
IMPLEMENTASI METODE ALGORITMA PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA) DAN ALGORITMA K-NEAREST NEIGHBOR (KNN) DALAM KLASIFIKASI BUAH JAMBU MADU JAMBU MERAH DAN MANGGIS

Muhammad Ikhsan Al-Arrafi¹, Agung Ramadhanu²

Universitas Putra Indonesia YPTK, Padang

e-mail: ¹115juni1996@gmail.com, ²agung_ramadhanu@upiypk.ac.id

Abstract: *Hybrid Intelligent Systems are systems that combine more than one artificial intelligence (AI) technique or computational approach to leverage their respective strengths and overcome their individual weaknesses. HIS are usually designed to handle complex tasks that are difficult to solve with a single approach. These systems combine techniques such as fuzzy logic, artificial neural networks, evolutionary algorithms, and rule-based methods, resulting in more flexible, adaptive, and intelligent solutions. The method used in the classification is the Principal Component Analysis (PCA) Algorithm, which is a statistical analysis method that aims to reduce data dimensions while maintaining significant information. PCA works by transforming the initial variables into a set of uncorrelated principal components. This technique is widely used in various fields such as image processing, pattern recognition, data compression, and exploratory data analysis. The PCA process involves decomposing the covariance or correlation matrix of the data to find the eigenvectors and eigenvalues that represent the principal components. By reducing dimensions, PCA helps overcome data redundancy problems, improves computational efficiency, and enables data visualization in lower dimensions. This study reviews the basic concept of PCA, its mathematical implementation, and its practical application in multidimensional data analysis. The K-Nearest Neighbor (KNN) algorithm is a machine learning method used for classification and regression with a simple principle, namely determining the class or value of a data based on its k nearest neighbors in the feature space. KNN works by calculating the distance between the test data and the training data using metrics such as Euclidean Distance, Manhattan Distance, or Minkowski Distance, then determining the prediction results based on the majority of classes or the average value of the nearest neighbors.*

Keywords: *Hybrid Intelligent Systems, Principal Component Analysis (PCA), K-Nearest Neighbor (KNN).*

Abstrak: Hybrid Intelligent Systems merupakan sistem yang menggabungkan lebih dari satu teknik kecerdasan buatan (AI) atau pendekatan komputasi untuk memanfaatkan kekuatan masing-masing dan mengatasi kelemahan individu. HIS biasanya dirancang untuk menangani tugas-tugas yang kompleks, yang sulit diselesaikan dengan pendekatan tunggal. Sistem ini memadukan teknik-teknik seperti logika fuzzy, jaringan saraf tiruan, algoritma evolusioner, dan metode berbasis aturan, sehingga menghasilkan solusi yang lebih fleksibel, adaptif, dan cerdas. Adapun metode yang digunakan dalam klasifikasi yaitu Algoritma Principal Component Analysis (PCA) merupakan salah satu metode analisis statistik yang bertujuan untuk mereduksi dimensi data sambil mempertahankan informasi yang signifikan. PCA bekerja dengan mentransformasikan variabel awal menjadi sekumpulan komponen utama (principal components) yang tidak saling berkorelasi. Teknik ini banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti pengolahan citra, pengenalan pola, kompresi data, dan analisis data eksploratif. Proses PCA melibatkan dekomposisi matriks kovarians atau korelasi data untuk menemukan vektor eigen dan nilai eigen yang merepresentasikan komponen utama. Dengan mereduksi dimensi, PCA membantu mengatasi masalah redundansi data, meningkatkan efisiensi komputasi, dan

memungkinkan visualisasi data dalam dimensi yang lebih rendah. Studi ini mengulas konsep dasar PCA, implementasi matematisnya, serta aplikasi praktisnya dalam analisis data multidimensi. Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) adalah metode pembelajaran mesin yang digunakan untuk klasifikasi dan regresi dengan prinsip sederhana, yaitu menentukan kelas atau nilai suatu data berdasarkan k tetangga terdekatnya dalam ruang fitur. KNN bekerja dengan menghitung jarak antara data uji dengan data pelatihan menggunakan metrik seperti Euclidean Distance, Manhattan Distance, atau Minkowski Distance, kemudian menentukan hasil prediksi berdasarkan mayoritas kelas atau rata-rata nilai tetangga terdekat.

Kata kunci: Hybrid Intelligent Systems, Principal Component Analysis (PCA), K-Nearest Neighbor (KNN).

PENDAHULUAN

Principal Component Analysis (PCA) untuk reduksi jumlah fiturnya. 10 principle components dengan variance di atas 80% akan diuji nilai akurasi dan recallnya. Standar tersebut merupakan salah satu cara dalam memilih jumlah PC, selain dengan mengamati nilai eigen juga patahan siku pada screeplot. Konsep penggunaan PCA meliputi perhitungan nilai-nilai simpangan baku, matriks kovarian, nilai karakteristik (eigen value) dan vektor karakteristik (eigen vector). PCA dapat menggunakan metoda kovariansi atau korelasi. Principal Component Analysis (PCA) digunakan untuk membuat himpunan atau ruang gambar menjadi lebih sedikit dimensinya sehingga basis atau sistem koordinat yang baru dapat lebih baik dalam mendeskripsikan model himpunan yang khas. Principal Component Analysis dimanfaatkan untuk mengekstraksi susunan dari kumpulan entitas yang cukup multidimensi.

Algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN) merupakan algoritma klasifikasi berdasarkan kedekatan jarak suatu data dengan data yang lain. Pada algoritma K-NN, data berdimensi q , jarak dari data tersebut ke data yang lain dapat dihitung. Nilai jarak inilah yang digunakan sebagai nilai kedekatan/kemiripan antara data uji dengan data latih. Nilai K pada K-NN berarti K -data terdekat dari data uji[5]. Metode K-Nearest Neighbor (K-NN) mampu memberikan hasil yang terbaik

dari pengujian menggunakan Confusion Matrix. K-NN memiliki keunggulan dalam menghasilkan data yang kuat atau bersih dan efektif untuk kumpulan data yang besar. K-Nearest Neighbor juga punya kekurangan. Artinya diperlukan nilai k , jarak ke data eksperimen tidak jelas tergantung pada jenis jarak yang digunakan, dan untuk hasil terbaik sebaiknya gunakan semua atribut atau salah satu atribut tertentu saja.

Jambu madu Deli Hijau berasal dari daerah Sumatera Utara dengan memiliki beberapa ciri khas termasuk rasa manis, tekstur yang renyah, dan kandungan air yang tinggi. Produktivitas jambu merah di Kabupaten Semarang pada tahun 2017 sebesar 0,72 ku/ha (BPS 2019). Tingkat produktivitas ini masih di bawah rata-rata produktivitas jambu merah di Jawa Tengah yang besarnya 0,81 ku/ha (BPS 2019). Manggis (*Garcinia mangostana* L.) adalah salah satu buah tropis yang berpotensi besar dalam industri pertanian Indonesia. Pengklasifikasian.

METODE

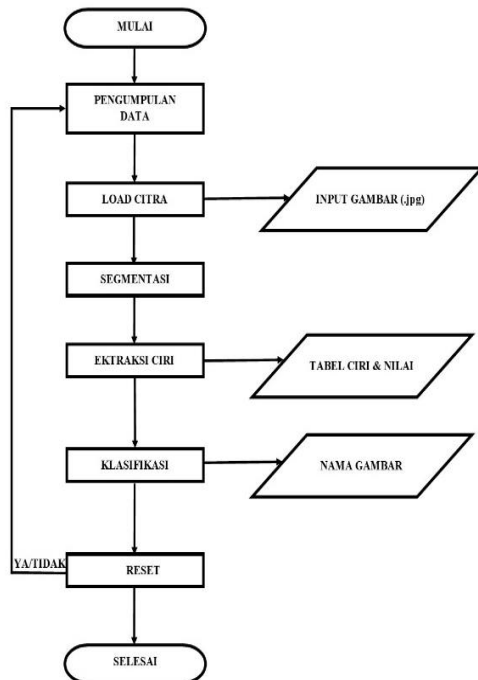
Metode yang digunakan pada penelitian yaitu Metode Principal Component Analysis (PCA) dan Metode K-Nearest Neighbor (KNN). Metode (Principal Component Analysis) adalah formulasi matematis yang digunakan dalam pengurangan dimensi data. PCA merupakan bagian dari keilmuan statistika. Penggunaan PCA

tidak hanya pada keperluan statistika saja, tapi juga digunakan pada pengolahan citra yang dalam hal ini bekerja pada bagian feature extraction.

K-Nearest Neighbor (KNN) merupakan sebuah penerapan K-NN dan menghitung performa metode (akurasi, preisis, recall, dan f-measure) tersebut. Ekstraksi ciri yang digunakan untuk mencirikan suatu objek merupakan hasil proses persamaan karakteristik yaitu eigenvector.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan tahapan penelitian yang digambarkan dalam sebuah flowchart:



Gambar 1. Flowchart Tahapan Klasifikasi

Sedangkan untuk penulisan judul gambar berada di bawah dari gambar seperti pada contoh gambar 1.

Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data yang perlu dilakukan oleh peneliti yaitu mempersiapkan objek seperti buah jambu madu, buah jambu merah, buah manggis, kemudian pengambilan gambar objek menggunakan kamera handphone.



Gambar 2. Gambar Objek

Load Citra

Pada tahapan ini peneliti melakukan input gambar objek. Adapun gambar objek yang diinput merupakan gambar yang di ambil menggunakan kamera handphone sebelumnya.

Segmentasi

Segmentasi dari sistem dengan groundtruth (observasi ahli). Bentuk korelasi tersebut dengan melihat rasio perbandingan dari piksel background yang dikenali sebagai objek dan rasio perbandingan dari piksel objek yang dikenali sebagai background.

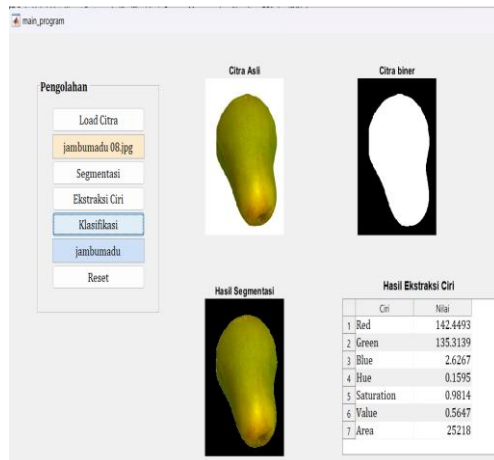
Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri atau ekstraksi fitur merupakan proses kuantisasi karakteristik citra ke dalam sekelompok nilai ciri yang sesuai. Ekstraksi ciri yang biasanya digunakan adalah ekstraksi ciri bentuk dan tekstur. Bentuk adalah salah satu ciri yang dapat dikenali dari suatu objek untuk mencari perbedaan objek tersebut dengan objek yang lain. Sedangkan ekstraksi ciri tekstur adalah fitur dari sebuah citra yang dapat dimanfaatkan untuk menggali karakteristik sebuah citra karena susunan permukaan citra tersimpan sebuah informasi yang dapat dimanfaatkan.

Klasifikasi

Klasifikasi adalah proses dari mencari suatu himpunan model (fungsi) yang dapat mendeskripsikan dan membedakan kelas-kelas data atau konsep-konsep, dengan tujuan dapat menggunakan model tersebut untuk memprediksi kelas dari suatu objek yang mana kelasnya belum diketahui.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 3. Gambar Proses Pengolahan Citra Buah Jambu Madu


	Ciri	Nilai
1	Red	142.4493
2	Green	135.3139
3	Blue	2.6267
4	Hue	0.1595
5	Saturation	0.9814
6	Value	0.5647
7	Area	25218

Gambar 4. Gambar Hasil Ekstraksi Ciri Jambu Madu

Adapun hasil uji terhadap ekstraksi Buah Jambu Madu, Buah Jambu Merah, Buah Manggis terlampir sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Ekstraksi Ciri Jambu Madu, Jambu Merah, dan Buah Manggis

No	Citra Asli	Hasil Ekstraksi Ciri	Klasifikasi	Keterangan																
1		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ciri</th> <th>Nilai</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 Red</td><td>142.4493</td></tr> <tr><td>2 Green</td><td>135.3139</td></tr> <tr><td>3 Blue</td><td>2.6267</td></tr> <tr><td>4 Hue</td><td>0.1595</td></tr> <tr><td>5 Saturation</td><td>0.9814</td></tr> <tr><td>6 Value</td><td>0.5647</td></tr> <tr><td>7 Area</td><td>25218</td></tr> </tbody> </table>	Ciri	Nilai	1 Red	142.4493	2 Green	135.3139	3 Blue	2.6267	4 Hue	0.1595	5 Saturation	0.9814	6 Value	0.5647	7 Area	25218	jambumadu	akurat
Ciri	Nilai																			
1 Red	142.4493																			
2 Green	135.3139																			
3 Blue	2.6267																			
4 Hue	0.1595																			
5 Saturation	0.9814																			
6 Value	0.5647																			
7 Area	25218																			
2		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ciri</th> <th>Nilai</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 Red</td><td>141.3769</td></tr> <tr><td>2 Green</td><td>137.8014</td></tr> <tr><td>3 Blue</td><td>0.19594</td></tr> <tr><td>4 Hue</td><td>0.1568</td></tr> <tr><td>5 Saturation</td><td>0.4056</td></tr> <tr><td>6 Value</td><td>0.5506</td></tr> <tr><td>7 Area</td><td>17448</td></tr> </tbody> </table>	Ciri	Nilai	1 Red	141.3769	2 Green	137.8014	3 Blue	0.19594	4 Hue	0.1568	5 Saturation	0.4056	6 Value	0.5506	7 Area	17448	jambumadu	akurat
Ciri	Nilai																			
1 Red	141.3769																			
2 Green	137.8014																			
3 Blue	0.19594																			
4 Hue	0.1568																			
5 Saturation	0.4056																			
6 Value	0.5506																			
7 Area	17448																			
3		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ciri</th> <th>Nilai</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 Red</td><td>101.6632</td></tr> <tr><td>2 Green</td><td>99.2738</td></tr> <tr><td>3 Blue</td><td>12.5913</td></tr> <tr><td>4 Hue</td><td>0.1626</td></tr> <tr><td>5 Saturation</td><td>0.6822</td></tr> <tr><td>6 Value</td><td>0.4084</td></tr> <tr><td>7 Area</td><td>16386</td></tr> </tbody> </table>	Ciri	Nilai	1 Red	101.6632	2 Green	99.2738	3 Blue	12.5913	4 Hue	0.1626	5 Saturation	0.6822	6 Value	0.4084	7 Area	16386	jambumadu	akurat
Ciri	Nilai																			
1 Red	101.6632																			
2 Green	99.2738																			
3 Blue	12.5913																			
4 Hue	0.1626																			
5 Saturation	0.6822																			
6 Value	0.4084																			
7 Area	16386																			
4		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ciri</th> <th>Nilai</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 Red</td><td>153.4773</td></tr> <tr><td>2 Green</td><td>146.9519</td></tr> <tr><td>3 Blue</td><td>53.7965</td></tr> <tr><td>4 Hue</td><td>0.1544</td></tr> <tr><td>5 Saturation</td><td>0.6560</td></tr> <tr><td>6 Value</td><td>0.6028</td></tr> <tr><td>7 Area</td><td>14646</td></tr> </tbody> </table>	Ciri	Nilai	1 Red	153.4773	2 Green	146.9519	3 Blue	53.7965	4 Hue	0.1544	5 Saturation	0.6560	6 Value	0.6028	7 Area	14646	jambumadu	akurat
Ciri	Nilai																			
1 Red	153.4773																			
2 Green	146.9519																			
3 Blue	53.7965																			
4 Hue	0.1544																			
5 Saturation	0.6560																			
6 Value	0.6028																			
7 Area	14646																			
5		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ciri</th> <th>Nilai</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 Red</td><td>109.5860</td></tr> <tr><td>2 Green</td><td>23.3101</td></tr> <tr><td>3 Blue</td><td>25.9476</td></tr> <tr><td>4 Hue</td><td>0.0181</td></tr> <tr><td>5 Saturation</td><td>0.7910</td></tr> <tr><td>6 Value</td><td>0.4297</td></tr> <tr><td>7 Area</td><td>14603</td></tr> </tbody> </table>	Ciri	Nilai	1 Red	109.5860	2 Green	23.3101	3 Blue	25.9476	4 Hue	0.0181	5 Saturation	0.7910	6 Value	0.4297	7 Area	14603	jambumerah	akurat
Ciri	Nilai																			
1 Red	109.5860																			
2 Green	23.3101																			
3 Blue	25.9476																			
4 Hue	0.0181																			
5 Saturation	0.7910																			
6 Value	0.4297																			
7 Area	14603																			
6		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ciri</th> <th>Nilai</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 Red</td><td>236.4491</td></tr> <tr><td>2 Green</td><td>112.4481</td></tr> <tr><td>3 Blue</td><td>125.6639</td></tr> <tr><td>4 Hue</td><td>0.9312</td></tr> <tr><td>5 Saturation</td><td>0.5333</td></tr> <tr><td>6 Value</td><td>0.9273</td></tr> <tr><td>7 Area</td><td>14261</td></tr> </tbody> </table>	Ciri	Nilai	1 Red	236.4491	2 Green	112.4481	3 Blue	125.6639	4 Hue	0.9312	5 Saturation	0.5333	6 Value	0.9273	7 Area	14261	jambumerah	akurat
Ciri	Nilai																			
1 Red	236.4491																			
2 Green	112.4481																			
3 Blue	125.6639																			
4 Hue	0.9312																			
5 Saturation	0.5333																			
6 Value	0.9273																			
7 Area	14261																			
7		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ciri</th> <th>Nilai</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 Red</td><td>210.3766</td></tr> <tr><td>2 Green</td><td>54.6041</td></tr> <tr><td>3 Blue</td><td>67.3116</td></tr> <tr><td>4 Hue</td><td>0.9062</td></tr> <tr><td>5 Saturation</td><td>0.7756</td></tr> <tr><td>6 Value</td><td>0.9084</td></tr> <tr><td>7 Area</td><td>10685</td></tr> </tbody> </table>	Ciri	Nilai	1 Red	210.3766	2 Green	54.6041	3 Blue	67.3116	4 Hue	0.9062	5 Saturation	0.7756	6 Value	0.9084	7 Area	10685	jambumerah	akurat
Ciri	Nilai																			
1 Red	210.3766																			
2 Green	54.6041																			
3 Blue	67.3116																			
4 Hue	0.9062																			
5 Saturation	0.7756																			
6 Value	0.9084																			
7 Area	10685																			
8		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ciri</th> <th>Nilai</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 Red</td><td>112.0927</td></tr> <tr><td>2 Green</td><td>67.4740</td></tr> <tr><td>3 Blue</td><td>60.5630</td></tr> <tr><td>4 Hue</td><td>0.2549</td></tr> <tr><td>5 Saturation</td><td>0.5056</td></tr> <tr><td>6 Value</td><td>0.4428</td></tr> <tr><td>7 Area</td><td>11047</td></tr> </tbody> </table>	Ciri	Nilai	1 Red	112.0927	2 Green	67.4740	3 Blue	60.5630	4 Hue	0.2549	5 Saturation	0.5056	6 Value	0.4428	7 Area	11047	manggis	Akurat
Ciri	Nilai																			
1 Red	112.0927																			
2 Green	67.4740																			
3 Blue	60.5630																			
4 Hue	0.2549																			
5 Saturation	0.5056																			
6 Value	0.4428																			
7 Area	11047																			
9		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ciri</th> <th>Nilai</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 Red</td><td>156.0162</td></tr> <tr><td>2 Green</td><td>75.1276</td></tr> <tr><td>3 Blue</td><td>65.4014</td></tr> <tr><td>4 Hue</td><td>0.3679</td></tr> <tr><td>5 Saturation</td><td>0.6340</td></tr> <tr><td>6 Value</td><td>0.6119</td></tr> <tr><td>7 Area</td><td>10476</td></tr> </tbody> </table>	Ciri	Nilai	1 Red	156.0162	2 Green	75.1276	3 Blue	65.4014	4 Hue	0.3679	5 Saturation	0.6340	6 Value	0.6119	7 Area	10476	manggis	akurat
Ciri	Nilai																			
1 Red	156.0162																			
2 Green	75.1276																			
3 Blue	65.4014																			
4 Hue	0.3679																			
5 Saturation	0.6340																			
6 Value	0.6119																			
7 Area	10476																			

10		Cr1	Hue	manggis	akurat
		1. Red	190.9034		
		2. Green	93.7006		
		3. Blue	39.3710		
		4. Hue	0.0947		
		5. Saturation	0.8095		
		6. Value	0.7486		
		7. Area	10222		

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian terhadap buah jambu madu, buah jambu merah dan buah manggis menggunakan metode Principal Component Analysis (PCA) dan K-Nearest Neighbor (KNN) efektif dalam melakukan klasifikasi terhadap buah jambu madu, buah jambu merah dan buah manggis. Adapun hasil akurasi dari klasifikasi menggunakan metode tersebut mencapai sekitar 95% dengan kategori akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- F. A. Rafrastaraa, R. A. Premunendar, D. P. Prabowo, E. Kartikadarma, and U. Sudiby, "Optimasi Algoritma Random Forest menggunakan Principal Component Analysis untuk Deteksi Malware," *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. 5, no. 3, pp. 217–223, 2023, doi: 10.47233/jteksis.v5i3.854.
- R. Andean Nugraha, E. Wahyu Hidayat, and R. Nur Shofa, "Klasifikasi Jenis Buah Jambu Biji Menggunakan Algoritma Principal Component Analysis dan K-Nearest Neighbor," *Gener. J.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–7, 2023, doi: 10.29407/gj.v7i1.17900.
- M. S. Satrio, "Pengenalan Wajah Menggunakan Principal Component Analysis (Pca) Dan Eigen Face," *J. Inform. dan Ris.*, vol. 1, no. 2, pp. 14–18, 2023, doi: 10.36308/iris.v1i2.521.
- S. Rokhanah, A. Hermawan, and D. Avianto, "Pengaruh Principal Component Analysis Pada Naïve Bayes dan K-Nearest Neighbor Untuk Prediksi Dini Diabetes Melitus Menggunakan Rapidminer," *EVOLUSI J. Sains dan Manaj.*, vol. 11, no. 1, 2023, doi: 10.31294/evolusi.v11i1.14728.
- A. A. D. Halim and S. Anraeni, "Analisis Klasifikasi Dataset Citra Penyakit Pneumonia menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN)," *Indones. J. Data Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 01–12, 2021, doi: 10.33096/ijodas.v2i1.23.
- K. Kartarina, N. K. Sriwinarti, and N. luh P. Juniarti, "Analisis Metode K-Nearest Neighbors (K-NN) Dan Naive Bayes Dalam Memprediksi Kelulusan Mahasiswa," *JTIM J. Teknol. Inf. dan Multimed.*, vol. 3, no. 2, pp. 107–113, 2021, doi: 10.35746/jtim.v3i2.159.
- F. Putra, H. F. Tahiyat, and R. M. Ihsan, "Application of K-Nearest Neighbor Algorithm Using Wrapper as Preprocessing for Determination of Human Weight Information Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor Menggunakan Wrapper Sebagai Preprocessing untuk Penentuan Keterangan Berat Badan Manusia," vol. 4, no. January, pp. 273–281, 2024.
- A. Triwindari, M. Hayati, D. Agroteknologi, F. Pertanian, and U. S. Kuala, "Pengaruh Dosis Pupuk NPK Majemuk terhadap Pertumbuhan Bibit Dua Varietas Jambu Madu (*Syzygium equaeum* L)" vol. 9, pp. 8–17, 2024.
- E. Zuandasari and L. T. Sunaryanto, "Peran Modal Sosial Terhadap Produktivitas Petani Jambu Merah Di Desa Watuagung Kabupaten Semarang," *J. Ilm. Mhs. Agroinfo Galuh*, vol. 8, no. 3, p. 691, 2021, doi: 10.25157/jimag.v8i3.5599.
- R. A. Suharman and H. Hartono, "Klasifikasi Kematangan Manggis Berdasarkan Fitur Warna dan Tekstur Menggunakan Algoritma Naive Bayes," *PYTHAGORAS J. Pendidik. Mat.*, vol. 17, no. 2, pp. 377–388, 2022, doi: 10.21831/pythagoras.v17i2.53625.
- P. Putri, "Analisis Performa Metode K-

- Nearest Neighbor (KNN) dan Crossvalidation pada Data Penyakit Cardiovascular,” *Indones. J. Data Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 21–28, 2021, doi: 10.33096/ijodas.v2i1.25.
- 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.
- B. Baso, D. Nababan, R. Risald, and R. Y. Kolloh, “Segmentasi Citra Tenun Menggunakan Metode Otsu Thresholding dengan Median Filter,” *J. Teknol. Dan Ilmu Komput. Prima*, vol. 5, no. 1, pp. 1–6, 2022, doi: 10.34012/jutikomp.v5i1.2586.
- D. Nurnaningsih, D. Alamsyah, A. Herdiansah, and A. A. J. Sinlae, “Identifikasi Citra Tanaman Obat Jenis Rimpang dengan Euclidean Distance Berdasarkan Ciri Bentuk dan Tekstur,” *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 3, no. 3, pp. 171–178, 2021, doi: 10.47065/bits.v3i3.1019.
- A. H. Nasrullah, “Implementasi Algoritma Decision Tree Untuk Klasifikasi Data Peserta Didik,” *J. Pilar Nusa Mandiri*, vol. 7, no. 2, p. 217, 2021.