

KLASIFIKASI BAWANG MERAH, BAWANG PUTIH, DAN TOMAT DENGAN HYBRID INTELLIGENCE SYSTEM BERBASIS KNN DAN PCA

Edo Permata, Agung Ramadhanu

Magister Teknik Informatika, Pascasarjana, Universitas Putra Indonesia YPTK Padang
Jalan Raya Lubuk Begalung Padang, Indonesia
edopermata223@gmail.com

ABSTRAK

Sektor pertanian memiliki peran penting dalam meningkatkan ketersediaan pangan, kesejahteraan petani, serta menjaga kelestarian lingkungan. Komoditas seperti bawang putih, bawang merah, dan tomat berkontribusi dalam mendukung ketahanan pangan dan perekonomian petani. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem otomatis untuk mengklasifikasikan bawang putih, bawang merah, dan tomat berdasarkan citra visual menggunakan metode *Hybrid Intelligence*, yaitu kombinasi *K-Nearest Neighbor* (KNN) dan *Principal Component Analysis* (PCA). Sistem *Hybrid Intelligence* efektif diterapkan dalam berbagai bidang pengolahan citra. Dataset yang digunakan meliputi 16 data latih (7 bawang putih, 4 bawang merah, 5 tomat) dan 10 data uji (4 bawang putih, 3 bawang merah, 3 tomat). Hasil menunjukkan sistem hybrid ini mampu mencapai akurasi 96,15% dalam pengujian validasi, dengan nilai parameter K terbaik adalah 3. Sistem ini berhasil mengklasifikasikan bawang putih, bawang merah, dan tomat dengan tingkat akurasi tinggi, memberikan solusi efisien dan efektif dalam mendeteksi berdasarkan citra

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

1. PENDAHULUAN

Sektor pertanian, terutama sawah, memiliki peran penting dalam meningkatkan ketersediaan pangan, kesejahteraan petani, serta menjaga kelestarian lingkungan. Selain itu, komoditas seperti bawang putih, bawang merah, dan tomat juga berkontribusi dalam mendukung ketahanan pangan dan perekonomian para petani [1].

Bawang merah memiliki nilai ekonomi yang tinggi di Indonesia dan berperan penting sebagai salah satu komoditas unggulan dalam sektor pertanian [2]. Selain itu, Bawang putih banyak dimanfaatkan dalam kuliner dan pengobatan herbal, tetapi kulitnya sering kali hanya dianggap sebagai limbah [3]. Sedangkan Tanaman tomat merupakan salah satu komoditas sayuran yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan [4]. Persepsi manusia terhadap suatu objek umumnya bersifat subyektif karena dipengaruhi oleh faktor seperti komposisi warna, bentuk, dan tekstur. Oleh sebab itu, diperlukan sebuah sistem yang dapat mengidentifikasi dan mengklasifikasikan secara otomatis [5].

Penelitian sebelumnya mengenai. Klasifikasi Gulma Berdaun Lebar Menggunakan Kombinasi K-Nearest Neighbor (KNN) dan Principal Component Analysis (PCA) hasil implementasinya diperoleh dari system dengan tingkat akurasi 90% [6].

Selanjutnya penelitian terdahulu mengenai penerapan hybrid intelligence system untuk klasifikasi buah anggur dan pepaya menggunakan algoritma PCA dan KNN yang mana hasil implementasi yang diperoleh system adalah 90% dalam pengelompokkan buah berbasis citra dan dapat diimplementasikan untuk mendukung teknologi pengolahan hasil pertanian [7].

Terakhir, penelitian sebelumnya mengenai klasifikasi jenis bawang menggunakan metode K-Nearest Neighbor berdasarkan ekstraksi fitur bentuk dan tekstur hasil evaluasi pengujian sebanyak 5 kali secara keseluruhan dapat dilihat bahwa dengan pengujian 50% dari 50 citra bawang dihasilkan akurasi sebesar 84% dengan menggunakan k3, k5, dan k7. Rata-rata akurasi penggunaan nilai k pada 5 kali pengujian yang terbaik yaitu pada k7 dengan akurasi 83.13%, sedangkan rata-rata akurasi berdasarkan 5 kali pengujian terbaik dan penggunaan k terbaik dihasilkan sebesar 83.56% [5].

Kecerdasan buatan (AI) memberikan beragam Solusi di bidang inspeksi visual, control, dan otomatis, kalibrasi, serta deteksi masalah secara otomatis bagi Perusahaan manufaktur besar. Teknologi ini bekerja melalui penggunaan algoritma machine learning, aplikasi khusus, dan platform yang membantu produsen dalam menemukan peluang bisnis baru, meningkatkan kualitas produk, serta mengoptimalkan efisiensi operasional di sektor manufaktur [8].

Pengolahan citra digital adalah proses analisis data visual yang diperoleh dari satelit atau perangkat penginderaan jauh lainnya untuk mengekstrak informasi kuantitatif dan kualitatif mengenai suatu wilayah. Teknik ini banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti pertanian, pemetaan, dan pemantauan lingkungan, guna meningkatkan akurasi dalam pengambilan keputusan berbasis data visual [9].

Penelitian ini berfokus pada dua aspek utama, Pertama, penelitian ini bertujuan untuk membangun model klasifikasi yang efektif menggunakan hybrid intelligence system menggunakan metode KNN dan PCA untuk membedakan antara bawang putih, bawang merah, dan tomat berdasarkan karakteristik Red, Glue,

Blue, Hue, Saturation, value, dan area, Menganalisa dan mengidentifikasi karakteristik yang membedakan bawang putih, bawang merah, dan tomat dengan proses knn dan pca.

Namun penelitian ini juga memiliki Batasan penelitian yaitu fokus pada penerapan algoritma KNN dan PCA untuk mengklasifikasikan bawang putih, bawang merah, dan tomat berdasarkan fitur-fitur tertentu, seperti Red, Glue, Blue, Hue, Saturation, value, dan area. Penelitian ini tidak mencakup pengembangan metode ekstraksi fitur yang lebih kompleks, seperti teknik segmentasi atau deteksi objek lainnya. Hasil klasifikasi hanya bergantung pada data visual yang digunakan dan model KNN dan PCA yang diterapkan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengolahan Citra

Digital Image Processing adalah cabang ilmu yang mempelajari proses pembentukan, pengolahan, dan analisis citra untuk menghasilkan informasi yang mudah dipahami oleh manusia [10].

2.2. K- Nearest Neighbor (KNN)

KNN merupakan algoritma klasifikasi berbasis jarak yang banyak digunakan dalam analisis teks dan pengolahan data berbasis sentimen. Algoritma ini beroperasi dengan menentukan sejumlah tetangga terdekat (K) dari data uji berdasarkan data latih yang tersedia. Salah satu keunggulan utama KNN adalah kemudahan dalam implementasi serta efektivitasnya dalam menangani data dengan distribusi kelas yang tidak seimbang. Dengan kemampuannya mengidentifikasi jenis data secara akurat, KNN menjadi metode yang relevan dalam analisis sentimen dan berbagai aplikasi klasifikasi lainnya [11].

2.3. Principal Component Analysis (PCA)

Principal Component Analysis (PCA) merupakan metode berbasis representasi yang sering digunakan untuk mereduksi dimensi pada sekumpulan atau ruang citra, sehingga dapat membentuk koordinat baru yang mampu menggambarkan pola khas dari data tersebut. Dalam aplikasinya pada sistem identifikasi biometrik, metode Haar Cascade dan algoritma PCA telah berhasil diimplementasikan untuk mengintegrasikan proses deteksi serta pengenalan wajah dalam sistem absensi. PCA juga dikenal dengan istilah eigenface atau eigenvector dalam konteks pengenalan wajah, karena fitur yang diekstraksi untuk merepresentasikan suatu objek diperoleh melalui proses yang memanfaatkan eigenvector sebagai komponen utama [12]

2.4. Persamaan Akurasi

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

2.5. Penelitian Terdahulu

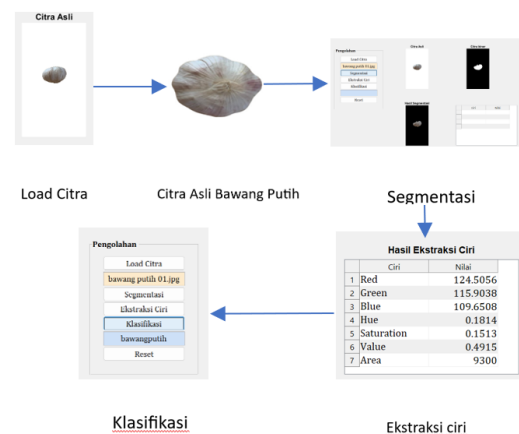
Adapun penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini yaitu klasifikasi penyakit jantung menggunakan decision tree dan KNN menggunakan ekstraksi fitur PCA hasil implementasinya klasifikasi dengan KNN menghasilkan nilai akurasi sebesar 81.82%, nilai precision sebesar 87.04%, nilai recall sebesar 79.82%, dan F1 score sebesar 83.13% [13].

Selain itu, penelitian terdahulu tentang “implementasi metode PCA dan Modified KNN pada klasifikasi citra daun tanaman herbal” dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan jenis tanaman herbal khususnya pada daun tanaman jambu, kuntiy, pepaya, lidah buaya dan sirih menghasilkan nilai akurasi tertinggi sebesar 89 % [14].

Terakhir, penelitian terdahulu tentang “Analisis Kinerja Kombinasi Algoritma KNN dan PCA pada Klasifikasi Gambar Spesies Burung” A dalam pengurangan dimensi agar akurasi yang didapatkan akan meningkat perbedaannya terdapat pada objek nya saja. Penelitian ini menggunakan objek burung untuk di teliti, penelitian ini mendapatkan hasil akurasi mencapai 82,50% Ini mengindikasikan bahwa menggunakan 26 komponen utama untuk PCA dan 7 tetangga terdekat memberikan keseimbangan optimal antara kompleksitas model dan performa akurasi [15].

3. METODE PENELITIAN

Untuk menerapkan hybrid intelligence sytem dalam mengidentifikasi jenis kosmetik menggunakan metode K-Nearest Neighbor(KNN) dan Principal Component Analysis(PCA), metode penelitian ini akan mengikuti langkah-langkah sistematis berikut:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dijelaskan pada Gambar 1. mencakup langkah-langkah yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah dalam klasifikasi kosmetik, diantaranya eyeliner, handbody, dan lipstick, diantaranya:

- Load Citra**, pada tahap ini dengan memasukkan citra Bawang Putih yang akan di proses. Selanjutnya masuk ketahap
- preprocessing**, yaitu citra ditampilkan dalam bentuk citra asli.

- c. Selanjutnya dilakukan segmentasi untuk memisahkan objek dengan background. Setelah objek dan background sudah terpisah.
- d. Tahapan selanjutnya adalah untuk menghitung hasil dari ekstraksi ciri Red GreenBlue(RGB), Hue Saturation Value(HSV) dan Area dari citra yang sudah disegmentasi.

Hasil ekstraksi ciri selanjutnya akan di klasifikasikan menggunakan KNN dan PCA, dan di dapatkan hasil klasifikasi Bawang Putih menggunakan metode KNN dan PCA[12].

3.1. Data Citra

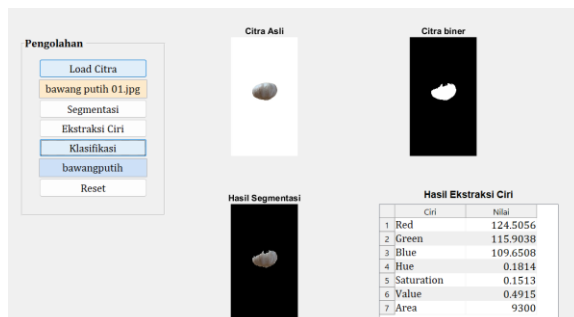


Gambar 2. Data Citra

Pada gambar 2. Diatas merupakan data citra yang digunakan dalam penelitian ini yang terdiri dari bawang putih, bawang merah, dan tomat, yang terbagi menjadi data latih dan data uji. Data latih mencakup 16 citra, terdiri dari 7 bawang putih, 4 bawang merah, dan 5 tomat, sementara data uji terdiri dari 10 citra, yakni 4 bawang putih, 3 bawang merah, dan 3 tomat. Setiap citra melalui tahap preprocessing, seperti pengubahan ukuran dan normalisasi, untuk memastikan konsistensi dan kualitas data sebelum proses analisis. Dataset ini dirancang untuk meklasifikasikan antara bawang putih, bawang merah, dan tomat, sehingga mendukung proses pelatihan dan pengujian model klasifikasi secara optimal.

3.2. Proses Pengujian Citra

pengujian untuk mengidentifikasi bawang putih, bawang merah dan tomat menggunakan metode pca dan knn untuk melakukan uji coba. Parameter hasil pengujian yang digunakan pada penelitian ini adalah presentase keberhasilan identifikasi tiap dataset dalam satu deteksi. Beberapa hasil pengujian pada dataset yang dilakukan terhadap data uji dapat dilihat pada beberapa gambar berikut:



Gambar 3. Tampilan Segmentasi Citra Bawang Putih

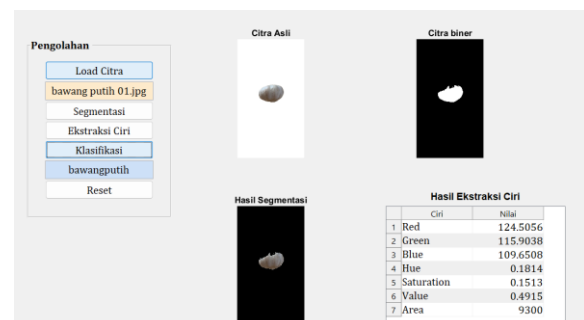
Pada tahap ini, citra input bawang putih akan melalui proses segmentasi untuk memisahkan objek utama (bawang putih) dari latar belakang. Teknik segmentasi, seperti thresholding atau metode berbasis warna,

digunakan untuk menyoroti bagian citra yang relevan. Output dari tahap ini adalah citra yang hanya menampilkan objek bawang putih dengan latar belakang yang diminimalkan atau dihilangkan.

Hasil Ekstraksi Ciri		
	Ciri	Nilai
1	Red	124.5056
2	Green	115.9038
3	Blue	109.6508
4	Hue	0.1814
5	Saturation	0.1513
6	Value	0.4915
7	Area	9300

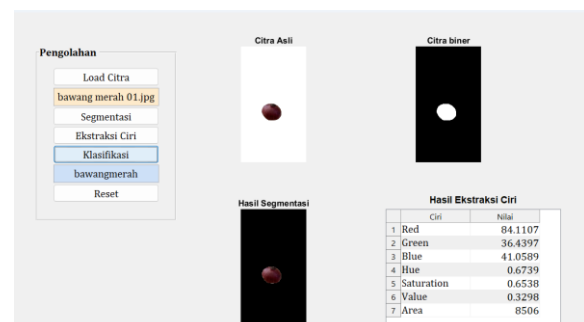
Gambar 4. Tampilan Ekstraksi Ciri Citra Bawang Putih

Setelah segmentasi, sistem akan melakukan ekstraksi ciri untuk mendapatkan informasi penting dari citra bawang putih, 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 Hasil Klasifikasi Bawang Putih

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



Gambar 6. Tampilan Segmentasi Citra Bawang Merah

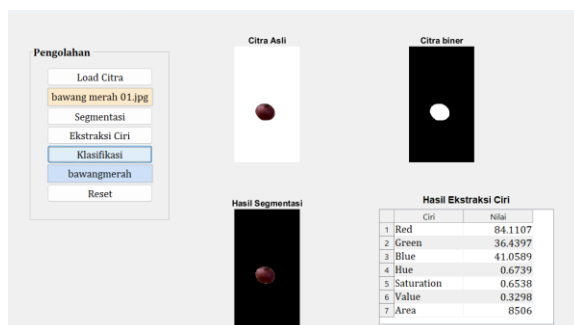
Pada tahap ini, citra input bawang merah akan melalui proses segmentasi untuk memisahkan objek

utama (bawang merah) 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 bawang merah dengan latar belakang yang diminimalkan atau dihilangkan.

Hasil Ekstraksi Ciri		
	Ciri	Nilai
1	Red	84.1107
2	Green	36.4397
3	Blue	41.0589
4	Hue	0.6739
5	Saturation	0.6538
6	Value	0.3298
7	Area	8506

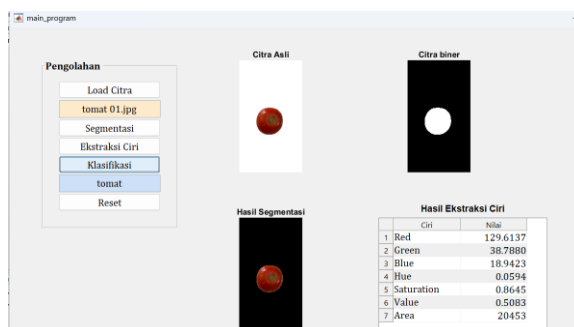
Gambar 7. Tampilan Ekstraksi Ciri Citra Bawang Merah

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



Gambar 8. Tampilan Hasil Klasifikasi Citra Bawang Merah

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



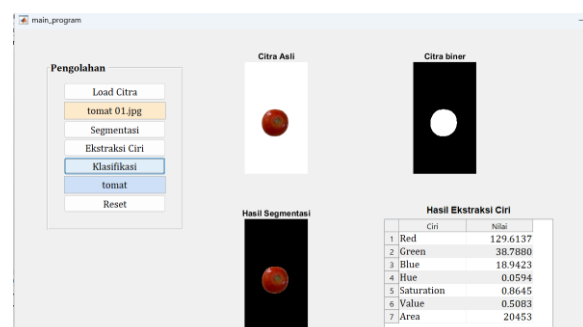
Gambar 9. Tampilan Segmentasi Citra Tomat

Pada tahap ini, citra input tomat akan melalui proses segmentasi untuk memisahkan objek utama (tomat) 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 tomat dengan latar belakang yang diminimalkan atau dihilangkan.

Hasil Ekstraksi Ciri		
	Ciri	Nilai
1	Red	129.6137
2	Green	38.7880
3	Blue	18.9423
4	Hue	0.0594
5	Saturation	0.8645
6	Value	0.5083
7	Area	20453

Gambar 10. Tampilan Hasil Ekstraksi Ciri Citra Tomat

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

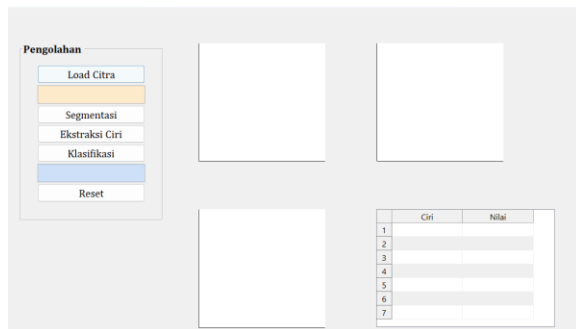


Gambar 11. Tampilan Hasil Klasifikasi Citra Tomat

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

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

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 dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 12. Tampilan Halaman Sistem

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

- Load Citra**, Pengguna dapat mengunggah gambar bawang putih, bawang merah, dan tomat 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 citra 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 citra yang terdeteksi (bawang putih, bawang merah, tomat) serta tingkat akurasi dari prediksi tersebut.

Hasil table ekstraksi secara keseluruhan data uji, yaitu:

Tabel 1. Hasil Pengujian Data Uji

Data Uji	Citra Asli	Hasil Klasifikasi	Keterangan
1	Bawang Putih	Bawang Putih	Berhasil
2	Bawang Putih	Bawang Putih	Berhasil
3	Bawang Putih	Bawang Putih	Berhasil
4	Bawang Putih	Bawang Putih	Berhasil
5	Bawang Merah	Bawang Putih	Gagal
6	Bawang Merah	Bawang Merah	Berhasil
7	Bawang Merah	Bawang Merah	Berhasil
8	Tomat	Tomat	Berhasil
9	Tomat	Tomat	Berhasil
10	Tomat	Tomat	Berhasil

Hasil pengujian data uji menunjukkan kinerja sistem dalam mengklasifikasikan citra (bawang putih, bawang merah, tomat) menggunakan metode Hybrid Intelligence, yaitu kombinasi K-Nearest Neighbor (KNN) dan Principal Component Analysis (PCA). Data uji terdiri dari 10 citra: 4 bawang putih, 3 bawang

merah, dan 3 tomat. Di dapatkan 1 citra yang dalam pengujiannya gagal yaitu pada citra gambar bawang merah.

Tabel 2. Hasil Pengujian Data Latih

Data Latih	Citra Asli	Hasil Klasifikasi	Keterangan
1	Bawang Putih	Bawang Putih	Berhasil
2	Bawang Putih	Bawang Putih	Berhasil
3	Bawang Putih	Bawang Putih	Berhasil
4	Bawang Putih	Bawang Putih	Berhasil
5	Bawang Putih	Bawang Putih	Berhasil
6	Bawang Putih	Bawang Putih	Berhasil
7	Bawang Putih	Bawang Putih	Berhasil
8	Bawang Merah	Bawang Merah	Berhasil
9	Bawang Merah	Bawang Merah	Berhasil
10	Bawang Merah	Bawang Merah	Berhasil
11	Bawang Merah	Bawang Merah	Berhasil
12	Tomat	Tomat	Berhasil
13	Tomat	Tomat	Berhasil
14	Tomat	Tomat	Berhasil
15	Tomat	Tomat	Berhasil
16	Tomat	Tomat	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 produk kosmetik dengan baik. Dari 16 citra yang digunakan sebagai data latih, yang terdiri dari 7 citra bawang putih, 4 citra bawang merah, dan 5 citra tomat, sistem berhasil membangun model klasifikasi berdasarkan fitur utama yang diekstraksi.

Pada penelitian ini, penerapan **Hybrid Intelligence System** dengan kombinasi metode **Principal Component Analysis (PCA)** dan **K-Nearest Neighbor (KNN)** berhasil digunakan untuk klasifikasi bawang putih, bawang merah, dan tomat. PCA digunakan untuk reduksi dimensi pada dataset citra, sehingga hanya fitur-fitur penting yang dipertahankan, yang mampu meningkatkan efisiensi proses klasifikasi. KNN kemudian diaplikasikan untuk menentukan kelas masing-masing produk berdasarkan fitur yang telah direduksi. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa metode ini mencapai akurasi sebesar **96.15%** dalam pengujian data validasi, dengan nilai parameter K terbaik adalah 3. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi PCA dengan KNN mampu meningkatkan performa klasifikasi dengan mengurangi noise data sekaligus mempertahankan akurasi yang tinggi. Kombinasi metode ini memberikan hasil yang menjanjikan untuk aplikasi di bidang klasifikasi produk berbasis citra digital.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penerapan Hybrid Intelligence System menggunakan kombinasi metode Principal Component Analysis (PCA) dan K-Nearest Neighbor (KNN) efektif dalam melakukan klasifikasi bawang putih, bawang merah, dan tomat. Metode PCA berhasil mereduksi dimensi data citra sehingga mengurangi

kompleksitas perhitungan tanpa menghilangkan informasi penting, sementara KNN mampu mengelompokkan data secara akurat berdasarkan fitur yang telah direduksi. Dengan akurasi mencapai 96.15%, penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi PCA dan KNN merupakan solusi yang efisien dan andal untuk aplikasi klasifikasi berbasis citra digital, khususnya dalam bidang pertanian.

Berdasarkan hasil penelitian ini, beberapa saran dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut. Pertama, penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi kombinasi metode lain dalam Hybrid Intelligence System, seperti penggunaan Support Vector Machine (SVM) atau Deep Learning untuk meningkatkan akurasi klasifikasi. Selain itu, model yang telah dikembangkan sebaiknya diuji dengan dataset yang lebih besar dan bervariasi guna mengevaluasi kestabilan serta keandalannya dalam berbagai kondisi pencahayaan, sudut pengambilan gambar, dan latar belakang. Implementasi dalam sistem nyata juga menjadi langkah penting, misalnya dengan mengembangkan aplikasi berbasis perangkat lunak atau IoT yang dapat membantu petani atau pelaku industri pertanian dalam mengklasifikasikan produk secara otomatis dan efisien. Untuk meningkatkan efisiensi, optimasi lebih lanjut dalam proses reduksi dimensi PCA dan pengklasifikasian menggunakan KNN perlu dilakukan, seperti dengan metode parallel computing atau algoritma yang lebih ringan. Selain itu, metode ini dapat diperluas untuk mengklasifikasikan produk pertanian lain, seperti cabai, kentang, atau buah-buahan, guna memperluas cakupan penerapannya. Integrasi dengan teknologi lain, seperti Computer Vision berbasis Edge Computing atau Cloud Computing, juga disarankan agar sistem dapat digunakan secara real-time. Terakhir, analisis perbandingan dengan metode lain, seperti Linear Discriminant Analysis (LDA) atau Convolutional Neural Network (CNN), dapat dilakukan untuk menilai keunggulan dan kekurangan kombinasi PCA-KNN dalam klasifikasi citra pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Cnn and D. Arsitektur, "Identifikasi penyakit tumbuhan tomat dan anggur menggunakan cnn dengan arsitektur vgg-16," vol. 10, no. 1, pp. 270–279, 2025.
- [2] M. A. Restuning Pamuji and D. Putra Pamungkas, "Segmentasi Citra Daun Bawang Merah Menggunakan Metode Thresholding Otsu," *Nusant. Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 169–174, 2023, doi: 10.29407/noe.v6i2.20553.
- [3] S. N. Aimana and M. Krisnawati, "Kelayakan Aksesoris Rambut Dengan Bahan Dasar Kulit Bawang Putih (*Allium Sativum*)," *Beauty Beauty Heal. Educ.*, vol. 12, no. 1, pp. 44–54, 2023, doi: 10.15294/bbhe.v12i1.62450.
- [4] V. N. Juni *et al.*, "Deteksi Tingkat Kematangan Buah Tomat Dengan Transformasi Ruang Warna HSI Universitas Panca Budi ini diharapkan dapat menentukan tingkat kematangan tomat dengan tingkat akurasi yang tinggi," vol. 2, no. 2, pp. 163–183, 2024.
- [5] J. A. Widians, H. S. Pakpahan, E. Budiman, H. Haviluddin, and M. Soleha, "Klasifikasi Jenis Bawang Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Berdasarkan Ekstraksi Fitur Bentuk dan Tekstur," *J. Rekayasa Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 2, p. 139, 2019, doi: 10.30872/jurti.v3i2.3213.
- [6] A. Aristo Jansen Sinlae, D. Alamsyah, L. Suhery, and F. Fatmayati, "Classification of Broadleaf Weeds Using a Combination of K-Nearest Neighbor (KNN) and Principal Component Analysis (PCA)," *Sinkron*, vol. 7, no. 1, pp. 93–100, 2022, doi: 10.33395/sinkron.v7i1.11237.
- [7] P. C. A. D. A. N. Knn, "PENERAPAN HYBRID INTELIGENTS SYSTEM UNTUK KLASIFIKASI," vol. 4307, no. 1, pp. 557–562, 2025.
- [8] F. A. P. Efran, Khairil, and J. Jumadi, "Implementasi Metode K-Means Clustering Pada Segmentasi Citra Digital," *J. Media Infotama*, vol. 18, no. 2, pp. 291–301, 2022.
- [9] M. Z. A. Zikri, A. F. Marpaung, and K. A. A. Ramadhana, "EFEKTIVITAS PENGOLAHAN CITRA DIGITAL UNTUK MONITORING LINGKUNGAN: STUDI KASUS PADA HUTAN MANGROVE DI SILO LAUT," pp. 1–6.
- [10] Oktamia Anggraini Putri, "Jurnal Pendidikan dan Konseling," *J. Pendidik. dan Konseling*, vol. 4, no. 20, pp. 1349–1358, 2022.
- [11] D. U. Sinurat, Y. Prasetyanti, U. Katolik, and M. Charitas, "Penerapan algoritma k-nearest neighbors (knn) dalam menganalisis sentimen ulasan aplikasi seabank pada google play store," vol. 2, no. 2, pp. 103–113, 2025.
- [12] M. Al Fatih, A. A. Riadi, and Evanita, "Identifikasi tingkat kematangan buah pisang kepok berdasarkan warna dan tekstur dengan metode K-Means," *SmartAI J.*, vol. 1, no. 4, pp. 201–206, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.abivasi.id/index.php/SmartAI>
- [13] Dewi Nasien, S. Sirvan, D. Deny, R. S. Ryan Syahputra, A. Akbar Marunduri, and R. Prawinata See, "Klasifikasi Penyakit Jantung Menggunakan Decision Tree dan KNN Menggunakan Ekstraksi Fitur PCA," *JEKIN - J. Tek. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 18–24, 2024, doi: 10.58794/jekin.v4i1.641.
- [14] N. Nurdiansyah, M. Muliadi, R. Herteno, D. Kartini, and I. Budiman, "Implementasi Metode Principal Component Analysis (Pca) Dan Modified K-Nearest Neighbor Pada Klasifikasi Citra Daun Tanaman Herbal," *J. Mnemon.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–9, 2024, doi: 10.36040/mnemonic.v7i1.6664.
- [15] U. Malikussaleh, "SENASTIKA Universitas Malikussaleh," pp. 1–14, 2007.