

Penerapan YOLOv8 Dalam Deteksi Penyakit Daun Jambu Air Secara *Real-time*

Nurul Safina^{1)}; Muhammad Fikry¹; Cut Agusniar¹*

1. Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Jalan Batam, Blang Pulo, Muara Satu, Lhokseumawe, Aceh 24352, Indonesia

**)Email: nurul.200170247@mhs.unimal.ac.id*

Received: 29 Juli 2024 | Accepted: 14 November 2024 | Published: 10 Januari 2025

ABSTRACT

In Indonesia, water guava plants often experience pest attacks, especially on the leaves, which have an impact on the growth and quality of the harvest. Therefore, disease detection in plants is very important to maintain health and increase agricultural productivity. This research aims to implement the YOLOv8 method in a web-based application to detect diseases on water guava leaves in real-time. Evaluation is carried out using precision, recall, f1-score, accuracy and mean Average Precision (mAP) metrics. The dataset used consisted of 754 images expanded to 1229 through augmentation, with preprocessing performed in Roboflow and model training in Google Colab for 100 epochs. YOLOv8 was developed to recognize six types of leaf diseases as well as one category of healthy leaves. Testing on 70 images produced precision of 89%, recall of 96%, accuracy of 91%, f1-score of 87%, and mAP of 89%. The system is implemented using Flask to integrate the model with the user interface. The results showed that YOLOv8 was effective in detecting diseases on water guava leaves with a high level of accuracy.

Keywords: *Plant Disease Detection, YOLOv8, Model Evaluation, Water Guava Leaves, Flask Framework*

ABSTRAK

Di Indonesia, tanaman jambu air sering mengalami serangan hama, terutama pada daunnya, yang berdampak pada pertumbuhan dan kualitas hasil panen. Oleh karena itu, deteksi penyakit pada tanaman sangat penting untuk menjaga kesehatan dan meningkatkan produktivitas pertanian. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan metode YOLOv8 dalam aplikasi berbasis web untuk mendeteksi penyakit pada daun jambu air secara real-time. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan metrik precision, recall, f1-score, accuracy, dan mean Average Precision (mAP). Dataset yang digunakan terdiri dari 754 gambar yang diperluas menjadi 1229 melalui augmentasi, dengan preprocessing dilakukan di Roboflow dan pelatihan model di Google Colab selama 100 epochs. YOLOv8 dikembangkan untuk mengenali enam jenis penyakit daun serta satu kategori daun sehat. Pengujian pada 70 gambar menghasilkan precision 89%, recall 96%, accuracy 91%, f1-score 87%, dan mAP 89%. Sistem ini diimplementasikan menggunakan Flask untuk mengintegrasikan model dengan antarmuka pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa YOLOv8 efektif dalam mendeteksi penyakit pada daun jambu air dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Kata kunci: *Deteksi Penyakit Tanaman, YOLOv8, Evaluasi Model, Daun Jambu Air, Framework Flask*

1. PENDAHULUAN

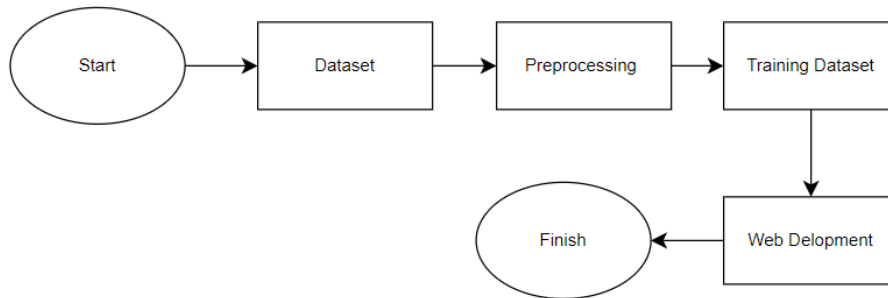
Pertanian merupakan sektor utama dalam perekonomian global, berperan vital dalam memenuhi kebutuhan pangan dunia dan mendukung keberlangsungan hidup manusia di berbagai belahan bumi [1]. Di antara berbagai jenis tanaman pertanian, tanaman buah seperti jambu air memiliki nilai ekonomi yang signifikan serta menawarkan berbagai manfaat kesehatan yang tak terhitung bagi masyarakat [2]. Jambu air dikenal luas karena kandungan gizinya yang tinggi, termasuk vitamin C, serat, dan antioksidan, serta khasiatnya yang terbukti dalam mengontrol kadar gula darah pada penderita diabetes, memperlancar sistem pencernaan, dan menurunkan tekanan darah [3]. Namun, meskipun memiliki banyak manfaat, produktivitas tanaman jambu air sering kali terganggu oleh serangan hama dan penyakit yang berpotensi merugikan, yang dapat menyebabkan penurunan kuantitas serta kualitas produksi secara drastis, sehingga berdampak negatif terhadap pendapatan petani dan kesejahteraan mereka [4]. Tanda-tanda ketidaksehatan tanaman jambu air, yang sering kali terlihat jelas dari kondisi daunnya, menjadi indikator awal yang krusial; oleh karena itu, deteksi dini penyakit sangat penting untuk menjaga kesehatan dan produktivitas tanaman, yang pada gilirannya akan mendukung keberlanjutan usaha tani dan ketahanan pangan secara keseluruhan [5].

Dalam beberapa tahun terakhir, kemajuan yang pesat dalam teknologi komputer dan pengolahan citra telah memberikan kontribusi yang sangat signifikan di sektor pertanian, membawa perubahan besar dalam cara petani dan peneliti memantau dan mengelola tanaman mereka [6]. Salah satu inovasi yang berkembang pesat dalam bidang ini adalah penerapan metode *You Only Look Once* (YOLO), yang telah terbukti efektif untuk deteksi objek pada citra dengan kecepatan dan akurasi yang tinggi [7]. YOLOv8, yang merupakan versi terbaru dari algoritma YOLO dan berbasis pada arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN), dirancang khusus untuk melakukan deteksi objek secara *real-time* dengan akurasi yang sangat tinggi, menjadikannya sangat cocok untuk berbagai aplikasi di bidang pertanian, terutama dalam konteks mendeteksi penyakit pada daun jambu air yang dapat mempengaruhi kesehatan dan produktivitas tanaman [8]. Penelitian oleh Ibrahim & Latifa (2023) menunjukkan bahwa model YOLOv8 mampu mencapai tingkat prediksi yang sangat mengesankan, yakni sebesar 98% dalam mendeteksi objek pada tanaman pakcoy yang siap panen, sehingga menunjukkan potensi besar dari teknologi ini dalam pertanian [9]. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Maulana et al. (2023) juga mengungkapkan performa tinggi dari YOLOv8 dalam mendeteksi senjata berbahaya, dengan hasil evaluasi menunjukkan nilai *precision* sebesar 84%, *recall* 77%, *mean Average Precision* (mAP) 84%, dan *F1-Score* 88%, yang semakin menegaskan efektivitas algoritma ini dalam berbagai aplikasi deteksi objek [10].

Kedua penelitian ini secara jelas menegaskan efektivitas metode YOLO dalam deteksi objek, yang menunjukkan keunggulan luar biasa dalam hal kecepatan dan akurasi. Potensi penerapan YOLO dalam sektor pertanian, khususnya dalam mendeteksi penyakit pada daun jambu air dengan cepat, sangat menjanjikan dan dapat membawa dampak positif yang signifikan bagi para petani. Dengan kemampuan canggih ini, YOLO diharapkan tidak hanya dapat meningkatkan produktivitas pertanian, tetapi juga berperan penting dalam mengurangi kerugian yang diakibatkan oleh penyakit tanaman, yang sering kali mengancam hasil panen dan pendapatan petani [11]. Penulis berencana untuk mengimplementasikan hasil penelitian ini ke dalam sebuah sistem yang diberi judul 'Penerapan YOLOv8 Dalam Deteksi Penyakit Daun Jambu Air Secara *Real-time*'. Dengan memanfaatkan keunggulan YOLO dalam deteksi objek, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan produktivitas pertanian, serta membantu para petani dalam mengurangi kerugian yang disebabkan oleh penyakit tanaman, sehingga mendukung ketahanan pangan yang lebih baik di masyarakat [12].

2. METODE PENELITIAN

Dibawah ini menjelaskan prosedur penelitian perancangan sistem deteksi daun jambu air secara *real-time*. Bagan alur pembuatannya ditampilkan pada gambar 1.

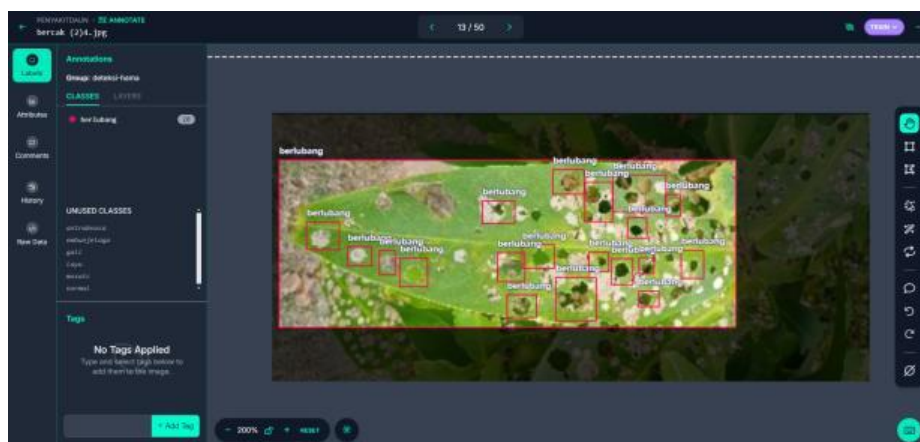


Gambar 1. Tahapan Penelitian

Prosedur penelitian dimulai dari asal *dataset* yang kemudian dianotasi agar sesuai dengan klasifikasi yang kemudian dilakukan pra- pemrosesan (*preprocessing*) *Image* setelah itu dibagi 35% untuk *training* 15%, untuk pengerjaan *front end* dan *back end web development* 40% , dan 10% untuk *testing*. model arsitektur YOLO dari pelatihan dan validasi kemudian dilakukan pengujian data dengan pengujian data dan pendeteksian penyakit.

2.1. Processing Dataset

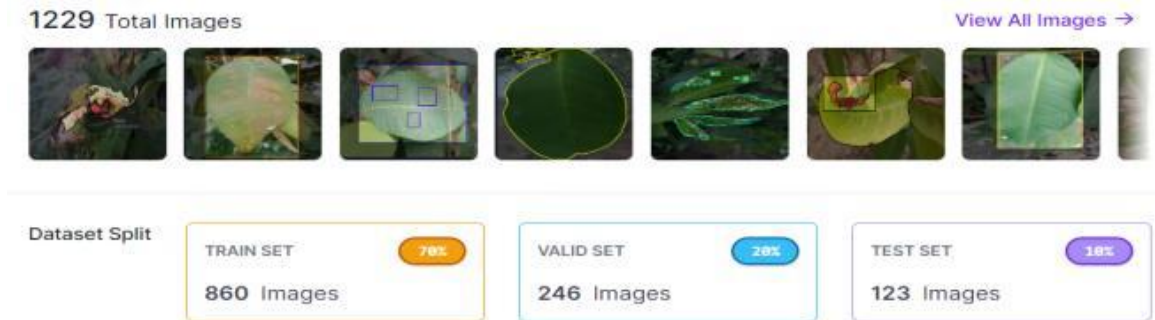
Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 754 gambar daun jambu air yang dikumpulkan dari berbagai sumber, seperti *Kaggle*, *iStock*, dan pengambilan gambar langsung di lapangan. Setelah dilakukan augmentasi manual seperti rotasi gambar, jumlah gambar meningkat menjadi 1229. Proses labeling dilakukan pada gambar yang telah diperbanyak. Setiap gambar diberi label sesuai dengan kategori penyakit yang terdeteksi pada daun jambu air, yaitu: Antraknosa, Berlubang, Embun Jelaga, Gall, Layu Fusarium, Mosaic Virus, dan Normal (daun sehat). Labeling menggunakan *bounding box* untuk menandai area kerusakan pada daun, seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Proses labeling kelas Berlubang menggunakan *bounding box* merah

Setelah proses labeling selesai, dataset dibagi menjadi tiga bagian: *train set* sebesar 70%, *validation set* sebesar 20%, dan *test set* sebesar 10%, sebagaimana diperlihatkan pada **Gambar 2**.

Pembagian ini dilakukan sebelum augmentasi tambahan untuk menjaga distribusi kelas yang seimbang pada setiap bagian dataset.



Gambar 3. Pembagian dataset menjadi *train set*, *validation set*, dan *test set*

Untuk meningkatkan variasi data dan memastikan model dapat mengenali gambar dalam berbagai kondisi, dilakukan augmentasi tambahan menggunakan Roboflow. Teknik augmentasi yang diterapkan mencakup *resize*, *crop*, *grayscale*, *saturation*, *brightness*, *blur*, dan *noise*.

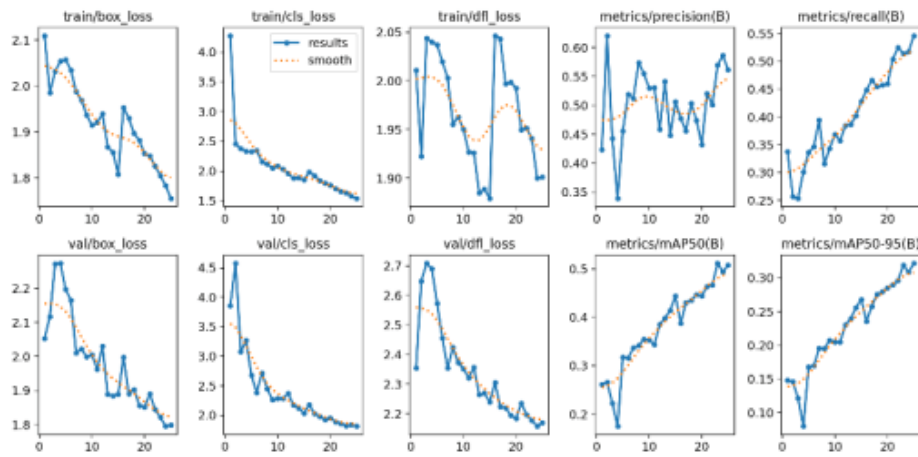
Tabel 1. Proses *Augmentation*

Preprocessing	Resize : 640x640 pixels
Augmentation	Crop : 0% Minimum Zoom, 5% Maximum Zoom Grayscale: Apply to 15% of images Saturation: Between -30% and +30% Brightness: Between -20% and +20% Blur: Up to 1.2px Noise: Up to 0.04% of pixels

Dengan adanya augmentasi tambahan ini, jumlah total gambar meningkat menjadi 2089, dengan proporsi pembagian yang terdiri dari: train set sebesar 82%, validation set sebesar 12%, dan test set sebesar 6%. Setelah proses augmentasi, dataset diekspor dalam format YOLOv8 agar siap digunakan dalam pelatihan model.

2.2. Training Dataset

Proses pelatihan untuk mendeteksi objek menggunakan algoritma YOLOv8 akan dilakukan di *Google Collaboratory*. Proses *training* ini adalah *mengkloning* repositori YOLOv8 dari situs *GitHub Ultralytics YOLOv8*. Grafik berikut menampilkan hasil pelatihan model YOLOv8 pada epoch ke-100, dengan fokus pada metrik yang menunjukkan kinerja model dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan penyakit pada daun jambu air.



Gambar 4. Matriks Pelatihan

Hasil pelatihan menunjukkan peningkatan signifikan pada model YOLOv8. Nilai *box loss* menurun dari 2.1 menjadi 1.8, menandakan perbaikan dalam prediksi. Presisi meningkat dari 0.35 menjadi 0.55 dan *recall* dari 0.25 menjadi 0.55, menunjukkan kemampuan deteksi yang lebih baik. Pada data validasi, *box loss* juga turun dari 2.2 menjadi 1.8. Nilai *mean Average Precision* (mAP) meningkat dari 0.1 menjadi 0.5, mencerminkan efektivitas model dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan objek.

2.3. Web Development

Proses pengembangan web dimulai dengan tahap desain antarmuka pengguna yang intuitif, untuk meningkatkan pengalaman pengguna dengan merancang tata letak, memilih warna, ikon, dan elemen lainnya yang membuat aplikasi mudah digunakan dan menarik. Selanjutnya, pengembangan *frontend* dilakukan menggunakan Python, HTML, CSS, dan JavaScript untuk menciptakan antarmuka yang responsif dan interaktif.. Model deteksi objek kemudian diimplementasikan ke dalam backend aplikasi web, dengan konfigurasi dan pengaturan agar dapat menerima gambar input, melakukan prediksi deteksi objek, dan menghasilkan output yang sesuai.

3. PEMBAHASAN

3.1. Implementasi Sistem

Implementasi Sistem diuji dalam konteks real-time untuk mengevaluasi kinerjanya dalam mendeteksi berbagai jenis penyakit pada daun jambu air. Dengan memanfaatkan kamera webcam yang terintegrasi dalam sistem, model dapat menganalisis kondisi daun secara langsung.



Gambar 4. Implementasi Sistem

Gambar 4 menyajikan hasil prediksi yang ditampilkan secara real-time melalui webcam, di mana YOLOv8 diintegrasikan untuk mendeteksi penyakit pada daun jambu air, memberikan bounding box serta nilai akurasi untuk setiap deteksi, dan menyertakan rekomendasi penanggulangan singkat.

3.2. Hasil Pengujian

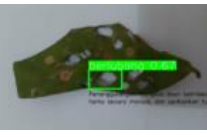
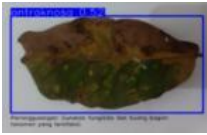
Pengujian dilakukan dengan melakukan *live streaming* sejumlah 70 citra daun jambu air yang telah di deteksi, hal ini berfungsi sebagai acuan untuk mengetahui kondisi sebenarnya dari setiap gambar.. Tujuan utama pengujian ini adalah untuk mengevaluasi dan mencari nilai *precision*, *recall*, *f1-score*, *accuracy* and *mean Average Precision (mAP)*.

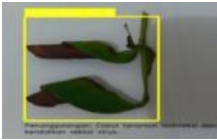
Dalam evaluasi model deteksi objek seperti YOLOv8, setiap gambar dianalisis untuk menghitung beberapa metrik evaluasi penting, yaitu *True Positives (TP)*, *False Positives (FP)*, *False Negatives (FN)*, dan *True Negatives (TN)*:

- *True Positives (TP)*: Kasus di mana model berhasil mendeteksi penyakit dengan benar sesuai *ground truth*.
- *False Positives (FP)*: Kasus di mana model mendeteksi penyakit yang sebenarnya tidak ada atau mendeteksi jenis penyakit (kelas) yang salah.
- *False Negatives (FN)*: Kasus di mana model gagal mendeteksi penyakit yang sebenarnya ada di gambar.
- *True Negatives (TN)*: Kasus di mana model dengan benar tidak mendeteksi adanya penyakit, termasuk tidak mendeteksi apapun dalam gambar yang hanya berisi daun normal (sehat) atau secara tepat tidak memberikan *bounding box* atau kelas yang salah pada area yang seharusnya tidak mengandung penyakit.

Tabel berikut menyajikan hasil pengujian sejumlah 15 citra gambar dari 70 citra yang diuji, memberikan gambaran terperinci tentang data.

Tabel 2. Data *Ground Truth* dan Prediksi

No	Gambar	Ground Truth	Prediksi	Conf	TP	FP	FN	TN	Ket
1		Embun Jelaga	Embun Jelaga	0,96	1	0	0	0	Valid
2		Normal	Normal	0,88	1	0	0	0	Valid
3		Berlubang	Berlubang	0,67	1	0	0	0	Valid
4		Antraknosa	Antraknosa	0,52	1	0	0	0	Valid

5		Mosaic Virus	Mosaic Virus	0,6	1	0	0	0	Valid
6		Layu Fusarium	Layu Fusarium	0,88	1	0	0	0	Valid
7		Embun Jelaga	Embun Jelaga	0,95	1	0	0	0	Valid
8		Mosaic Virus	-	-	0	0	1	0	Tidak Valid
9		-	Tidak Diketahui	-	0	0	0	1	Valid
10		Embun Jelaga	Normal	0,58	0	1	0	0	Tidak Valid
11		Normal	Normal	0,94	1	0	0	0	Valid
12		Antraknosa	Antraknosa	0,6	1	0	0	0	Valid
13		Berlubang	Berlubang	0,55	1	0	0	0	Valid
14		-	Tidak Diketahui	-	0	0	0	1	Valid

15		Gall	Embun Jelaga	0,88	0	1	0	0	Tidak Valid
----	---	------	-----------------	------	---	---	---	---	----------------

Selanjutnya, perhitungan nilai *Precision*, *Recall*, *F1-Score*, *Accuracy*, dan *mean Average Precision* (mAP) akan dilakukan berdasarkan data yang disajikan dalam Tabel 2. Tujuan dari perhitungan ini adalah untuk mengevaluasi kinerja model dalam mendeteksi penyakit pada daun jambu air secara komprehensif, serta untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai efektivitas sistem deteksi yang telah diterapkan.

Precision menggambarkan seberapa tepat prediksi yang dilakukan oleh model. Rumus untuk menghitung *precision* adalah:

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (1)$$

Recall di sisi lain, menggambarkan seberapa lengkap model dalam mendeteksi semua kasus penyakit yang ada. Rumus untuk menghitung *recall* adalah:

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2)$$

Accuracy adalah salah satu metrik evaluasi yang sangat penting dalam konteks deteksi objek, termasuk dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan penyakit pada daun jambu air.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (3)$$

F1-score merupakan metrik yang sangat penting karena memberikan gambaran yang lebih menyeluruh dan seimbang tentang performa model

$$F1-Score = 2 \cdot \frac{Precision \cdot Recall}{Precision + Recall} \quad (4)$$

mean Average Precision (mAP) mengukur seberapa baik model mendeteksi dan mengklasifikasikan objek dalam gambar dengan menghitung rata-rata *precision* pada berbagai titik *recall*.

$$mAP = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^n AP_i \quad (5)$$

Berikut adalah tabel yang menampilkan nilai *Precision*, *Recall*, *F1-Score*, *Accuracy*, dan mAP untuk setiap kelas penyakit:

Tabel 3. Mencari nilai metrik

Kelas	TP	FP	FN	TN	Precision	Recall	F1-Score	Accuracy	AP
Embun Jelaga	11	1	0	0	1,0	1,0	0,96	0,92	0,92
Normal	10	0	0	0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Berlubang	13	0	0	0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Antraknosa	10	0	0	0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Kelas	TP	FP	FN	TN	Precision	Recall	F1-Score	Accuracy	AP
Mosaic Virus	3	1	1	0	0,75	0,75	0,75	0,60	0,75
Layu Fusarium	8	2	0	0	0,80	1,0	0,89	0,80	0,80
Gall	4	1	0	0	0,80	1,0	0,89	0,80	0,80
Rata-Rata					0,89	0,96	0,93	0,91	0,89

Berdasarkan Tabel 3, model deteksi penyakit daun jambu air menunjukkan performa baik dengan rata-rata precision sebesar 0,89, recall 0,96, F1-Score 0,93, dan accuracy 0,91. Model berfungsi optimal pada beberapa kelas, namun performa deteksi kelas Mosaic Virus masih perlu perbaikan dengan accuracy 0,60 dan AP 0,75. mAP keseluruhan adalah 0,89.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari penerapan metode YOLOv8 dalam sistem deteksi penyakit pada daun jambu air secara *real-time* adalah sebagai berikut:

1. Implementasi metode YOLOv8 untuk mendeteksi penyakit daun jambu air mencapai mAP 89%, dengan precision 89%, recall 96%, accuracy 91%, dan F1-Score 93%, menunjukkan efektivitas yang tinggi.
2. Proses evaluasi melibatkan perhitungan precision, recall, F1-Score, accuracy, dan mAP untuk setiap kelas penyakit, memastikan evaluasi kinerja yang komprehensif.
3. Sistem deteksi *real-time* berbasis Flask memungkinkan pengguna mendeteksi penyakit tanaman secara langsung dengan hasil yang akurat dan antarmuka yang mudah digunakan.
4. Preprocessing dan augmentasi data meningkatkan kualitas dataset, membuat model lebih robust dalam mendeteksi penyakit dengan data yang bervariasi.
5. Hasil pelatihan menunjukkan peningkatan signifikan dalam akurasi dan efektivitas model, menegaskan potensi YOLOv8 sebagai solusi deteksi penyakit tanaman yang andal.

4.2. Saran

Saran yang diperoleh dari penerapan metode YOLOv8 dalam sistem deteksi penyakit pada daun jambu air secara *real-time* adalah sebagai berikut:

1. Untuk meningkatkan akurasi model, disarankan mengeksplorasi parameter tambahan, seperti augmentasi data yang lebih variatif dan teknik fine-tuning. Pengumpulan gambar tambahan dari berbagai kondisi dan variasi penyakit dapat membantu meningkatkan performa model serta mengurangi risiko overfitting.
2. Penambahan fitur tambahan, seperti sistem peringatan atau notifikasi berbasis hasil deteksi, sangat dianjurkan untuk meningkatkan pengelolaan kesehatan tanaman dan membantu petani merespons penyakit dengan lebih cepat.
3. Disarankan untuk menggunakan metode yang lebih komprehensif dalam pencarian nilai Average Precision (AP) untuk memberikan evaluasi yang lebih akurat mengenai performa model dalam mendeteksi penyakit tanaman.

4. Penelitian lebih lanjut mengenai algoritma deteksi yang lebih efisien dan cepat diperlukan, mengingat kebutuhan akan respon yang cepat dalam menangani penyakit tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Ibrahim, M. Ulinnuha Latifa, "Penerapan Algoritma YOLOv8 Dalam Deteksi Waktu Panen Tanaman Pakcoy Berbasis Website," *Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 4, pp. 2489-2495, 2023
- [2] C. R. Gunawan, N. Nurdin, and F. Fajriana, "Deteksi Ikan Segar Secara Realtime dengan YOLOv4 menggunakan Metode Convolutional Neural Network," *Jurnal Komtika (Komputasi dan Informatika)*, vol. 7, no. 1, pp. 1-11, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.31603/komtika.v7i1.8986>
- [3] Y. Junaedi, B. N. Sari, and A. S. Yuda Irawan, "Sistem Pakar Untuk Diagnosis Hama Pada Tanaman Jambu Air Menggunakan Metode Theorema Bayes," *Jurnal Ilmiah Informatika*, vol. 5, no. 2, pp. 168-178, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.35316/jimi.v5i2.960>
- [4] A. Setiyadi, E. Utami, and D. Ariatmanto, "Analisa Kemampuan Algoritma YOLOv8 Dalam Deteksi Objek Manusia Dengan Metode Modifikasi Arsitektur," *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, vol. 7, no. 2, pp. 891-901, 2023. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.30645/j-sakti.v7i2.694>
- [5] E. N. D. Tanadi, D. S. Y. Kartika, and A. R. E. Najaf, "Sistem Pendeteksi Penyakit Kanker Kulit Menggunakan Convolutional Neural Network Arsitektur YOLOv8 Berbasis Website," *Neptunus: Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, vol. 2, no. 3, pp. 117-129, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.61132/neptunus.v2i3.224>
- [6] I. Maulana, N. Rahaningsih, and T. Suprpti, "Analisis Penggunaan Model YOLOv8 (You Only Look Once) Terhadap Deteksi Citra Senjata Berbahaya," *Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 6, pp. 3621-3627, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.36040/jati.v7i6.8271>
- [7] S. Sriani et al., "Pengenalan Pola Penyakit Daun Jambu Air Menggunakan Metode PCA Dan KNN," *JSR: Jaringan Sistem Informasi Robotik*, vol. 7, no. 2, pp. 158-163, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.58486/jsr.v7i2.273>
- [8] N. D. Grevika Drantantiyas et al., "Performasi Deteksi Jumlah Manusia Menggunakan YOLOv8," *Jasiek (Jurnal Aplikasi Sains, Informasi, Elektronika Dan Komputer)*, vol. 5, no. 2, pp. 63-68, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.26905/jasiek.v5i2.11605>
- [9] H. M. Hanifa and S. Haryanti, "Morfoanatomi daun jambu air (*Syzygium samarangense*) var. Demak normal dan terserang hama ulat," *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, vol. 1, no. 1, pp. 24-29, 2016. [Online]. Available: <https://doi.org/10.14710/baf.1.1.2016.24-29>
- [10] K. Rezkiyani, "Deteksi Logo Dengan Menggunakan Metode You Only Look Once (Yolo)= Logo Detection Using You Only Look Once (Yolo) Method," M.S. thesis, Universitas Hasanuddin, 2023. [Online]. Available: <http://repository.unhas.ac.id:443/id/eprint/26881>
- [11] M. I. Maulana and R. Noviana, "Training Custom Model Deteksi Udang Menggunakan YOLOv8," *Jurnal Ilmiah Komputasi*, vol. 22, no. 4, pp. 505-514, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.32409/jikstik.22.4.3526>
- [12] A. A. Rasjid, B. Rahmat, and A. N. Sihananto, "Implementasi YOLOv8 Pada Robot Deteksi Objek," *Journal of Technology and System Information*, vol. 1, no. 3, pp. 9-9, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.47134/jtsi.v1i3.2969>

- [13] F. Agustina and M. Sukron, "Deteksi Kematangan Buah Pepaya Menggunakan Algoritma Yolo Berbasis Android," Jurnal Ilmiah Infokam, vol. 18, no. 2, pp. 70-78, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.53845/infokam.v18i2.320>
- [14] A. R. Firdaus et al., "Deteksi Kode Etik Berpakaian Pada Area Kampus Menggunakan YOLOv8," Journal of Information System Research (JOSH), vol. 5, no. 2, pp. 450-458, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.47065/josh.v5i2.4741>
- [15] R. G. Guntara, "Pemanfaatan Google Colab Untuk Aplikasi Pendeteksian Masker Wajah Menggunakan Algoritma Deep Learning YOLOv7," Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis, vol. 5, no. 1, pp. 55-60, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.47233/jteksis.v5i1.750>