



# KOMPARASI ALGORITMA K-NEAREST NEIGHBOR, SUPPORT VECTOR MACHINE, DAN NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN JERUK

Deny Kurniawan<sup>1</sup>), Dedi Triyanto<sup>2</sup>), Mochamad Wahyudi<sup>3</sup>), Lise Pujiastuti<sup>4</sup>), Sumanto<sup>5</sup>), Indra Chaidir<sup>6</sup>)

<sup>1,2</sup>Sistem Informasi, Universitas Bina Sarana Informatika

<sup>3,5,6</sup>Informatika, Universitas Bina Sarana Informatika

<sup>4</sup> Sistem Informasi, STMIK Antar Bangsa

<sup>1,2,3,4,6</sup> Jl. Kramat Raya No.98, RT.2/RW.9, Kwitang, Kec. Senen, Kota Jakarta Pusat,  
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10450

<sup>4</sup> Kawasan Bisnis CBD Ciledug, Jl. HOS Cokroaminoto No.29-35 Blok A5, RT.001/RW.001,  
Karang Tengah, Kec. Karang Tengah, Kota Tangerang, Banten 15157

Email: <sup>1</sup>dedi.triyanto@bsi.ac.id, <sup>2</sup>deny.kurniawan@bsi.ac.id, <sup>3</sup>wahyudi@bsi.ac.id, <sup>4</sup>lise.pujiastuti@gmail.com,  
<sup>5</sup>sumanto@bsi.ac.id, <sup>6</sup>Indra@bsi.ac.id

## Abstract

Oranges are among the most widely consumed tropical fruits due to their high nutritional value, particularly as a rich source of vitamin C. However, orange production often declines as a result of plant diseases, especially those affecting the leaves. Manual identification of leaf diseases is generally inefficient and prone to human error, making it necessary to develop an automated detection system using machine learning techniques for faster and more accurate diagnosis. This study aims to compare the performance of three classification algorithms—K-Nearest Neighbor (KNN), Support Vector Machine (SVM), and Neural Network (NN)—in identifying orange leaf diseases based on texture features. The dataset consists of 609 leaf images categorized into five classes: Black Spot, Canker, Greening, Melanose, and Healthy. The data were proportionally divided for training and testing purposes. Evaluation results show that the Neural Network model achieved the highest performance with an accuracy of 87.5%, followed by SVM with 82.4%, and KNN with 77.5%. These findings indicate that machine learning, particularly Neural Networks, is highly effective in classifying orange leaf diseases and holds promise for practical implementation to support farmers in early disease detection.

**Keyword:** Oranges, Leaf Disease, Machine Learning, KNN, SVM, Neural Network, Classification, Image Texture

## Abstrak

Jeruk merupakan salah satu buah tropis yang banyak dikonsumsi masyarakat karena kandungan nutrisinya yang tinggi, khususnya vitamin C. Namun, produksi jeruk kerap mengalami penurunan akibat serangan penyakit, terutama pada bagian daun. Identifikasi penyakit secara manual dinilai kurang efisien dan rawan kesalahan, sehingga diperlukan sistem otomatis berbasis *machine learning* untuk membantu proses deteksi secara cepat dan akurat. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan tiga algoritma klasifikasi K-Nearest Neighbor (KNN), Support Vector Machine (SVM), dan Neural Network (NN) dalam mengidentifikasi penyakit daun jeruk berdasarkan fitur tekstur. Dataset yang digunakan terdiri dari lima kategori: Black Spot, Canker, Greening, Melanose, dan Healthy, dengan total 609 citra daun yang dibagi secara proporsional untuk pelatihan dan pengujian. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model Neural Network memberikan performa terbaik dengan akurasi 87,5%, diikuti oleh SVM sebesar 82,4%, dan KNN sebesar 77,5%. Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan machine learning, khususnya Neural Network, efektif dalam klasifikasi penyakit daun jeruk dan berpotensi untuk diimplementasikan lebih lanjut dalam bentuk aplikasi praktis bagi petani.

**Kata Kunci:** Jeruk, Penyakit Daun, Machine Learning, KNN, SVM, Neural Network, Klasifikasi, Tekstur Citra

## 1. PENDAHULUAN

Jeruk merupakan salah satu buah tropis yang sangat populer dan hampir setiap hari dikonsumsi oleh masyarakat karena kandungan nutrisinya yang tinggi dan beragam manfaatnya bagi kesehatan [1]. Buah ini dikenal sebagai sumber vitamin C yang sangat baik untuk meningkatkan daya tahan tubuh serta sering dimanfaatkan dalam industri makanan, minuman, kosmetik, hingga pengharum ruangan [2]. Secara nasional, jeruk juga menjadi komoditas hortikultura unggulan yang produksinya terus dijaga dan dikembangkan. Berdasarkan data Kementerian Pertanian dan Badan Pusat Statistik (BPS), produksi jeruk nasional mengalami fluktuasi dalam lima tahun terakhir, yakni dari 2,593 juta ton pada tahun 2020, meningkat hingga 2,831 juta ton pada tahun 2023, dan sedikit menurun menjadi 2,461 juta ton pada tahun 2024 [3]. Tren



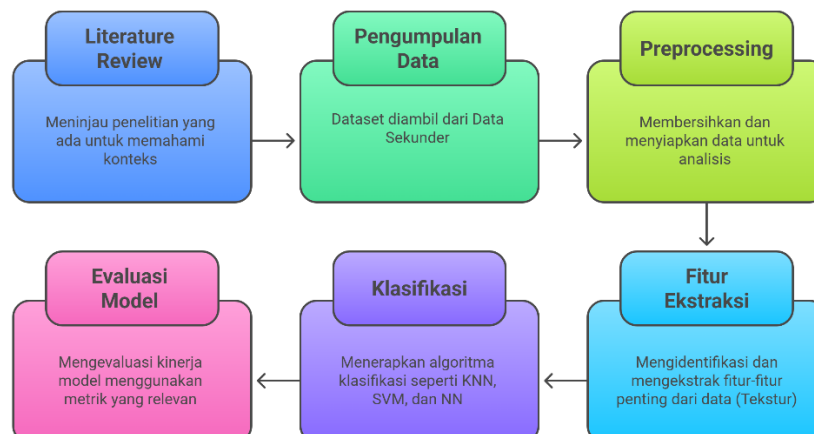
ini mencerminkan adanya dinamika dalam budidaya dan produktivitas jeruk, yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti iklim, serangan hama penyakit, serta praktik pertanian yang digunakan [1].

Provinsi Sulawesi Tenggara termasuk salah satu daerah yang memiliki kontribusi signifikan dalam produksi jeruk, terutama jenis jeruk siam. Pada tahun 2020, produksi jeruk siam di provinsi ini mencapai 502.140 kuintal (50.214 ton), meningkat sebesar 84,16% dibandingkan tahun sebelumnya [4]. Jeruk siam bahkan menjadi komoditas buah terbesar yang diproduksi di wilayah tersebut, mengungguli buah-buahan lainnya. Namun demikian, produksi jeruk siam di lapangan sering kali mengalami penurunan yang disebabkan oleh serangan penyakit pada tanaman jeruk [5]. Umumnya, penyakit ini menyerang bagian daun dan menyebabkan bercak berwarna kuning atau coklat yang mengganggu proses fotosintesis dan pertumbuhan tanaman [6]. Jika tidak ditangani secara cepat dan tepat, infeksi ini dapat menyebar dan menurunkan produktivitas secara signifikan. Seiring perkembangan teknologi, identifikasi penyakit tanaman secara otomatis berbasis citra digital menjadi salah satu solusi potensial untuk membantu petani dan peneliti dalam mendeteksi penyakit sejak dini [7]. Daun merupakan bagian tanaman yang sering digunakan sebagai indikator kesehatan tanaman, karena bentuk, warna, dan teksturnya menyimpan karakteristik visual yang khas untuk membedakan antara kondisi sehat dan terserang penyakit. Oleh karena itu, pengembangan sistem identifikasi otomatis berbasis pengolahan citra daun jeruk sangat penting guna meningkatkan efisiensi pengendalian penyakit dan menjaga keberlangsungan produksi jeruk, khususnya di daerah-daerah sentra produksi seperti Sulawesi Tenggara dan lainnya [6].

Berbagai penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk mengidentifikasi penyakit tanaman menggunakan pendekatan machine learning seperti Fuzzy k-NN [8], CNN, hingga Multi-SVM [6], [7]. Meskipun telah ditemukan hasil yang menjanjikan, masih terdapat kesenjangan dalam pemilihan model terbaik, baik dari sisi akurasi maupun ketahanan model terhadap variasi data. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan komparasi beberapa metode machine learning dalam mengidentifikasi penyakit daun jeruk, sehingga dapat ditemukan model klasifikasi yang paling tepat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan dalam sektor pertanian secara praktis dan akurat.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan tinjauan pustaka (literature review) untuk mengkaji berbagai metode yang telah digunakan dalam identifikasi penyakit daun tanaman, khususnya pada tanaman jeruk. Langkah ini mencakup studi terhadap pendekatan berbasis machine learning dan deep learning yang sebelumnya telah diterapkan, serta kelemahan dan keunggulan masing-masing metode. Tahapan selanjutnya adalah pra-pemrosesan data (preprocessing), yang mencakup pengumpulan citra daun jeruk, konversi warna, normalisasi ukuran, serta penghapusan noise guna meningkatkan kualitas data input. Setelah data diproses, dilakukan ekstraksi fitur (feature extraction) untuk memperoleh karakteristik penting dari citra, seperti tekstur, warna, dan bentuk daun, yang merepresentasikan kondisi kesehatan tanaman. Fitur-fitur tersebut kemudian digunakan dalam proses klasifikasi menggunakan beberapa algoritma, yaitu K-Nearest Neighbor (KNN) [9], [10], Support Vector Machine (SVM) [11], [12], [13], dan Neural Network (NN) [14], [15], [16], [17]. Setiap algoritma diterapkan untuk membandingkan performanya dalam mengenali jenis penyakit daun jeruk siam. Tahapan terakhir adalah evaluasi model, yang bertujuan mengukur kinerja masing-masing model klasifikasi berdasarkan metrik seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score, guna menentukan algoritma yang paling optimal dalam mendeteksi penyakit secara otomatis dan efektif. Seluruh tahapan ini digambarkan secara runtut pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Tahapan Penelitian Perbandingan 3 Metode Klasifikasi (KNN, SVM, NN)

### 2.1 Study Pustaka



Setelah proses awal dirumuskan, langkah berikutnya adalah melakukan Literature Review, yaitu meninjau dan menganalisis berbagai referensi serta penelitian terdahulu yang relevan. Proses ini dilakukan untuk memahami konteks permasalahan, mengidentifikasi metode yang telah digunakan, serta menemukan celah penelitian (research gap) yang dapat dijadikan dasar dalam merumuskan pendekatan penelitian yang tepat. Fokus kajian meliputi metode identifikasi penyakit tanaman menggunakan pendekatan machine learning, terutama pada kasus jeruk siam.

## 2.2 Pengumpulan Dataset

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari platform Roboflow, yang menyediakan data siap pakai untuk pelatihan model pembelajaran mesin, khususnya dalam mendeteksi citra daun yang menunjukkan kondisi sehat maupun terserang penyakit dikumpulkan dari dataset yang telah tersedia di publikasi sebelumnya atau sumber daring terpercaya. Tahapan ini penting untuk memastikan bahwa data yang digunakan memiliki kualitas dan relevansi yang sesuai dengan tujuan penelitian. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari lima kategori kondisi daun jeruk, yaitu Black Spot, Canker, Greening, Melanose, dan Healthy. Keempat kategori pertama merupakan jenis penyakit daun yang umum menyerang tanaman jeruk, sementara kategori Healthy merepresentasikan daun dalam kondisi sehat tanpa infeksi atau kerusakan. Kategori-kategori ini digunakan sebagai label kelas dalam proses klasifikasi menggunakan algoritma machine learning. Data diperoleh dari Kaggle: <https://www.kaggle.com/datasets/jonathansilva2020/dataset-for-classification-of-citrus-diseases>

## 2.3 Preprocessing

Pada tahap preprocessing, dataset yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari platform Roboflow, yang menyediakan kumpulan citra daun jeruk dengan kondisi sehat maupun terserang penyakit. Dataset ini diklasifikasikan ke dalam lima kategori, yaitu Black Spot, Canker, Greening, Melanose, dan Healthy. Untuk keperluan pelatihan dan pengujian model machine learning, data dibagi ke dalam dua subset, yaitu data latih (training set) dan data uji (testing set). Proporsi pembagian yang digunakan adalah 80% untuk data latih dan 20% untuk data uji, dengan metode pembagian acak namun tetap menjaga proporsi kelas (stratified split) agar distribusi masing-masing label tetap seimbang. Tahapan ini penting untuk memastikan bahwa model yang dibangun memiliki kemampuan generalisasi yang baik terhadap data baru yang belum pernah dilihat sebelumnya.

## 2.4 Fitur Ekstraksi

Pada penelitian ini, proses ekstraksi fitur difokuskan secara khusus pada fitur tekstur yang diambil dari citra daun jeruk. Fitur tekstur dipilih karena mampu merepresentasikan pola permukaan daun yang berbeda secara signifikan antara daun sehat dan daun yang terserang penyakit, seperti bercak, luka, atau perubahan struktur visual lainnya. Informasi tekstur dinilai efektif dalam membedakan kondisi daun karena setiap jenis penyakit umumnya memiliki karakteristik tekstur tertentu yang dapat dikenali oleh algoritma klasifikasi. Dengan demikian, fitur tekstur menjadi satu-satunya jenis fitur yang digunakan dalam penelitian ini untuk mendukung akurasi proses identifikasi penyakit pada daun jeruk.

## 2.5 Klasifikasi

Pada tahap klasifikasi, fitur tekstur yang telah diekstraksi dari citra daun jeruk digunakan sebagai input untuk membangun dan melatih tiga model klasifikasi yang berbeda, yaitu K-Nearest Neighbor (KNN), Support Vector Machine (SVM), dan Neural Network (NN). Algoritma KNN bekerja dengan menghitung jarak antar data dan mengklasifikasikan data uji berdasarkan mayoritas label dari sejumlah tetangga terdekatnya. Sementara itu, SVM digunakan untuk mencari hyperplane terbaik yang mampu memisahkan data dari berbagai kelas secara optimal, dan sangat efektif terutama pada data berdimensi tinggi. Adapun Neural Network digunakan sebagai pendekatan berbasis pembelajaran berlapis (layered learning), yang memungkinkan model untuk mempelajari pola non-linear secara lebih kompleks. Ketiga metode ini dipilih karena memiliki karakteristik dan keunggulan yang berbeda, sehingga memungkinkan dilakukan komparasi performa guna mengetahui algoritma mana yang paling akurat dan efisien dalam mengklasifikasikan jenis penyakit daun jeruk berdasarkan fitur tekstur yang tersedia.

## 2.6 Evaluasi Model

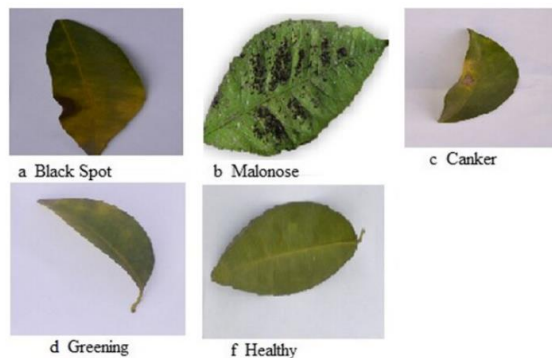
Tahap akhir dari penelitian ini adalah evaluasi model, yang bertujuan untuk mengukur dan membandingkan kinerja

masing-masing algoritma klasifikasi, yaitu KNN, SVM, dan Neural Network. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan metrik evaluasi standar dalam klasifikasi, yaitu akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Metrik akurasi digunakan untuk mengetahui seberapa besar persentase prediksi yang benar dari keseluruhan data uji. Presisi mengukur ketepatan model dalam memprediksi suatu kelas tertentu, recall menunjukkan seberapa baik model mampu mengenali seluruh data yang benar dalam satu kelas, dan F1-score memberikan keseimbangan antara presisi dan recall. Hasil evaluasi dari ketiga model ini dibandingkan untuk menentukan algoritma mana yang paling efektif dalam mengklasifikasikan jenis penyakit daun jeruk berdasarkan fitur tekstur. Evaluasi ini memberikan dasar objektif dalam merekomendasikan model terbaik yang dapat digunakan untuk implementasi lebih lanjut di dunia nyata.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Tahap Preprocessing

Dataset yang digunakan pada penelitian ini menggunakan data yang berasal dari publik Kaggle maupun roboflow. Data berjumlah sebanyak 609 terbagi menjadi 5 kelas dan dilakukan tahap pembagian data 80% training dan 20% testing. Data penyakit daun seperti terlihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Data Penyakit daun jeruk [18]

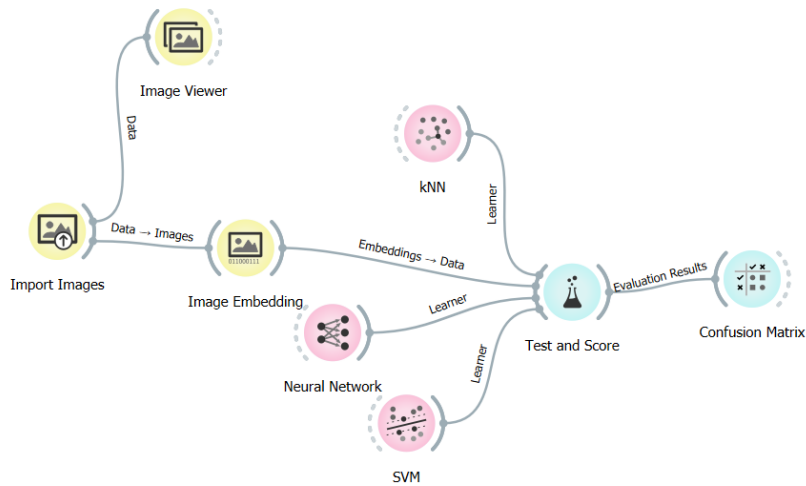
#### 3.2. Perbandingan Klasifikasi 3 Algoritma (KNN, NN, SVM) DAN Evaluasi Model

Pada tahap klasifikasi, tiga algoritma machine learning digunakan untuk mengidentifikasi jenis penyakit daun jeruk berdasarkan fitur tekstur yang telah diekstraksi. Setiap algoritma memiliki pendekatan yang berbeda dalam membentuk model klasifikasi, dan berikut adalah tahapan implementasi masing-masing algoritma:

1. K-Nearest Neighbor (KNN)
  - a) Menentukan nilai parameter  $k$  sebagai jumlah tetangga terdekat yang akan digunakan dalam proses klasifikasi.
  - b) Menghitung jarak antara data uji dan seluruh data latih menggunakan metrik Euclidean Distance.
  - c) Mengambil  $k$  data latih dengan jarak terdekat dan menghitung frekuensi kemunculan masing-masing kelas.
  - d) Menentukan kelas dari data uji berdasarkan mayoritas kelas pada  $k$  tetangga terdekat tersebut.
2. Support Vector Machine (SVM)
  - a) Memilih kernel yang sesuai (misalnya linear atau RBF) untuk membentuk hyperplane pemisah antar kelas.
  - b) Melakukan proses training untuk menemukan hyperplane optimal yang memaksimalkan margin antar kelas.
  - c) Menguji data uji dengan mengklasifikasikannya berdasarkan sisi hyperplane tempat data tersebut berada.
  - d) SVM sangat efektif dalam menangani data berdimensi tinggi dan kasus non-linear (dengan kernel yang tepat).
3. Neural Network (NN)
  - a) Menyusun arsitektur jaringan dengan lapisan input, satu atau lebih hidden layer, dan lapisan output.
  - b) Menggunakan fungsi aktivasi (seperti ReLU atau Sigmoid) untuk memetakan sinyal antar neuron.
  - c) Melakukan proses pelatihan melalui propagasi maju dan backward propagation menggunakan algoritma optimisasi (misalnya SGD atau Adam).
  - d) Menghasilkan prediksi untuk data uji berdasarkan bobot akhir yang diperoleh dari proses pelatihan.



Ketiga algoritma tersebut diuji pada dataset yang sama, dan hasil klasifikasinya dievaluasi menggunakan metrik akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Perbandingan ini bertujuan untuk menentukan model yang paling akurat dan efisien dalam mengenali jenis penyakit daun jeruk berdasarkan fitur tekstur yang dianalisis. Hasil dari pengolahan 3 metode tersebut mendapatkan hasil seperti pada Tabel 1.



**Gambar 3.** Kode konfigurasi model Komparasi Metode Machine Learning.

		Predicted					
		Black spot	Melanose	canker	greening	healthy	Σ
Actual	Black spot	123	0	4	43	1	171
	Melanose	0	11	1	0	1	13
	canker	8	0	150	5	0	163
	greening	36	0	1	167	0	204
	healthy	3	0	0	4	51	58
	Σ	170	11	156	219	53	609

**(a) SVM**

		Predicted					
		Black spot	Melanose	canker	greening	healthy	Σ
Actual	Black spot	121	0	3	44	3	171
	Melanose	1	9	1	2	0	13
	canker	10	0	138	14	1	163
	greening	23	0	0	173	8	204
	healthy	14	0	0	13	31	58
	Σ	169	9	142	246	43	609

**(b) KNN**

		Predicted					
		Black spot	Melanose	canker	greening	healthy	Σ
Actual	Black spot	144	0	2	23	2	171
	Melanose	1	10	1	0	1	13
	canker	6	0	152	5	0	163
	greening	17	0	4	180	3	204
	healthy	5	0	0	6	47	58
	Σ	173	10	159	214	53	609

**(c) NN**

**Gambar 4.** Hasil Konfusi Matrix perbandingan dari tiap metode

**Tabel 1.** Hasil Komparasi NN, SVM, KNN

Model	Akurasi	Precicion	Recall	F1-Score
KNN	77,5%	78,7%	77,5	77,6
SVM	82,4%	82,9%	82,4	82,4
Neural Network	87,5%	87,7%	87,5	87,5

Berdasarkan hasil evaluasi performa klasifikasi menggunakan tiga algoritma berbeda, diperoleh bahwa Neural Network menunjukkan kinerja terbaik dengan akurasi sebesar 87,5%, presisi 87,7%, recall 87,5%, dan F1-score 87,5%. Algoritma ini unggul dalam mengenali pola kompleks pada fitur tekstur daun jeruk. Sementara itu, Support Vector Machine (SVM) berada di posisi kedua dengan akurasi 82,4%, presisi 82,9%, recall 82,4%, dan F1-score 82,4%, menunjukkan stabilitas performa yang baik. Adapun K-Nearest Neighbor (KNN) menghasilkan performa paling rendah dengan akurasi 77,5%, presisi 78,7%, recall 77,5%, dan F1-score 77,6%. Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa Neural Network menjadi model yang paling efektif dalam mengklasifikasikan kondisi daun jeruk pada penelitian ini.

#### 4. KESIMPULAN

Selama ini, identifikasi penyakit pada daun jeruk masih banyak dilakukan secara manual oleh petani atau tenaga ahli, yang mengandalkan pengamatan visual terhadap gejala yang muncul. Metode manual ini sangat bergantung pada pengalaman dan ketelitian individu, sehingga berisiko menimbulkan kesalahan diagnosis, terutama dalam skala produksi yang besar dan waktu yang terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan dan membandingkan sistem klasifikasi otomatis berbasis machine learning guna meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam mendeteksi penyakit daun jeruk. Tiga algoritma klasifikasi yaitu K-Nearest Neighbor (KNN), Support Vector Machine (SVM), dan Neural Network (NN) telah diterapkan pada citra daun jeruk berdasarkan fitur tekstur. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa Neural Network memberikan performa terbaik dengan akurasi 87,5%, diikuti oleh SVM sebesar 82,4%, dan KNN sebesar 77,5%. Dengan demikian, pendekatan Neural Network terbukti lebih unggul dalam mengenali pola tekstur yang kompleks dan layak dijadikan pilihan utama dalam sistem deteksi penyakit daun jeruk secara otomatis. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar sistem diperluas dengan penambahan fitur warna dan bentuk guna meningkatkan ketelitian klasifikasi. Selain itu, pengujian pada kondisi nyata (real-time) di lapangan serta penerapan teknologi deep learning lanjutan seperti Convolutional Neural Network (CNN) atau MobileNet juga dapat dieksplorasi. Pengembangan aplikasi mobile berbasis Android juga menjadi arah potensial agar sistem ini dapat dimanfaatkan secara langsung oleh petani sebagai alat bantu deteksi penyakit secara praktis, cepat, dan efisien.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. P. D. Leni Rahayu, "Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Jeruk di Kenagarian Kototinggi Kecamatan Gunuang Omeh Kabupaten 50 Kota Menggunakan Regresi Linear Berganda," *UNPjoMath*, vol. 2, no. 3, pp. 33–38, 2019.
- [2] A. A. I. Alitawan and I. K. Sutrisna, "Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pendapatan Petani Jeruk pada Desa Gunung Bau Kecamatan Kintamani Kabupaten Bangli," *E-Jurnal Ekon. Pembang. Univ. Udayana*, vol. 6, no. 5, p. 165350, 2017.
- [3] B. P. Statistik, "Produksi Tanaman Buah-buahan." Accessed: Dec. 10, 2023. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjIjMg==/produksi-tanaman-buah-buahan.html>
- [4] Kementan, "Angka Tetap Hortikultura Tahun 2023," *Direktorat Jenderal Hortik. Kementeri. Pertan.*, p. 197, 2024.
- [5] A. Jinan and Z. Fatah, "Mendeteksi Penyakit Huanglongbing ( HBL ) Pada Tanaman Jeruk : Penerapan Teachable Machine Dalam Citra Digital," *Gudang J. Multidisiplin Ilmu*, vol. 2, no. November, pp. 241–247, 2024.
- [6] F. R. Lestari, I. Purwanti, N. Purnama, A. M. Sajiah, L. B. Aksara, and J. T. Informatika, "Identifikasi Penyakit Tanaman Jeruk Siam Menggunakan Metode M-Svm," *Semin. Nas. APTIKOM*, pp. 441–448, 2019.
- [7] C. Senthilkumar and M. Kamarasan, "Optimal Segmentation with Back-Propagation Neural Network (BPNN) Based Citrus Leaf Disease Diagnosis," *Proceedings of the 2nd International Conference on Smart Systems and Inventive Technology, ICSSIT 2019*. pp. 78–82, 2019. doi: 10.1109/ICSSIT46314.2019.8987749.
- [8] U. Barman, R. D. Choudhury, D. Sahu, and G. G. Barman, "Comparison of convolution neural networks for smartphone image based real time classification of citrus leaf disease," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 177, 2020,



- doi: 10.1016/j.compag.2020.105661.
- [9] S. Khan, M. Hussain, H. Aboalsamh, H. Mathkour, G. Bebis, and M. Zakariah, "Optimized Gabor features for mass classification in mammography," *Appl. Soft Comput. J.*, vol. 44, pp. 267–280, 2016, doi: 10.1016/j.asoc.2016.04.012.
- [10] M. B. Ahmad Supian, H. Madzin, and E. Albahari, "Plant Disease Detection and Classification Using Image Processing Techniques: A review," *Proc. 2019 2nd Int. Conf. Appl. Eng. ICAE 2019*, pp. 0–3, 2019, doi: 10.1109/ICAE47758.2019.9221712.
- [11] E. A. Mohammed and G. H. Mohammed, "Citrus leaves disease diagnosis," *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 31, no. 2, pp. 925–932, 2023, doi: 10.11591/ijeecs.v31.i2.pp925-932.
- [12] Y. Lan *et al.*, "Comparison of machine learning methods for citrus greening detection on UAV multispectral images," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 171, no. July 2019, p. 105234, 2020, doi: 10.1016/j.compag.2020.105234.
- [13] L. J. Coan *et al.*, "Automatic detection of glaucoma via fundus imaging and artificial intelligence: A review," *Surv. Ophthalmol.*, vol. 68, no. 1, pp. 17–41, 2023, doi: 10.1016/j.survophthal.2022.08.005.
- [14] A. A. John, "Identification of Diseases in Cassava Leaves using Convolutional Neural Network," *Proc. - 2022 5th Int. Conf. Comput. Intell. Commun. Technol. CCICT 2022*, pp. 1–6, 2022, doi: 10.1109/CCICT56684.2022.00013.
- [15] A. Nigam, A. K. Tiwari, and A. Pandey, "Paddy leaf diseases recognition and classification using PCA and BFO-DNN algorithm by image processing," *Mater. Today Proc.*, vol. 33, pp. 4856–4862, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.08.397.
- [16] M. Syarief and W. Setiawan, "Convolutional neural network for maize leaf disease image classification," *Telkonnika (Telecommunication Comput. Electron. Control.*, vol. 18, no. 3, pp. 1376–1381, 2020, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v18i3.14840.
- [17] M. Sharif, M. A. Khan, Z. Iqbal, M. F. Azam, M. I. U. Lali, and M. Y. Javed, "Detection and classification of citrus diseases in agriculture based on optimized weighted segmentation and feature selection," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 150, no. April, pp. 220–234, 2018, doi: 10.1016/j.compag.2018.04.023.
- [18] H. T. Rauf, B. A. Saleem, M. I. U. Lali, M. A. Khan, M. Sharif, and S. A. C. Bukhari, "A citrus fruits and leaves dataset for detection and classification of citrus diseases through machine learning," *Data Br.*, vol. 26, 2019, doi: 10.1016/j.dib.2019.104340.