

Klasifikasi Penyakit pada Daun Sirih Menggunakan *K-Nearest Neighbor (KNN)* Berdasarkan Ekstraksi Fitur *Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)*

Julian Mulyadi^{1*}, Nuri David Maria Veronika²

^{1*} Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Bengkulu, Indonesia

² Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Bengkulu, Indonesia

e-mail penulis : *julianmulyadi0410@gmail.com, nurivironika@umb.ac.id

ABSTRAK

Daun sirih (*Piper betle L.*) merupakan tanaman merambat yang tumbuh subur di wilayah tropis, termasuk Asia hingga Afrika Timur. Secara empiris, daun sirih memiliki berbagai khasiat dalam pengobatan tradisional karena mengandung senyawa kimia yang bermanfaat bagi kesehatan. Namun, produksi daun sirih rentan terhadap serangan hama dan penyakit tanaman, yang menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem klasifikasi penyakit pada daun sirih dengan menerapkan ekstraksi fitur *Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)* dan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbor (KNN)*. Penelitian ini menggunakan dataset sebanyak 150 citra, yang terdiri dari 120 citra sebagai data latih dan 30 citra sebagai data uji, dengan tiga kategori utama, yaitu daun sirih sehat, daun sirih dengan penyakit bercak daun, dan daun sirih yang mengalami kerusakan akibat bekicot. Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa metode KNN dengan nilai $K = 3$ dan $K = 5$ memberikan akurasi tertinggi sebesar 90%, dengan 27 citra diklasifikasikan dengan benar dan 3 citra mengalami kesalahan klasifikasi dari 30 citra yang diuji. Hasil ini membuktikan bahwa kombinasi metode KNN dan ekstraksi fitur GLCM efektif dalam mengklasifikasikan penyakit pada daun sirih, sehingga dapat digunakan sebagai sistem pendukung dalam meningkatkan produktivitas pertanian.

Kata Kunci : Daun sirih; Pengolahan citra; K-nearest neighbor; Matriks Tingkat keabuan

ABSTRACT

Betel leaf (Piper betle L.) is a climbing plant that thrives in tropical regions, including Asia and East Africa. Empirically, betel leaves have various medicinal properties due to their beneficial chemical compounds. However, betel leaf production is highly susceptible to pests and plant diseases, which significantly reduce the quality and quantity of the harvest. To address this issue, this study develops a disease classification system for betel leaves by implementing Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) feature extraction and K-Nearest Neighbor (KNN) classification. This research utilizes a dataset of 150 images, consisting of 120 training images and 30 test images, categorized into three classes: healthy leaves, leaf spot disease, and damage caused by snails. The classification results indicate that KNN with $K = 3$ and $K = 5$ achieved the highest accuracy of 90%, with 27 correctly classified images and 3 misclassified images out of 30 test images. These findings demonstrate that the combination of KNN and GLCM feature extraction is effective in classifying diseases in betel leaves, making it a valuable system for supporting agricultural productivity.

Keywords : Betel leaves; Image processing; K-nearest neighbor; Gray level Co-occurrence matrix

PENDAHULUAN

Kesehatan merupakan kebutuhan mendasar yang mempengaruhi kualitas hidup setiap manusia. Dalam upaya menjaga kesehatan, pemanfaatan bahan alami sebagai obat menjadi salah satu pilihan utama karena kandungan senyawa bioaktifnya yang efektif serta efek samping yang minimal. Salah satu bahan alami yang telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional adalah daun sirih (*Piper betle L.*). Tanaman merambat ini memiliki bentuk daun bundar lonjong menyerupai jantung, dengan batang berbentuk silindris dan beruas. Daun sirih tumbuh subur di

daerah tropis, termasuk Indonesia, Thailand, Malaysia, India, Sri Lanka, Madagaskar, serta dikenal luas karena kandungan senyawa antibakteri, antijamur, dan antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan [1]–[3]. Penggunaan daun sirih dalam pengobatan tradisional terbukti efektif dalam mengatasi berbagai masalah kesehatan seperti infeksi jamur, gatal-gatal, dan infeksi bakteri [2]. Selain itu, daun sirih juga memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan mikroorganisme parasit pada tanaman yang menunjukkan potensi pemanfaatan daun sirih dalam bidang pertanian [3].

Namun, dalam budidaya daun sirih, petani sering menghadapi tantangan besar berupa serangan penyakit tanaman yang dapat menurunkan kualitas dan kuantitas hasil panen. Dua jenis penyakit utama yang sering menyerang daun sirih adalah bercak daun yang disebabkan oleh jamur dan kerusakan akibat bekicot (*Achatina sp.*). Penyakit bercak daun ditandai dengan bercak bulat kecil berwarna klorotik dan bercak putih di bagian tengah, sementara kerusakan akibat bekicot menyebabkan lubang-lubang pada permukaan daun yang dapat merusak sebagian besar jaringan daun pada tingkat yang parah [4]. Dampak dari kedua penyakit ini cukup signifikan terhadap produktivitas daun sirih, yang memerlukan solusi efektif untuk deteksi dan penanganan dini.

Dalam menghadapi tantangan penyakit tanaman, deteksi penyakit yang cepat dan akurat menjadi sangat penting. Namun, deteksi penyakit secara manual seringkali memakan waktu dan tidak selalu dapat memberikan hasil yang tepat, sehingga penanganan penyakit sering terlambat dilakukan. Oleh karena itu, diperlukan sistem otomatis yang dapat mendeteksi penyakit pada daun sirih dengan cepat dan tepat, sehingga kerusakan dapat diminimalisir dan produktivitas dapat meningkat. Pengolahan citra digital merupakan salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam deteksi penyakit tanaman. Salah satu metode yang efektif dalam pengolahan citra adalah *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) yang digunakan untuk mengekstraksi fitur tekstur dari citra. Metode ini telah terbukti efektif dalam banyak penelitian untuk mendeteksi penyakit pada tanaman seperti anggur [5] dan daun padi [6]. GLCM mengukur seberapa sering pasangan piksel dengan tingkat keabuan tertentu muncul berdekatan dalam arah dan jarak tertentu, sehingga dapat mengenali pola tekstur pada daun yang terinfeksi penyakit. Selain itu, klasifikasi menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) telah banyak diterapkan dalam berbagai penelitian untuk mengklasifikasikan penyakit tanaman berdasarkan fitur-fitur yang diekstraksi menggunakan GLCM [7], [8]. Meskipun sudah banyak penelitian yang mengaplikasikan metode ini pada tanaman lain, masih belum ada penelitian yang fokus pada pengembangan sistem pendeteksi penyakit pada daun sirih menggunakan metode GLCM dan KNN.

Penelitian sebelumnya banyak mengaplikasikan metode GLCM dan KNN untuk deteksi penyakit pada tanaman lain, namun belum ada yang mengarah pada deteksi penyakit pada daun sirih. Sebagai contoh, penelitian [5] menggunakan KNN untuk klasifikasi penyakit daun anggur, tetapi tidak mengeksplorasi nilai K yang optimal. Penelitian ini berbeda, karena menggunakan metode yang sama untuk daun sirih dengan mengevaluasi berbagai nilai K (K=1, 3, 5, 7) untuk memperoleh hasil terbaik. Penelitian [6] mengkombinasikan GLCM dan deteksi tepi Canny untuk klasifikasi penyakit pada daun padi, sementara penelitian ini hanya menggunakan GLCM tanpa deteksi tepi, karena daun sirih memiliki tekstur yang lebih seragam. Penelitian [7] juga menggunakan KNN untuk identifikasi penyakit pada daun jeruk, tetapi tidak melakukan optimasi nilai K. Penelitian ini menguji berbagai nilai K dan menunjukkan bahwa K=3 dan K=5 menghasilkan akurasi tertinggi, yang menunjukkan pentingnya pemilihan parameter K dalam meningkatkan performa KNN. Penelitian [9] menggabungkan GLCM dengan Local Binary Pattern (LBP) untuk klasifikasi penyakit pada daun tomat, namun pada penelitian ini hanya menggunakan GLCM, karena tekstur daun sirih yang lebih seragam tidak memerlukan fitur tambahan dari LBP.

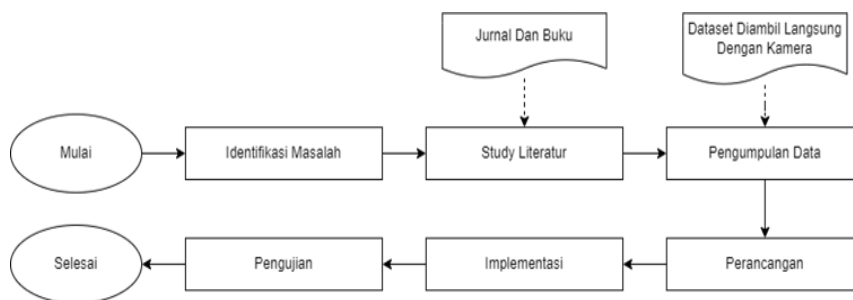
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem deteksi penyakit pada daun sirih yang berbasis citra digital, dengan menggunakan GLCM untuk ekstraksi fitur tekstur dan *K-Nearest Neighbor* (KNN) untuk klasifikasi penyakit, sehingga petani dapat melakukan deteksi

penyakit secara lebih cepat dan akurat, serta meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen daun sirih. Penelitian ini sangat penting mengingat daun sirih memiliki potensi besar dalam bidang kesehatan dan industri farmasi, serta pentingnya budidaya tanaman ini untuk kesejahteraan petani. Dengan adanya sistem pendeteksi penyakit yang otomatis dan akurat, diharapkan dapat membantu petani mendeteksi penyakit lebih awal, mengurangi kerugian akibat penyakit, dan meningkatkan hasil panen.

Secara teoritis, penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi pengolahan citra untuk aplikasi pertanian, sementara secara praktis, penelitian ini dapat mendukung peningkatan kualitas dan kuantitas hasil budidaya daun sirih yang dapat digunakan di sektor kesehatan, industri farmasi, dan pertanian [4], [10].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian eksperimen. Pendekatan ini digunakan untuk mengembangkan dan menguji sistem klasifikasi otomatis penyakit pada daun sirih berbasis citra digital. Eksperimen dilakukan dengan menerapkan teknik ekstraksi fitur menggunakan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) dan algoritma klasifikasi *K-Nearest Neighbor* (KNN) untuk menganalisis performa model dalam mendeteksi penyakit daun sirih secara akurat. Adapun tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.






Gambar 1. Tahapan Penelitian

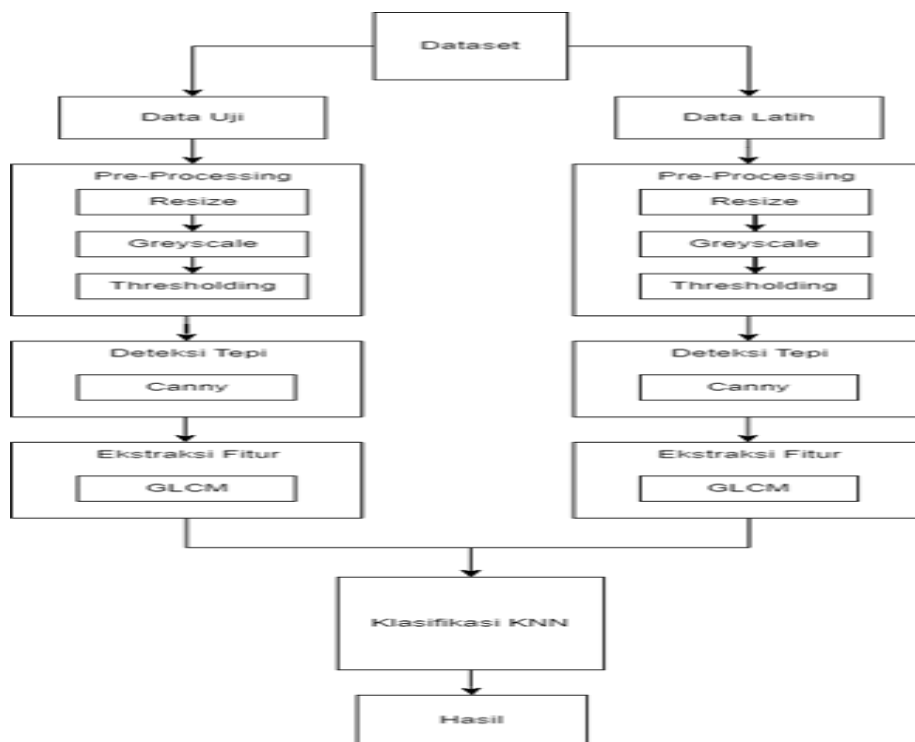
Secara umum, penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah; Tahap pertama dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menganalisis permasalahan utama yang berkaitan dengan klasifikasi penyakit pada daun sirih. Identifikasi ini dilakukan untuk memahami faktor-faktor yang menyebabkan penurunan kualitas daun sirih akibat penyakit dan hama, serta menentukan metode yang paling sesuai untuk mengatasi permasalahan tersebut.
2. Studi Literatur; Dalam studi literatur, dilakukan pencarian dan analisis terhadap berbagai sumber ilmiah, termasuk jurnal dan buku, yang membahas klasifikasi penyakit pada daun sirih. Studi ini mencakup tinjauan terhadap penelitian yang menggunakan teknik *segmentasi citra thresholding*, deteksi tepi, ekstraksi fitur menggunakan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM), serta metode klasifikasi berbasis *K-Nearest Neighbor* (KNN). Informasi yang diperoleh dari literatur digunakan sebagai dasar dalam pengembangan metode klasifikasi yang diusulkan dalam penelitian ini.
3. Pengumpulan Data; Data dalam penelitian ini dikumpulkan secara langsung dari lokasi budidaya tanaman daun sirih. Citra daun sirih diperoleh menggunakan kamera ponsel dengan latar belakang lembaran kertas A4 untuk memastikan keseragaman dalam pengambilan gambar. Dataset yang diperoleh terdiri dari 150 citra daun sirih, yang dikategorikan ke dalam tiga kelas, yaitu daun sirih sehat, daun sirih dengan penyakit bercak daun, dan daun sirih yang mengalami kerusakan akibat bekicot.

Tabel 1. Jumlah Data Pada Jenis Citra Daun Sirih

Daun sirih	Gambar	Data Latih	Data Uji	Total
Sehat		40	10	50
Bercak Daun		40	10	50
Bekicot		40	10	50
Total				150

4. Perancangan; Tahap ini mencakup perancangan skema penelitian, yang meliputi proses pemrosesan data, ekstraksi fitur, serta implementasi metode klasifikasi yang digunakan. Skema perancangan penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema Perancangan

4.1. Pre-processing Citra; Tahap pertama dalam pemrosesan citra adalah pre-processing, yang terdiri dari tiga langkah utama:

- a. *Resize* – Proses mengubah ukuran gambar dengan memperkecil jumlah piksel agar lebih ringan dan mempercepat pemrosesan computer [11].

- b. *Grayscale* – Proses mengubah gambar berwarna menjadi hitam-putih dalam berbagai tingkatan abu-abu untuk menyoroti perbedaan tekstur pada citra [11]
 - c. Segmentasi dengan *Thresholding* – Memisahkan objek utama dari latar belakang menggunakan metode thresholding, di mana latar belakang berwarna hitam (0) dan objek utama berwarna putih (1).
- 4.2. Deteksi Tepi; Pada tahap ini, dilakukan deteksi tepi menggunakan metode *Canny*, yang bertujuan untuk menyoroti batas objek sehingga detail dalam gambar lebih jelas terlihat [12].
- 4.3. Ekstraksi Fitur Menggunakan GLCM; Citra yang telah diproses kemudian diekstraksi cirinya menggunakan *Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)*, yang berfungsi untuk mengenali pola dan tekstur gambar. Empat fitur utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah:
- a. *Contrast* – Mengukur perbedaan intensitas antara piksel yang berdekatan untuk mendeteksi perubahan warna akibat penyakit.
 - b. *Homogeneity* – Menilai keseragaman tekstur dalam citra; daun sehat cenderung memiliki homogeneity lebih tinggi dibandingkan daun yang terinfeksi.
 - c. *Energy* – Mengukur jumlah pola berulang dalam citra; nilai energy yang tinggi menunjukkan tekstur yang lebih halus dan teratur.
 - d. *Correlation* – Mengukur hubungan antar piksel dalam citra; nilai correlation yang tinggi menunjukkan pola yang lebih terstruktur.

Pemilihan keempat parameter ini didasarkan pada efektivitasnya dalam berbagai penelitian klasifikasi citra daun. Beberapa penelitian sebelumnya, seperti dalam studi [5], [6] telah membuktikan bahwa kombinasi *contrast*, *homogeneity*, *energy*, dan *correlation* dapat digunakan untuk membedakan daun sehat dan yang terinfeksi dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Adapun rumus dari fitur GLCM yaitu:

$$\text{Contrast} = \sum_{i,j} (i - j)^2 P_{i,j} \quad (1)$$

$$\text{Homogeneity} = \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} \frac{P(i, j)}{1+(i-j)^2} \quad (2)$$

$$\text{Energy} = \sum_{i,j} P(i, j)^2 \quad (3)$$

$$\text{Correlation} = \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} \frac{(i - \mu_i)(j - \mu_j)P(i, j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (4)$$

- 4.4. Klasifikasi Menggunakan *K-Nearest Neighbor (KNN)*; Tahap keempat dalam perancangan sistem adalah klasifikasi menggunakan K-Nearest Neighbor (KNN). Metode ini bekerja dengan membandingkan data baru terhadap data latih yang telah dikategorikan sebelumnya berdasarkan kedekatan jarak. Pemilihan nilai K sangat berpengaruh terhadap akurasi klasifikasi [11]. Dalam penelitian ini, dilakukan eksperimen dengan K = 1, 3, 5, dan 7. Hasilnya menunjukkan bahwa K = 3 dan K = 5 memberikan akurasi terbaik sebesar 90%, sementara K = 1 dan K = 7 menghasilkan akurasi yang lebih rendah. Jarak antara titik-titik dalam dataset dihitung menggunakan *Euclidean Distance* [13],[14]., yang dirumuskan sebagai berikut

$$D_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (i - j)^2} \quad (5)$$

dimana

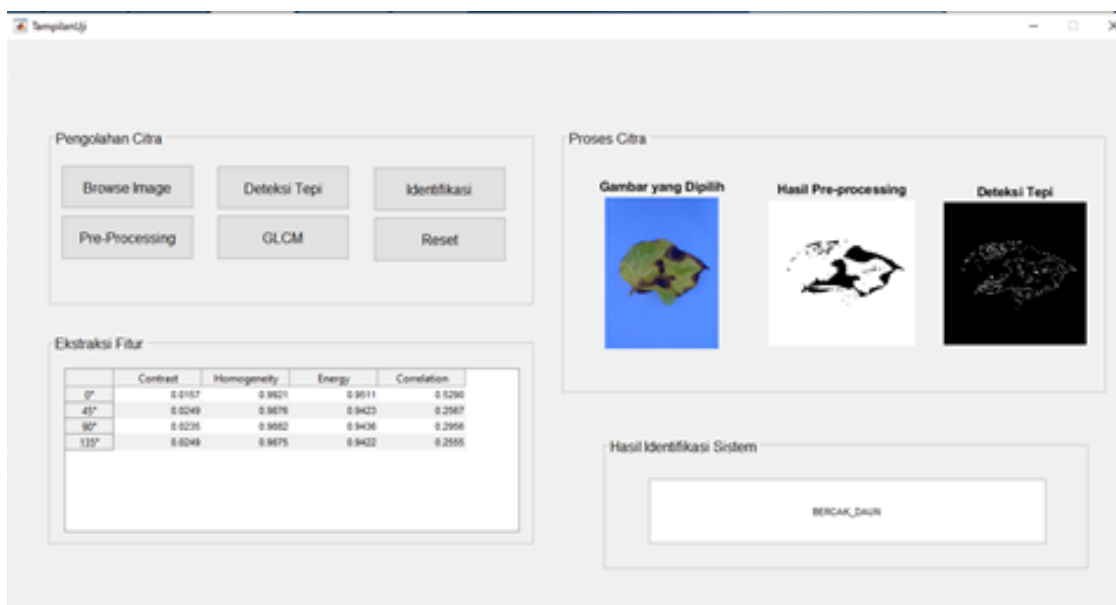
Keterangan :

Dij = jarak euclidean antara i dan j

i = data pada x ke – i untuk tahap perhitungan

j = data pada y ke – j untuk tahap perhitungan

5. Implementasi; Setelah proses perancangan selesai, tahap selanjutnya adalah implementasi sistem berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Implementasi dilakukan menggunakan MATLAB 2017b, dengan penerapan *Graphical User Interface* (GUI) sebagai antarmuka interaktif. GUI merupakan tampilan visual yang memudahkan pengguna dalam melihat, mengelola, serta berinteraksi dengan sistem klasifikasi penyakit daun sirih [11]. Gambar 3 menampilkan GUI beserta proses yang digunakan dalam mendeteksi penyakit pada daun sirih



Gambar 3. Proses Dan Tampilan GUI

6. Pengujian; Tahap akhir dalam penelitian ini adalah pengujian akurasi sistem. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja model klasifikasi berdasarkan data latih dan data uji. Tingkat akurasi dihitung menggunakan rumus (6)

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah data yang benar}}{\text{Seluruh total data}} \times 100\% \quad (6)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menjelaskan hasil proses klasifikasi menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) berdasarkan ekstraksi fitur *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). Analisis dilakukan berdasarkan hasil penelitian dan uji coba yang telah dilakukan sebelumnya. Tahap pertama dalam analisis ini adalah ekstraksi fitur menggunakan GLCM, di mana diperoleh empat fitur utama, yaitu *contrast*, *homogeneity*, *energy*, dan *correlation*, dengan berbagai sudut orientasi yang dianalisis. Nilai fitur-fitur ini digunakan sebagai representasi karakteristik tekstur dari masing-masing citra daun sirih yang diklasifikasikan. Hasil perhitungan fitur GLCM pada citra daun sirih ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Fitur GLCM Pada Citra Daun Sirih

Nama File	Fitur	0°	45°	90°	135°
Sehat1.jpeg	<i>Contrast</i>	0,0172	0,0293	0,0279	0,0299
	<i>Homogeneity</i>	0,9914	0,9853	0,9861	0,9951
	<i>Energy</i>	0,9438	0,9322	0,9337	0,9317
	<i>Correlation</i>	0,5605	0,2538	0,2893	0,2397
Sehat2.jpeg	<i>Contrast</i>	0,0204	0,0332	0,0323	0,0335
	<i>Homogeneity</i>	0,9898	0,9834	0,9838	0,9833

	<i>Energy</i>	0,9365	0,9242	0,9251	0,9240
	<i>Correlation</i>	0,5324	0,2397	0,2579	0,2340
Sehat3.jpeg	<i>Contrast</i>	0,0216	0,0292	0,0283	0,0313
	<i>Homogeneity</i>	0,9892	0,9854	0,9859	0,9843
	<i>Energy</i>	0,9375	0,9303	0,9312	0,9283
	<i>Correlation</i>	0,4763	0,2955	0,3151	0,2431
.....
Bercak1.jpeg	<i>Contrast</i>	0,0131	0,0177	0,0166	0,0185
	<i>Homogeneity</i>	0,9935	0,9912	0,9917	0,9908
	<i>Energy</i>	0,9622	0,9577	0,9587	0,9569
	<i>Correlation</i>	0,4746	0,2932	0,3331	0,2591
Bercak2.jpeg	<i>Contrast</i>	0,0039	0,0068	0,0064	0,0062
	<i>Homogeneity</i>	0,9981	0,9966	0,9968	0,9969
	<i>Energy</i>	0,9874	0,9846	0,9849	0,9851
	<i>Correlation</i>	0,5513	0,2241	0,2610	0,2849
Bercak3.jpeg	<i>Contrast</i>	0,0159	0,0243	0,0215	0,0237
	<i>Homogeneity</i>	0,9920	0,9879	0,9892	0,9882
	<i>Energy</i>	0,9525	0,9445	0,9471	0,9450
	<i>Correlation</i>	0,4986	0,2382	0,3226	0,2561
.....
Bekicot1.jpeg	<i>Contrast</i>	0,0040	0,0081	0,0077	0,0069
	<i>Homogeneity</i>	0,9980	0,9960	0,9961	0,9966
	<i>Energy</i>	0,9859	0,9818	0,9822	0,9830
	<i>Correlation</i>	0,6090	0,2061	0,2416	0,3244
Bekicot2.jpeg	<i>Contrast</i>	0,0064	0,0082	0,0053	0,0075
	<i>Homogeneity</i>	0,9968	0,9959	0,9973	0,9962
	<i>Energy</i>	0,9829	0,9811	0,9839	0,9818
	<i>Correlation</i>	0,4057	0,2433	0,5055	0,3036
Bekicot3.jpeg	<i>Contrast</i>	0,0118	0,0113	0,0060	0,0129
	<i>Homogeneity</i>	0,9941	0,9944	0,9970	0,9936
	<i>Energy</i>	0,9721	0,9726	0,9778	0,9711
	<i>Contrast</i>	0,2705	0,3051	0,6303	0,2087
.....

Setelah memperoleh hasil ekstraksi fitur GLCM pada Tabel 2, langkah selanjutnya adalah melakukan klasifikasi terhadap data uji daun sirih menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN). Proses klasifikasi dilakukan dengan menggunakan nilai K yang bervariasi, yaitu K = 1, 3, 5, dan 7, untuk mengevaluasi pengaruh pemilihan parameter K terhadap akurasi klasifikasi. Hasil klasifikasi untuk masing-masing nilai K dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Hasil Klasifikasi Menggunakan K1

No.	Nama File	Label	Prediksi	Benar/Salah
1	Sehat1.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
2	Sehat2.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
3	Sehat3.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
4	Sehat4.jpeg	Sehat	Bekicot	Salah
5	Sehat5.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
6	Sehat6.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
7	Sehat7.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
8	Sehat8.jpeg	Sehat	Sehat	Benar

9	Sehat9.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
10	Sehat10.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
11	Bercak1.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
12	Bercak2.jpeg	Bercak_Daun	Sehat	Salah
13	Bercak3.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
14	Bercak4.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
15	Bercak5.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
16	Bercak6.jpeg	Bercak_Daun	Bekicot	Salah
17	Bercak7.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
18	Bercak8.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
19	Bercak9.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
20	Bercak10.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
21	Bekicot1.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
22	Bekicot2.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
23	Bekicot3.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
24	Bekicot4.jpeg	Bekicot	Bercak_Daun	Salah
25	Bekicot5.jpeg	Bekicot	Bercak_Daun	Salah
26	Bekicot6.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
27	Bekicot7.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
28	Bekicot8.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
29	Bekicot9.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
30	Bekicot10.jpeg	Bekicot	Bekicot	Salah

Tabel 4 Hasil Klasifikasi Menggunakan K3

No.	Nama File	Label	Prediksi	Benar/Salah
1	Sehat1.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
2	Sehat2.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
3	Sehat3.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
4	Sehat4.jpeg	Sehat	Bekicot	Salah
5	Sehat5.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
6	Sehat6.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
7	Sehat7.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
8	Sehat8.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
9	Sehat9.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
10	Sehat10.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
11	Bercak1.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
12	Bercak2.jpeg	Bercak_Daun	Bekicot	Salah
13	Bercak3.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
14	Bercak4.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
15	Bercak5.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
16	Bercak6.jpeg	Bercak_Daun	Bekicot	Salah
17	Bercak7.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
18	Bercak8.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
19	Bercak9.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
20	Bercak10.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
21	Bekicot1.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
22	Bekicot2.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
23	Bekicot3.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
24	Bekicot4.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
25	Bekicot5.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar

26	Bekicot6.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
27	Bekicot7.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
28	Bekicot8.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
29	Bekicot9.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
30	Bekicot10.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar

Tabel 5. Hasil Klasifikasi Menggunakan K5

No.	Nama File	Label	Prediksi	Benar/Salah
1	Sehat1.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
2	Sehat2.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
3	Sehat3.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
4	Sehat4.jpeg	Sehat	Bekicot	Salah
5	Sehat5.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
6	Sehat6.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
7	Sehat7.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
8	Sehat8.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
9	Sehat9.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
10	Sehat10.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
11	Bercak1.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
12	Bercak2.jpeg	Bercak_Daun	Bekicot	Salah
13	Bercak3.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
14	Bercak4.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
15	Bercak5.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
16	Bercak6.jpeg	Bercak_Daun	Bekicot	Salah
17	Bercak7.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
18	Bercak8.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
19	Bercak9.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
20	Bercak10.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
21	Bekicot1.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
22	Bekicot2.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
23	Bekicot3.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
24	Bekicot4.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
25	Bekicot5.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
26	Bekicot6.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
27	Bekicot7.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
28	Bekicot8.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
29	Bekicot9.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
30	Bekicot10.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar

Tabel 6. Hasil Klasifikasi Menggunakan K7

No.	Nama File	Label	Prediksi	Benar/Salah
1	Sehat1.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
2	Sehat2.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
3	Sehat3.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
4	Sehat4.jpeg	Sehat	Bekicot	Salah
5	Sehat5.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
6	Sehat6.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
7	Sehat7.jpeg	Sehat	Bekicot	Salah
8	Sehat8.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
9	Sehat9.jpeg	Sehat	Sehat	Benar

10	Sehat10.jpeg	Sehat	Sehat	Benar
11	Bercak1.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
12	Bercak2.jpeg	Bercak_Daun	Bekicot	Salah
13	Bercak3.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
14	Bercak4.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
15	Bercak5.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
16	Bercak6.jpeg	Bercak_Daun	Bekicot	Salah
17	Bercak7.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
18	Bercak8.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
19	Bercak9.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
20	Bercak10.jpeg	Bercak_Daun	Bercak_Daun	Benar
21	Bekicot1.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
22	Bekicot2.jpeg	Bekicot	Bercak_Daun	Salah
23	Bekicot3.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
24	Bekicot4.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
25	Bekicot5.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
26	Bekicot6.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
27	Bekicot7.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
28	Bekicot8.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
29	Bekicot9.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar
30	Bekicot10.jpeg	Bekicot	Bekicot	Benar

Berdasarkan hasil klasifikasi dengan nilai $K = 1, 3, 5,$ dan $7,$ diperoleh hasil prediksi sebagai berikut:

- Pada klasifikasi dengan $K = 1,$ dari 30 citra yang diuji, sebanyak 24 citra diklasifikasikan dengan benar, sedangkan 6 citra mengalami kesalahan klasifikasi.
- Pada klasifikasi dengan $K = 3,$ diperoleh 27 citra benar dan 3 citra salah dari 30 citra yang diuji.
- Pada klasifikasi dengan $K = 5,$ hasil yang diperoleh sama dengan $K = 3,$ yaitu 27 citra benar dan 3 citra salah.
- Pada klasifikasi dengan $K = 7,$ jumlah citra yang diklasifikasikan dengan benar kembali menurun menjadi 25 citra benar dan 5 citra salah dari total 30 citra uji.

Tingkat akurasi klasifikasi untuk masing-masing nilai K dihitung menggunakan rumus (6). Berdasarkan perhitungan, diperoleh hasil akurasi sebagai berikut

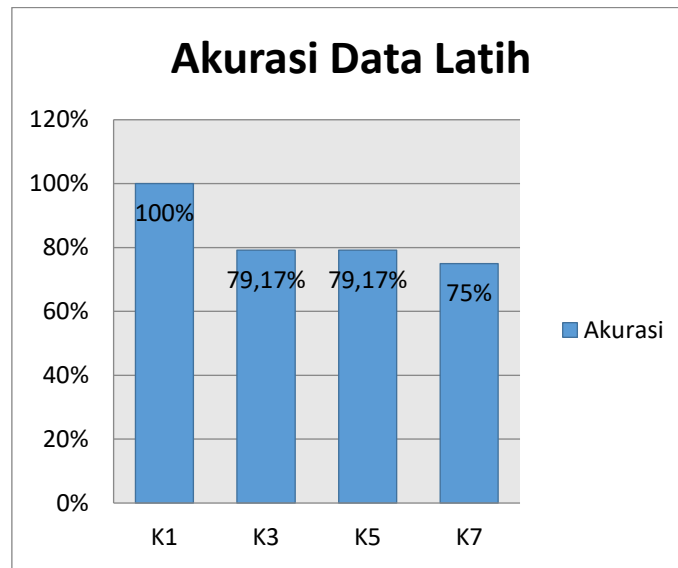
$$\text{Akurasi nilai } K1 = \frac{24}{30} \times 100\% = 80\%$$

$$\text{Akurasi nilai } K3 = \frac{27}{30} \times 100\% = 90\%$$

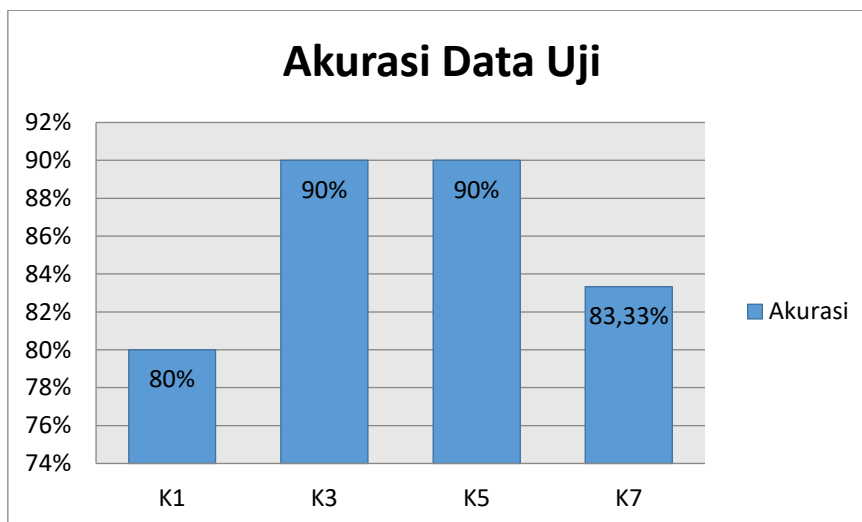
$$\text{Akurasi nilai } K5 = \frac{27}{30} \times 100\% = 90\%$$

$$\text{Akurasi nilai } K7 = \frac{25}{30} \times 100\% = 83,33\%$$

Dari hasil evaluasi ini, dapat disimpulkan bahwa nilai $K=3$ dan $K=5$ memberikan akurasi tertinggi, yaitu sebesar 90%, sedangkan nilai $K=1$ dan $K=7$ memiliki akurasi yang lebih rendah, masing-masing 80% dan 83.33%. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan nilai K yang optimal berperan penting dalam meningkatkan akurasi klasifikasi. Setelah semua proses selesai, hasil klasifikasi untuk data latih dapat dilihat pada Gambar 4 dan data uji pada masing-masing nilai K pada Gambar 5.



Gambar 4. Akurasi Data Latih



Gambar 5. Akurasi Data Uji

Algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) yang diterapkan dalam klasifikasi penyakit daun sirih menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi berdasarkan hasil pengujian data uji. Hasil akurasi yang diperoleh dengan berbagai nilai **K** adalah sebagai berikut:

- K = 1 → Akurasi 80%
- K = 3 → Akurasi 90%
- K = 5 → Akurasi 90%
- K = 7 → Akurasi 83,33%

Hasil ini menunjukkan bahwa pemilihan nilai **K** yang optimal berperan penting dalam meningkatkan akurasi klasifikasi. Nilai **K** = 3 dan **K** = 5 memberikan akurasi tertinggi sebesar 90%, sedangkan nilai **K** = 1 dan **K** = 7 menghasilkan akurasi yang lebih rendah. Hal ini membuktikan bahwa sistem klasifikasi yang dikembangkan menggunakan KNN dengan ekstraksi fitur GLCM mampu mengidentifikasi penyakit daun sirih dengan tingkat ketepatan yang tinggi.

Berdasarkan hasil penelitian ini, kombinasi KNN dengan ekstraksi fitur GLCM terbukti efektif dalam mengklasifikasikan penyakit daun sirih, dengan tingkat akurasi 90% pada $K = 3$ dan $K = 5$. Akurasi ini lebih tinggi dibandingkan beberapa metode lain yang dilaporkan dalam literatur, menunjukkan bahwa pendekatan ini dapat menjadi alternatif yang kompetitif dan efisien dalam deteksi penyakit tanaman berbasis citra digital.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dalam pengembangan sistem klasifikasi penyakit pada daun sirih menggunakan perangkat lunak MATLAB 2017b, dapat disimpulkan bahwa penerapan ekstraksi fitur *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) pada metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) terbukti efektif dalam mengklasifikasikan penyakit pada daun sirih. Klasifikasi dilakukan berdasarkan tiga kategori utama, yaitu daun sirih sehat, daun sirih dengan penyakit bercak daun, dan daun sirih dengan kerusakan akibat bekicot. Metode KNN berhasil melakukan klasifikasi penyakit dengan menggunakan total dataset sebanyak 150 citra, yang dibagi menjadi 120 citra sebagai data latih dan 30 citra sebagai data uji. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh akurasi klasifikasi terbaik sebesar 90% pada nilai $K = 3$ dan $K = 5$, dengan 27 citra diklasifikasikan dengan benar dan 3 citra mengalami kesalahan klasifikasi. Sementara itu, pada $K = 1$, diperoleh akurasi sebesar 80% dengan 24 citra benar dan 6 citra salah, sedangkan pada $K = 7$, diperoleh akurasi sebesar 83,33%, dengan 25 citra benar dan 5 citra salah. Hasil ini menunjukkan bahwa pemilihan nilai K berpengaruh signifikan terhadap performa klasifikasi, di mana $K = 3$ dan $K = 5$ merupakan nilai optimal untuk mendapatkan akurasi tertinggi dalam klasifikasi penyakit daun sirih. Dengan demikian, metode KNN dengan ekstraksi fitur GLCM layak digunakan sebagai sistem klasifikasi berbasis citra dalam mendeteksi penyakit pada daun sirih dengan tingkat akurasi yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. O. Hermanto, J. Nibenia, K. Sharon, and D. Rosa, "Pemanfaatan tanaman sirih (*Piper betle* L) sebagai obat tradisional," *Pharm. Sci. J.*, vol. 3, no. 1, pp. 33–42, 2023.
- [2] H. H. Sadiyah, A. I. Cahyadi, and S. Windria, "Kajian Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L) Sebagai Antibakteri," *J. Sain Vet.*, vol. 40, no. 2, p. 128, 2022, doi: 10.22146/jsv.58745.
- [3] K. Djufri, H. Umaternate, and J. Andres, "Efektivitas ekstrak daun sirih hijau sebagai insektisida nabati bagi tanaman tomat," **J. Biol. Educ. Sci.**, vol. 4, no. 1, pp. 19–25.
- [4] N. . N. P. S. . H. J. B. D. . L. R. Jugat, "Inventarisasi Hama Dan Penyakit Pada Tanaman Sirih Buah (*Piper Betle* L.) Di Kelompok Tani Sion Desa Oelbubuk, Kecamatan Mollo Tengah Kabupaten Timor Tengah Selatan," pp. 107–119, 2024.
- [5] F. M. Fathoni, C. A. Putra, and A. L. Nurlaili, "Klasifikasi Penyakit Daun Anggur Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Berdasarkan Gray Level Co-Occurrence Matrix," *Biner J. Ilm. Inform. dan Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 8–15, 2024, doi: 10.32699/biner.v3i1.6332.
- [6] I. Verawati and R. A. A. Aunurrohim, "Klasifikasi Penyakit Daun Padi Menggunakan KNN dengan GLCM dan Canny Edge Detection," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 8, no. 1, p. 517, 2024, doi: 10.30865/mib.v8i1.6906.
- [7] R. H. Ariesdianto, Z. E. Fitri, A. Madjid, and A. M. N. Imron, "Identifikasi Penyakit Daun Jeruk Siam Menggunakan K-Nearest Neighbor," *J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 1, no. 2, pp. 133–140, 2021, doi: 10.54082/jiki.14.
- [8] R. I. J. Harahap, S. Khairani, and Rismayanti, "Implementasi metode K-Nearest Neighbor untuk klasifikasi penyakit tanaman mentimun pada citra daun," **J. Ilmu Komput. dan Sist. Inf.**, vol. 3, no. 2, pp. 135–145., doi: 10.70340/jirsi.v3i2.123.
- [9] N. E. Paulina, Z. E. Fitri, A. Madjid, and A. M. N. Imron, "Klasifikasi kerusakan mutu tomat berdasarkan seleksi fitur menggunakan K-Nearest Neighbor," **MIND J.**, vol. 6,



-
- no. 2, pp. 144–154., doi: 10.26760/mindjournal.v6i2.144-154.
- [10] R. Hayyudiah, A. Z. N. Dahliah, and R. F. Syamsu, “Manfaat dan bioaktivitas daun sirih (Piper betle L.) sebagai antibakteri,” **Fakumi Med. J.**, vol. 4, no. 3, pp. 248–258., doi: 10.33096/fmj.v4i3.387.
- [11] Y. F. Achmad, A. Yulfitri, and P. Maharani, “Penerapan Algoritma GLCM dan KNN dalam Pengenalan Jenis Jerawat,” *J. Komtika (Komputasi dan Inform.,* vol. 6, no. 2, pp. 74–82, 2022, doi: 10.31603/komtika.v6i2.8078.
- [12] A. Syarif and A. Ramadhanu, “Berdasarkan bentuk warna menggunakan metode K-Nearest Neighbor.”
- [13] F. M. Fathoni, “Klasifikasi penyakit daun tomat menggunakan algoritma K-NN berdasarkan ekstraksi fitur GLCM dan LBP,” **J. Tek. Inform. dan Teknol. Inf.**, vol. 4, no. 1, pp. 39–50., doi: 10.55606/jutiti.v4i1.3417.
- [14] D. R. Fayyadh Ats Tsaqib Marwan, Hauraisya Nayla Ramadhanti, Neyla Cahyaningrum Wahid, “Aplikasi Grey Level Coocurent Matrix(Glcm) Menggunakan Matlab Gui Dan Ann Dalam Identifikasi Penyakit Pada Tanaman Porang,” vol. 20, no. 2, pp. 128–132, 2023.