, dan ilmu komputer, khususnya dalam bidang pengolahan citra digital dan kecerdasan buatan. Penelitian ini membandingkan kinerja metode *Principal Component Analysis* (PCA) dengan *K-Nearest Neighbor* (KNN) dan *Linear Discriminant Analysis* (LDA) dalam mengklasifikasikan jenis kupu-kupu *Chestnut* dan *Clouded Sulphur*. Perbandingan ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas metode reduksi dimensi PCA dalam meningkatkan efisiensi klasifikasi dibandingkan dengan pendekatan pemisahan kelas berbasis LDA. PCA digunakan untuk mereduksi dimensi data guna meningkatkan efisiensi klasifikasi, sedangkan KNN dan LDA berperan sebagai algoritma klasifikasi dengan pendekatan yang berbeda dalam memisahkan kelas data. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan metode PCA dalam klasifikasi citra kupu-kupu *Chestnut* dan kupu-kupu *Clouded Sulphur* dapat meningkatkan efisiensi dan keakuratan sistem secara signifikan. Hal ini dibuktikan dengan akurasi yang dicapai oleh PCA-KNN sebesar 93,3%, sedangkan LDA-KNN hanya mencapai 80%.

Kata kunci : *Hybrid Intelligence, K-Nearest Neighbor, dengan Principal Component Analysis, Linear Discriminant Analysis, Klasifikasi Citra.*

1. PENDAHULUAN

Kupu-kupu merupakan serangga yang tergolong dalam ordo *Lepidoptera* atau serangga bersayap sisik. Selain memiliki keindahan visual, kupu-kupu memiliki peran penting dalam ekosistem, seperti dalam proses penyerbukan tanaman, menjaga keseimbangan ekosistem, serta menjadi indikator kesehatan lingkungan. Keanekaragaman spesies kupu-kupu menjadi objek penelitian yang menarik dalam bidang ekologi, biologi, dan ilmu komputer, khususnya dalam bidang pengolahan citra digital dan kecerdasan buatan [1].

Dalam dunia komputasi, pengenalan pola dan klasifikasi citra merupakan bidang yang terus berkembang, terutama dengan adanya teknik pengolahan citra digital dan pembelajaran mesin. Salah satu tantangan dalam klasifikasi citra kupu-kupu adalah kemiripan bentuk dan warna antar spesies yang dapat menyebabkan kesalahan dalam proses identifikasi. Oleh karena itu, diperlukan metode yang efektif untuk meningkatkan akurasi klasifikasi [2].

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja dua metode utama dalam klasifikasi citra kupu-kupu, yaitu *Principal Component Analysis* (PCA) dengan *K-Nearest Neighbor* (KNN) dan *Linear Discriminant Analysis* (LDA). Perbandingan ini bertujuan untuk mengevaluasi keunggulan dan keterbatasan masing-masing metode dalam menangani data berdimensi tinggi serta efektivitasnya dalam membedakan spesies kupu-kupu yang memiliki kemiripan fitur visual. PCA adalah metode yang digunakan untuk mereduksi dimensi data dengan mempertahankan informasi penting, sehingga dapat meningkatkan efisiensi komputasi tanpa

menghilangkan fitur esensial [3];[4]. KNN digunakan sebagai algoritma klasifikasi berbasis kedekatan, yang bekerja dengan mengidentifikasi kelas dari data uji berdasarkan tetangga terdekatnya dalam ruang fitur [5];[6].

Keunggulan utama dari kombinasi PCA-KNN adalah kemampuannya dalam mengurangi dimensi data tanpa kehilangan fitur penting, meningkatkan akurasi klasifikasi dengan menghilangkan fitur yang kurang relevan, serta lebih efektif dalam menangani dataset yang kompleks. Penelitian oleh Zulfahmi dan Qadriah [4] menunjukkan bahwa kombinasi PCA dan KNN mencapai akurasi 80% dalam klasifikasi citra sayuran. Sementara itu, penelitian lain oleh Winanto et al. [14] menggunakan PCA untuk meningkatkan performa deteksi serangan dalam sistem keamanan jaringan dan memperoleh peningkatan akurasi hingga 87%.

Sementara itu, LDA merupakan metode klasifikasi yang bertujuan untuk menemukan kombinasi linier fitur yang dapat memisahkan kelas dengan optimal. Sebagai pembanding, LDA dipilih karena merupakan metode yang secara eksplisit mencari kombinasi linier fitur yang memaksimalkan pemisahan antar kelas [7];[8].

Berbeda dengan PCA yang bertujuan mengurangi dimensi tanpa mempertimbangkan label kelas, LDA memanfaatkan informasi label dalam proses reduksi dimensi, sehingga secara teori dapat meningkatkan pemisahan kelas dalam klasifikasi. Dengan membandingkan kedua metode ini, penelitian ini dapat memberikan wawasan mengenai teknik yang lebih optimal dalam mengklasifikasikan citra kupu-

kupu dan menentukan metode yang lebih sesuai berdasarkan karakteristik data yang digunakan.

Keunggulan utama LDA terletak pada kemampuannya untuk memaksimalkan pemisahan kelas, memanfaatkan informasi label dalam proses reduksi dimensi, serta lebih efektif untuk data yang memiliki jumlah fitur yang lebih kecil. Penelitian oleh Swarga et al. [7] yang menerapkan LDA dalam klasifikasi biji kopi melaporkan akurasi sebesar 85%. Namun, penelitian oleh Kurniawan dan Komputer [8] dalam klasifikasi dokumen menggunakan LDA menunjukkan bahwa metode ini lebih efektif dibandingkan teknik berbasis statistik sederhana, dengan peningkatan akurasi klasifikasi sebesar 78%.

Alasan memilih metode PCA-KNN dan LDA untuk melihat perbandingan metode PCA-KNN dan LDA yang bertujuan untuk mengevaluasi keunggulan masing-masing dalam mengklasifikasikan citra kupu-kupu dengan tingkat akurasi yang optimal. PCA-KNN diharapkan lebih unggul dalam menangani dataset berdimensi tinggi dengan variabilitas fitur yang kompleks, sedangkan LDA lebih sesuai untuk dataset dengan kelas yang memiliki perbedaan yang lebih jelas.

Dalam penelitian ini, dilakukan eksperimen untuk mengukur efektivitas masing-masing metode dalam mengklasifikasikan citra kupu-kupu *Chestnut* dan *Clouded Sulphur*. Dataset yang digunakan terdiri dari citra kupu-kupu yang telah melalui tahap preprocessing, seperti pengubahan ukuran dan normalisasi. Hasil klasifikasi dari metode PCA-KNN dan LDA dibandingkan berdasarkan tingkat akurasi yang dicapai.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh wawasan mengenai metode yang lebih optimal dalam klasifikasi citra kupu-kupu, serta memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem identifikasi spesies berbasis kecerdasan buatan. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang lain yang membutuhkan klasifikasi citra berbasis machine learning, seperti identifikasi spesies hewan lainnya, sistem monitoring lingkungan, dan aplikasi dalam bidang konservasi biodiversitas.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini yaitu, yang pertama penelitian yang dilakukan [3] mengenai Sistem Klasifikasi Jenis Sayuran Menggunakan Algoritma Pca Dan K-Nn hasil implementasinya diperoleh dari sistem tanpa background dengan tingkat akurasi sebesar 80% pada PCA dan K-NN sedangkan dengan HMM sebesar 77,7% dengan maksimum iterasinya 2000 dan toleransi 0,1.

2.2. Pengolahan Citra

Digital Image Processing adalah cabang ilmu yang mempelajari proses pembentukan, pengolahan,

dan analisis citra untuk menghasilkan informasi yang mudah dipahami oleh manusia [9].

Metode dalam pengolahan citra dapat digunakan untuk menganalisis objek baik secara matematis pada tingkat piksel maupun secara geometris. Setiap objek dalam citra memiliki perbedaan nilai yang dapat dihitung secara matematis, sehingga menghasilkan karakteristik unik untuk masing-masing objek. Perbedaan ini dapat dikenali berdasarkan warna, tekstur, atau bentuk [10];[11].

2.3. K-Nearest Neighbor (KNN)

K-Nearest Neighbor adalah metode klasifikasi yang menentukan kategori suatu objek berdasarkan kedekatannya dengan data pelatihan [12].

Data pelatihan ini direpresentasikan dalam ruang berdimensi tinggi, di mana setiap dimensi menggambarkan fitur tertentu dari data tersebut. Ruang ini kemudian dipecah menjadi beberapa bagian sesuai dengan klasifikasi data pelatihan. Pemilihan nilai k yang optimal pada algoritma ini sangat bergantung pada karakteristik data yang digunakan. Secara umum, nilai k yang lebih besar dapat mengurangi pengaruh *noise* pada hasil klasifikasi, tetapi dapat membuat batas antar kelas menjadi kurang jelas. *K-Nearest Neighbor* termasuk algoritma *supervised learning*, di mana hasil klasifikasi untuk sebuah *instance* baru ditentukan berdasarkan kategori mayoritas dari tetangga terdekatnya [13].

2.4. Principal Component Analysis (PCA)

Principal Component Analysis (PCA) adalah metode berbasis tampilan yang sering digunakan untuk mereduksi dimensi dari sekumpulan atau ruang citra, sehingga dapat menghasilkan basis atau koordinat baru yang mampu merepresentasikan model khas dari kumpulan data tersebut [14].

Dalam penerapannya pada identifikasi biometrik, metode haar cascade dan algoritma PCA berhasil digunakan untuk mengintegrasikan proses deteksi dan pengenalan wajah ke dalam sistem absensi. PCA juga dikenal dengan istilah *eigenface* atau *eigenvector* dalam konteks pengenalan wajah, karena ciri-ciri yang diekstraksi untuk merepresentasikan suatu objek dihasilkan melalui proses yang melibatkan *eigenvector* sebagai karakteristik utama [15].

2.5. Linear Discriminant Analysis (LDA)

Tujuan LDA adalah untuk mengklasifikasikan objek ke salah satu dari dua atau lebih kelompok berdasarkan berbagai fitur yang menggambarkan kelas atau kelompok [16].

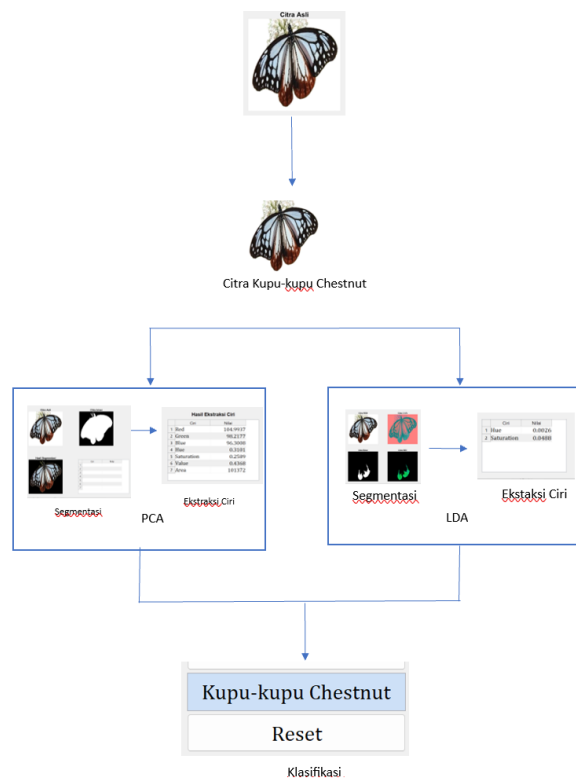
2.6. Persamaan Akurasi

$$\text{akurasi} = \frac{\text{data berhasil}}{\text{banyak data set}} \times 100\% \quad (1)$$

3. METODE PENELITIAN

Untuk menerapkan *hybrid intelligence sytem* dalam mengidentifikasi jenis kupu-kupu *Chestnut* dan kupu-kupu *Clouded Sulphur* menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN), *Principal Component Analysis* (PCA), dan *Linear Discriminant Analysis* (LDA) metode penelitian ini akan mengikuti langkah-langkah sistematis berikut:

3.1. Tahapan Penelitian



Gambar 1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dijelaskan pada Gambar 1. mencakup langkah-langkah yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah dalam klasifikasi kupu-kupu, yaitu kupu-kupu *Chestnut* dan kupu-kupu *Clouded Sulphur*:

- Load Citra*, pada tahap ini dengan memasukkan citra kupu-kupu *Chestnut* yang akan di proses.
- Preprocessing*, yaitu citra ditampilkan dalam bentuk citra asli.
- Selanjutnya dilakukan segmentasi untuk memisahkan objek dengan background. Setelah objek dan background sudah terpisah.
- Tahapan selanjutnya adalah untuk menghitung hasil dari ekstraksi ciri *Red GrenBlue* (RGB), *Hue Saturation Value* (HSV) dan Area dari citra yang sudah disegmentasi.

Hasil ekstraksi ciri selanjutnya akan di klasifikasikan menggunakan KNN dan PCA serta LDA, dan di dapatkan hasil klasifikasi kupu-kupu *Chestnut* menggunakan metode KNN, PCA. dan LDA.

3.2. Data Citra



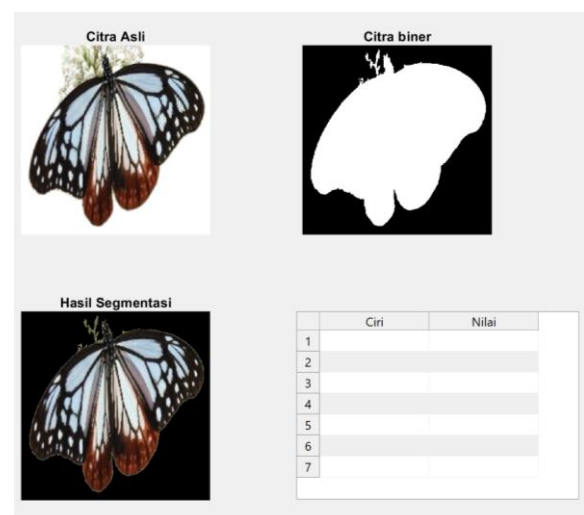
Gambar 2 Data Citra Kupu-kupu

Pada Gambar 2. Diatas merupakan data citra yang digunakan dalam penelitian ini yang terdiri dari kumpulan gambar kupu-kupu, yaitu kupu-kupu *Chestnut* dan kupu-kupu *Clouded Sulphur*, yang terbagi menjadi data latih dan data uji. Data latih mencakup 25 citra, terdiri dari 15 kupu-kupu *Chestnut* dan 10 kupu-kupu *Clouded Sulphur*, sementara data uji terdiri dari 15 citra, yakni 7 kupu-kupu *Chestnut* dan 8 kupu-kupu *Clouded Sulphur*. Setiap citra melalui tahap *preprocessing*, seperti pengubahan ukuran dan normalisasi, untuk memastikan konsistensi dan kualitas data sebelum proses analisis. Dataset ini dirancang untuk merepresentasikan berbagai variasi kupu-kupu *Chestnut* dan 8 kupu-kupu *Clouded Sulphur*, sehingga mendukung proses pelatihan dan pengujian model klasifikasi secara optimal.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Metode PCA dan KNN

Pengujian untuk identifikasi kupu-kupu pada klasifikasi jenis kupu-kupu menggunakan metode PCA dan KNN dilakukan dengan uji coba pada kupu-kupu *Chestnut* dan kupu-kupu *Clouded Sulphur*. Parameter hasil pengujian yang digunakan pada penelitian ini adalah presentase keberhasilan identifikasi tiap kupu-kupu dalam satu deteksi. Beberapa hasil pengujian pada kupu-kupu yang dilakukan terhadap data uji dapat dilihat pada beberapa gambar berikut:



Gambar 3 Tampilan Segmentasi kupu kupu Chestnut PCA

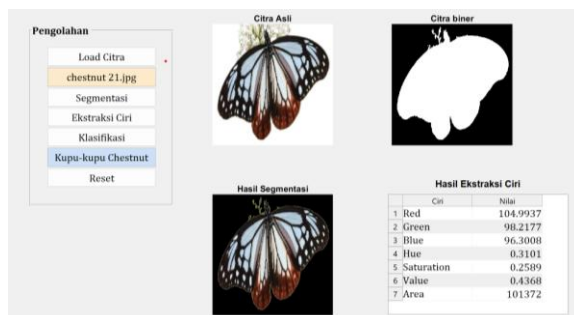
Pada tahap ini, citra input kupu-kupu *Chestnut* akan melalui proses segmentasi untuk memisahkan objek utama dari latar belakang. Teknik segmentasi,

seperti *thresholding* atau metode berbasis warna, digunakan untuk menyoroti bagian citra yang relevan. Output dari tahap ini adalah citra yang hanya menampilkan objek kupu-kupu *Chestnut* dengan latar belakang yang diminimalkan atau dihilangkan.

Hasil Ekstraksi Ciri		
	Ciri	Nilai
1	Red	104.9937
2	Green	98.2177
3	Blue	96.3008
4	Hue	0.3101
5	Saturation	0.2589
6	Value	0.4368
7	Area	101372

Gambar 4 Tampilan Hasil ekstraksi Ciri kupu kupu Chestnut PCA

Setelah segmentasi, sistem akan melakukan ekstraksi ciri untuk mendapatkan informasi penting dari citra kupu-kupu *Chestnut*, seperti bentuk, tekstur, atau pola warna. *Principal Component Analysis* (PCA) digunakan untuk mereduksi dimensi data, sehingga hanya informasi paling relevan yang dipertahankan.

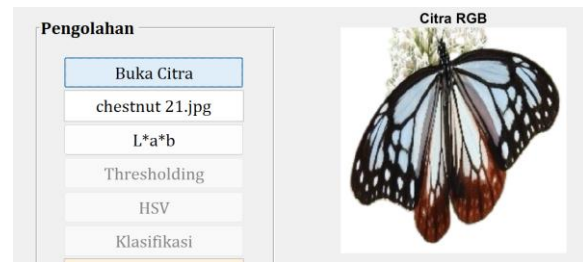


Gambar 5 Tampilan Klasifikasi Citra kupu kupu Chestnut PCA

Pada tahap akhir, ciri yang telah diekstraksi dimasukkan ke dalam algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) untuk menentukan jenis klasifikasi kupu-kupu. KNN akan menghitung kedekatan data uji dengan data latih untuk menentukan apakah citra tersebut tergolong sebagai kupu-kupu *Chestnut*.

4.2. Pengujian Metode LDA

Pengujian untuk identifikasi kupu-kupu pada klasifikasi jenis kupu-kupu menggunakan metode LDA dilakukan dengan uji coba pada kupu-kupu *Chestnut* dan kupu-kupu *Clouded Sulphur*. Parameter hasil pengujian yang digunakan pada penelitian ini adalah presentase keberhasilan identifikasi tiap pengklasifikasian kupu-kupu dalam satu deteksi. Beberapa hasil pengujian pada kupu-kupu yang dilakukan terhadap data uji dapat dilihat pada beberapa gambar berikut:



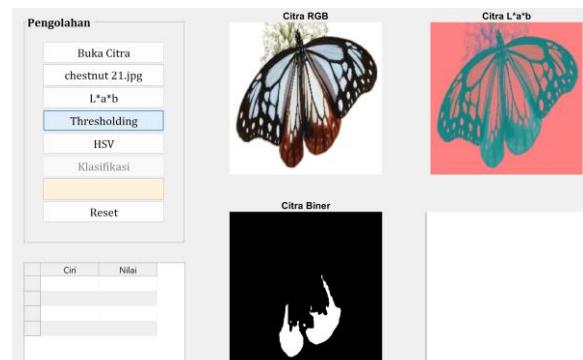
Gambar 6 Tampilan Load Citra kupu-kupu Chestnut LDA

Citra kupu-kupu *Chestnut* dimuat ke dalam sistem untuk diproses lebih lanjut. Ini adalah tahap awal di mana gambar asli diambil sebagai input untuk analisis.



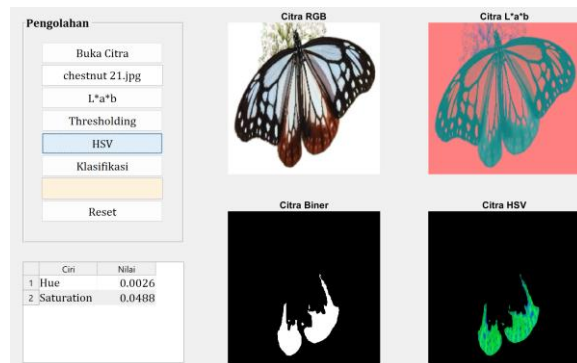
Gambar 7 Tampilan L*a*b Citra kupu-kupu Chestnut LDA

Citra dikonversi ke ruang warna $L^*a^*b^*$ untuk mendapatkan representasi warna yang lebih stabil terhadap perubahan pencahayaan. Kanal L^* mewakili kecerahan, sedangkan kanal a^* dan b^* mewakili informasi warna yang membantu dalam proses segmentasi.

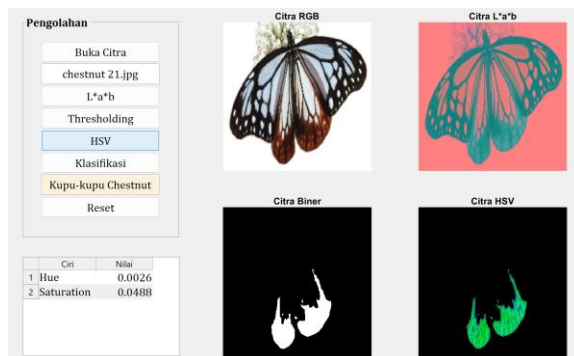


Gambar 8 Tampilan Thresholding Citra kupu-kupu Chestnut LDA

Teknik *thresholding* diterapkan untuk memisahkan objek kupu-kupu *Chestnut* dari latar belakang dengan menetapkan nilai ambang tertentu. Hasilnya adalah citra biner di mana kupu-kupu *Chestnut* tampak sebagai area putih dan latar belakang sebagai area hitam.

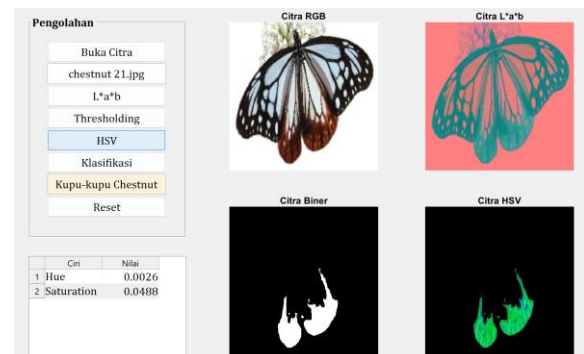


Gambar 9 Tampilan HSV Citra kupu-kupu Chestnut LDA



Gambar 10 Tampilan HSV Citra kupu-kupu Chestnut LDA

Citra yang telah disegmentasi dikonversi ke ruang warna HSV (*Hue, Saturation, Value*) untuk analisis lebih lanjut, terutama dalam membedakan warna kupu-kupu *Chestnut* berdasarkan komponen hue dan saturasi.



Gambar 11 Tampilan Hasil Klasifikasi Citra kupu-kupu Chestnut LDA

Berdasarkan fitur yang diekstraksi dari ruang warna $L^*a^*b^*$ dan HSV, citra kupu-kupu *Chestnut* diklasifikasikan ke dalam kategori tertentu menggunakan metode klasifikasi seperti *K-Nearest Neighbors* (KNN) atau *Linear Discriminant Analysis* (LDA). Adapun hasil tabel ekstraksi secara keseluruhan data latih PCA dan LDA, yaitu:

Table 1 Tampilan Hasil Data Latih PCA

Data Uji	Citra Asli	Hue	Saturation	Keterangan
1	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 1	0.3413	0.2798	Berhasil
2	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 2	0.3112	0.3744	Berhasil
3	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 3	0.6285	0.3307	Berhasil
4	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 4	0.3413	0.2798	Berhasil
5	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 5	0.2018	0.3956	Berhasil
6	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 6	0.1707	0.4232	Berhasil
7	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 7	0.3490	0.3502	Berhasil
8	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 8	0.4448	0.2629	Berhasil
9	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 9	0.3842	0.4222	Berhasil
10	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 10	0.1954	0.4261	Berhasil
11	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 11	0.1654	0.4436	Berhasil
12	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 12	0.1772	0.4459	Berhasil
13	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 13	0.2664	0.4059	Berhasil
14	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 14	0.1772	0.4452	Berhasil
15	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 15	0.2459	0.3343	Berhasil
16	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 1	0.1842	0.5785	Berhasil
17	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 2	0.1428	0.6479	Berhasil
18	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 3	0.1430	0.6896	Berhasil
19	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 4	0.1484	0.7413	Berhasil
20	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 5	0.1496	0.6093	Berhasil
21	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 6	0.1418	0.7428	Berhasil
22	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 7	0.1291	0.7057	Berhasil
23	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 8	0.1520	0.6954	Berhasil
24	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 9	0.1423	0.8088	Berhasil
25	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 10	0.1504	0.7240	Berhasil

Hasil pengujian data latih menunjukkan bahwa sistem *hybrid intelligence* yang menggunakan kombinasi *Principal Component Analysis* (PCA) dan *K-Nearest Neighbor* (KNN) mampu mengenali pola

visual dari citra kupu-kupu dengan baik. Dari 25 citra yang digunakan sebagai data latih, yang terdiri 15 kupu-kupu *Chestnut* dan 10 kupu-kupu *Clouded*

Sulphur, sistem berhasil membangun model klasifikasi berdasarkan fitur utama yang diekstraksi.

Table 2 Tampilan Hasil Data Latih LDA

Data Latih	Citra Asli	Hue	Saturation	Keterangan
1	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 1	0.0023	0.0491	Berhasil
2	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 2	0.0086	0.0729	Berhasil
3	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 3	0.0217	0.0160	Berhasil
4	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 4	0.0023	0.0491	Berhasil
5	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 5	0.0013	0.0260	Gagal
6	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 6	0.0071	0.0829	Berhasil
7	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 7	0.0037	0.0508	Berhasil
8	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 8	0.0239	0.0439	Berhasil
9	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 9	0.0156	0.0814	Berhasil
10	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 10	0.0033	0.0524	Berhasil
11	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 11	0.0071	0.1117	Berhasil
12	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 12	0.0170	0.1451	Berhasil
13	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 13	0.0257	0.1079	Berhasil
14	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 14	0.0171	0.1426	Berhasil
15	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 15	0.0091	0.1004	Berhasil
16	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 1	0	0	Berhasil
17	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 2	2.9389e-05	2.0981e-04	Berhasil
18	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 3	2.7583e-04	0.0021	Berhasil
19	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 4	0.0019	0.0150	Berhasil
20	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 5	1.6356e-05	1.2017e-04	Berhasil
21	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 6	0	0	Berhasil
22	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 7	0.0046	0.0314	Berhasil
23	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 8	0.0129	0.0581	Gagal
24	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 9	0	0	Berhasil
25	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 10	3.4906e-05	2.2697e-04	Berhasil

Hasil pengujian data latih LDA menunjukkan bahwa sistem *hybrid intelligence* yang menggunakan *Linear Discriminant Analysis* (LDA) mampu mengenali pola visual dari citra kupu-kupu dengan baik. Dari 25 citra yang digunakan sebagai data latih, yang terdiri 15 kupu-kupu *Chestnut* dan 10 kupu-kupu *Clouded Sulphur*, sistem berhasil membangun model

klasifikasi berdasarkan fitur utama yang diekstraksi. Terdapat 2 data gagal yaitu kupu-kupu *Chestnut* 5 dan kupu-kupu *Clouded Sulphur* 8.

Berikut hasil table ekstraksi data Uji metode PCA dan LDA.

Table 3 Tampilan Hasil Data Uji PCA

Data Uji	Citra Asli	Hue	Saturation	Keterangan
1	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 16	0.1563	0.4446	Berhasil
2	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 17	0.2570	0.2389	Berhasil
3	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 18	0.3435	0.1493	Berhasil
4	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 19	0.2432	0.4560	Berhasil
5	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 20	0.1757	0.2803	Berhasil
6	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 21	0.3101	0.2589	Berhasil
7	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 22	0.2373	0.3580	Berhasil
8	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 11	0.1615	0.9533	Berhasil
9	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 12	0.1425	0.3759	Berhasil
10	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 13	0.1636	0.6964	Berhasil
11	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 14	0.1528	0.7410	Berhasil
12	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 15	0.1744	0.5140	Berhasil
13	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 16	0.1524	0.5082	Berhasil
14	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 17	0.3702	0.5982	Berhasil
15	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 18	0.1735	0.2592	Gagal

Hasil pengujian data uji PCA menunjukkan kinerja sistem dalam mengklasifikasikan citra kupu-kupu menggunakan metode *Hybrid Intelligence*, yaitu kombinasi *K-Nearest Neighbor* (KNN) dan *Principal Component Analysis* (PCA). Data uji terdiri dari 15

citra: 7 kupu-kupu *Chestnut* dan 8 citra kupu-kupu *Clouded Sulphur*. Sistem berhasil membangun model klasifikasi walaupun dengan kesalahan pada 1 data yaitu kupu-kupu *Clouded Sulphur*.

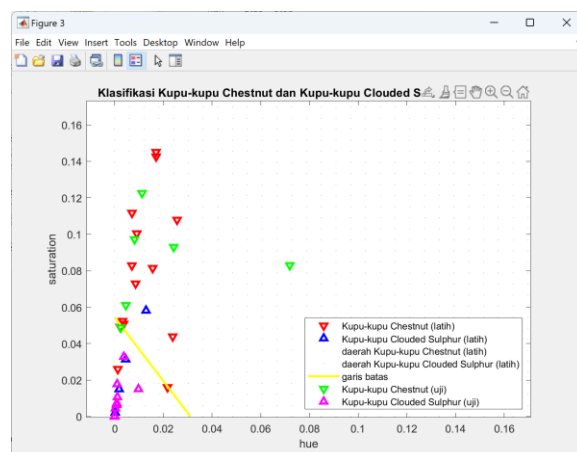
Table 4 Tampilan Hasil Data Uji LDA

Data Uji	Citra Asli	Hue	Saturation	Keterangan
1	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 16	0.0082	0.0972	Berhasil
2	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 17	0.0243	0.0930	Berhasil
3	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 18	0.0011	0.0177	Gagal
4	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 19	0.0113	0.1226	Berhasil
5	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 20	3.5588e-04	0.0045	Gagal
6	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 21	0.0026	0.0488	Berhasil
7	Kupu-kupu <i>Chestnut</i> 22	0.0046	0.0611	Berhasil
8	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 11	0.0012	0.0107	Berhasil
9	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 12	5.1473e-05	2.7259e-04	Berhasil
10	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 13	0.0038	0.0328	Berhasil
11	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 14	9.3498e-04	0.0073	Berhasil
12	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 15	8.5077e-04	0.0064	Berhasil
13	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 16	0.0098	0.0150	Berhasil
14	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 17	0.0719	0.0830	Gagal
15	Kupu-kupu <i>Clouded Sulphur</i> 18	0	0	Berhasil

Hasil pengujian data uji LDA menunjukkan kinerja sistem dalam mengklasifikasikan citra kupu-kupu menggunakan metode *Hybrid Intelligence*, yaitu kombinasi *K-Nearest Neighbor* (KNN) dan *Principal Component Analysis* (PCA). Data uji terdiri dari 15 citra: 7 kupu-kupu *Chestnut* dan 8 kupu-kupu *clouded sulphu*. Di dapatkan 3 citra yang dalam pengujiannya gagal yaitu pada citra Kupu-kupu *Chestnut* 18, Kupu-kupu *Chestnut* 20, dan Kupu-kupu *Clouded Sulphur* 17

4.3. Klasifikasi Objek Menggunakan LDA dan KNN-PCA

Metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA) digunakan untuk mengklasifikasikan kupu-kupu, adapun tujuan utama dari metode ini adalah menemukan kombinasi linear dari fitur yang dapat memaksimalkan antara perbedaan kelas-kelas dari data tersebut dan memproyeksikan data ke dimensi yang lebih rendah. evaluasi data dilakukan dengan menggunakan fitur warna dalam ruang HSV, yang menunjukkan bahwa garis batas yang terbentuk melalui LDA mampu memisahkan masing-masing jenis kupu-kupu. selanjutnya, visualisasi daerah keputusan menunjukkan bagaimana model LDA mengklasifikasi kupu-kupu berdasarkan fitur HSV.



Gambar 12 Tampilan Segmentasi Metode LDA

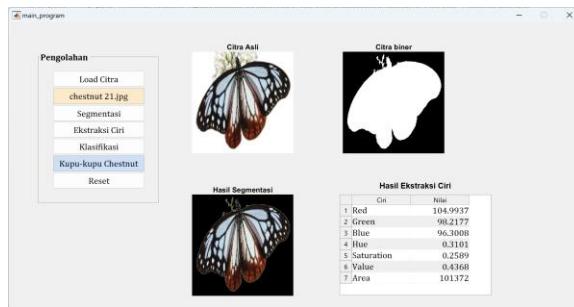


Gambar 13 Tampilan Segmentasi Metode PCA

Pada gambar Gambar 12 dan Gambar 13 dapat dilihat bahwa pada metode LDA, data latih kupu-kupu *Chestnut* ditandai dengan segitiga merah, data latih kupu-kupu *Clouded Sulphur* ditandai dengan segitiga navy, sedangkan data uji kupu-kupu *Chestnut* ditandai dengan segitiga toska dan untuk data uji *Clouded Sulphur* ditandai dengan segitiga ungu.

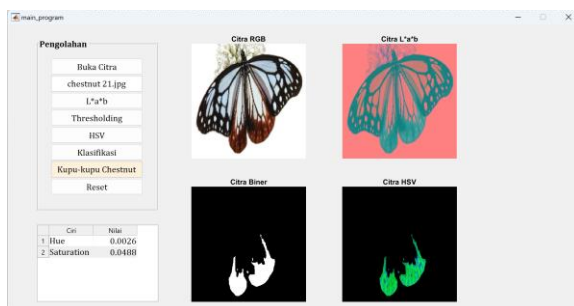
Sedangkan pada metode PCA dengan pengujian KNN, data latih kupu-kupu *Chestnut* ditandai dengan titik merah, data latih kupu-kupu *Clouded Sulphur* ditandai dengan titik hijau, sedangkan data uji kupu-kupu *Chestnut* ditandai dengan warna toska, data uji kupu-kupu *Clouded Sulphur* ditandai dengan warna ungu.

Penelitian ini merancang sistem berbasis *Graphical User Interface* (GUI), yang menghasilkan sebuah antarmuka untuk menghubungkan sistem dengan pengguna. Keberadaan tampilan halaman tersebut dirancang untuk mempermudah penggunaan sistem ini. Bentuk hasil halaman sistem pada PCA dapat dilihat pada gambar 14



Gambar 14 Tampilan Halaman Sistem PCA

Sedangkan bentuk tampilan sistem pada metode LDA dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15 Tampilan Halaman Sistem LDA

Tampilan Halaman Sistem mengacu pada antarmuka pengguna (*user interface*) dari sistem yang dirancang untuk memproses dan mengklasifikasikan citra kupu-kupu. Halaman ini dirancang agar mudah digunakan dan intuitif, dengan beberapa fitur utama sebagai berikut:

- Load citra, Pengguna dapat mengunggah gambar kupu-kupu melalui fitur unggah file. Pada halaman ini, pengguna juga dapat melihat pratinjau citra yang telah diunggah sebelum diproses lebih lanjut.
- Segmentasi, Setelah citra diunggah, sistem menampilkan hasil segmentasi, di mana objek utama kupu-kupu dipisahkan dari latar belakang untuk memastikan analisis fokus pada bagian yang relevan.
- Ekstraksi Ciri, Halaman ini menunjukkan atribut atau fitur visual yang diekstraksi dari citra, seperti nilai RGB, HSV, atau tekstur. Data ini ditampilkan dalam bentuk grafik atau tabel agar mudah dipahami.
- Klasifikasi, Setelah melalui tahap analisis, sistem akan menampilkan hasil klasifikasi, termasuk label kupu-kupu *Chestnut* dan kupu-kupu *Clouded Sulphur* yang terdeteksi serta tingkat akurasi dari prediksi tersebut.

4.4. Perhitungan Akurasi

4.4.1. PCA

$$akurasi = \frac{14}{15} \times 100\%$$

$$akurasi = 93,3\%$$

4.4.2. LDA

$$akurasi = \frac{12}{15} \times 100\%$$

$$akurasi = 80\%$$

Pada penelitian ini, penerapan *Hybrid Intelligence System* dengan kombinasi metode *Principal Component Analysis* (PCA) dan *K-Nearest Neighbor* (KNN) serta metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA) berhasil digunakan untuk klasifikasi citra kupu-kupu. PCA digunakan untuk reduksi dimensi pada dataset citra kupu-kupu, sehingga hanya fitur-fitur penting yang dipertahankan, yang mampu meningkatkan efisiensi proses klasifikasi. KNN kemudian diaplikasikan untuk menentukan kelas masing-masing jenis kupu-kupu berdasarkan fitur yang telah direduksi. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa metode integrasi antara PCA dan KNN mencapai akurasi sebesar **93,3%** dalam pengujian data validasi. Sedangkan dengan menggunakan metode LDA didapatkan hasil akurasi sebesar **80%**. Hal ini menunjukkan bahwa segmentasi menggunakan PCA lebih baik dibandingkan dengan metode integrasi LDA.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, metode *Principal Component Analysis* (PCA) - *K Nearest Neighbor* (KNN) terbukti memiliki performa lebih baik dibandingkan dengan *Linear Discriminant Analysis* (LDA) - KNN dalam klasifikasi citra label kupu-kupu *Chestnut* dan *Clouded Sulphur*, dengan akurasi masing-masing sebesar 93,3% dan 80%. Keunggulan PCA-KNN terletak pada kemampuannya mereduksi dimensi tanpa kehilangan informasi penting, sehingga meningkatkan efektivitas klasifikasi, sementara LDA-KNN memiliki keterbatasan dalam memisahkan kelas dengan karakteristik serupa. Untuk pengembangan lebih lanjut, penelitian ini dapat ditingkatkan dengan memperluas dataset guna menguji kehandalan sistem dalam berbagai kondisi serta mengintegrasikan model ini dengan aplikasi berbasis mobile atau web untuk penerapan yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Anggreani, "Peningkatan Metode YOLOv7 Dengan Proses Augmentasi Image Pada Klasifikasi Jenis Kupu-Kupu," *J. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 4, no. 2, pp. 243–253, 2023.
- [2] P. F. Rahmah, M. Antikasari, A. E. Hasana, F. A. Putri, and ..., "Klasifikasi Citra Kupu-Kupu Menggunakan Convolutional Neural Network Arsitektur GoogleNet," *J. Stat. Teor. dan Apl.*, vol. 1, no. 1, pp. 171–177, 2022.
- [3] I. P. Sari, F. Ramadhani, A. Satria, and D. Apdilah, "Implementasi Pengolahan Citra Digital dalam Pengenalan Wajah menggunakan Algoritma PCA dan Viola Jones," *J. Ilmu*

- Komput.*, vol. 2, no. 3, pp. 146–157, 2023, doi: 10.56211/helloworld.v2i3.346.
- [4] Z. Zulfahmi and L. Qadriah, “Sistem klasifikasi jenis sayuran menggunakan algoritma pca dan k-nn,” *J. Real Ris.*, vol. 5, no. 1, pp. 317–320, 2023, doi: 10.47647/jrr.v5i1.1169.
- [5] A. D. Adhi Putra, “Analisis Sentimen Pada Ulasan Pengguna Aplikasi Bibit Dan Bareksa Dengan Algoritma KNN,” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 8, no. 2, pp. 636–646, 2021.
- [6] I. H. Kusuma and N. Cahyono, “Analisis Sentimen Masyarakat Terhadap Penggunaan E-Commerce Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor,” *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 8, no. 3, pp. 302–307, 2023, doi: 10.30591/jpit.v8i3.5734.
- [7] L. A. Swarga, K. Setyadjit, and A. Ridhoi, “Klasifikasi Jenis Biji Kopi menggunakan Algoritma LDA dan NN,” *J. Fortei* 7, vol. 6, no. 1, pp. 7–11, 2024.
- [8] N. Kurniawan and I. Komputer, “Aplikasi algoritma lda untuk klasifikasi dokumen,” *J. Dunia Data*, vol. 1, no. 5, pp. 1–16, 2024.
- [9] Y. Yuhandri, A. Ramadhanu, and H. Syahputra, “Pengenalan Teknologi Pengolahan Citra Digital (Digital Image Processing) Untuk Santri Di Rahmatan Lil’Alamin International Islamic Boarding School,” *Community Dev. J. J. Pengabd. Masy.*, vol. 3, no. 2, pp. 1239–1244, 2022, doi: 10.31004/cdj.v3i2.5868.
- [10] J. Jumadi, Y. Yupianti, and D. Sartika, “Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Objek Menggunakan Metode Hierarchical Agglomerative Clustering,” *J. Sains dan Teknol.*, vol. 10, no. 2, pp. 148–156, 2021, doi: 10.23887/jstundiksha.v10i2.33636.
- [11] T. Susim and C. Darujati, “Pengolahan Citra untuk Pengenalan Wajah (Face Recognition) Menggunakan OpenCV,” *J. Syntax Admiration*, vol. 2, no. 3, pp. 534–545, 2021, doi: 10.46799/jsa.v2i3.202.
- [12] N. M. Putry, “Komparasi Algoritma Knn Dan Naïve Bayes Untuk Klasifikasi Diagnosis Penyakit Diabetes Mellitus,” *J. Sains dan Manaj.*, vol. 10, no. 1, pp. 45–57, 2022, doi: 10.31294/evolusi.v10i1.12514.
- [13] C. Prilylia, A. Mulya, and V. Arinal, “Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi) Analisis Sentimen Terhadap Sistem Informasi Akademik Mahasiswa pada Aplikasi Edlink dengan Metode K-Nearest,” vol. 9, no. March, pp. 142–148, 2025.
- [14] E. A. Winanto, Y. Novianto, S. Sharipuddin, I. S. Wijaya, and P. A. Jusia, “Peningkatan Performa Deteksi Serangan Menggunakan Metode Pca Dan Random Forest,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 2, pp. 285–290, 2024, doi: 10.25126/jtiik.20241127678.
- [15] I. P. Sari, F. Ramadhani, A. Satria, and D. Apdilah, “Implementasi Pengolahan Citra Digital dalam Pengenalan Wajah menggunakan Algoritma PCA dan Viola Jones,” *Hello World J. Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 3, pp. 146–157, 2023, doi: 10.56211/helloworld.v2i3.346.
- [16] S. R. Raysyah, Veri Arinal, and Dadang Iskandar Mulyana, “Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Kopi Berdasarkan Deteksi Warna Menggunakan Metode Knn Dan Pca,” *JSiI (Jurnal Sist. Informasi)*, vol. 8, no. 2, pp. 88–95, 2021, doi: 10.30656/jsii.v8i2.3638.