

IMPLEMENTASI ALGORITMA KNN, PCA PADA KLASIFIKASI BUAH PIR MADU, PIR HIJAU DAN APEL MERAH

Sandra Yulihartati, Agung Ramadhanu
Universitas Putra Indonesia YPTK Padang
Jl. Raya Lubuk Begalung nan XX Padang
sandranyulihartati@gmail.com

ABSTRAK

Klasifikasi citra buah dapat dilakukan berdasarkan bentuk, ukuran, tekstur, warna buah. Buah merupakan salah satu data yang dipakai pada pengolahan data yang dapat mempermudah identifikasi jenis buah berdasarkan ciri-ciri fisiknya. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan algoritma K-Nearest Neighbors (KNN) dan Principal Component Analysis (PCA) untuk mengklasifikasikan tiga jenis buah, yaitu Pir Madu, Pir Hijau, dan Apel Merah. PCA digunakan untuk mereduksi dimensi data morfologi yang terdiri dari fitur berat, panjang, dan lebar buah, sehingga meningkatkan efisiensi dan efektivitas model KNN dalam melakukan klasifikasi. Data yang digunakan terdiri dari 26 data yang dibagi menjadi data latih dan data uji. Setelah proses standarisasi, PCA diterapkan untuk mengurangi jumlah komponen fitur menjadi dua komponen utama yang mempertahankan informasi penting dalam data. Selanjutnya, algoritma KNN dengan parameter $k=3$ digunakan untuk melakukan klasifikasi pada data uji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi PCA dan KNN menghasilkan akurasi klasifikasi sebesar 90%, dengan nilai precision 90 %, recal 90%, dan F1-score 94,7% yang baik untuk setiap jenis buah. Hasil ini menunjukkan bahwa teknik PCA dapat meningkatkan kinerja algoritma KNN dalam klasifikasi buah dengan mengurangi dimensi data yang kompleks. Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan teknik klasifikasi buah berbasis data morfologi dengan penerapan PCA dan KNN.

Kata kunci : K-Nearest Neighbors (KNN).Principal Component Analysis (PCA)

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia pertanian dan industri pangan, klasifikasi buah berdasarkan jenisnya menjadi salah satu aspek penting dalam meningkatkan efisiensi distribusi dan penjualan. Identifikasi buah yang akurat dapat membantu dalam pemrosesan, pengemasan, serta menjaga kualitas produk yang sampai ke konsumen. Namun, klasifikasi manual masih memiliki keterbatasan karena bergantung pada pengamatan subjektif manusia yang rentan terhadap kesalahan. Oleh karena itu, metode klasifikasi berbasis kecerdasan buatan dapat menjadi solusi untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam identifikasi buah.

Klasifikasi citra buah dapat dilakukan berdasarkan bentuk, ukuran, tekstur dan warna buah. klasifikasi buah menjadi topik yang menarik dan relevan untuk penelitian. Salah satu tantangan dalam klasifikasi buah adalah mengidentifikasi jenis buah berdasarkan ciri-ciri fisiknya, seperti berat, panjang lebar, dan warna. Dalam hal ini, buah pir, pir hijau, dan apel menjadi pilihan objek yang cocok untuk diuji.

Klasifikasi buah seperti pir madu, pir hijau, dan apel memiliki tantangan tersendiri karena meskipun ketiga buah ini terlihat serupa secara fisik, mereka memiliki perbedaan yang dapat dideteksi menggunakan teknik analisis data. Oleh karena itu, penting untuk menggunakan metode yang efektif dalam membedakan antara ketiga jenis buah ini berdasarkan ciri-ciri fisiknya .

Algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN) dan *Principal Component Analysis* (PCA) digunakan untuk melakukan klasifikasi buah pir, pir hijau, dan apel. *K-Nearest Neighbors* (KNN) adalah metode klasifikasi yang sederhana namun sangat efektif yang bekerja dengan mengidentifikasi kedekatan (jarak) antar titik data untuk menentukan kategori kelas dari data baru [1].

Di sisi lain, *Principal Component Analysis* (PCA) merupakan teknik pengurangan dimensi yang sangat berguna untuk mengurangi kompleksitas data dengan memproyeksikan data ke dalam dimensi yang lebih rendah tanpa mengurangi informasi yang penting. Dengan menggabungkan kedua teknik ini, sistem klasifikasi yang lebih efisien dan akurat dapat dibangun.[2]

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian terdahulu

Penelitian ini dilakukan tentunya atas penelitian sebelumnya dengan menggunakan metoda yang relevan. berikut penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh S. R Raysyah, Veri Arinal dan Dadang Iskandar mulyana, “Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Kopi Berdasarkan Deteksi Warna Menggunakan Metode Knn Dan Pca” perbedaan dengan penulis lakukan pada klasifikasi data uji dan data latih untuk mengklasifikasikan buah berdasarkan bentuk, tekstur dan waran.

2.2. Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN)

Algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) adalah sebuah metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan objek berdasarkan data pembelajaran yang memiliki jarak paling dekat dengan objek tersebut[3] *KNN* (*K-Nearest Neighbor*) adalah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat atau memiliki persamaan ciri paling banyak dengan objek tersebut. Jarak setiap objek dihitung berdasarkan jarak *Euclidean*. [3], [4] Nilai jarak pada metode *K-NN* dapat dihitung dengan menggunakan rumus *Euclidean Distance*. [5] Cara ini sederhana dan dapat memberikan akurasi yang baik terhadap hasil klasifikasi. Adapun rumus *Euclidean Distance* seperti pada rumus dibawah ini[1][6]

$$(xy) = \sqrt{\sum (xi - yi)^2}$$

Keterangan:

d : jarak kedekatan

x : data training

y : data testing

n : jumlah atribut antara 1 s.d n

i : atribut individu antara 1 s.d n.

2.3. Principal Component Analysis (PCA)

Principal Component Analysis (PCA) merupakan suatu titik dimensi dari kumpulan kelompok data yang terdiri dari variable-variable yang saling terkait. Ada juga yang mengatakan bahwa *Principal Component Analysis* (PCA) adalah suatu metode untuk mengurangi kepadatan kumpulan data atau menyederhanakan kumpulan data. [7] Dari kedua pengertian dapat disimpulkan bahwa *Principal Component Analysis* (PCA) merupakan suatu teknik yang digunakan untuk menyederhanakan kumpulan data yang saling terkait. Perhitungan *Principal Component Analysis* (PCA) menggunakan kumpulan data yang telah distandarisasi. *Principal Component Analysis* (PCA) tersusun dari nilai *Eigen* dan kelompok variable data awal. Nilai *eigen* dibagi menjadi dua jenis yaitu *Eigenvalue* dan *Eigenvector*. [8]

Pada penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi Buah dengan menggunakan metoda *Principal Component Analysis* (PCA) yang mana pada metoda ini dapat mengurangi dimensi data fitur yang ada, menghilangkan redundansi, serta mempercepat proses pelatihan model KNN. Sebagai contoh, dalam dataset buah yang memiliki banyak fitur, PCA dapat digunakan untuk memilih beberapa komponen utama yang mengandung sebagian besar variasi data. Setelah itu, algoritma KNN dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi berdasarkan komponen utama tersebut[9]

Principal Component Analysis (PCA) adalah metode reduksi dimensi yang berguna untuk mengurangi jumlah fitur dalam data sambil mempertahankan variabilitas yang paling besar. Dalam konteks klasifikasi, PCA dapat digunakan untuk mengurangi kompleksitas data dan

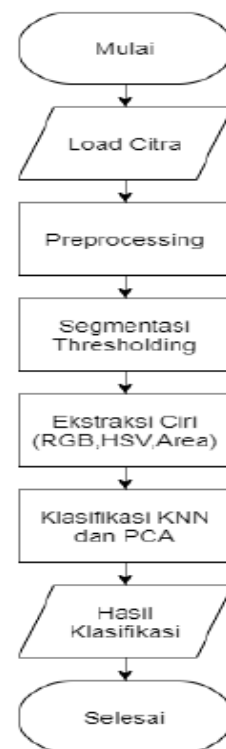
mempercepat proses pelatihan model tanpa mengorbankan informasi penting dalam data. Dengan mereduksi dimensi, PCA memungkinkan algoritma KNN untuk bekerja lebih efisien, terutama pada dataset yang memiliki banyak fitur.[10]

Kelebihan metoda *Principal Component Analysis* (PCA) adalah metode mengubah dimensi data yang banyak menjadi dimensi data yang sederhana dengan mempertahankan informasi dataset asli.

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian kali ini tahapan penelitian yang dilakukan terdiri dari tahapan studi literatur untuk dijadikan referensi atau rujukan dalam penelitian kali ini guna memperkuat permasalahan serta sebagai dasar teori dalam melakukan penelitian[1].

Studi literatur didapatkan dari membaca jurnal, artikel dan situs-situs di internet sehingga mendapatkan kumpulan referensi yang relevan dengan masalah dalam penelitian ini. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis data kuantitatif. Jenis data kuantitatif yaitu metode yang mengandalkan pengukuran objektif dan analisis matematis terhadap sampel data[11]. metoda yang digunakan pada penelitian ini adalah



Gambar 1. Flowchart Sistem Klasifikasi Buah

3.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data berupa data citra yang terdiri dari 3 jenis buah yaitu buah pir madu, pir hijau, dan apel merah berformat JPG berupa citra RGB. Citra diambil sebanyak 26 citra untuk data latih sebanyak 16 buah data dan data uji sebanyak 10 buah data

3.2. Analisa Data

Untuk menganalisa data pada penelitian ini perlu mendalami beberapa langkah yang terlibat dalam proses ini. Kita akan melihat data yang digunakan, pengaruh Principal Component Analysis (PCA) dalam pengurangan dimensi, serta bagaimana Algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) mengklasifikasikan berdasarkan kedekatan data. diantaranya :

3.3. Loading Citra dan Prosesing

Pada tahapan awal sistem yaitu *load* citra atau menginput citra gambar buah pir madu, pir hijau dan buah apel. Setelah itu dilakukan *preprocessing*.



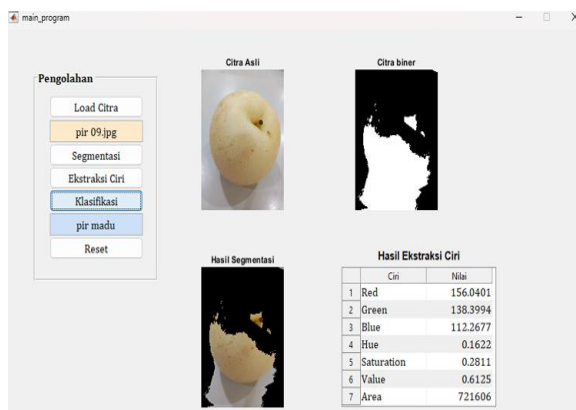
Gambar 2. citra asli buah

3.4. Segementasi

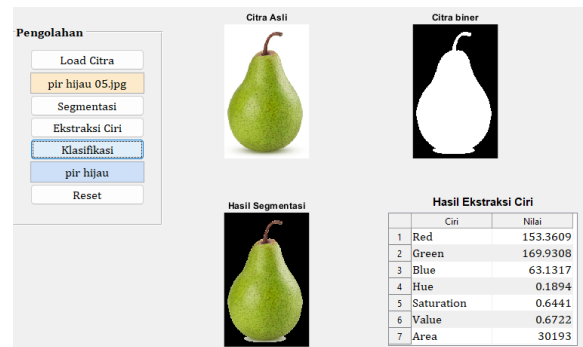
Segmentasi citra adalah teknik dalam pengolahan citra yang digunakan untuk membagi citra menjadi beberapa bagian atau objek yang lebih homogen untuk mempermudah analisis. Dalam konteks klasifikasi buah, segmentasi citra dapat digunakan untuk memisahkan buah dari latar belakang dan membagi objek menjadi wilayah yang lebih mudah dianalisis, seperti bagian dari bu buah yang diinginkan, seperti kulit, bentuk, atau fitur lain

3.5. Ekstraksi

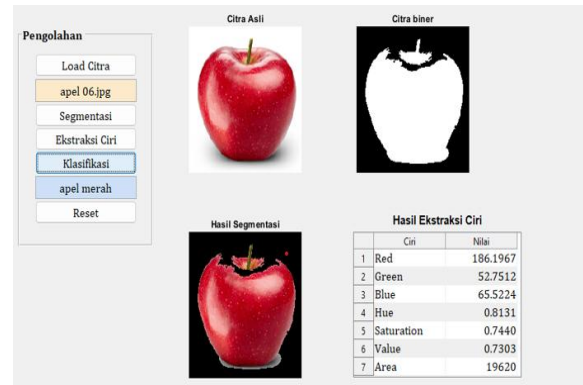
Ekstraksi fitur adalah proses penting dalam analisis citra yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengenali ciri khas dari citra yang sedang dipelajari. Ada berbagai metode yang dapat digunakan untuk melakukan ekstraksi fitur pada citra.



Gambar 3. ekstraksi fitur buah pir madu

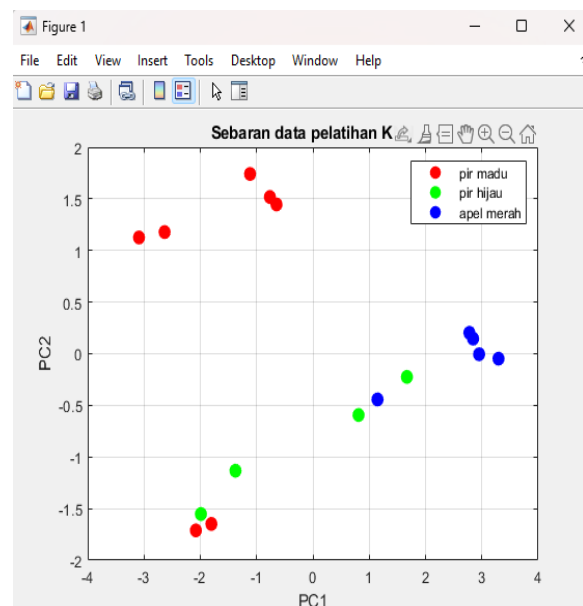


Gambar 4. ekstraksi fitur buah pir hijau



Gambar 5. Ekstraksi fitur buah apel merah

Selanjutnya dikonversi menjadi *principal component* yang berikutnya direduksi menjadi 2PC. Hasil tersebut selanjutnya divisualisasikan menggunakan algoritma *Principal Component Analysis* untuk memudahkan dalam mengetahui sebaran data dari masing masing citra agar nantinya memudahkan dalam klasifikasi menggunakan *KNN*. Sebaran data dari 16 citra data latih



Gambar 6. sebaran data latih

Gambar 6 menunjukkan sebaran data KNN dalam ruang dua dimensi. data latih terdiri dari kelas yang mana pir madu (ditandai titik merah) pir hijau (ditandai titik warna hijau) dan apel merah (ditandai titik warna biru). distribusi data menunjukkan pola yang berbeda untuk mengklasifikasikan data berdasarkan bentuk, warna dan tekstur

Berikutnya dilakukan pengujian menggunakan 10 citra buah pir madu, pir hijau, apel merah dengan tingkat akurasi warna yang berbeda. Pada tahap pengujian langkah yang dilakukan sama. Bedanya pada tahap pengujian, data uji diuji menggunakan metode KNN berdasarkan dari banyaknya tetangga terdekat yang didapatkan. Dari tahap pengujian didapatkan sebaran dari 10 data uji yang divisualisasikan menggunakan algoritma PCA. Sebagai tambahan, tanda silang (x) memiliki 3 warna untuk 3 kelas yaitu, warna merah, warna Hijau dan warna Biru

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini peneliti membuat sebuah sistem untuk klasifikasi antara buah pir madu, pir hijau, dan apel merah. Adapun dalam penelitian kali ini menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor* untuk mengklasifikasi data dan menggunakan algoritma Principal Component Analysis untuk mendapatkan sebaran dari dataset. Untuk mempermudah dalam penelitian kali ini, peneliti menggunakan pemrograman *Matlab R2023b* untuk pembuatan sistem klasifikasi buah pir madu, pir hijau dan apel merah. Input data citra Data latih yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 7. data latih

Gambar 7 merupakan gambar latih yang digunakan pada penelitian ini. data citra latih digunakan untuk menentukan kelas yang tepat. sementara itu citra uji terdiri dari gambar baru yang akan diklasifikasikan menggunakan model yang telah dilatih dan akan dinilai akurasi hasil klasifikasinya

4.1. Konversi Data Citra

Citra RGB dikonversi menjadi citra biner yaitu memisahkan background dengan objek buah.

Gambar 7 merupakan gambar konversi biner dari buah pir hijau



gambar 7. Konversi biner

4.2. Segmentasi Citra

Pada proses segmentasi citra dari buah akan dicropping dan akan menghasilkan citra biner, sehingga bentuk citra terlihat lebih jelas



gambar 8. hasil segmentasi

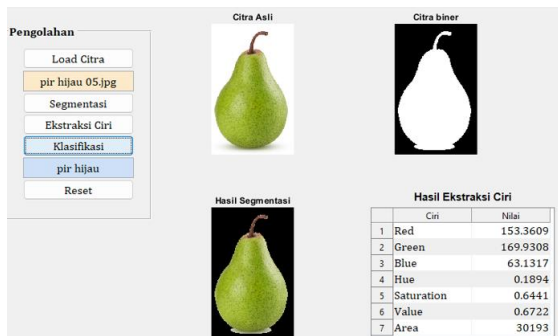
Gambar 8 merupakan hasil segmentasi buah pir hijau yang digunakan pada penelitian ini.

4.3. Ekstraksi ciri

Ekstraksi ciri merupakan proses pengambilan/mengekstrak ciri dari buah. Ekstraksi ciri yang digunakan RGB, HSV dan Area. Nilai RGB akan dikonversi menjadi HSV. Juga mencari nilai dari area yang digunakan untuk membedakan ukuran buah satu dengan lainnya.

Hasil Ekstraksi Ciri		
	Ciri	Nilai
1	Red	153.3609
2	Green	169.9308
3	Blue	63.1317
4	Hue	0.1894
5	Saturation	0.6441
6	Value	0.6722
7	Area	30193

Gambar 9. Hasil ekstraksi ciri



Gambar 10. Hasil Ekstraksi

Proses klasifikasi pada jenis buah Berdasarkan ekstraksi ciri yang didapat, algoritma akan menentukan jenis buah yang mempunyai kemiripan di data latih pada data uji

Dari proses pada gambar 10 didapatkan hasil pengolahan berdasarkan klasifikasi berupa Pir Hijau. Penelitian ini menyajikan hasil evaluasi berdasarkan data latih dan data uji yang menunjukkan hasil kualifikasi jenis pir madu, pir hijau dan apel merah bentuk, warna dan tekstur. Adapun hasil tabel hasil ekstraksi secara keseluruhan data uji yaitu yaitu :

Tabel 1. Hasil Pengujian Data Uji

Citra uji	Citra asli	Hasil segmentasi	Hasil ekstraksi ciri	klasifikasi	keterangan																								
1	Pir madu		<table><thead><tr><th></th><th>Ciri</th><th>Nilai</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>Red</td><td>156.0401</td></tr><tr><td>2</td><td>Green</td><td>138.3994</td></tr><tr><td>3</td><td>Blue</td><td>112.2677</td></tr><tr><td>4</td><td>Hue</td><td>0.1622</td></tr><tr><td>5</td><td>Saturation</td><td>0.2811</td></tr><tr><td>6</td><td>Value</td><td>0.6125</td></tr><tr><td>7</td><td>Area</td><td>721606</td></tr></tbody></table>		Ciri	Nilai	1	Red	156.0401	2	Green	138.3994	3	Blue	112.2677	4	Hue	0.1622	5	Saturation	0.2811	6	Value	0.6125	7	Area	721606	Pir madu	akurat
	Ciri	Nilai																											
1	Red	156.0401																											
2	Green	138.3994																											
3	Blue	112.2677																											
4	Hue	0.1622																											
5	Saturation	0.2811																											
6	Value	0.6125																											
7	Area	721606																											
2	Pir madu		<table><thead><tr><th></th><th>Ciri</th><th>Nilai</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>Red</td><td>155.6774</td></tr><tr><td>2</td><td>Green</td><td>137.4456</td></tr><tr><td>3</td><td>Blue</td><td>111.2057</td></tr><tr><td>4</td><td>Hue</td><td>0.1461</td></tr><tr><td>5</td><td>Saturation</td><td>0.2066</td></tr><tr><td>6</td><td>Value</td><td>0.6110</td></tr><tr><td>7</td><td>Area</td><td>661151</td></tr></tbody></table>		Ciri	Nilai	1	Red	155.6774	2	Green	137.4456	3	Blue	111.2057	4	Hue	0.1461	5	Saturation	0.2066	6	Value	0.6110	7	Area	661151	Pir madu	akurat
	Ciri	Nilai																											
1	Red	155.6774																											
2	Green	137.4456																											
3	Blue	111.2057																											
4	Hue	0.1461																											
5	Saturation	0.2066																											
6	Value	0.6110																											
7	Area	661151																											
3	Pir madu		<table><thead><tr><th></th><th>Ciri</th><th>Nilai</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>Red</td><td>156.0401</td></tr><tr><td>2</td><td>Green</td><td>138.3994</td></tr><tr><td>3</td><td>Blue</td><td>112.2677</td></tr><tr><td>4</td><td>Hue</td><td>0.1622</td></tr><tr><td>5</td><td>Saturation</td><td>0.2811</td></tr><tr><td>6</td><td>Value</td><td>0.6125</td></tr><tr><td>7</td><td>Area</td><td>721606</td></tr></tbody></table>		Ciri	Nilai	1	Red	156.0401	2	Green	138.3994	3	Blue	112.2677	4	Hue	0.1622	5	Saturation	0.2811	6	Value	0.6125	7	Area	721606	Pir madu	akurat
	Ciri	Nilai																											
1	Red	156.0401																											
2	Green	138.3994																											
3	Blue	112.2677																											
4	Hue	0.1622																											
5	Saturation	0.2811																											
6	Value	0.6125																											
7	Area	721606																											
4	Pir hijau		<table><thead><tr><th></th><th>Ciri</th><th>Nilai</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>Red</td><td>176.1312</td></tr><tr><td>2</td><td>Green</td><td>185.9810</td></tr><tr><td>3</td><td>Blue</td><td>54.4946</td></tr><tr><td>4</td><td>Hue</td><td>0.1793</td></tr><tr><td>5</td><td>Saturation</td><td>0.7228</td></tr><tr><td>6</td><td>Value</td><td>0.7321</td></tr><tr><td>7</td><td>Area</td><td>6617</td></tr></tbody></table>		Ciri	Nilai	1	Red	176.1312	2	Green	185.9810	3	Blue	54.4946	4	Hue	0.1793	5	Saturation	0.7228	6	Value	0.7321	7	Area	6617	Pir Hijau	akurat
	Ciri	Nilai																											
1	Red	176.1312																											
2	Green	185.9810																											
3	Blue	54.4946																											
4	Hue	0.1793																											
5	Saturation	0.7228																											
6	Value	0.7321																											
7	Area	6617																											
5	Pir hijau		<table><thead><tr><th></th><th>Ciri</th><th>Nilai</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>Red</td><td>186.1951</td></tr><tr><td>2</td><td>Green</td><td>187.4951</td></tr><tr><td>3</td><td>Blue</td><td>53.1762</td></tr><tr><td>4</td><td>Hue</td><td>0.1669</td></tr><tr><td>5</td><td>Saturation</td><td>0.7318</td></tr><tr><td>6</td><td>Value</td><td>0.7464</td></tr><tr><td>7</td><td>Area</td><td>83066</td></tr></tbody></table>		Ciri	Nilai	1	Red	186.1951	2	Green	187.4951	3	Blue	53.1762	4	Hue	0.1669	5	Saturation	0.7318	6	Value	0.7464	7	Area	83066	Pir Hijau	akurat
	Ciri	Nilai																											
1	Red	186.1951																											
2	Green	187.4951																											
3	Blue	53.1762																											
4	Hue	0.1669																											
5	Saturation	0.7318																											
6	Value	0.7464																											
7	Area	83066																											
6	Pir hijau		<table><thead><tr><th></th><th>Ciri</th><th>Nilai</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>Red</td><td>153.3609</td></tr><tr><td>2</td><td>Green</td><td>169.9308</td></tr><tr><td>3</td><td>Blue</td><td>63.1317</td></tr><tr><td>4</td><td>Hue</td><td>0.1894</td></tr><tr><td>5</td><td>Saturation</td><td>0.6441</td></tr><tr><td>6</td><td>Value</td><td>0.6722</td></tr><tr><td>7</td><td>Area</td><td>30193</td></tr></tbody></table>		Ciri	Nilai	1	Red	153.3609	2	Green	169.9308	3	Blue	63.1317	4	Hue	0.1894	5	Saturation	0.6441	6	Value	0.6722	7	Area	30193	Pir hijau	akurat
	Ciri	Nilai																											
1	Red	153.3609																											
2	Green	169.9308																											
3	Blue	63.1317																											
4	Hue	0.1894																											
5	Saturation	0.6441																											
6	Value	0.6722																											
7	Area	30193																											
7	Apel Merah		<table><thead><tr><th></th><th>Ciri</th><th>Nilai</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>Red</td><td>186.1967</td></tr><tr><td>2</td><td>Green</td><td>52.7512</td></tr><tr><td>3</td><td>Blue</td><td>65.5224</td></tr><tr><td>4</td><td>Hue</td><td>0.8131</td></tr><tr><td>5</td><td>Saturation</td><td>0.7440</td></tr><tr><td>6</td><td>Value</td><td>0.7383</td></tr><tr><td>7</td><td>Area</td><td>19620</td></tr></tbody></table>		Ciri	Nilai	1	Red	186.1967	2	Green	52.7512	3	Blue	65.5224	4	Hue	0.8131	5	Saturation	0.7440	6	Value	0.7383	7	Area	19620	Apel merah	akurat
	Ciri	Nilai																											
1	Red	186.1967																											
2	Green	52.7512																											
3	Blue	65.5224																											
4	Hue	0.8131																											
5	Saturation	0.7440																											
6	Value	0.7383																											
7	Area	19620																											
8	Apel merah		<table><thead><tr><th></th><th>Ciri</th><th>Nilai</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>Red</td><td>183.9464</td></tr><tr><td>2</td><td>Green</td><td>57.7938</td></tr><tr><td>3</td><td>Blue</td><td>63.1302</td></tr><tr><td>4</td><td>Hue</td><td>0.7976</td></tr><tr><td>5</td><td>Saturation</td><td>0.7155</td></tr><tr><td>6</td><td>Value</td><td>0.7214</td></tr><tr><td>7</td><td>Area</td><td>21407</td></tr></tbody></table>		Ciri	Nilai	1	Red	183.9464	2	Green	57.7938	3	Blue	63.1302	4	Hue	0.7976	5	Saturation	0.7155	6	Value	0.7214	7	Area	21407	Apel merah	tidak akurat
	Ciri	Nilai																											
1	Red	183.9464																											
2	Green	57.7938																											
3	Blue	63.1302																											
4	Hue	0.7976																											
5	Saturation	0.7155																											
6	Value	0.7214																											
7	Area	21407																											
9	Apel merah		<table><thead><tr><th></th><th>Ciri</th><th>Nilai</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>Red</td><td>211.3573</td></tr><tr><td>2</td><td>Green</td><td>68.1281</td></tr><tr><td>3</td><td>Blue</td><td>86.0779</td></tr><tr><td>4</td><td>Hue</td><td>0.9000</td></tr><tr><td>5</td><td>Saturation</td><td>0.7029</td></tr><tr><td>6</td><td>Value</td><td>0.8239</td></tr><tr><td>7</td><td>Area</td><td>21280</td></tr></tbody></table>		Ciri	Nilai	1	Red	211.3573	2	Green	68.1281	3	Blue	86.0779	4	Hue	0.9000	5	Saturation	0.7029	6	Value	0.8239	7	Area	21280	Apel merah	akurat
	Ciri	Nilai																											
1	Red	211.3573																											
2	Green	68.1281																											
3	Blue	86.0779																											
4	Hue	0.9000																											
5	Saturation	0.7029																											
6	Value	0.8239																											
7	Area	21280																											
10	Apel merah		<table><thead><tr><th></th><th>Ciri</th><th>Nilai</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>Red</td><td>183.9464</td></tr><tr><td>2</td><td>Green</td><td>57.7938</td></tr><tr><td>3</td><td>Blue</td><td>63.1302</td></tr><tr><td>4</td><td>Hue</td><td>0.7976</td></tr><tr><td>5</td><td>Saturation</td><td>0.7155</td></tr><tr><td>6</td><td>Value</td><td>0.7214</td></tr><tr><td>7</td><td>Area</td><td>21407</td></tr></tbody></table>		Ciri	Nilai	1	Red	183.9464	2	Green	57.7938	3	Blue	63.1302	4	Hue	0.7976	5	Saturation	0.7155	6	Value	0.7214	7	Area	21407	Apel merah	akurat
	Ciri	Nilai																											
1	Red	183.9464																											
2	Green	57.7938																											
3	Blue	63.1302																											
4	Hue	0.7976																											
5	Saturation	0.7155																											
6	Value	0.7214																											
7	Area	21407																											

Berdasarkan proses pengujian pada Tabel 1 menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) dilakukan pada 10 data uji. Dari hasil pengujian, sebanyak 9 citra berhasil diklasifikasikan dengan akurat, sementara 1 citra tidak berhasil diklasifikasikan dengan benar. Ketidakterhasilan ini diakibatkan oleh pengambilan foto objek yang kurang baik yang mengakibatkan sistem belum bisa mendeteksi dengan baik dan benar, dimana dari segi ekstraksi ciri pada warna lebih tinggi sehingga mendekati pada warna kuning. Tingkat akurasi klasifikasi ini dapat dirumuskan berdasarkan hasil pengujian sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{jumlah data yang benar}}{\text{Jumlah data keseluruhan}} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{9}{10} \times 100\% = 90\%$$

Selain akurasi, evaluasi model juga dilakukan dengan mengukur presisi, *recall*, dan *F1-score* untuk mengetahui keseimbangan performa klasifikasi. Presisi (*Precision*) bertujuan untuk mengukur seberapa banyak prediksi positif yang benar dibandingkan total prediksi positif yang diberikan oleh model. Presisi dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{9}{9 + 1} \times 100\% = 0,9 = 90\%$$

Recall mengukur seberapa banyak data yang seharusnya diklasifikasikan dengan benar oleh model. *Recall* dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{9}{9 + 1} \times 100\% = 0,9 = 90\%$$

F1-Score merupakan rata-rata harmonis antara presisi dan *recall* untuk mendapatkan keseimbangan antara keduanya. Rumus *F1-Score* adalah:

$$F1\text{-Score} = 2 \times \frac{\text{Presisi} \times \text{Recall}}{\text{Presisi} + \text{Recall}}$$

$$F1\text{-Score} = 2 \times \frac{1 \times 0,9}{1 + 0,9}$$

$$F1\text{-Score} = 2 \times \frac{0,9}{1,9}$$

$$= 2 \times 0,4737 = 0,947 = 9,47\%$$

Berdasarkan perhitungan matrik diatas didapat hasil:

- Presisi memiliki nilai 900%, mengindikasikan model dapat memprediksi positif secara benar sebesar 90% dari total data yang digunakan.
- Recall* memiliki nilai 90%, yang mengindikasikan bahwa model berhasil mengklasifikasikan 90% dari total data yang seharusnya dikenali dengan benar
- F1-Score* sebesar 94.7%, yang menunjukkan keseimbangan optimal antara presisi dan recall, memastikan bahwa model tidak hanya akurat dalam klasifikasi tetapi juga dapat menangani variasi data dengan baik.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini mengimplementasikan algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN) , *Principal Component Analysis* (PCA) untuk mengklasifikasikan tiga jenis buah, yaitu Pir madu, pir hijau apel merah. melalui penerapan PCA, dimensi data yang awalnya memiliki tiga fitur (berat, panjang, dan lebar) berhasil direduksi menjadi dua komponen utama, yang tetap mempertahankan informasi penting dan variabilitas dalam data. Hal ini memungkinkan pengurangan kompleksitas model dan meningkatkan efisiensi dalam proses klasifikasi. Kombinasi antara PCA dan KNN memberikan hasil yang memuaskan, dengan tingkat akurasi klasifikasi sebesar 90% pada data uji. Selain itu, hasil evaluasi menggunakan precision, recall, dan F1-score menunjukkan bahwa model ini berhasil mengklasifikasikan ketiga jenis buah dengan baik, dengan performa yang relatif seimbang di setiap kelas.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa teknik PCA tidak hanya berfungsi untuk mereduksi dimensi, tetapi juga dapat meningkatkan kinerja algoritma KNN dalam mengklasifikasikan buah berdasarkan ciri-ciri morfologinya. Penerapan kedua teknik ini dalam klasifikasi buah membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam sistem klasifikasi berbasis data morfologi, dengan potensi penerapan pada berbagai jenis buah atau objek lainnya. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan metode klasifikasi yang berbeda sehingga mengetahui hasil nilai akurasi yang lebih tinggi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. P. Adenugraha, V. Arinal, and D. I. Mulyana, "Klasifikasi Kematangan Buah Pisang Ambon Menggunakan Metode KNN dan PCA Berdasarkan Citra RGB dan HSV," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 6, no. 1, p. 9, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i1.3287.
- [2] 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.
- [3] U. Malikussaleh, "SENASTIKA Universitas Malikussaleh," pp. 1–14, 2007.
- [4] H. Mubarak, S. Murni, and M. M. Santoni, "Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor untuk Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Fitur Warna," *Semin. Nas. Mhs. Ilmu Komput. dan Apl. Jakarta-Indonesia*, no. 1, pp. 773–782, 2021, [Online]. Available: <https://conference.upnvj.ac.id/index.php/senami/ka/article/view/1438>
- [5] S. I. Guslianto and S. 'Uyun, "Klasifikasi Kematangan Buah Sawit Berdasarkan Fitur Warna, Bentuk dan Tekstur Menggunakan Algoritma K-NN," *J. Edukasi dan Penelit.*

- Inform.*, vol. 9, no. 3, p. 407, 2023, doi: 10.26418/jp.v9i3.64877.
- [6] Y. Asghany, R. Setya Perdana, and B. D. Setiawan, "Pengembangan Multimodal Convolutional Neural Network untuk Grading Buah Jambu Kristal dengan Dua Perspektif Citra," vol. 1, no. 1, pp. 2548–964, 2017, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [7] I. Istiadi, A. Y. Rahman, and A. D. R. Wisnu, "Identification of Tempe Fermentation Maturity Using Principal Component Analysis and K-Nearest Neighbor," *Sinkron*, vol. 8, no. 1, pp. 286–294, 2023, doi: 10.33395/sinkron.v8i1.12006.
- [8] N. Zanah, "Classification of Types of Dental Disease Using Principal Component Analysis (PCA) and K-Nearest Neighbor (K-NN) Methods," vol. 5, no. 1, 2024.
- [9] K. Nurfitri, A. D. Pradana, and I. Widaningrum, "Jurnal Rekayasa Teknologi dan Komputasi PENERAPAN ALGORITMA PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA) DAN K-NEAREST NEIGHBORS (KNN) PADA KLASIFIKASI," *J. Rekayasa Teknol. dan Komputasi*, vol. 1, no. 1, pp. 1–19, 2021.
- [10] R. V. Talumepa, D. A. Putra, and H. Soetanto, "Sistem Presensi Pendeteksi Wajah menggunakan Metode Modified Region Convolutional Neural Network dan PCA," *Edumatic J. Pendidik. Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 46–55, 2024, doi: 10.29408/edumatic.v8i1.25207.
- [11] D. Sugiyono1*, "Pemodelan Pengolahan Citra Klasifikasi Jenis Mangga Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 5, no. 1, p. |pp, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.55338/saintek.v5i1.1422>