



DETEKSI PENYAKIT CITRUS VEIN PHLOEM DEGENERATION (CVPD) PADA DAUN JERUK MENGGUNAKAN METODE SEGMENTASI K-MEANS DAN ARSITEKTUR EFFICIENT

Mawar Pratama Sari¹⁾, Agus Suhendar²⁾

¹ Program Studi Informatika, Universitas Teknologi Yogyakarta

² Program Studi Informasi Diploma Tiga, Universitas Teknologi Yogyakarta

email: ¹ mawarpratama1204@gmail.com, ² agus.suhendar@staff.uty.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received : 11 Oktober 2025

Accepted : 1 November 2025

Published : 20 Desember 2025

Keywords: [Heading kata kunci]

Citrus vein phloem degeneration (CVPD)

Segmentasi

Segmentation K-Means

K-Me
CNN

CNN
EfficientNet

IEEE style in citing this article:

M. P. Sari, A. Suhendar, "Deteksi Penyakit Citrus Vein Phloem Degeneration (Cvpd) Pada Daun Jeruk Menggunakan Metode Segmentasi K-Means Dan Arsitektur *Efficiennet*", *Jurnal.Ilmiah.Informatika*, vol. 10, no. 2, pp. 80-87 Des 2025

ABSTRACT

Citrus vein phloem degeneration (CVD) is a devastating disease of citrus plants and seriously impacts crop quality. Although manual detection is feasible, this method faces many challenges, such as the similarity of early symptoms between healthy and infected leaves. Therefore, manual detection is time-consuming and inefficient. Therefore, an accurate and efficient automatic detection method is needed. This study aims to combine two methods: the K-Means segmentation method and the EfficientNet architecture to build an automatic detection model for CVD in citrus leaves. This method aims to improve the classification accuracy of citrus leaf images. This study is divided into two stages: the first stage uses the K-Means algorithm for image segmentation, and the second stage uses the EfficientNet model for classification. The K-Means segmentation method is used to separate the leaf surface from the background, focusing only on the parts of the leaf that show disease symptoms. The segmentation results are then processed in the second stage using the EfficientNet model. The EfficientNet model is known for its efficient feature extraction and excellent performance in recognizing complex visual patterns. The results showed that combining the K-Means segmentation method with the EfficientNet architecture significantly improved the accuracy of CVPD detection compared to a traditional CNN model without segmentation. This system is expected to assist farmers in detecting CVPD and support the implementation of smart agriculture technology in automated plant health monitoring.

1. PENDAHULUAN

Jeruk merupakan salah satu komoditas hortikultura yang sangat berperan tinggi sebagai sumber gizi, sumber pendapatan dan sumber devisa negara. Jeruk juga merupakan salah satu buah yang disukai masyarakat sebagai buah segar atau digunakan dalam berbagai makanan. Namun, ada beberapa masalah besar yang menyulitkan untuk menanam jeruk dalam jumlah yang cukup besar dalam mencukupi kebutuhan yang diperlukan masyarakat. Masalah-masalah ini meliputi cara menanam jeruk, membasmi hama dan penyakit, serta penanganan jeruk setelah dipetik[1].

Pada tahun 2020, produksi buah jeruk mencapai 24.872.974 ton, meningkat 10,5%. Produksi jeruk di Indonesia terus meningkat dengan dukungan Kementerian Pertanian. Namun, terdapat beberapa tantangan yang menghambat produktivitas budidaya jeruk, salah satunya adalah penyakit yang menyerang tanaman jeruk. Penyakit-penyakit ini tidak hanya mengurangi jumlah buah yang dihasilkan tetapi juga memengaruhi kualitas jeruk. Oleh karena itu, sangat dibutuhkan upaya untuk meningkatkan pengembangan tanaman jeruk agar kualitas dan kuantitas produk jeruk tetap terjaga. Salah satu hal utama yang mempengaruhi budidaya jeruk adalah penyakit *Citrus Vein Phloem Degeneration* (CVPD)[2].

Penyakit CVPD pertama kali muncul di Vietnam antara tahun 1932 dan 1946, terutama di Delta Mekong, di mana 70 hingga 79% tanaman terinfeksi. Di Indonesia, sekitar tiga juta tanaman terkena dampak tahun 1960-1970. Pada tahun sekitar 1984, di benua Afrika tepatnya di Afrika Selatan, ditemukan fakta bahwa penyakit tersebut disebabkan oleh bakteri, dan upaya dilakukan untuk mengisolasi menggunakan media

yang berbeda. Bakteri yang bertanggung jawab untuk CVPD disebut *Liberobacter asiaticus*, yang memasuki sel tanaman melalui gigitan vektor serangga *Diaphorina citri*. Daun yang terinfeksi CVPD menguning di seluruh, urat daun tetap hijau tua atau bahkan lebih gelap, dan daun menjadi lebih keras dan lebih tebal. Selain itu, ukuran buah menjadi lebih kecil, rasanya asam, ada panen yang buruk, dan umur tanaman menjadi lebih pendek. Penyakit ini tentu saja dapat dideteksi secara manual tetapi untuk tingkat keakuratannya belum maksimal terbukti dan memakan banyak waktu, terutama untuk para petani yang tidak memiliki keahlian dalam identifikasi penyakit daun. Para petani melakukan identifikasi penyakit pada daun jeruk melalui pengamatan mata dan sering kali bersifat subjektif dan tidak konsisten. Gejala Penyakit CVPD mirip dengan gejala tanaman yang kekurangan unsur seng dan mangan[3].

Dalam proses analisis citra daun jeruk, salah satu tahapan penting adalah segmentasi citra, yaitu proses memisahkan objek utama dari latar belakang. Tujuan dari proses ini adalah menyederhanakan gambar sehingga membuat gambar lebih mudah untuk dipahami. Segmentasi ini sering kali menghasilkan area-area kecil yang membantu sistem dalam analisis agar lebih terarah terhadap bagian tertentu dari citra. Salah satu algoritma yang banyak digunakan untuk mempercepat proses segmentasi adalah *K-Means Clustering*. *K-means* adalah salah satu metode pengelompokan data yang tidak bersifat hierarkis, yang bekerja dengan cara membagi data ke dalam beberapa kelompok. Metode ini mengelompokkan data yang memiliki ciri-ciri yang sama ke dalam satu kelompok, sedangkan data dengan ciri-ciri berbeda ditempatkan di kelompok yang berbeda pula[4].

CNN dapat dikatakan sebagai salah satu algoritma terbaik untuk deteksi penyakit tanaman berbasis citra, baik dari segi akurasi klasifikasi maupun kemampuan deteksi dini. *Convolutional Neural Network* (CNN) merupakan salah satu model pembelajaran mendalam yang dapat melatih sistem menggunakan data dalam jumlah besar dan menggabungkan proses ekstraksi fitur dan klasifikasi[5].

Salah satu struktur CNN yang sangat menonjol adalah *EfficientNet*, yang diperkenalkan oleh Google pada tahun 2019. Struktur ini menggunakan pendekatan skala gabungan untuk menjaga keseimbangan antara kedalaman, lebar, dan resolusi model, sehingga bisa meningkatkan presisi tanpa meningkatkan beban komputasi secara berlebihan[6]. Arsitektur *EfficientNet* mampu memberikan akurasi yang lebih tinggi daripada dengan arsitektur jaringan CNN lainnya. Selain itu, *EfficientNet* mampu melakukan penyesuaian ukuran jaringan secara efisien karena mampu menjaga keseimbangan antara ketiga faktor yaitu kedalaman, lebar, dan resolusi, yang dapat membantu meningkatkan kinerja secara lebih baik dan optimal.[7].

Sistem ini dibuat untuk deteksi kondisi daun jeruk, apakah daun itu sehat atau terkena penyakit *Citrus Vein Phloem Degeneration* (CVPD). Sistem ini menggunakan metode *K-Means* untuk memisahkan bagian daun dari latar belakang, sehingga memudahkan proses analisis fokus pada area daun yang mungkin terinfeksi. Setelah itu, gambar yang sudah dipisahkan tersebut diproses dengan menggunakan arsitektur *EfficientNet*, yaitu jenis jaringan saraf tiruan yang merupakan pengembangan dari *Convolutional Neural Network* (CNN). *EfficientNet* mampu menjaga keseimbangan antara kecepatan dan akurasi dengan teknik compound scaling.

Dengan menggabungkan kedua cara ini, sistem diharapkan bisa mendeteksi gejala CVPD dengan lebih tepat, cepat, dan efisien, meskipun datanya tidak terlalu banyak.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul "Deteksi Penyakit *Citrus Vein Phloem Degeneration* (CVPD) pada Daun Jeruk Menggunakan Metode Segmentasi *K-Means* dan Arsitektur *EfficientNet*". Penelitian ini bertujuan untuk membantu petani dan peneliti di bidang pertanian untuk mengenali penyakit CVPD lebih awal, mengurangi kerusakan pada tanaman, serta mempromosikan penggunaan pertanian cerdas yang bergantung pada teknologi kecerdasan buatan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan. Berikut merupakan tahapan yang dilakukan sebagai berikut:

1. Observasi

Tahapan ini dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung kondisi dari daun jeruk. Pengamatan dilakukan langsung di lapangan, hal ini dilakukan agar memperoleh data asli pada saat pengamatan. Pengamatan dilakukan untuk mengidentifikasi ciri-ciri visual penyakit CVPD, seperti warna daun yang menguning tidak merata. Hasil pengamatan ini menjadi dasar dalam proses pengambilan citra dan penentuan label sehat atau terinfeksi pada dataset.

2. Literature Review

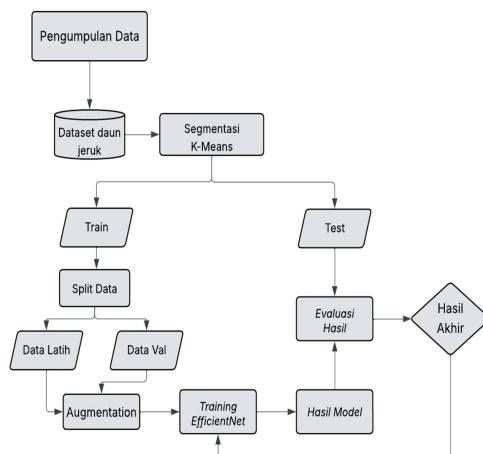
Selain observasi lapangan, penelitian ini juga menggunakan tahapan literature review untuk memahami dan mencari bukti teoris mengenai penyakit CVPD, teknik pengolahan citra, dan model deep learning yang digunakan. Referensi yang

digunakan mencakup jurnal ilmiah, penelitian sebelumnya yang membahas penggunaan algoritma CNN, *EfficientNet*, dan teknik pemotongan gambar untuk mendeteksi penyakit pada tanaman. Temuan dari studi referensi ini menjadi dasar untuk merancang model dan parameter yang digunakan dalam penelitian ini.

2.2 Pengolahan Data

Proses pengolahan data adalah bagian yang sangat penting dalam membuat sistem berbasis machine learning dan deep learning, terutama saat memproses gambar. Dalam penelitian ini, proses pengolahan data bertujuan untuk mengubah gambar daun jeruk menjadi lebih jelas, seragam, dan memiliki informasi visual yang lebih baik. Langkah ini sangat penting karena kualitas gambar yang digunakan akan mempengaruhi kemampuan model *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam mengenali pola dan memberikan hasil klasifikasi yang tepat. Sistem deteksi penyakit CVPD pada daun jeruk yang diusulkan mengandalkan kemampuan CNN untuk mengenali ciri-ciri visual penting, seperti perubahan warna, pola pembuluh tumbuh, serta tanda-tanda kerusakan akibat infeksi. Tanpa persiapan data yang baik, ciri-ciri ini bisa tersembunyi karena adanya noise, variasi cahaya, latar belakang yang tidak konsisten, atau ukuran gambar yang tidak seragam.

kumpulan makalah, serta laporan



Gambar 1. Alur Pengolahan Data

2.3 Arsitektur Model

Arsitektur model yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada struktur jaringan *Convolutional Neural Network* (CNN) yang disatukan dengan arsitektur *EfficientNet* untuk mendeteksi penyakit *Citrus Vein Phloem Degeneration* (CVPD) pada gambar daun jeruk. Model ini dibuat agar bisa membedakan gambar daun menjadi dua jenis, yaitu daun yang sehat dan daun yang terinfeksi CVPD. *EfficientNet* dipilih sebagai arsitektur utama karena mampu memberikan hasil yang akurat dengan memakai sumber daya komputer secara efisien. Sebelum gambar dimasukkan ke dalam model *EfficientNet*, terlebih dahulu dilakukan proses segmentasi menggunakan metode *K-Means* untuk memisahkan bagian daun dari latar belakang dan menonjolkan area yang menunjukkan gejala penyakit. Hasil dari proses segmentasi ini menjadi masukan untuk model *EfficientNet* agar fokus pada bagian gambar yang penting, sehingga meningkatkan tingkat akurasi deteksi penyakit.

2.4 Evaluasi Hasil

Hasil kinerja model disajikan dalam *confusion matrix*. *Confusion matrix* adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengukur kinerja suatu model klasifikasi

dengan cara membandingkan dan melihat nilai akurasi dari model itu sendiri. Terdapat empat parameter yang digunakan untuk menghitung nilai akurasi, yaitu *true positif*(TP), *true negative*(TN), *false positive*(FP), dan *false negative*(FN). Dengan menggunakan *confusion matrix* evaluasi akan menghasilkan nilai akurasi, presisi, recall, dan f1-score[8].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Klasifikasi

Berdasarkan proses percobaan yang telah dilakukan, dalam melatih model pembelajaran secara mendalam digunakan dataset gambar daun jeruk selama 100 epoch. Tujuan penelitian ini adalah mencapai akurasi yang mampu mengklasifikasikan data dengan tepat sesuai label yang diinginkan, serta menurunkan nilai *loss* yang menunjukkan bahwa model mampu belajar dan menyesuaikan diri dengan baik berdasarkan data pelatihan. Pelatihan yang telah dihasilkan saat 5 epoch terakhir dilakukan terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil 5 terakhir pelatihan

Epoch	Akurasi Training	Loss Training	Akurasi Validasi	Loss Validasi
1	0.8148	0.5003	0.8571	0.4232
2	0.8148	0.4995	0.8571	0.4236
3	0.8148	0.4758	0.8571	0.4234
4	0.8148	0.5132	0.8571	0.4258
5	0.8148	0.4813	0.8571	0.4274

Berdasarkan Tabel 1 yang menunjukkan hasil lima epoch terakhir dari proses pelatihan model *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur *EfficientNet*, terlihat bahwa model memiliki kinerja yang cukup stabil. Pada epoch pertama, model mencapai akurasi training sebesar 0.8148 dengan nilai *loss* training 0.5003, sedangkan akurasi validasi mencapai 0.8571 dengan *loss* validasi 0.4232. Angka-angka tersebut menunjukkan bahwa sejak awal pelatihan,

model sudah bisa memahami pola data dengan baik dan memiliki tingkat kesalahan yang rendah. Selain itu, hasil pada epoch berikutnya juga menunjukkan kekonsistennan, yaitu akurasi *training* tetap pada angka 0.8148 dan akurasi validasi tetap di 0.8571 hingga epoch kelima.

Secara keseluruhan, hasil pelatihan menunjukkan model memiliki kemampuan yang cukup baik dalam memprediksi data validasi. Namun, nilai akurasi tetap tidak berubah dalam setiap tahap pelatihan, menunjukkan bahwa proses belajar model sudah mencapai titik yang stabil dan tidak ada peningkatan signifikan meskipun dilakukan pelatihan tambahan. Meski demikian, konsistensi antara akurasi pada data pelatihan dan data validasi menunjukkan bahwa model tidak mengalami *overfitting* dan mampu mengenali pola dari data baru. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa arsitektur *EfficientNet* bekerja efektif dalam mengenali pola gambar daun jeruk yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 2. Perbandingan akurasi Training dan Validasi

Berdasarkan hasil Gambar 2, yang menampilkan grafik perbandingan antara akurasi training dan akurasi validasi terhadap jumlah epoch, menunjukkan bahwa awal pelatihan akurasi model masih rendah, kemudian meningkat tajam hingga mencapai nilai yang stabil. Pada epoch pertama hingga ketiga, akurasi training masih di bawah 0.4, menunjukkan bahwa model masih dalam tahap awal pembelajaran. Namun, setelah

melewati beberapa epoch berikutnya, akurasi training meningkat secara signifikan hingga mencapai sekitar 0.81, sedangkan akurasi validasi mencapai sekitar 0.85 dan cenderung tetap stabil hingga akhir proses pelatihan.

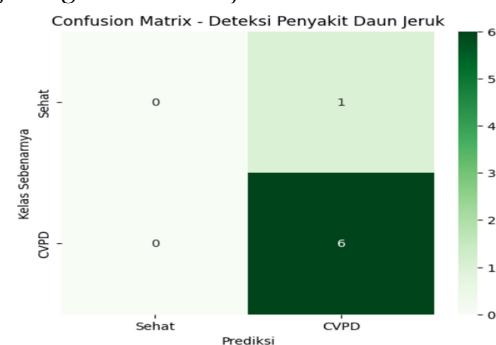
Pola ini menunjukkan bahwa model mampu memahami pola yang dimiliki data latih dengan cukup baik tetapi tidak terlalu mengingat detail spesifik. Hal ini terlihat dari perbedaan antara akurasi training dan validasi yang tidak terlalu besar. Akurasi validasi justru lebih tinggi dibandingkan akurasi training menunjukkan bahwa model mampu beradaptasi dengan data baru. Maka dari itu, berdasarkan grafik tersebut, dapat disimpulkan bahwa model CNN dengan arsitektur *EfficientNet* bekerja secara stabil dan efektif dalam mengenali gambar daun jeruk, serta telah mencapai titik di mana peningkatan jumlah epoch tidak lagi menyebabkan peningkatan signifikan pada akurasi.

3.2 Pengujian Hasil Klasifikasi

Setelah selesai melakukan pelatihan, model kemudian diuji menggunakan data yang sudah disediakan sebagai data uji. Tujuannya adalah untuk mengetahui seberapa baik model bisa mengenali pola pada gambar yang belum pernah dilihat sebelumnya. Data uji ini membantu menilai kemampuan model dalam memahami dan mengklasifikasikan gambar daun jeruk secara akurat. Pada tahap uji, model akan memprediksi setiap gambar daun jeruk dan mengelompokkannya ke dalam dua jenis, yakni daun yang sehat dan daun yang terinfeksi penyakit *Citrus Vein Phloem Degeneration* (CVPD).

Hasil pengujian kemudian dianalisis dengan menggunakan beberapa metrik seperti akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Hasilnya juga ditampilkan dalam bentuk *confusion matrix* untuk

memudahkan pengamatan tentang bagaimana model membagi dan mengklasifikasikan gambar dari kedua kelas tersebut. Dengan melakukan pengujian ini, dapat diketahui sejauh mana model mampu mendeteksi penyakit secara tepat dan seimbang pada kedua jenis gambar daun jeruk.



Gambar 3. Confusion Matrix

Berdasarkan confusion matrix yang disajikan, model menunjukkan performa cukup baik dalam mengklasifikasikan dua kategori citra daun jeruk, yaitu daun sehat dan daun yang terinfeksi penyakit *Citrus Vein Phloem Degeneration* (CVPD). Dalam kategori daun CVPD, model berhasil memprediksi dengan benar seluruh 6 citra daun terinfeksi tanpa ada kesalahan klasifikasi ke kategori daun sehat. Namun, pada kategori daun sehat, model masih kurang optimal karena 1 citra daun sehat justru diklasifikasikan sebagai daun terinfeksi CVPD. Hal ini menunjukkan bahwa model cenderung memiliki bias terhadap kelas penyakit CVPD.

1/1		2s 2s/step			
		Classification Report:			
		precision	recall	f1-score	support
Sehat	0.00	0.00	0.00	0.00	1
CVPD	0.86	1.00	0.92	0.86	6
accuracy				0.86	7
macro avg	0.43	0.50	0.46	0.46	7
weighted avg	0.73	0.86	0.79	0.79	7

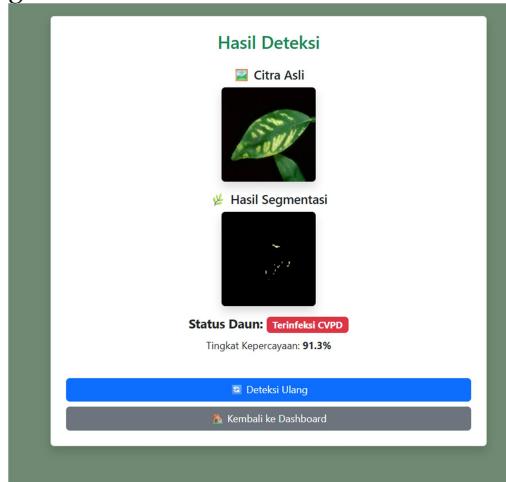
Akurasi Validasi Akhir: 85.71%

Gambar 4. Classification Report

Tingkat akurasi keseluruhan mencapai 85,7%. Secara keseluruhan, kemampuan model dalam mendeteksi daun yang sakit tergolong bagus, tetapi kemampuannya

dalam mengenali daun yang sehat masih kurang. Hal ini bisa terjadi karena jumlah data antara kategori daun sehat dan daun sakit tidak seimbang, atau karena ada kesamaan dalam tampilan visual antara kedua jenis daun tersebut. Untuk meningkatkan kualitas model, diperlukan beberapa langkah seperti menyeimbangkan jumlah data, menambah variasi gambar yang digunakan, serta menyesuaikan parameter pelatihan agar model bisa bekerja lebih baik dalam membedakan kedua jenis daun jeruk tersebut.

Hasil pengujian menggunakan data gambar secara langsung melalui gambar atau citra langsung, dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil Prediksi

Berdasarkan gambar hasil klasifikasi tersebut menunjukkan bahwa hasil deteksi daun jeruk menggunakan model klasifikasi berbasis CNN (*Convolutional Neural Network*). Di bagian atas terdapat gambar asli daun, sedangkan di bawahnya adalah hasil segmentasi yang sudah dipisahkan antara area daun dan latar belakang dengan metode *K-Means clustering*. Berdasarkan hasil klasifikasi, sistem menampilkan status "Terinfeksi CVPD" dengan tingkat kepercayaan 91,3%. Angka ini menunjukkan bahwa model memiliki keyakinan tinggi (lebih

dari 90%) bahwa gambar daun yang diperiksa termasuk dalam kategori daun yang terinfeksi penyakit *Citrus Vein Phloem Degeneration* (CVPD). Nilai tingkat kepercayaan yang tinggi menunjukkan bahwa ciri-ciri visual daun seperti perubahan warna, pola urat, atau bintik kuning sangat mirip dengan pola yang ada dalam data pelatihan kelas CVPD.

Hal ini menunjukkan bahwa model mampu mengenali gejala penyakit secara efektif setelah proses segmentasi dan ekstraksi fitur selesai. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa model klasifikasi bekerja dengan baik dalam mendeteksi daun yang terinfeksi CVPD dengan probabilitas prediksi yang kuat.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian, dapat disimpulkan bahwa model klasifikasi yang menggunakan jaringan saraf tiruan *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur *EfficientNet*, serta diintegrasikan dengan proses segmentasi menggunakan metode *K-Means clustering*, berhasil mendeteksi penyakit *Citrus Vein Phloem Degeneration* (CVPD) pada daun jeruk dengan tingkat akurasi yang cukup baik. Hasil klasifikasi menunjukkan model dapat memberikan prediksi dengan tingkat kepercayaan sebesar 91,3%, yang menunjukkan kemampuan model dalam mengenali ciri-ciri visual daun terinfeksi seperti perubahan warna, pola urat daun, dan bintik kuning secara efektif.

Proses segmentasi dengan metode *K-Means* membantu dalam memisahkan area daun dari latar belakang, sehingga model dapat fokus pada fitur-fitur penting yang berkaitan dengan gejala penyakit. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa model memiliki performa yang baik dalam mendeteksi daun yang terinfeksi. Namun, masih ada keterbatasan dalam mengenali daun sehat secara akurat akibat

ketidakseimbangan data dan kemiripan fitur visual antar kelas. Secara keseluruhan, sistem deteksi penyakit daun jeruk yang berbasis CNN ini memiliki potensi untuk digunakan sebagai alat bantu identifikasi dini penyakit CVPD, terutama bagi petani dan peneliti di bidang pertanian.

5. REFERENSI

- [1] I. Made Asta Gunawan, I. Gusti Ayu Diah Yuniti, P. Lasmi Yuliyanti Sapanca, B. Penerapan Standar Instrumen Pertanian Bali, and P. Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Bisnis Universitas Mahasaraswati Denpasar, "Intesitas Serangan dan Persentase Kerusakan Tanaman Jeruk Terserang CVPD (Citrus Vein Phloem Degeneration) Di Kabupaten Karangasem," vol. 3, no. 1, pp. 1–6, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal.unmas.ac.id/index.php/agrofarm>
- [2] Desy Puspitasari, "Benih Bermutu Tentukan Keberhasilan Kampung Jeruk," *Direktorat Jendral Hortikultura*, Dec. 2023.
- [3] K. S. Marhaeni and I Putu Parwata, "Deteksi Molekuler Bakteri *Liberobacter Asiaticum* Penyebab Penyakit Citrus Vein Phloem Degeneration (CVPD) Pada Tanaman Jeruk Siam (*Citrus Nobilis*)," *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, vol. 13, no. 1, pp. 110–117, Jun. 2024, doi: 10.23887/jstundiksha.v13i1.79556.
- [4] E. Fernando Ade Pratama and J. Jumadi, "Kampus I: Jl Meranti Raya No.32 Sawah Lebar Kota Bengkulu 38228 Telp. (0736) 22027, Fax," *Jurnal Media Infotama*, vol. 18, no. 2, p. 341139.
- [5] D. Pakiding, A. Selao, and W. Wahyuddin, "Implementasi Computer Vision dalam Mendeteksi Penyakit pada Tanaman Cabai dan Tomat Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Networks," *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 5, no. 3, pp. 841–850, Jun. 2025, doi: 10.57152/malcom.v5i3.1989.
- [6] M. Shams Afzal Karim, A. Akhsarul Hakim, C. Saskia Rafika, and E. Yulia Puspaningrum, "Seminar Nasional Informatika Bela Negara (SANTIKA) Klasifikasi Motif Batik Yogyakarta dan Pekalongan Menggunakan Metode GLCM dan CNN Berbasis Arsitektur EfficientNet".
- [7] W.R. Perdani, R. Magdalena, and N.K. Caecar Pratiwi, "Deep Learning untuk Klasifikasi Glaukoma dengan menggunakan Arsitektur EfficientNet," *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 10, no. 2, p. 322, Apr. 2022, doi: 10.26760/elkomika.v10i2.322.
- [8] D. Dini *et al.*, "Deteksi Dini Terhadap Penyakit Tumor Otak Menggunakan Citra Magnetik Resonance Imaging (MRI) Dengan Pendekatan Deep Convolutional Neural Network," *Nama Jurnal*, vol. 10, no. 1, pp. 37–42, 2025, doi: 10.35316/jimi.v10i1.37-41.