

K-Nearest Neighbor dan Convolutional Neural Network pada Klasifikasi Penyakit Tanaman Bawang Merah

K-Nearest Neighbor And Convolutional Neural Network in Shallot Plant Diseases Classification

Nurhikma¹, Purnawansyah², Herdianti Darwis³, Harlinda L.⁴
^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Informatika, Universitas Muslim Indonesia Makassar
E-mail: ¹nurhikma.mustapa@gmail.com, ²purnawansyah@umi.ac.id,
³herdianti.darwis@umi.ac.id, ⁴harlinda@umi.ac.id

Abstrak

Bawang merah tergolong sebagai barang dagangan yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan digunakan oleh masyarakat sebagai bahan tambahan pada masakan. Tingginya konsumsi bawang merah di masyarakat menjadi salah satu faktor meningkatnya jumlah permintaan. Namun menanam bawang merah tentu mempunyai resiko atau kendala yaitu rentannya terhadap serangan hama atau penyakit yang menyebabkan kegagalan panen. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengklasifikasikan penyakit daun pada tanaman bawang merah yang terkena penyakit bercak ungu dan moler, yang diimplementasikan menggunakan 2 metode klasifikasi yaitu metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) dan *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan ekstraksi fitur *Gray Level Co-Occurance Matrix* (GLCM) dan metode CNN yang tidak menggunakan ekstraksi fitur GLCM. Lima jarak yang digunakan dalam metode KNN yaitu *Euclidean*, *Manhattan*, *Chebyshev*, *Minkowski*, dan *Hamming*. Hasil dari penelitian ini yang diperoleh menggunakan metode GLCM dan KNN dengan jarak *Euclidean*, *Manhattan*, *Chebyshev*, dan *Minkowski* mendapatkan hasil akurasi yang tinggi yakni sebesar 100%, sedangkan nilai akurasi terendah terdapat pada KNN jarak *Hamming* dengan nilai akurasi yaitu sebesar 42%, kemudian pada metode GLCM dan CNN mendapatkan hasil akurasi sebesar 100% dan pada metode CNN yang tanpa metode ekstraksi fitur GLCM memiliki nilai akurasi sebesar 100%. Dengan demikian *Hamming* tidak disarankan pada klasifikasi penyakit tanaman bawang merah.

Kata kunci: Klasifikasi, Penyakit Bawang Merah, GLCM, KNN, CNN.

Abstract

Shallots are classified as merchandise that has high economic value and are used by the community as an additional ingredient in cooking. The high consumption of shallots in society is one of the factors in increasing the number of requests. However, planting shallots certainly has risks or constraints, namely its vulnerability to pests or diseases that cause crop failure. The purpose of this study is to classify leaf disease in shallots affected by purple spot and moler disease, which is implemented using 2 classification methods, namely the K-Nearest Neighbor (KNN) method and the Convolutional Neural Network (CNN) with Gray Level Co-Occurance feature extraction. Matrix (GLCM) and CNN methods that do not use GLCM feature extraction. The five distances used in the KNN method are Euclidean, Manhattan, Chebyshev, Minkowski, and Hamming. The results of this study were obtained using the GLCM and KNN methods with the Euclidean, Manhattan, Chebyshev, and Minkowski distances to obtain high accuracy results of 100%, while the lowest accuracy value is found in the Hamming distance KNN with an accuracy value of 42%, then at the GLCM and CNN methods get an accuracy of 100% and the CNN method without the GLCM feature extraction method has an accuracy value of 100%. Thus Hamming is not recommended in the classification of shallot plant diseases.

Keywords: Classification, Diseases of Shallots, GLCM, KNN, CNN

1. PENDAHULUAN

Bawang merah tergolong sebagai suatu barang dagangan bernilai ekonomi tinggi dan diperlukan oleh masyarakat untuk bahan tambahan pada masakan, bahan baku pabrik makanan, dan juga dalam sektor kesehatan. Sesuai dengan itu, tingginya konsumsi bawang merah di masyarakat merupakan salah satu penyebab meningkatnya jumlah dan penghasilan penduduk [1]. Namun demikian, menanam bawang merah mempunyai resiko atau dampak yang cukup besar apabila terjadi gangguan seperti kesuburan tanaman yang rendah serta serangan hama atau penyakit sehingga menyebabkan terjadinya proses penanaman diluar musim dan juga akan mengakibatkan kegagalan panen. Keadaan ini tentu saja akan merugikan para petani yang menanam bawang merah [2].

Pada penelitian ini dilakukan pengklasifikasian penyakit tanaman bawang merah khususnya berfokus pada dua jenis penyakit yaitu bercak ungu dan moler berdasarkan ciri pada daun bawang merah. Penyakit bercak ungu dan moler merupakan penyakit yang sering menyerang pada tanaman bawang merah di Kabupaten Enrekang yang dijadikan sebagai objek penelitian. Adapun metode klasifikasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu *K-Nearest Neighbor* (KNN), dan *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan ekstraksi fitur *Gray Level Co-Occurance Matrix* (GLCM). Sebelumnya, telah dilakukan penelitian dengan kasus objek yang sama yaitu klasifikasi penyakit tanaman bawang merah, namun menggunakan metode yang berbeda pada penelitian sebelumnya menggunakan metode *Naive Bayes* dan CNN dengan ekstraksi fitur GLCM. Hasil akurasi diperoleh *Naive Bayes* dan CNN pada penelitian tersebut menghasilkan akurasi masing-masing sebesar 100% [3]. Harapannya dengan menerapkan algoritma KNN dan CNN dengan ekstraksi fitur GLCM ini, hasil penelitian dapat memberikan manfaat dan rekomendasi yang berguna untuk pengembangan sistem kedepannya.

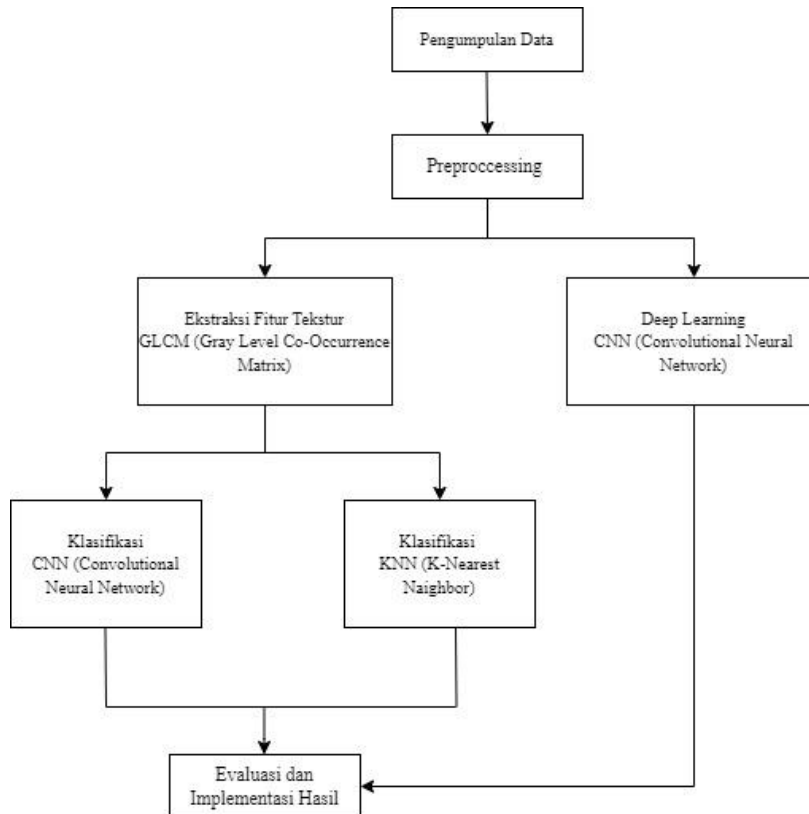
KNN digunakan dalam klasifikasi objek melalui data pembelajaran dengan persamaan ciri yang paling umum atau jarak terpendek ke objek yang akan diklasifikasikan [4]. Sedangkan CNN merupakan metode *deep learning* dalam pengenalan citra mempunyai hasil yang signifikan. Hal tersebut terjadi karena CNN berupaya meniru pada sistem citra yakni *visual cortex* manusia, oleh karena itu mempunyai kemampuan dalam mengolah informasi citra atau gambar [5]. Adapun metode yang paling umum digunakan untuk menganalisis tekstur dalam citra adalah GLCM [6].

Dalam upaya memperkuat pemilihan metode penelitian dilakukan rujukan pada penelitian sebelumnya yaitu mengklasifikasi penyakit daun padi dengan mengimplementasikan algoritma GLCM serta metode KNN. Data yang digunakan sebanyak 240 citra, tujuan dari penelitian tersebut untuk mengidentifikasi sejak awal adanya penyakit atau hama pada tanaman padi. Hasil akurasi yang di dapatkan pada penelitian tersebut sebesar 93,3% [7]. Selanjutnya penelitian menggunakan metode CNN untuk mengklasifikasi penyakit tanaman jagung dengan jumlah data yang digunakan sebanyak 2000 citra. Tujuan penelitian tersebut untuk membandingkan karakteristik dari penyakit tanaman jagung dengan menerapkan metode CNN. Hasil akurasi pada penelitian tersebut yaitu akurasi *training* 97,5%, data validation hasil akurasi 100% dan data *testing* 94% [8]. Penelitian lain klasifikasi kanker payudara dengan menggunakan metode ekstraksi fitur GLCM dan metode CNN dengan jumlah dataset sebanyak 7909 citra. Penelitian tersebut mendesain sebuah sistem klasifikasi dengan mengimplementasikan GLCM pada saat prapengolahan data CNN dibutuhkan. Hasil akurasi penelitian tersebut yaitu GLCM dan CNN 92,26% dan metode CNN tanpa ekstraksi fitur 88,41% [9]. Penelitian berikutnya menggunakan metode CNN untuk klasifikasi penyakit tanaman apel adapun tujuan pada penelitian tersebut yaitu menerapkan pendekatan digital agar dapat mengenali beragam jenis penyakit tanaman apel dengan menggunakan dataset sebanyak 7700 citra. hasil akurasi pada penelitian tersebut sebesar 97,1% [10].

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan klasifikasi penyakit pada tanaman bawang merah dengan menggunakan algoritma KNN dan CNN dengan metode ekstraksi fitur GLCM dengan mengklasifikasikan penyakit bercak ungu dan moler.

2. METODE PENELITIAN

Terdapat beberapa langkah yang menjelaskan tahapan pada penelitian ini yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Langkah Penelitian

Pada proses klasifikasi penyakit tanaman bawang merah diawali dengan pengumpulan data diikuti oleh tahapan *preprocessing*. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan klasifikasi pada kedua metode yaitu KNN dan CNN dengan tambahan ekstraksi fitur GLCM. Tahapan berikutnya melakukan klasifikasi menggunakan metode CNN yang tanpa menggunakan ekstraksi fitur, karena CNN merupakan metode *deep Learning* yang memiliki kemampuan yang dapat secara otomatis melakukan ekstraksi fitur dari data gambar. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian performa dari CNN yang menggunakan ekstraksi fitur GLCM dan yang tidak menggunakan ekstraksi fitur.

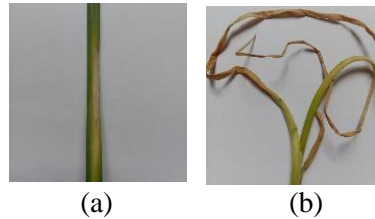
1.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan pengambilan gambar menggunakan kamera *smartphone* pada daun bawang merah yang terkena hama atau penyakit. Lokasi pengambilan gambarnya dilaksanakan di Desa Batu Noni, Kecamatan Anggeraja, Kabupaten Enrekang tepatnya pada perkebunan bawang merah. Adapun jenis penyakit pada daun bawang merah yang digunakan pada penelitian ini adalah berjumlah dua jenis yakni penyakit moler dan penyakit bercak ungu. Citra yang digunakan sebanyak 320 citra yaitu 160 citra penyakit moler dan 160 citra penyakit bercak ungu.

1.2 Preprocessing

Setelah data dikumpulkan selanjutnya adalah tahap *preprocessing* yang merupakan suatu tahap persiapan sebelum data diproses. Adapun proses yang dilakukan pada pada tahap ini yaitu *cropping* dan *resize*.

Pada proses *cropping* yang dilakukan yaitu hanya mengambil bagian yang diperlukan saja pada citra, adapun ukuran *cropping* yang digunakan yaitu 1:1. Sedangkan pada proses *resize* yaitu dengan menyamaratakan semua ukuran citra baik pada jenis penyakit moler maupun penyakit bercak ungu. Ukuran citra yang digunakan yaitu sebesar 600×600 . Citra yang telah di lakukan proses *cropping* dan *resize*, yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. (a) Bercak Ungu Dan (b) Moler

1.3 Ekstraksi Fitur Tekstur GLCM

Algoritma yang digunakan untuk menggambarkan suatu hubungan antara pasangan nilai piksel dengan intensitas tertentu adalah algoritma *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM). Algoritma ini menggunakan matriks yang dihasilkan dari perhitungan pasangan nilai piksel dengan intensitas yang sama. Biasanya intensitas ini dinyatakan dalam bentuk jarak (d) dan nilai sudut (Θ) [11]. Fitur-fitur GLCM yang diterapkan pada penelitian ini yaitu :

Contrast digunakan untuk mengukur perbedaan pada nilai intensitas *grayscale* antara piksel dan piksel tetangga pada seluruh gambar [12].

$$Contrast = \sum_i \sum_j (i - j)^2 p(i, j) \quad (1)$$

Dissimilarity adalah berupa fitur yang berguna untuk mengukur perbedaan pada suatu gambar [12].

$$Dissimilarity = \sum_i \sum_j p(i, j)^2 |i - j| \quad (2)$$

Homogeneity digunakan sebagai pengukuran tingkat keseragaman perbedaan intensitas dalam sebuah citra [12].

$$Homogeneity = \sum_i \sum_j \frac{p(i, j)}{1 + |i - j|} \quad (3)$$

Energy merupakan metrik yang digunakan dalam mengukur suatu konsentrasi pasangan intensitas dalam GLCM [12].

$$Energy = \sum_i \sum_j p(i, j)^2 \quad (4)$$

Correlation yaitu fitur ini memberikan suatu arahan pada nilai mengenai adanya struktur linear pada suatu gambar dengan mengukur ketergantungan linear antara derajat keabuan pada gambar tersebut [13].

$$Correlation = \sum_i \sum_j \frac{(i - \mu_i)(j - \mu_j)p(i, j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (5)$$

Angular Second Moment (ASM) menjelaskan mengenai nilai keseragaman pada gambar [14].

$$ASM = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L (p(i, j))^2 \quad (6)$$

1.4 Klasifikasi Menggunakan KNN

Metode yang paling populer digunakan dalam klasifikasi adalah metode *K-Nearest Neighbor* (KNN). Ide dasar pada metode KNN yaitu membandingkan nilai tetangga terdekat dan menentukan kesimpulan akhir berdasarkan kelas dominan dari tetangga yang ada dalam data tersebut. Pengukuran jarak antara kedua data menjadi salah satu hal penting pada penggunaan KNN. Jumlah k tetangga terdekat akan berbeda tergantung pada jarak yang diukur [15].

KNN juga merupakan metode klasifikasi yang menggunakan data pembelajaran yang memiliki kemiripan paling tinggi pada objek yang dianalisis [16]. Lima Jarak yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

Euclidean distance ialah metode penentuan jarak pada gambar latih (x_i) dan uji (y_i) dalam suatu sistem dengan menggunakan ruang *euclidean* [17].

$$d(x_i, y_i) = \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2} \quad (7)$$

Manhattan distance adalah perhitungan yang menentukan jarak masing-masing dengan cara citra latih dan data citra uji dilakukan penjumlahan nilai mutlak dari selisih koordiat kartesius pada dua titik tersebut [17].

$$d(x_i, y_i) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i| \quad (8)$$

Chebyshev distance adalah menggunakan selisih terbesar pada atribut data yang digunakan sebagai perhitungan jarak [17].

$$d(x_i, y_i) = \max_{i=1 \rightarrow Ni} (|x_i - y_i|) \quad (9)$$

Minkowski distance adalah perhitungan yang digunakan untuk menemukan jarak terpendek antara matriks pada ruang vektor sehingga didefinisikan sebagai penyamaan antara jarak *euclidean* dan jarak *manhattan* [17].

$$d(x_i, y_i) = (\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^r)^{1/r} \quad (10)$$

Hamming distance merupakan cara untuk mencari jarak antara dua titik dihitung dari ukuran vektor biner yang terbentuk pada dua titik tersebut dalam blok kode biner [17].

$$d(x_i, y_i) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i| \quad (11)$$

$$\begin{aligned} x = y &\rightarrow D = 0 \\ x \neq y &\rightarrow D = 1 \end{aligned}$$

1.5 Klasifikasi Menggunakan CNN

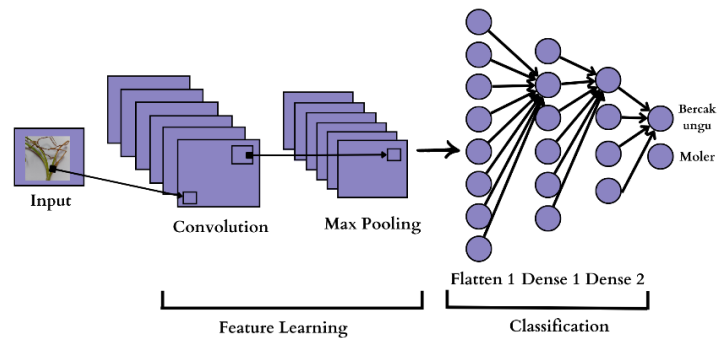
Convolutional Neural Network (CNN) adalah suatu jenis algoritma *supervised* yang dirancang khusus untuk memproses input berupa gambar. CNN mempunyai keunggulan dalam pemrosesan data gambar. CNN merupakan perkembangan dari *Multi Layer Perceptron* (MLP)

dalam konteks pemrosesan data 2D [18]. Lapisan CNN yang digunakan pada penelitian ini yaitu *convolutional Layer*, *pooling layer*, *flatten layer* dan *dense*.

Convolutional layer adalah komponen penting pada CNN yang menjalankan operasi konvolusi pada lapisan sebelumnya. Pada lapisan ini, bobot digunakan untuk menentukan kernel konvolusi yang diterapkan, dan bobot ini dapat diatur atau diubah selama proses pelatihan CNN. Tujuan dari konvolusi terhadap data gambar adalah untuk mengekstraksi fitur dari gambar input dengan konvolusi, informasi spasial pada data dapat ditransformasikan secara linear. Bobot-bobot pada lapisan ini menentukan kernel konvolusi yang diterapkan, sehingga kernel konvolusi bisa dibentuk berdasarkan input pada CNN [19].

Proses *pooling* pada dasarnya mempunyai kesamaan dengan pengambilan sampel data pada statistik, perbedaannya pada proses pooling adalah tidak ada kehilangan informasi. Tujuan *pooling layer* yaitu mengurangi ukuran matriks agar perhitungan yang dilakukan oleh mesin menjadi cepat. *Pooling layer* mempunyai beberapa jenis, ada dua jenis *pooling* yang paling umum dipakai yaitu *max pooling* dan *average pooling*. *Max pooling* mengambil nilai terbesar dari suatu matriks dengan ukuran tertentu, adapun pada *average pooling* mengambil nilai rata-rata pada ukuran matriks yang sama [20].

Flatten layer mengubah input yang memiliki bentuk multidimensi menjadi satu dimensi, terlepas dari bentuk asli input dari lapisan tersebut. *Dense layer* juga dikenal sebagai *fully connected layer* yaitu dimana setiap *neuron* pada lapisan ini terhubung ke semua *neuron* aktivasi pada lapisan sebelumnya [21].



Gambar 3. Arsitektur CNN

1.6 Evaluasi dan Implementasi Hasil

Pada tahap ini, dilakukan evaluasi serta analisis terhadap hasil pengolahan data menggunakan metode yang diterapkan pada penelitian ini yaitu dengan memakai *confusion matrix*. Confusion matrix merupakan metode yang umum diterapkan dalam mengukur kemampuan klasifikasi untuk membuat perkiraan pada kategori yang tidak sama [22]. *Confusion matrix* terdiri dari *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score*.

Tabel 1 *Confusion Matrix*

Aktual	Prediksi		
		Positive	Negative
	Positive	TP	FP
Negative	FN	TN	

Ada empat istilah dalam mewakili hasil dari klasifikasi. Keempat istilah itu adalah *True Positive* (TP), yang terdeteksi jumlah data positif yang diperkirakan benar. *True Negative* (TN), yang terdeteksi jumlah data negatif yang diperkirakan benar. *False Positive* (FP), yang terdeteksi data negatif yang diperkirakan salah sebagai positif. *False Negative* (FN), yang terdeteksi data positif yang salah diperkirakan sebagai negatif [23].

Accuracy atau akurasi adalah metrik yang mengukur sejauh mana nilai prediksi mendekati nilai aktual [24].

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN} \tag{12}$$

Precision atau persisi ialah tingkat keakuratan antara permintaan informasi dari pengguna dan balasan yang diberikan oleh sistem [24].

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \tag{13}$$

Recall atau sensitivitas merupakan tingkat keberhasilan sistem dalam mendapatkan kembali informasi [24].

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \tag{14}$$

F1-Score merupakan perbandingan antara rata-rata *precision* dan juga *recall* yang dibobotkan [24].

$$F1-Score = \frac{2 \text{ Recall} \times \text{Precision}}{\text{Recall} + \text{Precision}} \tag{15}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

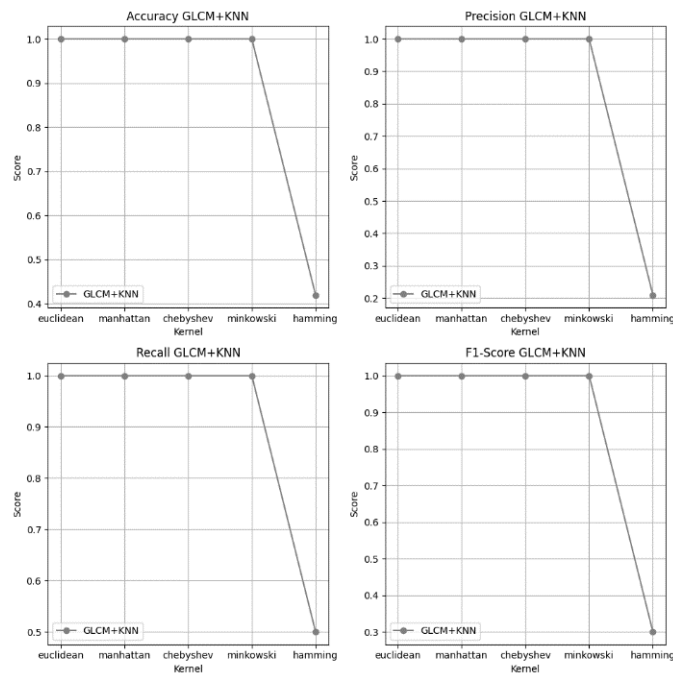
Tabel 2 menampilkan hasil pengujian pada penggunaan metode GLCM dan KNN, GLCM dan CNN serta CNN tanpa metode klasifikasi menampilkan hasil dari performa yang terdiri dari *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, serta *F1-Score*. Adapun pada pembagian data *training* 256 dan *testing* 64 dengan pembagian data 80/20%. Keakuratan dari hasil klasifikasi digunakan sesuai pada jenis citra dan juga pada metode yang diterapkan. Hasil pada pengujian menggunakan metode ekstraksi fitur GLCM dan KNN dengan jarak *Euclidean*, *Manhattan*, *Chebyshev*, *Minkowski*, menghasilkan hasil yang baik pada pengujian citra daun penyakit tanaman bawang merah sedangkan pada KNN jarak *Hamming* menghasilkan hasil yang rendah. *Hamming* tidak dapat diusulkan untuk klasifikasi citra daun penyakit tanaman bawang merah. Sedangkan pada hasil pengujian metode GLCM dan CNN mempunyai hasil yang bagus begitupun pada metode CNN tanpa metode klasifikasi memperoleh hasil yang bagus dan metode ini cocok untuk klasifikasi citra daun pada penyakit tanaman bawang merah.

Tabel 2. Performa GLCM + KNN, GLCM + CNN dan CNN

Metode	Penyakit Daun	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
GLCM + KNN	<i>Euclidean</i>	Becak Ungu Moler 1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00
	<i>Manhattan</i>	Becak Ungu Moler 1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00
	<i>Chebyshev</i>	Becak Ungu Moler 1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00

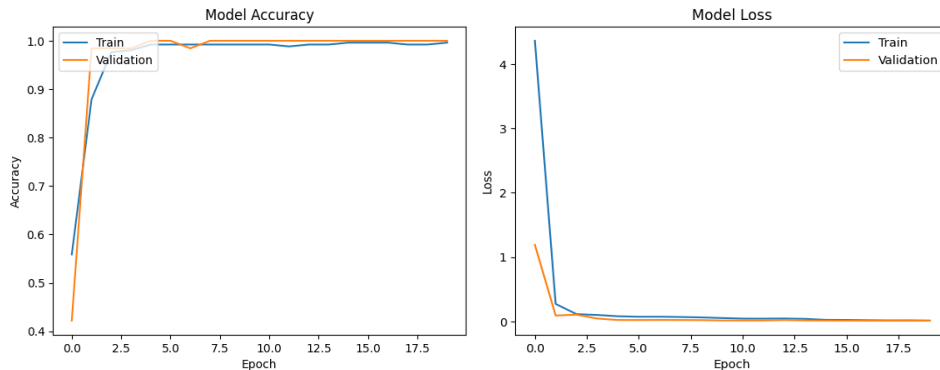
Metode	Penyakit Daun	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
Minkowski	Becak Ungu	1.00	1.00	1.00	1.00
	Moler	1.00	1.00	1.00	1.00
Hamming	Becak Ungu	0.42	0.00	0.00	0.00
	Moler	0.42	0.42	1.00	0.59
GLCM + CNN	Becak Ungu	1.00	1.00	1.00	1.00
	Moler	1.00	1.00	1.00	1.00
CNN	Becak Ungu	1.00	1.00	1.00	1.00
	Moler	1.00	1.00	1.00	1.00

Hasil pengujian menggunakan ekstraksi fitur GLCM dan metode KNN dengan jarak *Euclidian*, *Manhattan*, *Chebyshev*, dan *Minkowski* pada citra penyakit daun bercak ungu dan penyakit moler menghasilkan nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, serta *F1-Score* yang tinggi yaitu masing-masing 100%. Sedangkan KNN pada jarak *Hamming* pada penyakit bercak ungu menghasilkan nilai *accuracy* 42%, *precision* 0%, *recall* 0%, *F1-Score* 0% dan *Hamming* pada penyakit moler menghasilkan nilai *accuracy* 42%, *precision* 42%, *recall* 100%, *F1-Score* 59% yang dimana pada jarak *hamming* ini menunjukkan hasil yang rendah pada citra penyakit daun bercak ungu dan penyakit moler dibandingkan jarak lainnya. Hasil metode GLCM dan CNN pada citra penyakit bercak ungu dan moler menghasilkan nilai tinggi dengan *accuracy*, *precision*, *recall*, serta *F1-Score* yaitu masing-masing 100%. Begitupun pada CNN tanpa metode klasifikasi pada penyakit bercak ungu dan moler menghasilkan nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, serta *F1-Score* yaitu masing-masing 100%. Gambar 4 menunjukkan hasil performa dari metode GLCM dan KNN pada setiap kernel yaitu *Euclidean*, *Manhattan*, *Chebyshev*, *Minkowski*, dan *Hamming* pada penyakit bercak ungu dan penyakit moler.



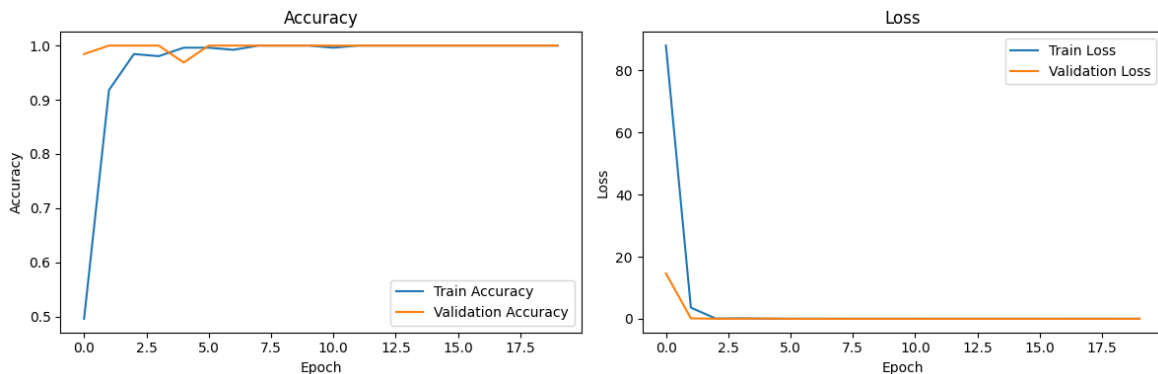
Gambar 4. Performa GLCM + KNN

Percobaan menggunakan metode GLCM dan CNN pada penyakit daun bercak ungu dan moler pada tanaman bawang merah *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1- Score* yaitu masing-masing sebesar 100% dengan *epoch* 20. Model grafik pada metode GLCM dan CNN ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Accuracy dan loss pada GLCM + CNN

Metode CNN yang dilakukan tanpa diikuti adanya metode ekstraksi karena CNN memiliki ekstraksi bawaan, yang dimana dapat melakukan pembelajaran secara mandiri dalam pengenalan objek. Hasil dari klasifikasi pada penyakit daun bercak ungu dan moler menggunakan metode CNN menghasilkan nilai akurasi yang tinggi yakni pada masing-masing sebesar 100% dengan *epoch* 20. Model *accuracy* dan *loss* pada metode CNN yang ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Accuracy dan loss CNN

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengujian yang telah dilakukan pada klasifikasi penyakit daun pada tanaman bawang merah dapat diperoleh kesimpulan yakni bahwa metode GLCM dan KNN dengan jarak *Euclidian*, *Manhattan*, *Chebyshev*, *Minkowski*, GLCM dan CNN, serta CNN yang tanpa diikuti ekstraksi fitur semua menghasilkan nilai tinggi dengan *accuracy*, *precision*, *recall*, serta *F1-Score* pada penyakit bercak ungu dan moler masing-masing 100%, sedangkan nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-Score* yang paling rendah yaitu terdapat pada metode KNN jarak *Hamming*, sehingga *Hamming* tidak direkomendasikan pada klasifikasi penyakit tanaman bawang merah. Peneliti selanjutnya disarankan dapat menggunakan metode lain pada klasifikasi penyakit pada tanaman bawang merah, serta menambahkan beberapa jenis penyakit karena pada penelitian ini hanya berfokus pada dua jenis penyakit saja yaitu bercak ungu dan penyakit moler.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. YPP Al Fattah Siman Sekaran Lamongan, N. Habibatur Rohmah, T. Alif, F. Fitriatul Wahidah, and U. Billfath, "Jurnal Matematika & Sains," 2023.
- [2] M. V. Rosyidah, B. Darma Setiawan, and M. T. Furqon, "Diagnosis Hama Penyakit Tanaman Bawang Merah Menggunakan Metode Neighbors Weighted K-Nearest Neighbors (NWKNN)," 2019. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [3] J. Khatib Sulaiman, H. Darwis, R. Satra, and I. Artikel Abstrak, "Klasifikasi Penyakit Bawang Merah Menggunakan Naive Bayes dan CNN dengan Fitur GLCM," *Indonesian Journal of Computer Science*.
- [4] J. Angelina Widians, H. Santoso Pakpahan, E. Budiman, and M. Soleha, "Klasifikasi Jenis Bawang Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Berdasarkan Ekstraksi Fitur Bentuk dan Tekstur," *JURTI*, vol. 3, no. 2, 2019.
- [5] P. Adi Nugroho, I. Fenriana, and R. Arijanto, "Implementasi Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network CNN Pada Ekspresi Manusia," *JURNAL ALGOR*, vol. 2, no. 1, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.buddhidharma.ac.id/index.php/algor/index>
- [6] D. Udjulawa, "Klasifikasi Tanaman Hias Berdasarkan Tekstur Daun Menggunakan Metode SVM Dan Fitur GLCM," vol. 3, no. 2, 2022.
- [7] A. A. Huda, B. Setiaji, and F. R. Hidayat, "Implementasi Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) Untuk Klasifikasi Penyakit Daun Padi," 2022. [Online]. Available: www.ejournal.unib.ac.id/index.php/pseudocode
- [8] D. Iswanto and D. Handayani UN, "Klasifikasi Penyakit Tanaman Jagung Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)," *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, vol. 22, no. 2, p. 900, Jul. 2022, doi: 10.33087/jiubj.v22i2.2065.
- [9] M. A. Rohman, P. Mudjirahardjo, and M. A. Muslim, "Implementasi Filter Gray Level Co-Occurance Matriks Terhadap Sistem Klasifikasi Kanker Payudara Dengan Metode Convolutional Neural Network," *Transmisi*, vol. 23, no. 4, pp. 160–168, Aug. 2021, doi: 10.14710/transmisi.23.4.160-168.
- [10] A. Asrafil *et al.*, "Klasifikasi Penyakit Tanaman Apel Dari Citra Daun Dengan Convolutional Neural Network".
- [11] A. Wira Bramantya and F. Utaminingrum, "Rancang Bangun Sistem Klasifikasi Tipe Permukaan Jalan menggunakan Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) dan Support Vector Machine (SVM) berbasis Raspberry Pi," 2022. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [12] Q. A'yun and F. Utaminingrum, "Rancang Bangun Deteksi Kemanisan Buah Semangka menggunakan Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix dan Backpropagation Neural Network berbasis Raspberry Pi," 2022. [Online]. Available: <http://j->
- [13] F. Raditya Nugroho, "Gerga Orange Quality Using Naïve Bayes Based on Feature Extraction," 2023.
- [14] M. Sipan, R. Kartika Pramuyanti, and J. Teknik Elektro Fakultas Teknik, "Analisa Citra Berbasis Fitur Warna Tekstur Dan Histogram Untk Menentukan Kemiripan Citra," 2019.
- [15] F. Bimantoro, A. Aranta, G. Satya Nugraha, R. Dwiyanaputra, and A. Yudo Husodo, "Pengenalan Pola Tulisan Tangan Aksara Bima menggunakan Ciri Tekstur dan KNN (Handwriting Recognition of Bima Script using Texture Features and KNN)." [Online]. Available: <http://jcosine.if.unram.ac.id/>
- [16] P. Regina Prayoga, T. Hasanuddin, and H. Darwis, "Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika Klasifikasi Daun Herbal Menggunakan K-Nearest Neighbor dan Support Vector Machine dengan Fitur Fourier Descriptor," vol. 7, no. 1, pp. 160–168, 2023, doi: 10.29408/edumatic.v7i1.17521.
- [17] N. Yaumagina, "Klasifikasi Kanker Serviks Melalui Pengolahan Citra Pola Pembuluh Darah Dengan Metode Matched Filter Dan Morphology Operation."

- [18] F. Habib Hawari, F. Fadillah, M. Rifqi Alviandi, and T. Arifin, "Klasifikasi Penyakit Padi Menggunakan Algoritma CNN (Convolutional Neural Network)," *JURNAL RESPONSIF*, vol. 4, no. 2, pp. 184–189, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.ars.ac.id/index.php/jti>
- [19] F. Nurona Cahya *et al.*, "SISTEMASI: Jurnal Sistem Informasi Klasifikasi Penyakit Mata Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)." [Online]. Available: <http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>
- [20] I. Bakti, M. Firdaus, and S. Artikel, "Arsitektur Convolutional Neural Network InceptionResNet-V2 Untuk Pengelompokan Pneumonia Chest X-Ray INFO ARTIKEL ABSTRAK," *Daerah Khusus Ibukota Jakarta*, vol. 12530, no. 77, doi: 10.58290/jukomtek.
- [21] A. Abdullah, S. A. Prakoso, and M. Taruk, "Desain Absensi Mahasiswa Dengan Tanda Tangan Digital Terverifikasi Berbasis Convolutional Neural Network di Masa Pandemi Covid-19," *Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi (JURTI)*, vol. 6, no. 1, p. 82, Jun. 2022, doi: 10.30872/jurti.v6i1.7639.
- [22] "Klasifikasi Penyakit Paru-Paru Berbasis Pengolahan Citra X Ray Menggunakan Convolutional Neural Network (Classification Of The Lung Diseases Based On X Ray Image Processing Using Convolutional Neural Network)."
- [23] L. Mutawalli, M. Taufan, A. Zaen, and W. Bagye, "Klasifikasi Teks Sosial Media Twitter Menggunakan Support Vector Machine (Studi Kasus Penusukan Wiranto)," 2019. [Online]. Available: <http://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jire>
- [24] D. A. Anam, L. Novamizanti, and S. Rizal, "Klasifikasi Patologi Makula Pada Retina Berdasarkan Citra Retinal OCT Menggunakan Convolutional Neural Network (Classifying Retinal Pathology Using OCT Retinal Imaging With Convolutional Neural Network)." [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/paultimothy/mooney/kernany2018>