

Klasifikasi Penyakit Tanaman Bawang Merah Menggunakan Metode SVM dan CNN

Alya Zalvadila¹⁾, Purnawansyah², Lukman Syafie³ Herdianti Darwis^{4*}

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Muslim Indonesia, Makassar

^{1,2,3,4}Jl. Urip Sumoharjo Km.5, Kota Makassar, 90231, Indonesia

email: ¹alya.zalvadila@gmail.com, ²purnawansyah@umi.ac.id, ³lukman.syafie@umi.ac.id, ⁴herdianti.darwis@umi.ac.id

Abstract – Shallots are one of the most widely produced crops in Enrekang Regency. The obstacle in cultivation is the presence of disease in the plant which can reduce production yields. We can recognize this disease from the spots on the leaves because these spots have unique color and texture characteristics. The aim of this research is to determine the results of the classification of shallot plant diseases which focuses on purple spot and moler disease. The classification algorithms used are CNN and SVM with RBF, linear, sigmoid and polynomial kernels. The feature extraction method used is Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM). The analysis was carried out using 320 datasets with 2 classes, namely, purple spot disease and moler disease, each class has 160 datasets. The test results show that the CNN and SVM methods with RBF, linear and polynomial kernels get accuracy, precision, recall and F1 scores of 100% respectively. Meanwhile, the SVM method on the sigmoid kernel using texture feature extraction with the GLCM method states that the accuracy value is 75%, precision 75%, recall 73% and F1-Score 74%. So these results state that the Sigmoid method using GLCM feature extraction has the lowest value among other methods.

Abstrak – Tanaman bawang merah merupakan salah satu tanaman yang paling banyak diproduksi di Kabupaten Enrekang. Yang menjadi hambatan dalam budidayaanya yaitu adanya penyakit pada tanaman tersebut sehingga dapat menurunkan hasil produksinya. Penyakit tersebut dapat kita ketahui dari bercak-bercak pada daun karena bercak-bercak tersebut memiliki karakteristik warna dan tekstur yang unik. Tujuan pada penelitian ini yaitu untuk menentukan hasil klasifikasi penyakit tanaman bawang merah yang berfokus pada penyakit bercak ungu dan moler. Algoritma klasifikasi yang digunakan adalah CNN dan SVM dengan kernel RBF, linear, sigmoid, dan polynomial. Adapun metode ekstraksi fitur yang digunakan adalah Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM). Analisis dilakukan dengan menggunakan 320 dataset dengan 2 kelas yaitu, penyakit bercak ungu dan penyakit moler, masing-masing kelas tersebut memiliki 160 dataset. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa metode CNN dan SVM dengan kernel RBF, linear, dan polynomial mendapatkan nilai accuracy, precision, recall dan F1 score masing-masing 100%. Sedangkan metode SVM pada kernel sigmoid menggunakan ekstraksi fitur tekstur dengan metode GLCM menyatakan bahwa nilai accuracy 75%, precision 75%, recall 73% dan F1-Score 74%. Maka hasil tersebut menyatakan bahwa metode Sigmoid menggunakan ekstraksi fitur GLCM memiliki nilai paling rendah di antara metode lain.

*) penulis korespondensi: Herdianti Darwis
Email: herdianti.darwis@umi.ac.id

Kata Kunci – Klasifikasi Penyakit Bawang Merah, Gray Level Co-Occurrence Matrix, Support Vector Machine, Convolutional Neural Network.

I. PENDAHULUAN

Tanaman bawang merah (*Alium Ascolanum L.*) adalah salah satu jenis sayuran umbi yang populer di kalangan masyarakat Indonesia. Tanaman ini umumnya digunakan sebagai penyedap masakan [1]. Bawang merah sangat mudah terkena gangguan penyakit yang menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas produksi pertanian di seluruh dunia. Gejala penyakit pada tanaman bawang merah dapat terlihat melalui adanya bercak yang muncul pada daun. Identifikasi penyakit ini umumnya dilakukan secara visual, tetapi sulit untuk membedakan antara berbagai jenis penyakit, sehingga hal ini dapat menyebabkan subjektivitas dan ketidakakuratan dalam mengidentifikasi penyakit tersebut [2]. Yang dimana penelitian tersebut berfokus pada penyakit bercak ungu dan moler.

Dalam upaya untuk mempermudah petani dalam mengidentifikasi penyakit pada tanaman bawang merah, digunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) dan *Convolutional Neural Network* (CNN). Proses klasifikasi penyakit pada tanaman bawang merah dimulai dengan tahapan preprocessing di antaranya *cropping* dan *rezise*. Kemudian dilanjutkan dengan tahap ekstraksi fitur menggunakan ciri *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM).

Penelitian tersebut menggunakan metode ekstraksi fitur tekstur dengan metode GLCM untuk mengekstraksi fitur bentuk dan tekstur. Algoritma yang digunakan yaitu CNN dan algoritma SVM dengan menggunakan empat jenis kernel RBF, linear, sigmoid, polynomial. Kemudian melakukan perbandingan untuk mendapatkan akurasi yang lebih baik.

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Penelitian [3] mengenai identifikasi penyakit bawang merah dilakukan oleh Muhammad Kurniawan Khamdani. Penelitian tersebut membahas tentang diagnosis penyakit bawang merah menggunakan metode KNN. KNN digunakan untuk mengdiagnosis tanaman bawang merah dengan mengidentifikasi kelompok k objek dalam data penelitian. Dalam hal ini akurasi yang dicapai sebesar 85,835%.

Penelitian [4] yang dilakukan oleh Aurtantian Andono menggunakan metode GLCM dan LBP untuk ekstraksi fitur dan SVM untuk klasifikasi batik. Dalam penelitian tersebut, terdapat 160 sampel motif batik yang digunakan, di mana 128

citra untuk *training* dan 32 citra untuk *testing*. Dengan menggabungkan metode SVM, GLCM, dan LBP, ditemukan bahwa tingkat akurasi tertinggi mencapai 100%.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Felix [2] yang melakukan implementasi pada algoritma CNN dan SVM dalam mengidentifikasi penyakit tomat via daun. Dan menggunakan GLCM sebagai eksraksi fitur tekstur. Penelitian tersebut menggunakan 200 *dataset* dengan 160 data untuk pelatihan dan 40 untuk pengujian. Hasilnya menunjukkan bahwa metode CNN memiliki akurasi sebesar 97.5%, sedangkan metode SVM memiliki akurasi yang lebih rendah dengan yaitu 95%.

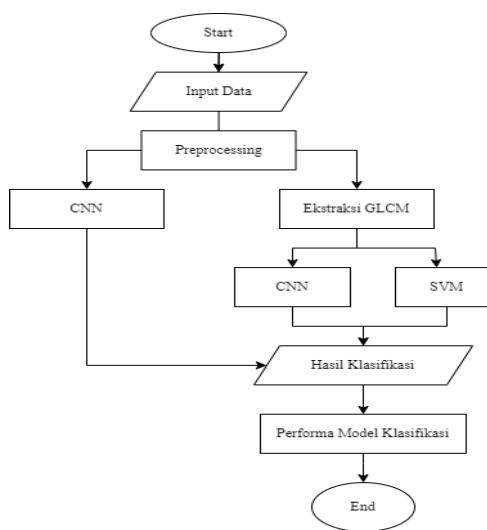
Grace Therensi Situmorong [5] juga melakukan penelitian dengan menggunakan metode GLCM. Penelitian tersebut mengumpulkan 208 gambar telapak tangan; sebanyak 130 gambar data latih dan 78 gambar data uji. Ekstraksi fitur GLCM dilakukan dengan menggunakan jarak ketetanggaan untuk mengukur nilai-nilai region. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan 7 *grid region* dan jarak ketetanggaan $d = 7$ menghasilkan akurasi terbaik senilai 87.17%.

Penelitian [6] menggunakan metode CNN dan CNN-ELM untuk mengetahui variasi ukuran citra masukan terhadap kinerja *classifier*. Penelitian tersebut menggunakan data dari Kaggle sebanyak 1.583 gambar kondisi normal dan 4.237 gambar kondisi pneumonia dengan ukuran 1000x1000 piksel yang hasil klasifikasinya kurang efektif. Pada percobaan menggunakan citra ukuran 200x200 pixel, metode CNN-ELM mendapatkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan metode CNN, dengan selisih akurasi sebesar 8.81%

Berdasarkan metode yang telah dijelaskan dalam penelitian sebelumnya, penelitian ini menggunakan algoritma CNN dan SVM dengan menggunakan 4 kernel yaitu RBF, *linear*, *sigmoid*, dan *polynomial* untuk melakukan klasifikasi. Metode ekstraksi ciri yang digunakan berdasarkan tekstur adalah GLCM.

III. METODE PENELITIAN

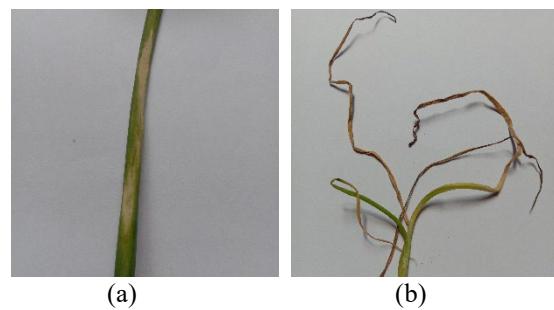
Bab ini menjelaskan tahap-tahap penelitian secara terperinci. Gbr. 1 menunjukkan alur langkah-langkah penelitian yang dilakukan.



Gbr. 1 Tahapan Penelitian

A. Input Data

Proses input data yang dilakukan yaitu menggunakan 320 *dataset* yang dibagi menjadi 2 kelas, yaitu bercak ungu dan moler. Pengambilan citra gambar daun menggunakan kamera beresolusi 64 MP dengan format JPG. Ukuran yang digunakan 1:1 dengan *background* putih. Kemudian data disimpan di dalam satu folder dan diberikan label untuk diteruskan ke proses ekstraksi. Contoh penyakit pada tanaman bawang merah dapat dilihat pada Gambar 2.



Gbr. 2 Performa (a) Bercak Ungu dan (b) Moler

B. Preprocessing

Preprocessing merupakan salah satu tahapan dalam melakukan data mining sebelum menuju ke tahapan ekstraksi fitur GLCM [7].

1) Labeling

Labeling adalah tahapan di mana objek-objek pada tanaman bawang merah diberi label atau nama berdasarkan jenis penyakit yang ada.

2) Cropping

Cropping adalah langkah dalam *preprocessing* yang melibatkan pemisahan objek pada penyakit tanaman bawang merah dari latar belakang atau penyesuaian sesuai kebutuhan, yang bertujuan untuk mengurangi gangguan atau noise pada gambar citra.

3) Resize

Resize dilakukan untuk merubah dimensi citra sehingga setiap citra input memiliki resolusi piksel yang seragam, dengan tujuan memperoleh hasil citra yang diinginkan.

C. Ekstraksi Fitur dengan Metode GLCM

Proses ekstraksi fitur digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik yang terdapat dalam sebuah citra. Dalam penelitian ini, metode ekstraksi fitur yang digunakan adalah GLCM [8]. GLCM adalah metode yang efektif untuk memproses ekstraksi ciri suatu citra [7]. GLCM merupakan matriks yang menggambarkan dua piksel sehubung dengan frekuensi pada jarak d dan sudut θ tertentu untuk menghitung nilai fitur GLCM. [4]. Dalam penelitian ini menggunakan 6 fitur GLCM yang sering digunakan yaitu:

Energy dapat diinterpretasikan sebagai hasil dari perhitungan yang melibatkan jumlah variasi intensitas

abu-abu dalam suatu citra [4].

Correlation merupakan suatu representasi yang mencerminkan sejauh mana hubungan linier antara piksel-piksel dalam citra *grayscale*. Rentang nilai korelasi berkisar antara -1 hingga [4].

Contrast adalah sebuah metrik yang mengukur keberagaman tingkat keabuan antara piksel yang berdekatan dalam seluruh gambar. [9].

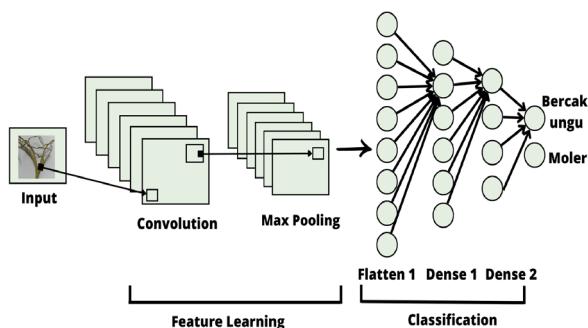
Homogeneity dalam konteks ini merujuk pada jumlah tingkat keabuan yang serupa dalam suatu gambar. Ketika piksel-piksel dalam gambar semakin seragam, maka tingkat homogenitasnya akan semakin tinggi [10].

Dissimilarity atau ketidakmiripan adalah suatu metrik yang mengukur tingkat variasi intensitas antara pasangan piksel dalam suatu citra [9].

ASM (*Angular Second Moment*) mengukur kehalusan atau homogenitas tekstur dalam citra. Hal tersebut dilakukan dengan menghitung jumlah kuadrat probabilitas kemunculan pasangan piksel dengan nilai keabuan yang sama dalam GLCM [11].

D. Convolutional Neural Network

CNN adalah *Artificial Neural Network* yang sering digunakan untuk analisis visual pada gambar. CNN ini merupakan bentuk dari *multilayer perceptron* di mana setiap neuronnya terhubung dengan semua *neuron* di lapisan berikutnya. CNN memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi pola hirarki pada data dan mengintegrasikan piksel yang lebih kompleks daripada piksel yang lebih kecil dan sederhana [12]. CNN terbagi menjadi tiga jenis *layer* utama, yaitu *input layer*, *output layer*, dan beberapa *hidden layer*. Lapisan tersembunyi ini merupakan lapisan *convolution*, lapisan untuk ekstraksi fitur, lapisan penyatuhan untuk mengurangi dimensi data, dan lapisan yang terhubung sepenuhnya untuk melakukan klasifikasi dan pengambilan keputusan [13]. *Pooling layer* dalam CNN bertujuan untuk mengurangi ukuran gambar, sehingga dengan mudah digantikan oleh layer *convolution layer* dengan Langkah-langkah yang sama seperti *pooling layer* yang sesuai [14]. Flatten Mengkonversi nilai input ke dalam *array* yang dihasilkan dari proses *pooling*, setiap hasil dari *pooling layer* akan dikonversi ke dalam *array* satu dimensi [15]. Gbr. 3 adalah ilustrasi dari struktur lapisan yang digunakan dalam CNN.



Gbr. 3 Ilustrasi dari Struktur CNN

Dalam penelitian tersebut, evaluasi dilakukan dengan menggunakan epoch sebagai parameter utama. Satu epoch adalah saat ketika seluruh dataset melewati satu putaran lengkap proses forward dan backward di dalam jaringan saraf. Apabila hanya satu epoch yang digunakan, situasi ini tentu akan menjadi sangat kompleks jika mencoba memasukkan seluruh dataset ke dalam jaringan saraf dalam satu waktu, sehingga dataset harus dibagi menjadi sub-dataset yang disebut sebagai batch. Dalam konteks ini, dataset dibagi menjadi 22 batch, yang berarti bahwa terdapat 22 data latih yang digunakan dalam satu batch. Jumlah epoch yang digunakan dalam makalah ini adalah 20 epoch dan nilai epoch yang diuji mulai dari epoch 1 hingga epoch 20. Penelitian tersebut juga memanfaatkan optimizer pembelajaran dengan metode Adam.

E. Support Vector Machine

SVM merupakan teknik pembelajaran mesin yang digunakan untuk pengenalan pola. Vladimir Vapnik adalah penemu pertama algoritma SVM yang termasuk dalam kategori pembelajaran terbimbing (*supervised learning*) berguna dalam masalah klasifikasi dan SVM melakukan klasifikasi data ke dalam dua kelas yang berbeda dengan cara membentuk garis batas keputusan atau *hyperplane* [9]. SVM memiliki dasar dalam teori pembelajaran statistik yang memungkinkan penggunaannya untuk menghasilkan hasil yang lebih unggul dibandingkan dengan teknik statistik lainnya dan proses pelatihan SVM melibatkan pemilihan berbagai data pelatihan yang digunakan untuk pembelajaran dan pengembangan model klasifikasi [16]. Dalam percobaan klasifikasi, penggunaan kernel dapat digunakan untuk menentukan parameter kernel yang menghasilkan akurasi terbaik [17]. Adapun *kernel* yang digunakan pada penelitian tersebut yaitu *kernel RBF (Radial Basis Function)* kernel yang umumnya digunakan dalam analisis ketika data tidak dapat dipisahkan secara linear, *Kernel linear* berfungsi untuk mengukur kesamaan antara dua vektor data dalam ruang asli tanpa mengubah struktur data itu sendiri, *Kernel sigmoid* mengubah data input ke dalam ruang fitur yang lebih tinggi, di mana data yang awalnya tidak dapat dipisahkan secara linear dapat dipisahkan dengan baik, *Kernel polynomial* merupakan kernel yang digunakan ketika data tidak dapat dipisahkan secara linear. Kernel polinomial sangat efektif dalam situasi di mana seluruh dataset pelatihan telah dinormalisasi [18].

F. Performa Model Klasifikasi

Setelah melewati tahapan input data, preprocessing, eksplorasi, dan klasifikasi, maka hasil pengujian klasifikasi penyakit tanaman bawang merah yang telah diperoleh akan dijelaskan dan dibahas lebih lanjut pada bab berikutnya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, digunakan citra sebanyak 320 untuk menganalisis penyakit pada tanaman bawang merah. Citra

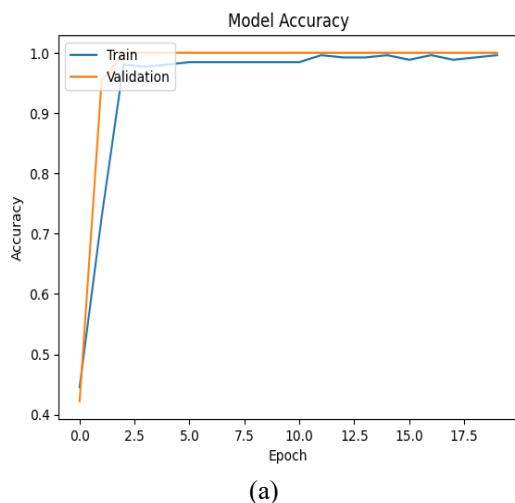
tersebut terdiri dari dua kelas data penyakit, yaitu Bercak Ungu dan Moler. Selanjutnya, citra tersebut dibagi menjadi dua kelompok, dengan 160 dataset bercak ungu dan 160 dataset moler.

Hasil yang ditunjukkan pada Tabel I menggambarkan performa meliputi *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-Score*. Pengujian klasifikasi dengan menggunakan metode CNN tanpa GLCM, CNN dengan GLCM, dan SVM dengan *kernel RBF*, *linear*, dan *polynomial* dengan menggunakan ekstraksi fitur GLCM mendapatkan nilai tinggi. Sedangkan pada metode *Sigmoid* menggunakan ekstraksi fitur tekstur dengan metode GLCM mendapatkan nilai yang rendah.

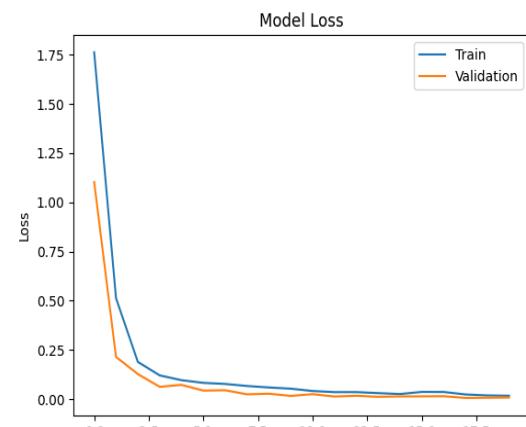
TABEL I
PERFORMA MODEL KLASIFIKASI CNN, GLCM + CNN, GLCM + SVM
(RBF, LINEAR, SIGMOID, POLYNOMIAL)

Hasil Performa Model Klasifikasi				
Algoritma	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
CNN	1.00	1.00	1.00	1.00
GLCM + CNN	1.00	1.00	1.00	1.00
GLCM + RBF	1.00	1.00	1.00	1.00
GLCM + Linear	1.00	1.00	1.00	1.00
GLCM + Sigmoid	0.75	0.75	0.73	0.74
GLCM + Polynomial	1.00	1.00	1.00	1.00

Hasil pengujian klasifikasi pada metode CNN menggunakan ekstraksi fitur GLCM memperoleh hasil *accuracy*, *precision*, *recall* dan *F1-score*, masing-masing 100%. Model Grafiknya terlihat pada Gbr. 4



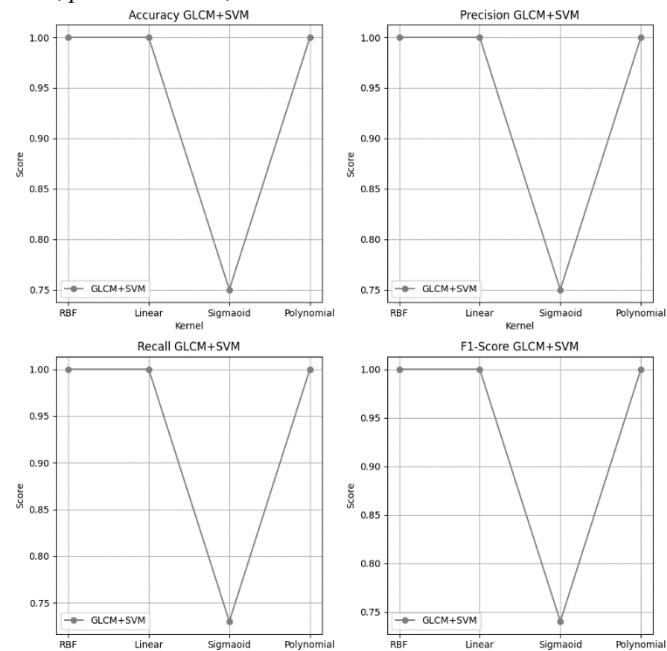
(a)



(b)

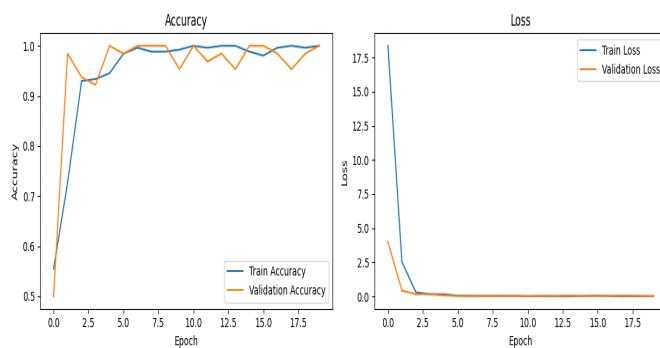
Gbr. 4 Performa GLCM + CNN (a) *Accuracy* dan (b) *Loss* (20 Epoch)

Hasil pengujian klasifikasi pada metode SVN dengan menambahkan empat karnel yaitu RBF, *linear*, dan *polynomial* dengan ekstraksi fitur tekstur dengan metode GLCM menyatakan bahwa nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-Score* memiliki hasil masing-masing 100%. Sedangkan SVM dengan *kernel sigmoid* menggunakan ekstraksi fitur tekstuk dengan metode GLCM mendapatkan nilai *accuracy* 75%, *precision* 75%, *recall* 73% dan *F1-Score* 74%.



Gbr. 5 Performa GLCM + SVM (RBF, Linear, Sigmoid dan Polynomial)

Dalam metode CNN, tidak diperlukan penggunaan metode ekstraksi tambahan karena CNN sudah memiliki kemampuan internal untuk melakukan ekstraksi dan pembelajaran mandiri dalam mengenali objek. Maka, hasil dari objek tersebut memiliki nilai *accuracy*, *precision*, *recall* dan *F1-Score* memiliki hasil masing-masing 100%.



Gbr. 6 Performa Algoritma CNN (20 Epoch)

V. KESIMPULAN

Pada penelitian ini, klasifikasi menggunakan CNN dan juga SVM dengan kernel RBF, linear, dan polynomial memberikan nilai accuracy, precision, recall, dan F1 score masing-masing 100%. SVM didahului dengan proses ekstraksi fitur tekstur menggunakan GLCM. Sedangkan, apabila SVM menggunakan kernel sigmoid, performanya jauh lebih buruk.

Pada penelitian selanjutnya disarankan menggunakan beberapa penyakit bawang merah dengan menggunakan ekstraksi fitur warna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan terkait dengan penelitian ini, seperti Lab Riset FIKOM UMI yang telah memberikan izin penggunaan fasilitas dan sarana untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] U. M. A. R. Fernando. (2019) "Respon Pertumbuhan, Produksi Dan Persentase Serangan Penyakit Pada Tanaman Bawang Merah (*allium ascalonicum* L.) Yang Di Beri 3 Jenis Kompos Kulit Buah Dan Poc Kubis" (Skripsi Sarjana, "Skripsi Disusun Oleh : Fakultas Pertanian," 2019.
- [2] F. Felix, S. Faisal, T. F. M. Butarbutar, and P. Sirait, "Implementasi CNN dan SVM untuk Identifikasi Penyakit Tomat via Daun," *J. SIFO Mikroskil*, vol. 20, no. 2, pp. 117–134, 2019, doi: 10.55601/jsm.v20i2.670.
- [3] M. K. Khamdani, N. Hidayat, and R. K. Dewi, "Implementasi Metode K-Nearest Neighbor Untuk Mendiagnosa Penyakit Tanaman Bawang Merah," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 1, pp. 11–16, 2021.
- [4] P. N. Andono and E. H. Rachmawanto, "Evaluasi Ekstraksi Fitur GLCM dan LBP Menggunakan Multikernel SVM untuk Klasifikasi Batik," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 1, pp. 1–9, 2021, doi: 10.29207/resti.v5i1.2615.
- [5] G. T. Situmorang, A. W. Widodo, and M. A. Rahman, "Penerapan Metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) untuk ekstraksi ciri pada telapak tangan," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 5, pp. 4710–4716, 2019.
- [6] B. Nugroho and E. Y. Puspaningrum, "Kinerja Metode CNN untuk Klasifikasi Pneumonia dengan Variasi Ukuran Citra Input," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 3, p. 533, 2021, doi: 10.25126/jtiik.2021834515.
- [7] C. Wijaya, H. Irsyad, and W. Widhiarso, "Klasifikasi Pneumonia Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Dengan Ekstraksi Glcm," *J. Algoritm.*, vol. 1, no. 1, pp. 33–44, 2020, doi: 10.35957/algoritme.v1i1.431.
- [8] D. Alita, Y. Fernando, and H. Sulistiani, "Implementasi Algoritma Multiclass Svm Pada Opini Publik Berbahasa Indonesia Di Twitter," *J. Tekno Kompak*, vol. 14, no. 2, p. 86, 2020, doi: 10.33365/jtk.v14i2.792.
- [9] P. U. Rakhmawati, Y. M. Pranoto, and E. Setyati, "Klasifikasi Penyakit Daun Kentang Berdasarkan Fitur Tekstur dan Fitur Warna Menggunakan Support Vector Machine," *Semin. Nas. Teknol. dan Rekayasa*, pp. 1–8, 2018.
- [10] M. Muhamthir, M. H. Santoso, and D. A. Larasati, "Wayang Image Classification Using SVM Method and GLCM Feature Extraction," *J. Informatics Telecommun. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 373–382, 2021, doi: 10.31289/jite.v4i2.4524.
- [11] Y. Prastyaningih, "Kombinasi Fitur Multi-Scale Gray Level Co-Occurrence Matrices dan Warna Untuk Sistem Temu Kembali Citra Gerabah," p. 11, 2016.
- [12] E. Rasywir, R. Sinaga, and Y. Pratama, "Analisis dan Implementasi Diagnosis Penyakit Sawit dengan Metode Convolutional Neural Network (CNN)," *Paradig. - J. Komput. dan Inform.*, vol. 22, no. 2, pp. 117–123, 2020, doi: 10.31294/p.v22i2.8907.
- [13] M. R. Alwanda, R. P. K. Ramadhan, and D. Alamsyah, "Implementasi Metode Convolutional Neural Network Menggunakan Arsitektur LeNet-5 untuk Pengenalan Doodle," *J. Algoritm.*, vol. 1, no. 1, pp. 45–56, 2020, doi: 10.35957/algoritme.v1i1.434.
- [14] Oktavia N. Putri, "Implementasi Metode CNN Dalam Klasifikasi Gambar Jamur Pada Analisis Image Processing (Studi Kasus: Gambar Jamur Dengan Genus Agaricus Dan Amanita)," pp. 1–80, 2020, [Online]. Available: https://dspace.uii.ac.id/bitstream/handle/123456789/23677/16611103_Oktavia_Nurima_Putri.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [15] S. Muhammad and A. T. Wibowo, "Klasifikasi Tanaman Aglaonema Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (Cnn)," *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 5, pp. 10621–10636, 2021.
- [16] V. No, P. R. 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] A. M. Puspitasari, D. E. Ratnawati, and A. W. Widodo,

“Klasifikasi Penyakit Gigi Dan Mulut Menggunakan Metode Support Vector Machine,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 2, pp. 802–810, 2018, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>

[18] H. C. S. Ningrum, “Perbandingan Metode Support Vector Machine (SVM) Linear, Radial Basis Function (RBF), dan Polinomial Kernel dalam Klasifikasi Bidang Studi Lanjut Pilihan Alumni UII,” *Tugas Akhir Stat. Univ. Islam Indones.*, pp. 1–90, 2018.