

PENDETEKSIAN ANOMALI PADA DAUN TANAMAN JAMBU BIJI MENGGUNAKAN ISODATA CLUSTER

Nadila Harianti¹, Yunita Sari Siregar², Mufida Khairani³

¹³Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan
Medan, Indonesia

²Prodi Teknik Komputer, Jurusan Teknik Komputer dan Informatika, Politeknik Negeri Medan,
Indonesia

e-mail: ¹Hariantinadila045@gmail.com, ²yunitasarisiregar1990@gmail.com,
³mufidakhairani1219@gmail.com

ABSTRAK

Daun jambu biji (*Psidium guajava* Linn.) dapat digunakan sebagai sitotoksik. Penelitian sebelumnya telah dibuktikan bahwa daun jambu biji mengandung kuersetin dengan kadar 61,71% dan berpotensi sebagai sitotoksik. Hal yang perlu diwaspadai antara lain adalah hama penyakit. Penyebaran penyakit yang cepat, dapat mengakibatkan gagal panen pada satu area ladang. Namun ternyata tidak semua petani mampu memahami masalah penyakit pada tanaman jambu biji. Penelitian ini mencoba membantu petani dalam mengenali penyakit pada tanaman jambu biji berdasarkan pengenalan pola yang terdapat pada daunnya. Menggunakan isodata clustering, penelitian ini menghasilkan pola daun jagung yang sehat dan yang berpenyakit. Sehingga mampu membantu petani dalam mendeteksi penyakit pada tanamannya dari dini untuk menentukan langkah antisipasi dan pengobatan.

Kata kunci: Jambu Biji; Pengenalan; Penyakit; Isodata Clustering.

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop a disease identification system for guava leaves using the ISODATA Clustering method. Diseases affecting guava plants may reduce plant quality and productivity; therefore, an automatic identification system is required. The ISODATA method was selected because it can automatically organize image data through cluster creation, merging, and splitting processes. The system was developed using Visual Studio and utilized guava leaf images as input data. The research stages included image acquisition, pixel extraction, clustering using ISODATA, and disease identification based on color pattern grouping. The results indicate that the ISODATA Clustering method is capable of grouping leaf color patterns and supporting the identification of guava leaf diseases. The developed system classifies leaves into several categories, including leaf blight, leaf spot, rust disease, and healthy leaves. This system is expected to assist farmers in early disease detection and decision-making for prevention and treatment.

Keywords: Guava Leaf, Image Processing, Clustering, ISODATA, Disease Identification.

1. PENDAHULUAN

Tanaman jambu biji (*Psidium guajava* Linn.) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan banyak dibudidayakan di berbagai wilayah tropis. Namun, produktivitas tanaman jambu biji sering mengalami penurunan akibat serangan berbagai jenis penyakit yang menyerang daun maupun buah. Penyakit seperti rust, anthracnose, canker, dan infeksi lainnya dapat menyebabkan penurunan kualitas hasil panen serta kerugian ekonomi apabila tidak dideteksi sejak dini [1], [2]. Oleh karena itu, proses identifikasi penyakit tanaman menjadi langkah penting dalam mendukung produktivitas dan kesehatan tanaman jambu biji.

Metode identifikasi penyakit secara konvensional masih banyak dilakukan melalui pengamatan visual oleh petani atau pakar pertanian. Akan tetapi, metode tersebut memiliki beberapa keterbatasan karena sangat bergantung pada pengalaman pengamat, membutuhkan waktu yang cukup lama, dan berpotensi menghasilkan diagnosis yang subjektif [3], [4]. Selain itu, keterbatasan jumlah tenaga ahli di bidang pertanian juga menjadi kendala dalam proses identifikasi penyakit secara cepat, terutama pada daerah yang memiliki akses teknologi dan sumber daya yang terbatas [5].

Perkembangan teknologi pengolahan citra digital dan kecerdasan buatan memberikan peluang baru dalam proses deteksi penyakit tanaman secara otomatis. Pengolahan citra memungkinkan sistem mengekstraksi informasi visual dari daun, seperti warna, tekstur, pola bercak, dan bentuk permukaan daun yang dapat digunakan sebagai fitur untuk proses identifikasi penyakit [6], [7]. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pendekatan berbasis citra digital mampu meningkatkan kecepatan dan akurasi diagnosis dibandingkan metode manual karena proses analisis dilakukan secara otomatis menggunakan sistem komputer [8].

Salah satu tahapan penting dalam pengolahan citra adalah segmentasi citra. Segmentasi berfungsi memisahkan objek daun dari latar belakang sehingga area yang mengandung gejala penyakit dapat dianalisis secara lebih akurat [9], [10]. Setelah proses segmentasi dilakukan, piksel-piksel pada citra dapat dikelompokkan berdasarkan tingkat kemiripan karakteristik tertentu sehingga pola penyakit yang muncul pada daun dapat dikenali dengan lebih baik [11].

Teknik *clustering* merupakan salah satu metode yang banyak digunakan dalam proses pengelompokan data citra karena mampu mengelompokkan piksel yang memiliki karakteristik serupa ke dalam cluster yang sama. Salah satu algoritma *clustering* yang cukup fleksibel adalah ISODATA (*Iterative Self Organizing Data Analysis Technique Algorithm*). Metode ISODATA memiliki kemampuan melakukan pemisahan (*splitting*) dan penggabungan (*merging*) cluster secara otomatis selama proses iterasi sehingga mampu menghasilkan kelompok data yang lebih representatif sesuai karakteristik citra yang dianalisis [12].

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa berbagai metode berbasis *machine learning* dan *deep learning* telah berhasil digunakan untuk mendeteksi penyakit daun jambu biji dengan tingkat akurasi yang tinggi. Metode *Support Vector Machine* (SVM), *Convolutional Neural Network* (CNN), *MobileNet*, *Vision Transformer* (ViT), dan berbagai model hibrida telah menunjukkan performa yang baik dalam proses klasifikasi penyakit tanaman berbasis citra digital [1], [2], [13], [14]. Meskipun demikian, metode *clustering* masih memiliki keunggulan karena tidak memerlukan proses pelabelan data yang kompleks dan mampu melakukan pengelompokan berdasarkan karakteristik visual secara langsung [12], [15].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini menerapkan metode ISODATA Clustering untuk melakukan pendeteksian penyakit pada daun tanaman jambu biji berdasarkan karakteristik warna yang terdapat pada citra daun. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan proses pengelompokan piksel untuk membentuk cluster warna yang digunakan sebagai dasar dalam proses identifikasi penyakit. Hasil penelitian diharapkan dapat membantu proses diagnosis penyakit daun secara lebih cepat, efektif, dan akurat sehingga dapat mendukung upaya pencegahan serta penanganan penyakit tanaman sejak dini.

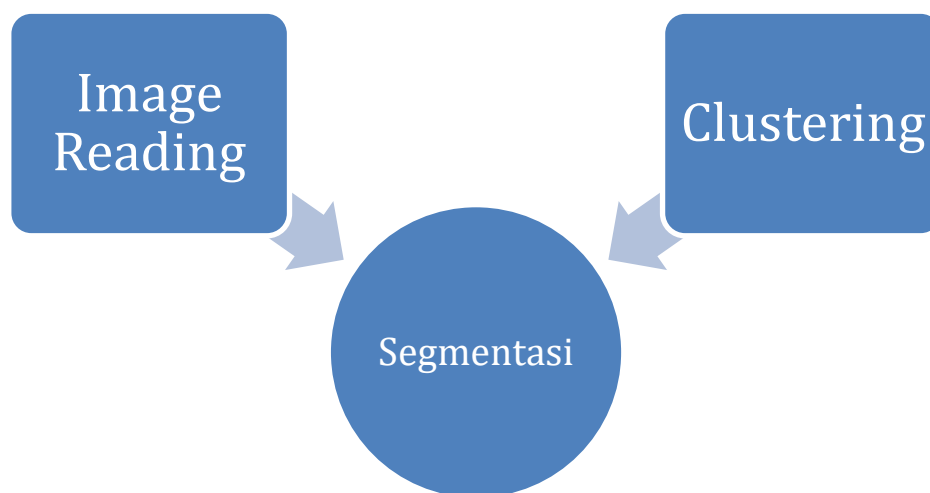
2. METODE PENELITIAN

Analisis Sistem

Penelitian ini bertujuan untuk membangun aplikasi yang mampu melakukan identifikasi penyakit pada daun tanaman jambu biji menggunakan metode ISODATA Clustering. Sistem dikembangkan pada lingkungan desktop. Sistem memiliki kemampuan membaca citra digital, melakukan pengelompokan piksel berdasarkan warna, serta mengidentifikasi penyakit daun berdasarkan hasil clustering yang terbentuk.

Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem terdiri atas tiga komponen utama, yaitu *Image Reading*, *Clustering*, dan *Identifikasi*. Komponen *Image Reading* berfungsi membaca informasi piksel dari citra daun yang menjadi masukan sistem. Selanjutnya, komponen *Clustering* melakukan pengelompokan piksel warna menggunakan metode ISODATA Clustering. Hasil clustering kemudian digunakan oleh komponen *Identifikasi* untuk menentukan kategori penyakit berdasarkan karakteristik warna yang terdapat pada citra daun tanaman jambu biji.



Gambar 1. Arsitektur Sistem

Komponen – komponen utama dari sistem aplikasi yang akan dibangun adalah sebagai berikut:

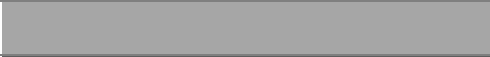
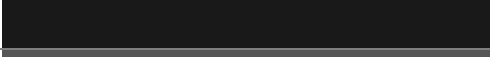
1. **Image Reading**, merupakan sub komponen yang bertugas untuk membaca informasi piksel dari citra input dan menyediakan informasi tersebut untuk sub komponen lain guna diproses lebih lanjut.
2. **Clustering**, merupakan sub komponen yang bertugas untuk melakukan pengelompokan piksel warna menggunakan metode isodata *clustering*.
3. **Identifikasi**, merupakan sub komponen yang bertugas untuk menentukan identifikasi warna pada piksel citra dan mentransformasikan warna pada piksel citra ke warna yang baru berdasarkan hasil dari pengelompokan isodata *clustering*.

Metode ISODATA Clustering

ISODATA (*Iterative Self Organizing Data Analysis Technique Algorithm*) merupakan metode clustering yang mampu membentuk kelompok data secara otomatis melalui proses pemisahan (*splitting*) dan penggabungan (*merging*) cluster. Pada penelitian ini, proses clustering dimulai dengan menentukan jumlah cluster awal dan centroid awal. Setiap piksel citra dihitung jaraknya terhadap centroid menggunakan perhitungan jarak terdekat. Piksel kemudian dikelompokkan ke dalam cluster yang memiliki jarak minimum.

Setelah proses pengelompokan selesai, sistem menghitung centroid baru berdasarkan anggota masing-masing cluster. Selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap jumlah anggota cluster, standar deviasi, dan jarak antar cluster. Cluster yang memiliki karakteristik tertentu dapat digabungkan atau dipecah sehingga menghasilkan kelompok data yang lebih representatif. Proses ini dilakukan secara iteratif hingga diperoleh cluster yang stabil.

Tabel 1. Contoh Sample Pixel Citra

No.	Nilai Warna (x)	Warna
1	143	
2	166	
3	94	
4	243	
5	25	
6	86	
7	10	

Sebelum proses *clustering* dilakukan, tahap pertama adalah menetapkan parameter – parameter *isodata clustering* sebagai berikut :

k = 4

n_min= 2

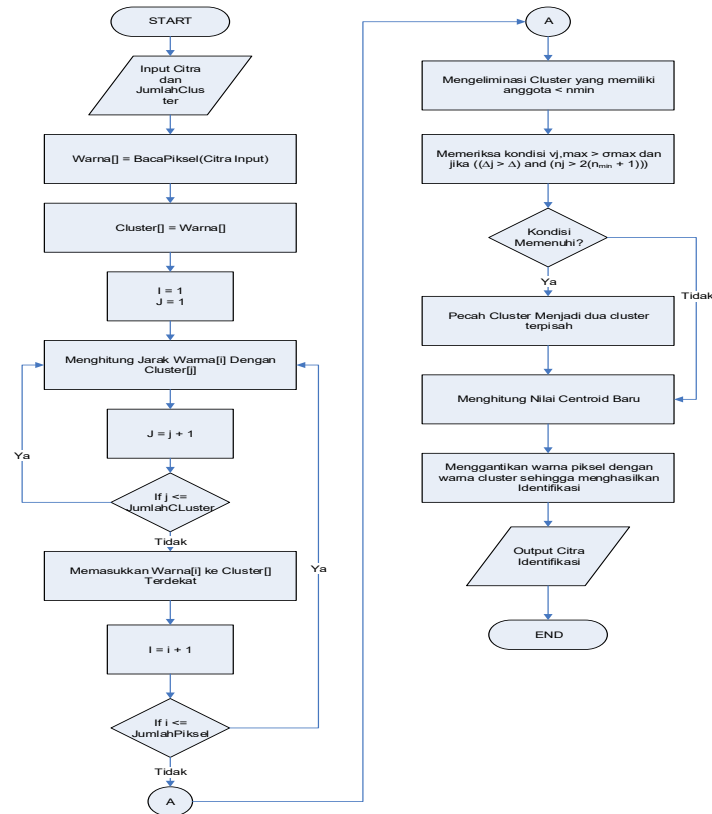
i_max= 10

$\sigma_{\max}$ = 90

L_min = 20

P_max = 1 pasang

Alur Sistem Flowchart

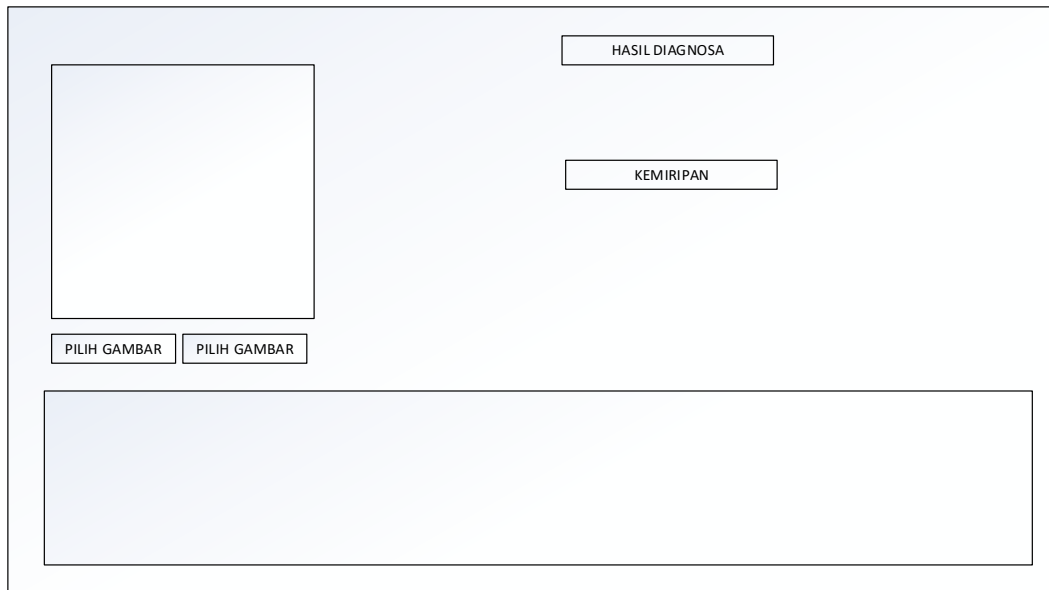


Gambar 2. Flowchart

Rancangan diagram alir seperti yang terlihat pada gambar 3.3 memperlihatkan aliran proses pelatihan yang dilakukan oleh sistem. Tahap – tahap diagram alir seperti yang terlihat pada gambar 3.3 dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Pengguna melakukan input citra yang akan diidentifikasi dan jumlah cluster yang akan dibentuk.
2. Membaca nilai piksel warna pada citra digital.
3. Membentuk nilai cluster awal dari nilai piksel secara acak.
4. Menghitung jarak tiap piksel dengan cluster terdekat dan mengelompokkan piksel ke cluster dengan jarak terdekat.
5. Mengeliminasi cluster dengan jumlah cluster lebih kecil n_{min} .
6. Memeriksa kondisi $v_{j,max} > \sigma_{max}$ dan jika $((\Delta_j > \Delta) \text{ and } (n_j > 2(n_{min} + 1)))$ dari tiap cluster dan pecah cluster menjadi dua cluster jika kondisi terpenuhi.
7. Melakukan transformasi warna pada piksel citra menurut cluster dimana piksel tersebut berada.
8. Menampilkan output citra digital hasil identifikasi.

Perancangan Antarmuka



Gambar 3. Antarmuka

Perancangan ini bertujuan untuk merancang tampilan dari suatu perangkat lunak yang akan di buat yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Berikut perancangan antarmuka aplikasi identifikasi pada citra digital menggunakan algoritma *isodata clustering*. antarmuka ini dikhususkan untuk proses diagnose pengenalan penyakit pada daun yag akan diuji sehingga seluruh tampilan dari pada penyakit akan ditampilkan disini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menghitung Cluster

Pertama sekali adalah membangkitkan nilai tengah secara acak dari tiap *cluster* (m) yang mana sebanyak empat *cluster* :

Tabel 2. Nilai Tengah Cluster

Cluster	Nilai Tengah (m)
1	10
2	94
3	143
4	25

Berikutnya mengelompokkan data (x) kedalam masing – masing cluster berdasarkan jarak terkecil :

X1 masuk kedalam cluster ke 1 karena memiliki jarak terkecil yaitu :

$$D(x_1, z_1) = ||143 - 10|| = 133 \quad (1)$$

Sehingga diperoleh matriks jaraka sebagai berikut :

Tabel 3. Matriks Jarak

Piksel	D(x,z1)	D(x,z2)	D(x,z3)	D(x,z4)
143	133	49	0	118
166	156	72	23	141
94	84	0	49	69
243	233	149	100	218
25	15	69	118	0
86	76	8	57	61
10	0	84	133	15

Hasil *clusterisasi* baru setelah penghilangan *cluster* 1 dan 2 :

Tabel 4. Hasil *Clusterisasi* Baru Setelah Penghilangan *Cluster* 1 Dan 2

Cluster	Nilai Tengah (m)	Anggota
2	94	94, 86, 25, 10
3	143	143, 166, 243

Menghitung Centroid Baru :

$$z_2 = \frac{(94+86+25+10)}{4} = 53.75 \quad (2)$$

$$z_3 = \frac{(143+166+243)}{3} = 184 \quad (3)$$

Berikutnya adalah menghitung jarak antar elemen pada masing – masing cluster :

Jarak elemen cluster ke – 2 :

$$\Delta_2 = \frac{1}{4} \times (\|94 - 53.75\| + \|25 - 53.75\| + \|86 - 53.75\| + \|10 - 53.75\|) \quad (4)$$

$$\Delta_2 = 29 \quad (5)$$

Jarak elemen cluster ke – 3 :

$$\Delta_3 = \frac{1}{3} \times (\|143 - 184\| + \|166 - 184\| + \|243 - 184\|) \Delta_3 = 39.33 \quad (6)$$

Jarak antar masing – masing inti *cluster* adalah :

$$\Delta = \frac{1}{2} \times ((4 \times 29) + (3 \times 39.33)) = 117 \quad (7)$$

Tahap berikutnya adalah menghitung standard deviasi dari masing – masing cluster :

Standard deviasi cluster ke -2 :

$$v_2 = \left(\frac{1}{4} \times ((94 - 53.75)^2 + (25 - 53.75)^2 + (86 - 53.75)^2 + (10 - 53.75)^2) \right)^{1/2} = 36.74 \quad (8)$$

Standard deviasi cluster ke -2 :

$$v_3 = \left(\frac{1}{3} \times ((143 - 184)^2 + (166 - 184)^2 + (243 - 184)^2) \right)^{1/2} = 42.76 \quad (9)$$

Tahap berikutnya adalah memeriksa apakah terdapat cluster yang layak untuk dipecah menggunakan kriteria sebagai berikut :

$$v_{j,max} > \sigma_{max} \text{ dan jika } ((\Delta_j > \Delta) \text{ and } (n_j > 2(n_{min} + 1))) \quad (10)$$

untuk cluster ke – 2, nilai standard deviasi masih dibawah standard deviasi maksimal dan jarak anggota rata – rata lebih kecil daripada jarak antar *cluster* dan jumlah anggota masih lebih kecil dibandingkan dengan $2(n_{min} + 1)$ atau 6. Begitu juga dengan cluster ke – 3.

Berikutnya adalah menghitung nilai jarak antar centorid dikarenakan hanya tersisa satu pasang cluster sehingga nilai jarak antar centroid hanya dapat dihitung pada S2 dan S3 :

$$d(S2, S3) = \|z_3 - z_4\| = \|53.75 - 184\| = 130.25 \quad (11)$$

Dikarenakan tidak ada lagi perubahan komposisi elemen pada cluster maka diperoleh cluster akhir :

Tabel 5. Cluster Akhir

Cluster	Nilai Tengah (m)	Anggota	Jumlah Anggota
2	53.75	86, 94, 25, 10	4
3	184	143, 166, 243	3

Setelah diperoleh jumlah anggota selanjutnya adalah mentransformasikan nilai jumlah anggota kedalam bentuk probabilitas agar nilai perbandingan pada saat deteksi penyakit tidak bergantung pada resolusi atau banyaknya piksel dari gambar yang akan didiagnosa:

Tabel 6. Nilai Jumlah Anggota Kedalam Bentuk Probabilitas

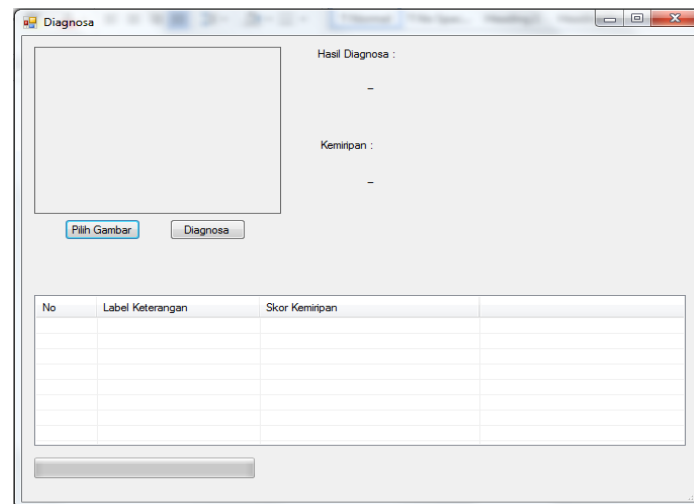
Cluster	Nilai Tengah (m)	Jumlah Anggota	Nilai Probabilitas
2	53.75	4	$4 / 7 = 0.57$
3	184	3	$3 / 7 = 0.43$

Pada saat proses diagnosa, piksel – piksel citra yang akan di-diagnosa di cluster kan secara langsung menggunakan jarak terdekat menggunakan cluster hasil dari *isodata clustering*. Kemudian nilai probabilitas akan dibandingkan dengan nilai probabilitas dari dataset.

Hasil Perancangan

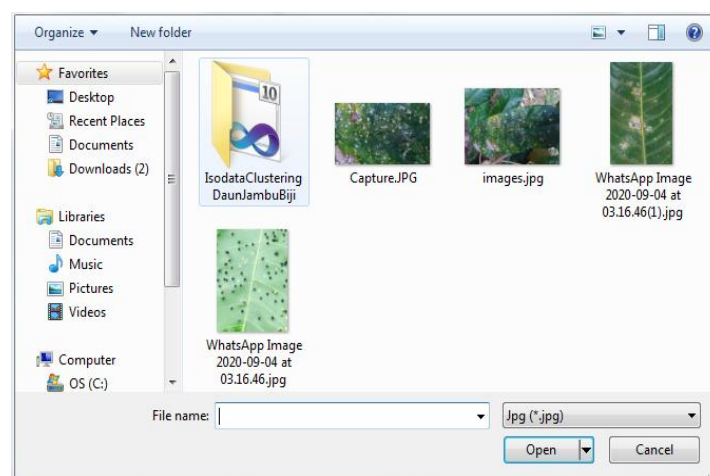
Pengujian atau diagnosa dilakukan dengan melakukan pencocokan fitur pada beberapa file citra digital menggunakan nilai parameter yang berbeda – beda dan kemudian akan di cocokan dengan dataset yang telah disimpan sebelumnya untuk prose diagnosis.

Proses pengujian dilakukan dengan melakukan segmentasi menggunakan parameter yang berbeda. Berikut gambar proses diagnose menggunakan file pengujian. Pertama user akan membuka sistem dan masuk pada halaman diagnose seperti yang tampak pada gambar berikut:



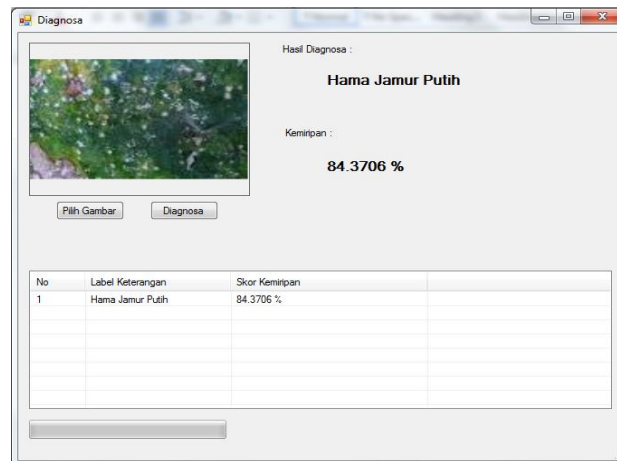
Gambar 4. Tampilan Awal

Setelah user atau pengguna membuka halaman diagnose, langkah selanjutnya adalah menginput data uji atau citra daun dengan penyakit yang ada didalamnya. Berikut tampilan dari data yang akan digunakan untuk pengujian diagnose:



Gambar 5. Input Data

Setelah data citra siap dipilih maka selanjutnya user akan memindahkan data gambar pada sistem, dan siap memulai proses diagnosi. Untuk memulai user atau pengguna dapat menekan tombol “Diagnosa” seperti yang tampak pada gambar berikut:



Gambar 6. Hasil Diagnosa

Berdasarkan pengujian diatas, sistem dapat mengenali penyakit yang sama dengan yang terdapat pada data uji dan sistem mampu mencocokkan data citra uji dengan dataset sehingga diperoleh tingkat kemiripan 87% sebagai visualisasi numeric untuk memberikan nilai kemungkinan ketepatan diagnosis terhadap citra uji dengan dataset atau dengan kata lain, sistem berhasil melakukan diagnose penyakit pada daun jambu dengan baik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem pendeteksian penyakit pada daun tanaman jambu biji menggunakan metode ISODATA *Clustering*, dapat disimpulkan bahwa metode ISODATA berhasil diterapkan untuk melakukan pengelompokan warna yang terdapat pada citra daun. Proses *clustering* dilakukan dengan mengelompokkan piksel-piksel yang memiliki karakteristik warna yang serupa sehingga warna hijau pada daun sehat maupun perubahan warna yang muncul akibat serangan penyakit dapat dibedakan dan dijadikan fitur dalam proses identifikasi penyakit. Hasil pengelompokan tersebut memungkinkan sistem mengenali pola warna yang terdapat pada citra daun dan menggunakannya sebagai dasar dalam proses diagnosis.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan identifikasi penyakit daun dengan cukup baik. Penyakit yang memiliki karakteristik visual dan warna yang jelas dapat dikenali dengan tingkat kemiripan yang tinggi terhadap data yang terdapat pada dataset. Namun demikian, pada beberapa kondisi masih ditemukan kemungkinan kesalahan diagnosis yang disebabkan oleh kemiripan karakteristik warna antar jenis penyakit. Kesamaan pola warna tersebut dapat menyebabkan proses pengelompokan menghasilkan cluster yang hampir sama sehingga memengaruhi hasil identifikasi yang diberikan oleh sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Sharma, R. Kumar, and P. Singh, "Guava Leaf Disease Detection Using Support Vector Machine," *Smart Agricultural Technology*, vol. 9, pp. 1–12, 2025.

-
- [2] A. Pratama, R. Nugroho, and D. Kurniawan, "Guava Disease Detection and Classification: A Systematic Literature Review," *Jurnal Telematika*, vol. 18, no. 2, pp. 112–126, 2025.
 - [3] M. Rahman, A. Islam, and S. Hossain, "AI-Driven Disease Detection in Guava Plants Using Teachable Machine Learning Models," *Plant Science Today*, vol. 13, no. 1, pp. 55–67, 2026.
 - [4] D. Putra, *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi Publisher, 2010.
 - [5] D. Putra, *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Andi Publisher, 2017.
 - [6] A. Saputra, B. Nugraha, and M. Rizky, "Plant Disease Detection Using Image Processing and Machine Learning," *International Journal of Artificial Intelligence and Machine Learning*, vol. 4, no. 1, pp. 22–31, 2026.
 - [7] R. Gupta and P. Sharma, "Image Segmentation Techniques for Plant Disease Detection: A Comprehensive Review," *Journal of Precision Agriculture Systems*, vol. 7, no. 2, pp. 88–105, 2026.
 - [8] H. Halim and F. Syahputra, "Segmentation Analysis for Digital Image Processing Applications," *Journal of Computer Vision Research*, vol. 5, no. 1, pp. 10–18, 2024.
 - [9] Y. Chen, J. Li, and X. Wang, "Plant Disease Segmentation Networks for Fast Automatic Detection," *Agriculture*, vol. 15, no. 6, pp. 1–19, 2025.
 - [10] Y. Lu and K. Huang, "ISODATA Clustering Algorithm for Image Segmentation Applications," *International Journal of Image Processing*, vol. 8, no. 4, pp. 201–210, 2024.
 - [11] N. Memarsadeghi, D. Mount, N. Netanyahu, J. LeMoigne, and R. Chellappa, "A Fast Implementation of the ISODATA Clustering Algorithm," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 29, no. 5, pp. 1–12, 2007.
 - [12] L. G. Shapiro and G. C. Stockman, *Computer Vision*. New Jersey, NJ, USA: Prentice Hall, 2000.
 - [13] F. Ramadhan, M. Akbar, and D. Prasetyo, "CNN-Based Deep Learning Utilization Model for Crystal Guava Disease Detection," *Journal of Applied Smart Systems and Intelligent Machine Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 15–26, 2026.
 - [14] P. Kumar, R. Singh, and S. Verma, "Hybrid CNN-ViT Framework for Guava Leaves and Fruits Disease Classification," in *Proc. International Conference on Artificial Intelligence and Information Technology*, 2026, pp. 44–50.
 - [15] A. Fernandez, M. Torres, and L. Gomez, "Enhancing Image-Based Classification for Crop Disease Detection Using Deep Learning," *Scientific Reports*, vol. 15, pp. 1–14, 2025.