

Penerapan *Multilayer Artificial Neural Network* Untuk Klasifikasi Daun Berdasarkan Jenis Penyakitnya Sebagai Langkah Efektif Perawatan Tanaman
Application of Multilayer Artificial Neural Network to Classify Leaves Based on Type of Disease as an Effective Step for Plant Care

Albriliani Maretha Soemardi¹⁾, Reni Umilasari²⁾, Dewi Lusiana³⁾

¹Mahasiswa Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: albrilianimaretha@gmail.com

²Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: reni.umilasari@unmuhjember.ac.id

³Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: dewilusiana2011@gmail.com

Abstrak

Daun merupakan salah satu bagian tanaman yang sering digunakan untuk mengenali jenis tanaman dan berperan penting untuk menjaga kesehatan tanaman karena jika tanaman tumbuh dengan sehat maka pemanenan akan berhasil. Tidak ada penetapan untuk kesehatan daun dalam sektor pertanian mengenai karakteristik yang digunakan dari daun. Adapun kendalanya terdapat daun yang rentan terserang penyakit, akibatnya kesulitan dalam membedakan jenis-jenis penyakit daun yang terlihat mirip. Dalam penelitian ini diterapkan *Multilayer ANN* sebagai arsitektur matematis untuk klasifikasi gambar, prediksi, dan pengenalan pola yang dapat membantu mengklasifikasi penyakit pada daun tomat. Berdasarkan hasil tingkat *accuracy* secara keseluruhan yang didapat pada data uji sebesar 58,33%. Diikuti dengan hasil *precision* pada *Bacterial Spot* sebesar 68,33%, *Healthy* dan *Spidermites Two Spotted* sebesar 91,02%, dan *Tomato Yellow Leaf Curl Virus* sebesar 81,60%. Hasil yang didapat dari *recall* untuk *Bacterial Spot*, *Spidermites Two Spotted*, dan *Tomato Yellow Leaf Curl Virus* sebesar 100% dan *Healthy* sebesar 94,67%. Berdasarkan kriteria (Borman et al., 2022), maka hasil *accuracy* yang didapatkan pada penelitian ini berada pada rentang nilai Cukup. Selain itu, *GLCM (Gray Level Co-Occurrence Matrix)* sebagai metode yang digunakan untuk mengekstrak informasi terutama tentang analisis tekstur citra pada daun tanaman tomat dengan mengambil fitur *contrast*, *correlation*, *energy* dan *homogeneity* dengan masing-masing sudut 0°, 45°, 90°, dan 135°. **Keywords:** *Klasifikasi, Penyakit Daun, Artificial Neural Network, GLCM.*

Abstract

*Leaves are one part of a plant that is often used to identify the type of plant and play an important role in maintaining plant health because if the plant grows healthily then harvesting will be successful. There is no determination of leaf health in the agricultural sector regarding the characteristics used of the leaves. The problem is that there are leaves that are susceptible to disease, resulting in difficulties in distinguishing between types of leaf diseases that look similar. In this research, Multilayer ANN is applied as a mathematical architecture for image classification, prediction and pattern recognition which can help classify diseases on tomato leaves. Based on the results, the overall accuracy rate obtained from the test data was 58.33%. Followed by precision results for Bacterial Spot at 68.33%, Healthy and Spidermites Two Spotted at 91.02%, and Tomato Yellow Leaf Curl Virus at 81.60%. The results obtained from the recall for Bacterial Spot, Spidermites Two Spotted, and Tomato Yellow Leaf Curl Virus were 100% and Healthy was 94.67%. Based on the criteria (Borman et al., 2022), the accuracy results obtained in this research are in the sufficient value range. Apart from that, GLCM (Gray Level Co-Occurrence Matrix) is a method used to extract information, especially about image texture analysis on tomato plant leaves by taking contrast, correlation, energy and homogeneity features with angles of 0°, 45°, 90°, and 135°. **Keywords:** Classification, Leaf Disease, Artificial Neural Network, GLCM.*

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki keanekaragaman terbesar dari seluruh sumber daya alam hayati yang disebut (*Mega Diversity*). Daun merupakan salah satu bagian tanaman yang sering digunakan untuk mengenali jenis tanaman karena jika tanaman tumbuh dengan sehat maka pemanenan akan berhasil. Infeksi non-parasit atau gangguan fisiologis seperti yang disebabkan oleh kelebihan atau kekurangan nutrisi, air, sinar matahari, atau suhu dapat menjadi penyebab perubahan warna daun. Tidak ada standar untuk kesehatan daun dalam bidang pertanian mengenai karakteristik yang digunakan dari daun. Daun dianggap sehat dari sudut pandang persepsi manusia jika berwarna hijau dan tidak berubah warna (Palgunadi & Almandatya, 2014). Hanya penglihatan visual morfologi (*visual sight*) daun yang digunakan petani dan persepsi tersebut masih berdasarkan subjektivitas.

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) merupakan salah satu bentuk tanaman hortikultura dan jenis buah yang baik untuk kesehatan manusia. Budidaya tanaman tomat di Indonesia cukup tinggi karena mudah tumbuh di berbagai tempat dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat umum (Putri, 2021). Meskipun membudidayakan tanaman tomat cukup mudah, namun tomat rentan terhadap penyakit yang disebabkan oleh bakteri, jamur, virus, dan serangga atau hama lainnya. Semua elemen tanaman tomat termasuk daun, batang, akar, dan buah berubah warna dan bentuk saat terjangkit penyakit. Namun, daunnya sering digunakan sebagai acuan dalam mengidentifikasi tanda-tanda penyakit pada tanaman tomat. Di Indonesia, penyakit busuk daun dan bercak daun adalah dua penyakit paling umum yang menyerang tanaman tomat, namun cukup sulit untuk membedakan kedua penyakit tersebut dengan mengandalkan visual. Akibatnya, petani salah memberikan obat sehingga merusak tanaman tomat dan menimbulkan gagal panen (Wiguna et al., 2015).

Hal inilah yang mendorong para ilmuwan untuk mencari cara yang melibatkan teknik berbasis komputer. Teknik pengolahan citra (*image processing*) menawarkan pengganti yang dapat dimanfaatkan untuk mencapai

tujuan secara otomatis, non-destruktif, dan ekonomis (Brosnan & Sun, 2004). Implementasi dari pengolahan citra salah satunya yaitu klasifikasi citra. Klasifikasi citra bermanfaat untuk mendeskripsikan keberagaman objek agar lebih mudah untuk dikenali (Rumandan et al., 2022). Dengan adanya teknologi yang canggih diharapkan dapat membantu manusia memecahkan permasalahan dalam mengklasifikasi citra. Berdasarkan penelitian (Rumandan et al., 2022) ANN atau Jaringan Syaraf Tiruan memiliki kemampuan dalam menemukan pola dan memetakan satu masukan menjadi luaran yang dilatih berdasarkan pelatihan dengan meniru pola kerja saraf manusia. Maka *Multilayer Artificial Neural Network* (ANN) adalah bagian dari subbidang ilmu *Artificial Neural Network* (ANN). *Multilayer* ANN adalah arsitektur matematis yang terdiri dari banyak neuron atau node yang terorganisir dalam lapisan-lapisan, termasuk lapisan *input*, *hidden*, dan *output* yang digunakan untuk memodelkan dan memahami pola kompleks khususnya digunakan untuk tugas-tugas seperti klasifikasi gambar, prediksi, dan pengenalan pola yang melibatkan pemahaman pola-pola nonlinier dan kompleks dalam data. Selain itu, GLCM (*Gray Level Co-Occurrence Matrix*) adalah metode yang digunakan untuk mengekstrak informasi terutama tentang analisis tekstur citra. Berdasarkan paparan tersebut, sehingga penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem klasifikasi citra daun berdasarkan jenis penyakit dengan menerapkan *Multilayer* ANN dan GLCM yang diharapkan dapat membantu dalam mengklasifikasi penyakit pada daun tanaman tomat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Cara mudah untuk memenuhi persyaratan pemformatan makalah jurnal adalah dengan menggunakan dokumen ini sebagai template dan cukup ketikkan teks Anda ke dalamnya.

A. *Artificial Neural Network*

Artificial Neural Network atau Jaringan Syaraf Tiruan dalam Bahasa Indonesia adalah penggambaran otak manusia yang terus berupaya meniru proses belajar pada otak

manusia. Jaringan syaraf ini dapat dibuat dengan menggunakan perangkat lunak komputer yang mampu melakukan berbagai prosedur matematis selama proses pembelajaran, oleh karena itu digunakan istilah “buatan” (Sel, 1940).

B. Jaringan dengan Banyak Lapisan (*Multilayer Net*)

Jaringan dengan banyak lapisan atau yang sering disebut sebagai *Multilayer Neural Network* adalah jenis arsitektur jaringan saraf tiruan yang terdiri lebih dari satu lapisan neuron atau node. Arsitektur ini memiliki paling tidak tiga lapisan, yaitu lapisan input, lapisan tersembunyi, dan lapisan output. Jaringan *multilayer* menampilkan satu atau lebih lapisan tersembunyi yang terletak di antara lapisan input dan output. Lapisan bobot sering berada di antara dua lapisan yang berdekatan. Dengan pembelajaran yang lebih rumit, jaringan dengan banyak lapisan dapat menangani masalah yang lebih menantang daripada lapisan dengan satu lapisan. Namun, memecahkan masalah melalui pembelajaran pada jaringan berlapis seringkali lebih efektif.

C. Confusion Matrix

Confusion Matrix adalah pengukuran kinerja secara mendalam untuk klasifikasi pembelajaran mesin dan tabel yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja algoritma klasifikasi. *Confusion matrix* merepresentasikan ringkasan prediksi dalam bentuk matriks dengan memvisualisasikan dan meringkas hasil dari sistem klasifikasi. Ini menunjukkan berapa banyak prediksi yang benar dan salah per kelas serta membantu dalam memahami kelas yang dibingungkan oleh model sebagai kelas lain. Dalam pembelajaran mesin, klasifikasi digunakan untuk membagi data menjadi beberapa kategori. Pada *confusion matrix* terdapat 4 istilah untuk merepresentasikan proses hasil dari klasifikasi yang dilakukan yaitu *True Positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Positive* (FP), dan *False Negative* (FN). Dimana TP menunjukkan jumlah atau kuantitas data yang positif dan diprediksi dengan benar menjadi positif, TN menunjukkan jumlah atau kuantitas data yang

negatif dan diprediksi menjadi negatif, FP menunjukkan jumlah atau kuantitas data yang negatif tetapi diprediksi akan menjadi positif, dan FN menunjukkan jumlah atau kuantitas data yang positif tetapi diperkirakan negatif (Luque et al., 2019).

1. *Accuracy* adalah rasio data yang diidentifikasi dengan benar (TP+TN) dengan total (TP+TN+FP+FN) digunakan untuk mengukur akurasi algoritma.

$$\frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FN} \times 100\% \quad (1)$$

2. *Precision* adalah rasio penyakit yang dikategorikan dengan benar (TP) dengan jumlah total yang diperkirakan mengidap penyakit (TP+FP) digunakan untuk mengukur presisi algoritme.

$$\frac{TP}{TP+FP} \times 100\% \quad (2)$$

3. *Recall* didefinisikan sebagai rasio benar diklasifikasikan sakit (TP) dibagi dengan jumlah yang benar-benar memiliki penyakit. *Recall* juga disebut sebagai sensitivitas.

$$\frac{TP}{TP+FN} \times 100 \quad (3)$$

D. Gray Level Co-Occurrence Matrix

Teknik ekstraksi fitur yang dikenal sebagai *Gray Level Co-Occurance Matrix* atau singkatnya GLCM, menggunakan perhitungan tekstur pada urutan kedua yang melibatkan perhitungan pasangan dua *pixel* gambar asli. Namun pada urutan pertama, perhitungan statistik berdasarkan nilai *pixel* gambar asli digunakan dan *pixel* tetangga tidak diperhitungkan. Jumlah kemunculan pada satu level *pixel* yang dekat dengan nilai *pixel* lainnya tergantung pada jarak (d) dan arah sudut (θ) disebut sebagai kejadian bersama, juga dikenal sebagai *co-occurrence*. Sementara arah ditampilkan dalam derajat, jarak ditampilkan dalam *pixel*. Orientasinya terdiri dari empat arah sudut yang berjarak 45°, yaitu 0°, 45°, 90° dan 135°. *Pixel* memisahkan setiap 1 *pixel* dalam orientasi (Surya et al., 2017).

3. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Tahapan Penelitian
 Sumber : Rancangan Sendiri

A. Pengumpulan Data

Pada tahapan pengumpulan data penelitian ini menggunakan dataset yang didapat dari data citra yang diunduh dari website repository www.kaggle.com berjumlah 1000 data citra yang diantaranya diambil dalam penelitian ini terdiri dari empat kelas yaitu *Bacterial Spot*, *Healthy*, *Spidermites Two Spotted* dan *Tomato Yellow Leaf Curl Virus*.

Tabel 1. Distribusi Data Citra

Kelompok Data	Jumlah Data
Train 70%	700
Test 30%	300

Sumber : Pembagian Dataset

Tabel 2. Jumlah Data Latih dan Data Uji

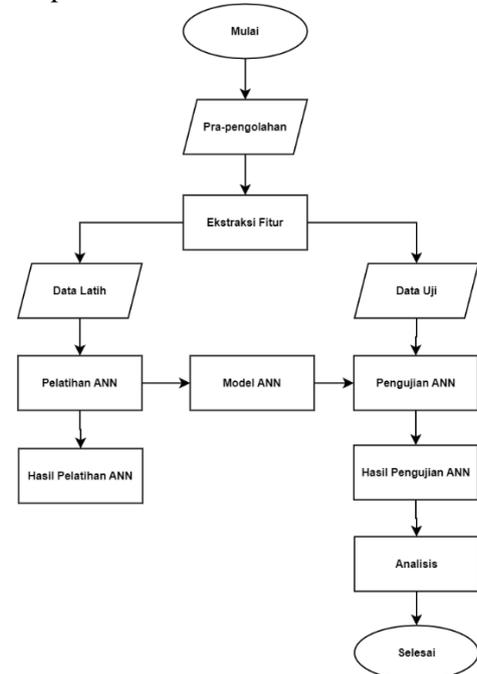
No	Jenis Daun Tomat	Data Latih	Data Uji
1	Bacterial Spot	175	75
2	Healthy	175	75
3	Spidermites Two Spotted	175	75
4	Tomato Yellow Leaf Curl Virus	175	75

Sumber : Pembagian Dataset

B. Perancangan Sistem

Peneliti memerlukan tiga tahap yaitu pra pengolahan, ekstraksi fitur dan identifikasi.

Sementara itu, analisis dan perhitungan akurasi performa sistem akan dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem klasifikasi. Sistem klasifikasi dibangun dan dirancang melalui *Menu Graphic User Interface (GUI)* yang diterapkan pada software MATLAB R2018b.



Gambar 2. Tahapan Klasifikasi Daun Menggunakan ANN
 Sumber : Rancangan Sendiri

C. Implementasi dan Evaluasi

Dalam penelitian ini menganalisis dari kinerja sistem klasifikasi yang berdasarkan tingkat akurasi sistem. Tingkat keakuratan jaringan dalam mengidentifikasi gambar input yang disediakan dan menghasilkan output yang diinginkan. Untuk mengevaluasi model yang dibangun menggunakan *confusion matrix* dengan menghitung nilai *accuracy*, *precision*, dan *recall*. Tingkat akurasi antara informasi yang dimaksud dan yang diperoleh sistem dikenal sebagai *precision*. Keberhasilan sistem dalam mengambil informasi diukur dengan *recall*. Sedangkan *accuracy* adalah ukuran seberapa baik hasil klasifikasi sesuai dengan kenyataan. TP (*True Positive*) mengacu pada data positif yang diharapkan akurat. Sebaliknya, TN (*True Negative*) adalah informasi negatif yang dianggap akurat. (*False Positive*) FP, di sisi lain, adalah data negatif yang diharapkan

menjadi positif. FN (*False Negative*), sebaliknya, adalah data positif yang diharapkan menjadi negatif.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penerapan GLCM Sebagai *Feature Extractor*

Pada tahapan *pre-processing* atau pra-pengolahan yang dilakukan diantaranya membagi data latih dan data uji, pembacaan citra daun lalu citra akan dikonversi ke grayscale. Hasil dari tahapan pra-pengolahan akan menjadi inputan untuk ke proses selanjutnya yaitu ekstraksi fitur. Pada proses implementasi ekstraksi fitur dilakukan pada semua data latih dan data uji. Untuk hasil ekstraksi fitur pada data latih disimpan dengan nama “data_latih” dan pada data uji disimpan dengan nama “data_uji”. Ekstraksi fitur bertujuan untuk mendapat informasi penting dari tekstur permukaan daun. Teknik ekstraksi fitur yang digunakan dalam penelitian ini adalah GLCM atau *Gray Level Co-Occurrence Matrix*. Inputan citra yang telah melalui proses pra-pengolahan akan diekstrak fitur-fiturnya. Seperti pada **Gambar 3 dan 4**.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.3577	0.3971	0.3049	0.3284	0.3103	0.3634	0.2288	0.2847	0.2947	0.1224
2	0.8660	0.7415	0.8647	0.8596	0.9301	0.8806	0.9065	0.9014	0.9006	0.9123
3	0.1496	0.1537	0.1475	0.1445	0.1169	0.1361	0.1985	0.1631	0.1351	0.2776
4	0.8439	0.8225	0.8574	0.8518	0.8668	0.8408	0.8915	0.8706	0.8674	0.9404
5										

Gambar 3. Hasil Ekstraksi Fitur pada Data Latih

Sumber : Matlab R2018b

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.1923	0.1934	0.1444	0.1749	0.1986	0.2586	0.2229	0.1237	0.1542	0.2325
2	0.9360	0.8982	0.9408	0.8697	0.9192	0.8705	0.8855	0.9272	0.8970	0.8897
3	0.1885	0.2164	0.1987	0.2668	0.1704	0.1794	0.1937	0.2599	0.2338	0.1887
4	0.9085	0.9167	0.9298	0.9196	0.9054	0.8753	0.8986	0.9397	0.9252	0.8900
5										

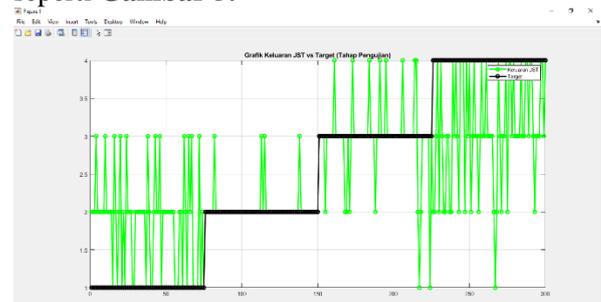
Gambar 4. Hasil Ekstraksi Fitur pada Data Uji

Sumber : Matlab R2018b

B. Penerapan *Multilayer Artificial Neural Network*

Pada implementasi ini setelah pemrosesan gambar, semua data dihasilkan dan dibagi menjadi dua kategori yakni kumpulan data pelatihan dan kumpulan data pengujian. *Multilayer* ANN membuat model pengklasifikasi menggunakan data pelatihan.

Model ini berfungsi sebagai representasi informasi yang akan digunakan untuk memprediksi jenis data yang belum ditemukan sebelumnya. Sejauh mana pengklasifikasi berhasil mengkategorikan secara akurat ditentukan dengan menggunakan data uji. Data yang digunakan pada tahap pengujian ini berbeda dengan data yang digunakan pada tahap pelatihan. Data ini yang berjumlah sekitar 30% dari total, telah disegmentasi sejak awal. Maka didapatkan hasil grafik keluaran ANN pada tahap pengujian yang sudah dilatih pada tahap pelatihan dengan *function training trainlm* seperti **Gambar 5**.



Gambar 5. Grafik Keluaran ANN pada Tahap Pengujian

Sumber : Matlab R2018b

Pada **Gambar 5**, menunjukkan bahwa grafik keluaran ANN dengan target inputan sebanyak 300 citra. Dimana grafik keluaran ANN berwarna hijau dan target berwarna hitam untuk menentukan klasifikasi dataset pada tahap pengujian. Setiap target yang ditunjukkan dengan grafik berwarna hitam yang terbaca pada filenames sesuai urutan dataset yang diklasifikasi benar, sedangkan keluaran ANN berwarna hijau masih terbaca atau terdeteksi dengan klasifikasi yang salah.

Setelah model telah diterapkan pada *software* MATLAB R2018b, kemudian model akan dievaluasi untuk mengetahui kinerja dari model yang dikembangkan. Selanjutnya dilakukan perhitungan *Accuracy*, *Precision*, dan *Recall*, sebagai bagian dari perhitungan *Confusion Matrix* untuk menilai hasil kinerja dalam menentukan jenis penyakit pada daun tomat. Data uji sebanyak 300 citra digunakan. Kemudian dengan menggunakan persamaan untuk menghitung hasil *True Positive* (TP), *False Positive* (FP), *True Negative* (TN), dan *False Negative* (FN) dari data pengujian. Hasil

confusion matrix dari data uji yang dilakukan dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Confusion Matrix Multiclass

Sumber : Matlab R2018b

Berdasarkan **Gambar 6**, kemudian digunakan untuk menentukan Akurasi, Presisi, dan Recall menggunakan persamaan-persamaan (1), (2), dan (3) yang telah dibahas sebelumnya. Hasil uji *precision*, *recall*, dan *accuracy* dapat disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Hasil Pengujian Presisi, Recall, dan Akurasi

Kelas	Presisi	Recall	Akurasi
Bacterial Spot	62,83%	100%	58,33%
Healthy	91,02%	94,67%	58,33%
Spidermites Two Spotted	91,02%	100%	58,33%
Tomato Yellow Leaf Curl Virus	81,60%	100%	58,33%

Sumber : Hasil Perhitungan

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Pada penelitian ini telah berhasil menerapkan GLCM (*Gray Level Co-Occurrence Matrix*) sebagai *feature extractor* dalam pengenalan objek berdasarkan teksturnya. Teknik GLCM ini mengambil fitur *contrast*, *correlation*, *energy* dan *homogeneity* dengan masing-masing sudut 0° , 45° , 90° , dan 135° untuk mendapatkan informasi tekstur citra pada daun tanaman tomat. Dengan teknik GLCM dapat memberikan informasi tentang tekstur tanpa terlalu dipengaruhi oleh perubahan skala citra. Ini membuatnya

berguna untuk menganalisis tekstur dalam citra dengan resolusi yang berbeda.

2. Melalui penerapan *Multilayer Artificial Neural Network* (ANN) berhasil diterapkan untuk mengklasifikasi jenis penyakit daun tomat. Berdasarkan hasil tingkat *accuracy* secara keseluruhan yang didapat pada data uji sebesar 58,33%. Diikuti dengan hasil *precision* pada *Bacterial Spot* sebesar 68,33%, *Healthy* dan *Spidermites Two Spotted* sebesar 91,02%, dan *Tomato Yellow Leaf Curl Virus* sebesar 81,60%. Hasil yang didapat dari *recall* untuk *Bacterial Spot*, *Spidermites Two Spotted*, dan *Tomato Yellow Leaf Curl Virus* sebesar 100% dan *Healthy* sebesar 94,67%. Berdasarkan kriteria (Borman et al., 2022) maka hasil *accuracy* yang didapatkan pada penelitian ini berada pada rentang nilai Cukup.

B. SARAN

1. Menggunakan ekstraksi ciri tidak hanya ekstraksi ciri tekstur yaitu GLCM tetapi juga ekstraksi ciri berdasarkan bentuk dengan menggabungkan dua ekstraksi tersebut atau menggunakan ekstraksi ciri yang lainnya.
2. Perlu mengembangkan pembelajaran dengan menggunakan *Deep Learning* metode *Convolutional Neural Network* agar model dapat mengenali pola lebih maksimal.
3. Dapat menambahkan jumlah kelas dataset citra daun tomat serta meningkatkan jumlah data latih dan data uji untuk mencapai tingkat akurasi yang tinggi.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Borman, R. I., Ahmad, I., & Rahmanto, Y. (2022). Klasifikasi Citra Tanaman Perdu Liar Berkhasiat Obat Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Radial Basis Function. *Bulletin of Informatics and Data Science*, 1(1), 6–13.
- Brosnan, T., & Sun, D. W. (2004). Improving quality inspection of food products by

- computer vision - A review. *Journal of Food Engineering*, 61(1 SPEC.), 3–16. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(03\)00183-3](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(03)00183-3)
- Luque, A., Carrasco, A., Martín, A., & de las Heras, A. (2019). The impact of class imbalance in classification performance metrics based on the binary confusion matrix. *Pattern Recognition*, 91, 216–231. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2019.02.023>
- Palgunadi, S., & Almandatya, Y. (2014). Klasifikasi Kualitas Kesehatan Daun Mangga Berdasarkan Warna Citra Daun. *Prosiding SNST*, 1(1), 56–61.
- Putri, A. W. (2021). Implementasi Artificial Neural Network (ANN) Backpropagation Untuk Klasifikasi Jenis Penyakit Pada Daun Tanaman Tomat. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 9(2), 344–350. <https://doi.org/10.26740/mathunesa.v9n2.p344-350>
- Rumandan, R. J., Nuraini, R., Sadikin, N., & Rahmanto, Y. (2022). Klasifikasi Citra Jenis Daun Berkhasiat Obat Menggunakan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan Extreme Learning Machine. *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 4(1), 145–154. <https://doi.org/10.47065/josyc.v4i1.2586>
- Sel, I. (1940). *Iruan* 8. 149–204.
- Surya, R. A., Fadlil, A., & Yudhana, A. (2017). Ekstraksi Ciri Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) dan Filter Gabor untuk Klasifikasi Citra Batik Pekalongan. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT (JPIT)*, Vol. 02, No. 02, Juli 2017, 02(02), 23–26.
- Wiguna, G., Sutarya, R., & Muliani, Y. (2015). RESPON BEBERAPA GALUR TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.) TERHADAP PENYAKIT BUSUK DAUN (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary). *Jurnal Ilmu Ilmu Pertanian*, 11(2), 1–10.
- Rintyarna, B. S. (2016). Pengaruh Seleksi Fitur Pada Skema Klasifikasi Naive Bayes Berbasis Gaussian dan Kernel Density. *JUSTINDO (Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi Indonesia)*, 1(1).
- Nilogiri, A. (2016). Pengaruh Fitur Warna pada Klasifikasi Impresi Citra Batik Indonesia Menggunakan Probabilistic Neural Network. *JUSTINDO (Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi Indonesia)*, 1(1).
- Ilahiyah, S., & Nilogiri, A. (2018). Implementasi Deep Learning Pada Identifikasi Jenis Tumbuhan Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Convolutional Neural Network. *JUSTINDO (Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi Indonesia)*, 3(2), 49-56.
- Rahman, M. (2019). Prediksi pembayaran tagihan listrik menggunakan model artificial neural network. *JUSTINDO (Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi Indonesia)*, 4(1), 7-12.
- Abdurrahman, G. (2022). Klasifikasi Penyakit Diabetes Melitus Menggunakan Adaboost Classifier. *JUSTINDO (Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi Indonesia)*, 7(1), 59-66.