

Klasifikasi Penyakit Bawang Merah Menggunakan *Naive Bayes* dan CNN dengan Fitur GLCM**Jumrayanti¹, Purnawansyah², Herdianti Darwis³, Ramdan Satra⁴**

jumrayanti.arfah@gmail.com, purnawansyah@umi.ac.id, herdianti.darwis@umi.ac.id,

ramdan.satra@umi.ac.id

Program Studi Teknik Informatika Universitas Muslim Indonesia

Informasi Artikel	Abstrak
Diterima : 13 Jun 2023 Direview : 17 Jun 2023 Disetujui : 27 Jun 2023	Tanaman bawang merah merupakan salah satu tanaman penting dalam industri pertanian. Penyakit pada tanaman bawang merah dapat mengakibatkan kerugian yang signifikan bagi petani dan produsen. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan penyakit bawang merah pada daun bawang merah yang disebabkan oleh bercak ungu dan moler. Pengumpulan data citra bawang merah dilakukan secara langsung yang dilanjutkan dengan tahap <i>pre-processing</i> sebelum pengklasifikasian penyakit pada tanaman bawang merah. Algoritma <i>Naive Bayes</i> dan CNN dengan ekstraksi fitur GLCM digunakan dalam penelitian ini untuk melakukan perbandingan klasifikasi antara dua metode tersebut dalam mengklasifikasikan penyakit tanaman bawang merah yaitu bercak ungu dan moler. Hasil pengujian dengan menggunakan citra sebanyak 160 penyakit moler dan 160 penyakit bercak ungu menunjukkan bahwa kedua algoritma klasifikasi <i>Naive Bayes</i> dan CNN dengan ekstraksi fitur GLCM mampu mengklasifikasikan penyakit moler dan penyakit bercak ungu pada daun bawang merah dengan akurasi yang baik sebesar 100%.
Kata Kunci Penyakit Bawang, klasifikasi, GLCM, CNN, <i>Naive Bayes</i>	

Keywords	Abstrak
<i>Onion Disease, Classification, GLCM, CNN, Naive Bayes</i>	<i>Onion plants are one of the important crops in the agricultural industry. Diseases in onion plants can result in significant losses for farmers and producers. This research aims to classify onion diseases on onion leaves caused by priole blotch and molâris. The of onion image data colaction was performed directly, followed by a pre-processing stage before classifying diseases in onion plants. The Naive Bayes algorithm and CNN with GLCM feature extraction are used in this study to compare the classification between the two methods in classifying onion diseases. The test results using a total of 160 priole blotch and 160 molâris diseases show that both the Naive Bayes and CNN classification algorithms with GLCM feature extraction are capable of classifying priole blotch and molâris diseases on onion leaves with a perfect accuracy of 100%.</i>

A. Pendahuluan

Bawang merah (*Allium acolicum* L.) merupakan salah satu bumbu dapur yang sering digunakan dalam masakan dan digunakan sebagai obat herbal dalam terapi pengobatan. Keunggulan tersebut menjadikan bawang merah sebagai barang berharga untuk penggunaan sehari-hari [1]. Salah satu dari 10 kelompok hortikultura yang didirikan di Indonesia adalah bawang merah [2]. Potensi pengembangan bawang merah sangat besar seiring dengan kebutuhan produk hortikultura yang dikonsumsi masyarakat, baik lokal maupun internasional [3]. Bawang merah adalah salah satu dari tiga spesies *Allium* yang sangat berharga dan bernilai komersial [4].

Salah satu daerah penghasil bawang merah terbesar di Indonesia adalah Kabupaten Enrekang Sulawesi Selatan, dengan produksi sebesar 73,58 ton pada tahun 2018 (BPS, 2019), turun dari 111,61 ton pada tahun 2017 (Badan Pusat Statistik, 2018) [2]. Banyaknya penyakit yang menyerang tanaman bawang merah menjadi penyebab menurunnya pendapatan yang dikeluhkan petani bawang merah [5]. bercak pada daun dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyakit pada tanaman bawang merah, selain itu juga dapat dikenali secara visual berdasarkan kenampakan dan teksturnya. Namun, pengenalan visual memiliki kekurangan karena dapat menjadi tantangan untuk membedakan antara berbagai jenis penyakit yang dapat mengakibatkan diagnosis kondisi yang salah [6].

Cendawan *Alternaria porri* (Ell.) Cif menyebabkan penyakit bercak ungu (troto) yang dapat mengakibatkan kerugian yang cukup besar. Penyakit ini dapat menyebabkan umbi menjadi kecil kualitasnya bahkan sering tidak berkembang. Ini juga dapat memangkas hasil panen sebesar 57% [7]. Oleh karena itu, sangat penting untuk memiliki metode pengendalian, termasuk penggunaan fungisida, agar mendapatkan hasil yang sesuai dengan harapan. Selain itu penyakit utama yang menyerang tanaman bawang merah adalah layu atau moler (*F. Oxysporum*), penyakit patogen yang menyebar melalui tanah. Penyakit yang dijelaskan diatas menyebabkan daun menjadi kuning dan menjadi bengkok atau keriting, dan busuk pangkal batang [8]. Pestisida kimia saat ini digunakan sebagai pengendalian [8]. Bercak ungu dan moler adalah dua penyakit yang biasanya menyerang bawang merah, penyakit bercak ungu disebabkan oleh jamur *Alternaria porri*, sedangkan penyakit moler disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporium*. Dengan ekstraksi fitur dari *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) dan dua metode klasifikasi *Naive Bayes* dan *Convolutional Neural Network* (CNN), penelitian ini mengkaji tekstur gambar dengan penekanan pada citra daun bawang merah.

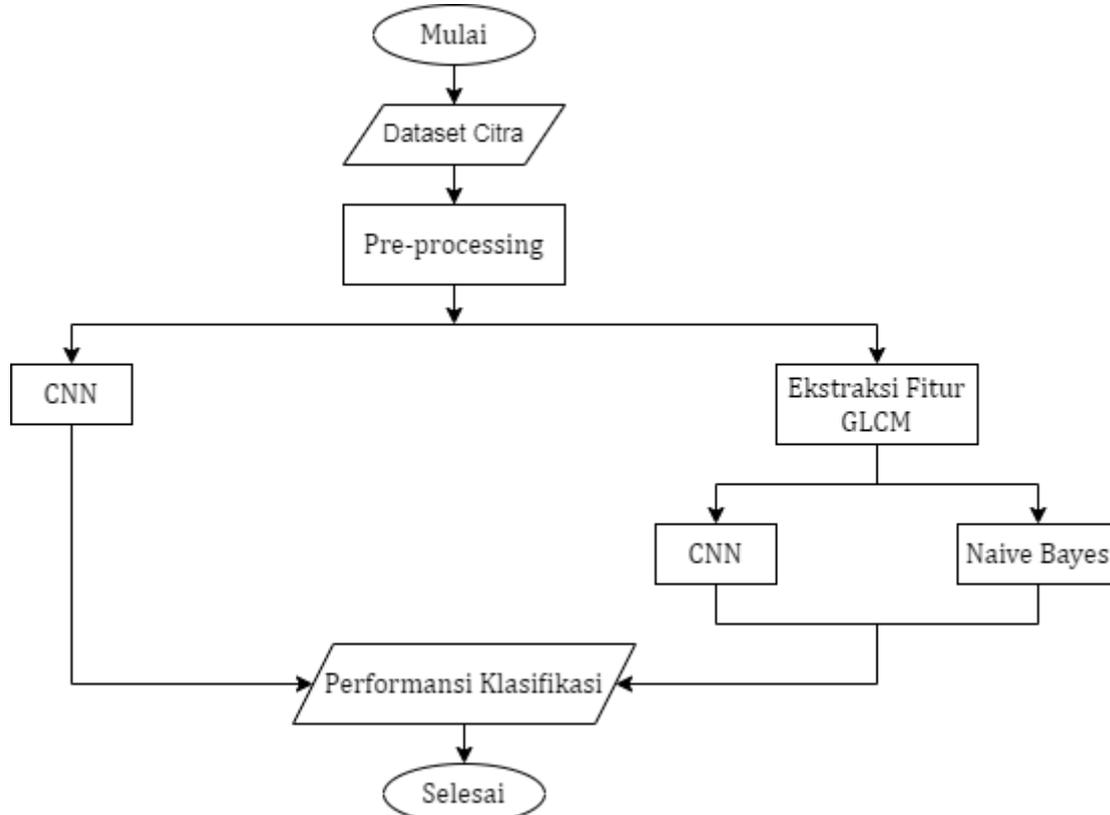
Algoritma *Naive Bayes* juga efektif dalam mengkategorikan data, termasuk data dari gambar daun bawang menggunakan ekstraksi fitur dari GLCM yang mencakup empat fitur: energi, kontras, korelasi, dan homogenitas. Hasil dari prosedur ini kemudian dikategorikan menggunakan *Naive Bayes* yang memiliki akurasi 84% dan merupakan klasifikasi probabilistik langsung atau penerapan teorema Bayes [1]. Pengklasifikasian *Naive Bayes* dan metode GLCM juga digunakan dengan prosedur pengujian mengidentifikasi data uji dari 15 citra penyakit tanaman tomat dan mampu mendapatkan nilai akurasi sebesar 80% yang dianggap sebagai hasil yang memuaskan untuk pengenalan penyakit tanaman tomat menggunakan pendekatan *Naive Bayes Classifier* [9].

Algoritma CNN efektif dalam mengklasifikasikan data penyakit pada tanaman jagung dengan dataset yang digunakan berisi 2000 gambar dari 2 bentuk penyakit tanaman jagung yang berbeda. CNN sebagai komponen *deep learning* yang efektif untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan objek dalam gambar digital digunakan untuk mengkategorikan berbagai bentuk penyakit pada tanaman jagung. Akurasi data training 97,5%, akurasi data validasi 100%, dan akurasi data testing menggunakan data baru sebesar 94% [10]. Selain itu, metode GLCM digunakan dalam penelitian untuk mengidentifikasi citra batik untuk menemukan pola batik. Dengan menggunakan model klasifikasi citra batik Karawang dapat mengklasifikasikan citra berdasarkan uji coba terhadap 344 citra batik, 45 citra batik Karawang dan 299 citra batik luar Karawang dengan tingkat akurasi sebesar 18,60%. Hasil pengujian menggunakan citra batik Karawang yang dapat dikenali dan diklasifikasikan memiliki tingkat akurasi sebesar 73,33% [11].

Dengan demikian, penelitian ini melakukan pengklasifikasian penyakit tanaman bawang merah dengan memanfaatkan citra daun menggunakan ekstraksi fitur GLCM dan membandingkan algoritma *Naive Bayes* dan CNN sebagai dua metode klasifikasi. Untuk melakukan pengelolaan yang lebih baik dan efisien, tujuan penelitian ini adalah untuk mengklasifikasikan dan mendeteksi gejala penyakit yang menyerang tanaman bawang merah, seperti penyakit bercak ungu dan moler.

B. Metode Penelitian

Tahapan penyelesaian dalam melakukan klasifikasi penyakit pada tanaman bawang merah dengan memanfaatkan citra daun seperti yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah penyakit pada tanaman bawang merah dengan memanfaatkan citra daun, tanaman bawang merah memiliki beberapa penyakit. Namun, pada penelitian ini hanya berfokus pada dua penyakit tanaman bawang merah yaitu penyakit moler dan penyakit bercak ungu dengan memanfaatkan citra daun untuk menginisialisasi penyakit tersebut. Data yang digunakan dikumpulkan langsung dari perkebunan petani bawang merah sebanyak 320 data citra. Pada saat pengumpulan data penulis diarahkan langsung oleh petani bawang merah untuk mendapatkan beberapa informasi mengenai kondisi tanaman bawang merah yang berlokasi di Desa Duri Kabupaten Enrekang.

2. Pre-processing Data

Pada tahap ini, dilakukan pembagian data antara penyakit moler dan bercak ungu kemudian memisahkan data mana yang lebih baik digunakan untuk pengujian. Setelah itu dilakukan pengembalian gambar pada data tersebut dan dipotret pada tingkat cahaya dan jarak yang sama dengan menggunakan kertas HVS berwarna putih sebagai berlatar belakang gambar, total citra yang diambil adalah 320 terdiri dari 160 citra penyakit moler dan 160 citra penyakit bercak ungu kemudian ukuran gambar tersebut diubah menjadi 600×600 pixel dengan perbandingan 1:1. Manfaat dari *pre-processing* adalah data menjadi lebih signifikan yang bertujuan untuk membuat data lebih mudah dibaca dan memudahkan dalam proses pengujian.

3. Ekstraksi Fitur *Gray Level Co-occurrence Matrix*

Setelah dilakukan *pre-processing* data maka dilakukan proses ekstraksi fitur, ekstraksi fitur yang digunakan adalah *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). GLCM adalah teknik untuk mengekstraksi tekstur dan fitur dari gambar. Matriksnya menampilkan seberapa sering dua pasang piksel dengan intensitas yang sama muncul pada gambar pada jarak dan arah yang berbeda [12]. GLCM adalah salah satu metode yang dikembangkan untuk analisis tekstur dan menyimpan informasi distribusi serta jarak intensitas dari gambar asli [13]. Koordinat dengan piksel memiliki jarak dari orientasi sudut θ , jarak direpresentasikan dalam piksel dan sudut terbentuk berdasarkan empat arah sudut yaitu, 0° , 45° , 90° , atau 135° dan jarak antara piksel sebesar 1 piksel [14]. Ekstraksi fitur yang didefinisikan dalam penelitian ini adalah *energy*, *homogeneity*, *contrast*, *correlation*, *dissimilarity* dan ASM.

Energy sebagai karakteristik GLCM yang digunakan untuk mengukur kecepatan pasangan intensitas dalam matriks GLCM [14]. Untuk mendapatkan nilai *Energy* ditunjukkan pada persamaan 1.

$$E = \sum_x \sum_y P(x, y)^2 \quad (1)$$

Homogeneity menunjukkan bahwa fluktuasi intensitas gambar seragam [14]. *Homogeneity* dapat dihitung menggunakan persamaan 2.

$$H = \sum_x \sum_y \frac{P(x, y)}{1 + |x - y|} \quad (2)$$

Menghitung *Contrast* melibatkan perbandingan intensitas piksel satu dan piksel yang berdekatan di seluruh gambar. Untuk gambar konstan, kontrasnya adalah nol [14]. *Contrast* dapat dihitung menggunakan persamaan 3.

$$I = \sum_x \sum_y (x - y)^2 \mathcal{P}(x, y) \quad (3)$$

Correlation merupakan representasi linear dari tingkat gambar skala abu-abu [15]. Korelasi berkisar dari -1 hingga 1. *Correlation* ditunjukkan pada persamaan 4.

$$Corr = \sum_x \sum_y \frac{(x - \mu_x)(y - \mu_y)\mathcal{P}(x, y)}{\sigma_x \sigma_y} \quad (4)$$

Dissimilarity adalah persamaan yang mengukur perbedaan dalam tekstur [16]. Untuk mendapatkan nilai *Dissimilarity* dapat dihitung menggunakan persamaan 5

$$D = \sum_x \sum_y |x - y| \mathcal{P}(x, y) \quad (5)$$

Kemampuan elemen matriks GLCM digabungkan untuk membentuk ASM. Nilai ASM akan tinggi jika citra memiliki nilai *homogenitas* yang tinggi atau nilai piksel yang hampir sama [17]. Untuk mencari nilai ASM menggunakan persamaan 6.

$$ASM = \sum_x \sum_y \mathcal{P}(x, y)^2 \quad (6)$$

4. Naive Bayes

Naive Bayes adalah algoritma klasifikasi yang menggunakan teorema Bayes dengan asumsi bahwa semua variabel penjelas adalah independen satu sama lain. Pendekatan ini dapat dianggap sebagai ada atau tidaknya kejadian pada kelompok tertentu yang tidak bergantung pada lingkungan atau tidak adanya kejadian lainnya [18]. Klasifikasi *Naive Bayes* adalah metode paling sederhana yang bergantung pada peluang dan mengasumsikan bahwa setiap variabel independen [19].

Naive Bayes adalah algoritma tercepat dengan pemodelan langsung, *noise* rendah, dan tidak berdampak pada hasil [13]. *Naive Bayes* menghitung probabilitas dengan menambahkan frekuensi dan kombinasi nilai dari kumpulan data [13]. Persamaan 7 digunakan untuk menentukan probabilitas.

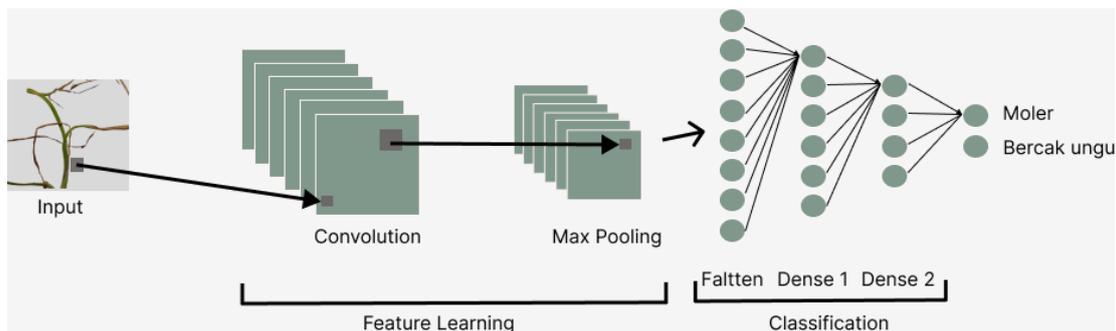
$$P(H|X) = \frac{P(X|H) P(H)}{P(X)} \quad (7)$$

Probabilitas hipotesis ($P(H)$) dikalikan dengan probabilitas bersyarat X berdasarkan kondisi hipotesis ($P(X|H)$) dan dibagi dengan probabilitas ($P(X)$) menghasilkan $P(H|X)$ yang merupakan probabilitas *posterior* dari H berdasarkan kondisi X [13].

5. Convolutional Neural Network

Selain menggunakan metode *Naive Bayes*, pada penelitian ini juga mengklasifikasikan dengan menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN). CNN adalah pengembangan dari *Multilayer Perceptrons* yang dibuat untuk memproses input 2D. Metode CNN merupakan salah satu jenis pembelajaran *deep neural network* yang sering digunakan untuk data citra.

CNN adalah bagian dari algoritma pembelajaran mendalam yang dapat mengenali objek dalam foto masukan dan memanfaatkan sebagai sumber untuk membedakan antara gambar yang berbeda [10]. CNN secara teknis menggunakan *convolutional layer* diikuti dengan *pooling* untuk mengekstraksi fitur dari gambar yang masuk satu per satu. Prosedur ini melatih dan mengevaluasi setiap gambar masukan. Setelah operasi *pooling*, citra diratakan sebelum dimasukkan ke proses *fully connected-layer* untuk menyelesaikan tugas klasifikasi. Gambar 2 menampilkan arsitektur metode CNN yang mendefinisikan proses yang terjadi [6].

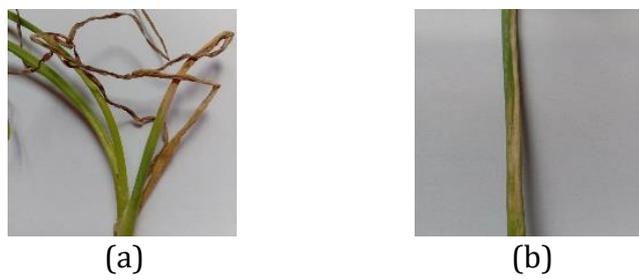


Gambar 2. Arsitektur dari CNN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkategorikan data citra penyakit pada tanaman bawang merah. Berbeda dengan algoritma klasifikasi biasa, yang membagi prosedur ekstraksi dan klasifikasi, model algoritma *deep learning* ini akan mengekstraksi fitur dan mengklasifikasikan gambar dalam satu langkah. Dengan kata lain, ekstraksi fitur CNN juga ikut mempelajari [20].

C. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini digunakan 320 citra bawang merang, dimana masing-masing 160 citra penyakit moler dan 160 citra penyakit bercak ungu. Data di bawah ini berasal dari masing-masing penyakit yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Penyakit Bawang (a). Moler, (b). Bercak ungu

Dalam proses pengklasifikasian semua data citra melewati proses ekstraksi pada pengklasifikasian algoritma CNN menggunakan ekstraksi fitur dalam satu proses.

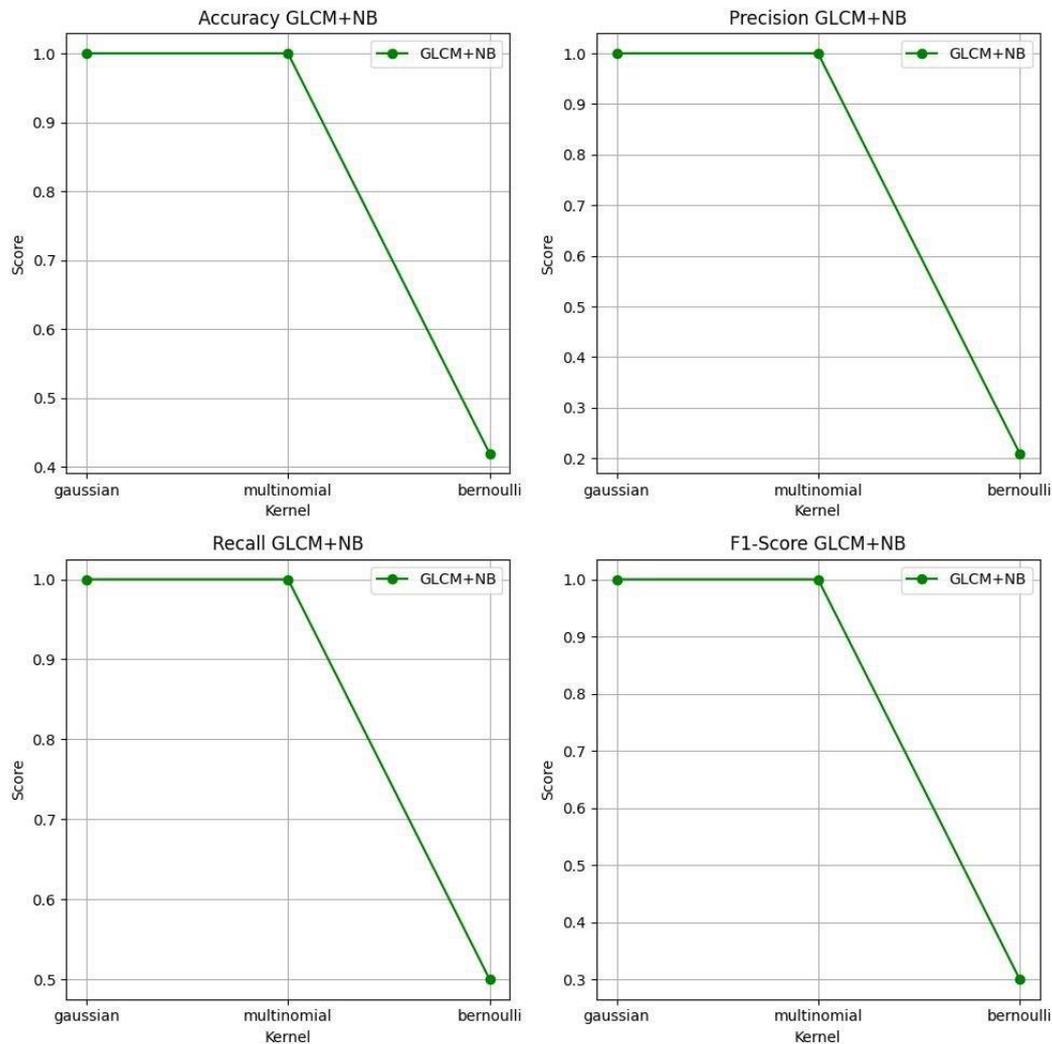
1) Pengujian ekstraksi fitur GLCM dengan algoritma *Naive Bayes*

Tabel 1. Klasifikasi GLCM-NB

Performa	Gaussian	Multinomial	Bernoulli
<i>Precision</i>	1.00	1.00	0.21
<i>Recall</i>	1.00	1.00	0.50
<i>F1-score</i>	1.00	1.00	0.30
<i>Accuracy</i>	1.00	1.00	0.42

Pada Tabel 1, pengklasifikasian menggunakan ekstraksi fitur GLCM dengan algoritma *Naive Bayes* menghasilkan akurasi yang sangat baik pada 2 kernel yaitu *gaussian* dan *multinomial* dengan nilai *precision* 100%, *recall* 100%, *f1-score* 100%

dan nilai *accuracy* 100%. Pada Gambar 4, grafik yang tersaji pada klasifikasi GLCM dan *Naive Bayes* dengan jelas memperlihatkan bahwa karnel *bernoulli* mendapatkan performa yang sangat rendah sehingga karnel *bernoulli* tidak disarankan pada penggunaan algoritma *Naive Bayes* dengan fitur GLCM.



Gambar 4. Grafik Klasifikasi GLCM-*Naive Bayes*

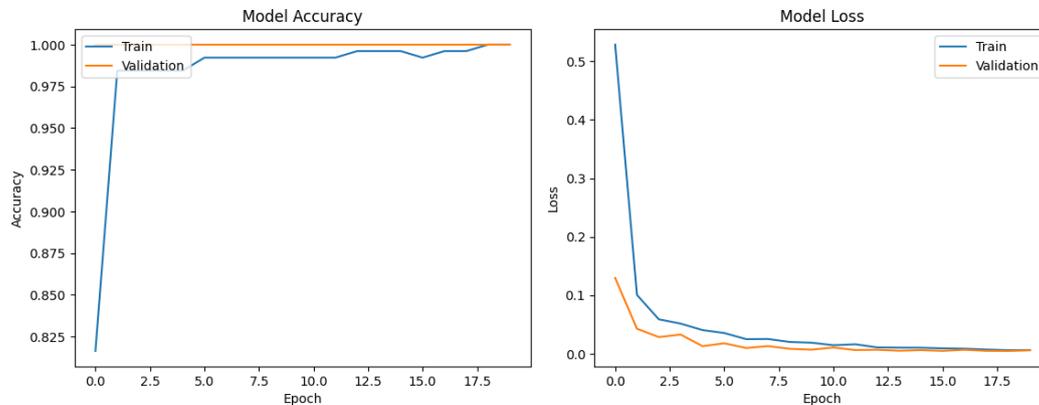
2) Pengujian algoritma CNN

Tabel 2. Klasifikasi GLCM-CNN dan CNN

Performa	GLCM-CNN	CNN
<i>Precision</i>	1.00	1.00
<i>Recall</i>	1.00	1.00
<i>F1-score</i>	1.00	1.00
<i>Accuracy</i>	1.00	1.00

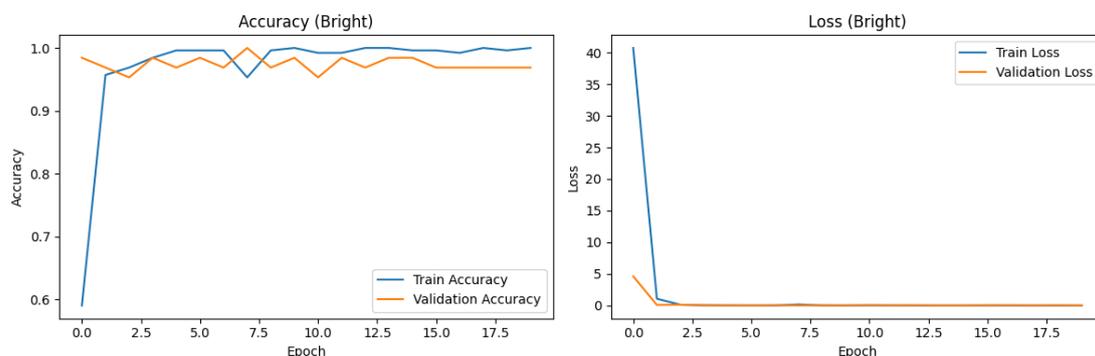
Tabel 2 menunjukkan hasil performa klasifikasi menggunakan metode GLCM-CNN dan algoritma CNN dengan 20 epoch yang secara visual diilustrasikan dalam Gambar 5, GLCM dan CNN menghasilkan pengujian yang sangat baik dengan nilai

100% pada *precision*, *recall*, *f1-score* dan *accuracy*. Sedangkan pada tabel klasifikasi algoritma CNN menghasilkan pengujian yang sangat baik dengan nilai *precision*, *recall*, *f1-score* dan *accuracy* mencapai 100%.



Gambar 5. Grafik *Accuracy* dan *Loss* GLCM-CNN

Pada Gambar 5, grafik akurasi yang dihasilkan pada performansi klasifikasi menggunakan ekstraksi fitur GLCM dengan algoritma CNN sangat stabil. Model akurasi pada epoch 3-20 menghasilkan akurasi yang baik dengan nilai akurasi mencapai 100%. Kemudian grafik model *loss* yang tersaji tetap berjalan dengan stabil.



Gambar 6. Grafik *Accuracy* dan *Loss* CNN

Pada Gambar 6, grafik yang tersaji sangat stabil dari nilai *epoch* 3-20, sistem menghasilkan akurasi terbaiknya dengan nilai mencapai 100%. Selain itu, grafik model *loss* tetap stabil dengan hasil yang baik.

3) Performansi Klasifikasi

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, algoritma *Naive Bayes* dengan kernel *gaussian* dan *multinomial* serta CNN dengan ekstraksi GLCM menghasilkan performa yang sangat baik dengan nilai akurasi sebesar 100%.

D. Simpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh disimpulkan bahwa klasifikasi penyakit tanaman bawang dengan menggunakan 2 kelas yaitu penyakit moler dan penyakit bercak ungu, jumlah citra yang digunakan sebanyak 320 citra dengan

memanfaatkan citra daun, menggunakan ekstraksi fitur GLCM dan 2 algoritma klasifikasi yaitu *Naive Bayes* dan CNN. Pada pengujian yang dilakukan mengklasifikasikan dengan ekstraksi fitur GLCM dan 2 algoritma serta mampu melakukan pengujian pada satu algoritma *deep learning* yaitu CNN. Proses pengujian pada ekstraksi fitur GLCM-*Naive Bayes* dan GLCM-CNN serta algoritma CNN menghasilkan peromansi klasifikasi yang sangat baik dengan nilai akurasi mencapai 100%.

E. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Riset Fakultas Ilmu Komputer Universitas Muslim Indonesia yang telah memfasilitasi penelitian ini.

F. Referensi

- [1] F. K. Fikriah, M. Burhanis Sulthan, N. Mujahidah, and M. Khoirur Roziqin, "Naïve Bayes untuk Klasifikasi Penyakit Daun Bawang Merah Berdasarkan Ekstraksi Fitur Gray Level Cooccurrence Matrix (GLCM)," *J. Komtika (Komputasi dan Inform.,* vol. 6, no. 2, pp. 133–141, 2022, doi: 10.31603/komtika.v6i2.7925.
- [2] Hikmahwati, M. R. Auliah, and Fitrianti, "Identifikasi Cendawan Penyebab Penyakit Moler Pada Tanaman," *Agrovital J. Ilmu Pertan.,* vol. 5, no. 2, pp. 83–86, 2020.
- [3] A. P. Rosadi, W. Ramlan, and B. Laode Mpapa, "Pengaruh Ketinggian Tempat Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonium* L) Di Luwuk Effect of Height on the Growth of Shallots Plants (*Allium ascalonium* L) in Luwuk," *Babasal Agrocy J.,* vol. 1, no. 1, pp. 21–26, 2019.
- [4] Y. S. R. Nur, A. Burhanuddin, D. Aldo, and W. Lelisa Army, "Sistem Pakar Deteksi Penyakit Bawang Merah dengan Metode Case Based Reasoning," *J. Media Inform. Budidarma,* vol. 6, no. 3, p. 1356, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i3.4180.
- [5] M. F. Rosi and B. H. Prakoso, "BIOS : Jurnal Teknologi Informasi dan Rekayasa Komputer," *BIOS J. Teknol. Inf. dan Rekayasa Komput.,* vol. 1, no. 1, pp. 20–27, 2020.
- [6] 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.
- [7] S. Nur, "Pertumbuhan, Produksi Dan Tingkat Serangan Penyakit Bercak Ungu (*Alternaria Porri* (Ell) Cif.) Pada Tiga Varietas Bawang Merah Dengan Perlakuan Pupuk Organik Cair Dan *Trichoderma Harzianum*," *J. AGRIJATI,* vol. 9, no. 2, 2017.
- [8] N. H. Suriyani, . S., and H. O. Rosa, "Pengendalian Penyakit Moler Pada Tanaman Bawang Merah Menggunakan Larutan Kulit Buah Durian," *J. Prot. Tanam. Trop.,* vol. 4, no. 3, pp. 391–396, 2021, doi: 10.20527/jppt.v4i3.905.
- [9] A. Nainggolan, H. Rumapea, A. P. Silalahi, L. Sidauruk, and M. Sinambela, "Identifikasi Penyakit Tanaman Tomat Berdasarkan Citra Penyakit Menggunakan Metode GLCM dan Naïve Bayes Classifier," *J. Ilm. Tek. Inform.,* vol. 2, no. 1, pp. 22–28, 2022, [Online]. Available: <http://ojs.fikom-methodist.net/index.php/METHOTIKA>

- [10] D. Iswantoro and D. Handayani UN, "Klasifikasi Penyakit Tanaman Jagung Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)," *J. Ilm. Univ. Batanghari Jambi*, vol. 22, no. 2, p. 900, 2022, doi: 10.33087/jiubj.v22i2.2065.
- [11] Ayu Ratna Juwita, Tohirn Al Mudzakir, Adi Rizky Pratama, Purwani Husodo, and Rahmat Sulaiman, "Identifikasi Citra Batik Dengan Metode Convolutional Neural Network," *Buana Ilmu*, vol. 6, no. 1, pp. 192–208, 2021, doi: 10.36805/bi.v6i1.1996.
- [12] R. A. Saputra, D. Puspitasari, and T. Baidawi, "Deteksi Kematangan Buah Melon dengan Algoritma Support Vector Machine Berbasis Ekstraksi Fitur GLCM," *J. Infortech*, vol. 4, no. 2, 2022, [Online]. Available: <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/infortech200>
- [13] R. R. Waliyansyah and C. Fitriyah, "Perbandingan Akurasi Klasifikasi Citra Kayu Jati Menggunakan Metode Naive Bayes dan k-Nearest Neighbor (k-NN)," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 5, no. 2, p. 157, 2019, doi: 10.26418/jp.v5i2.32473.
- [14] M. D. C. Setiawan, I. N. Farida, and R. K. Niswatin, "Klasifikasi Mutu Buah Belimbing (*averrhoa carambola* L) menggunakan metode GLCM (Gray Level Co-occurrence Matrix)," *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*. pp. 93–100, 2020.
- [15] 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.
- [16] L. Hakim, S. P. Kristanto, D. Yusuf, and F. N. Afia, "Pengenalan Motif Batik Banyuwangi Berdasarkan Fitur Grey Level Co-Occurrence Matrix," *J. Teknoinfo*, vol. 16, no. 1, p. 1, 2022, doi: 10.33365/jti.v16i1.1320.
- [17] D. W. Wibowo, D. Erwanto, and D. A. W. Kusumastutie, "Klasifikasi Jenis Kayu Menggunakan Ekstraksi Fitur Gray Level Co-Occurrence Matrix dan Multilayer Perceptron," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.25077/jnte.v10n1.788.2021.
- [18] A. Ciputra, D. R. I. M. Setiadi, E. H. Rachmawanto, and A. Susanto, "Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Apel Manalagi Dengan Algoritma Naive Bayes Dan Ekstraksi Fitur Citra Digital," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 465–472, 2018, doi: 10.24176/simet.v9i1.2000.
- [19] C. A. Sari and E. H. Rachmawanto, "Fitur Ekstraksi LBP dan Naive Bayes dalam Klasifikasi Jenis Pepaya Berdasarkan Citra Daun," *J. Masy. Inform.*, vol. 12, no. 2, pp. 102–113, 2021, doi: 10.14710/jmasif.12.2.42222.
- [20] F. F. Maulana and N. Rochmawati, "Klasifikasi Citra Buah Menggunakan Convolutional Neural Network," *J. Informatics Comput. Sci.*, vol. 1, no. 02, pp. 104–108, 2020, doi: 10.26740/jinacs.v1n02.p104-108.