



Implementasi *Computer Vision* untuk Deteksi Penyakit pada Tanaman Tomat Menggunakan Algoritma YOLOv8 (*You Only Look Once*)

Ahmad Zaeni Dahlan^{1*}, Ghufron Zaida Muflih²

^{1,2}Teknik, Teknik Informatika, Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen, Indonesia

*zaenidahlan445@gmail.com¹ ghufron_zaida@umnu.ac.id²

Alamat Kampus: Jalan Raya Kutoarjo km 5 Jatisari, Kebumen, Indonesia

Korespondensi penulis: zaenidahlan445@gmail.com

Abstract. This research develops a disease detection system for tomato plant leaves using Computer Vision with the YOLOv8 algorithm. The main focus of the research is to detect three common diseases in tomato leaves: early blight, gray mold, and target spot. Using the Research and Development (R&D) method with a prototype model, this study collected a total of 405 tomato leaf images consisting of 330 images for training and 75 images for testing. The YOLOv8n model trained for 50 epochs showed promising performance with an mAP@0.5 value of 0.60 on the test dataset. Evaluation results showed the best performance in detecting gray mold disease with a precision of 0.840, while target spot disease showed the lowest performance with a precision of 0.556. Real-time testing verified the system's ability to detect tomato leaf diseases in agricultural environments under various lighting conditions and image capture distances.

Keywords: Computer Vision, YOLOv8, tomato plants, Machine Learning.

Abstrak. Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi penyakit pada daun tanaman tomat menggunakan *Computer Vision* dengan algoritma YOLOv8. Fokus utama penelitian adalah mendeteksi tiga jenis penyakit umum pada daun tomat: bercak kering (*early blight*), bercak basah (*gray mold*), dan bercak melingkar (*target spot*). Menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model prototipe, penelitian ini mengumpulkan total 405 gambar daun tomat yang terdiri dari 330 gambar untuk pelatihan dan 75 gambar untuk pengujian. Model YOLOv8n yang dilatih selama 50 epoch memperlihatkan kinerja yang menjanjikan dengan nilai mAP@0.5 sebesar 0.60 pada dataset pengujian. Hasil evaluasi menunjukkan performa terbaik pada deteksi penyakit bercak basah (*gray mold*) dengan *precision* 0.840, sementara penyakit bercak melingkar (*target spot*) menunjukkan performa terendah dengan *precision* 0.556. Pengujian *real-time* memverifikasi kemampuan sistem dalam mendeteksi penyakit daun tomat di lingkungan pertanian dengan berbagai kondisi pencahayaan dan jarak pengambilan gambar.

Kata kunci: komputer Vision, YOLOv8, tanaman tomat, Machine Learning.

1. LATAR BELAKANG

Tanaman tomat merupakan salah satu komoditas hortikultura yang bersifat multiguna dan banyak diminati oleh masyarakat. Tomat sangat bermanfaat bagi tubuh karena mengandung vitamin dan mineral yang diperlukan untuk pertumbuhan dan Kesehatan (Mendrofa et al., 2023). Tanaman tomat (*Solanum lycopersicum*) diketahui tumbuh dengan mudah di iklim tropis Indonesia dan memiliki nilai yang tinggi secara ekonomi.

Terdapat beberapa jenis penyakit pada tanaman tomat yaitu penyakit bercak kering (*early blight*), bercak basah (*gray mold*), bercak melingkar (*target spot*), dan sebagainya (Putri, 2021). Masalah hama dan penyakit ini dapat menyebabkan menurunnya tingkat produktivitas hasil panen dan terjadinya gagal panen (Mirzaq & Helilintar, 2021). Penanganan hama dan penyakit

yang kurang optimal, penggunaan pestisida yang tidak tepat, atau metode penanganan yang tidak sesuai sering kali memperparah kondisi tanaman. Hal ini terjadi karena minimnya pengetahuan para petani mengenai jenis penyakit yang terdapat pada tanaman tomat. Pengelolaan pertanian perlu ditingkatkan untuk meningkatkan pendapatan petani (Fadjeri et al., 2023). Diagnosis penyakit tanaman tomat membutuhkan seorang pakar atau ahli untuk menghasilkan diagnosis yang tepat. Karena gejala penyakit tomat sangat kompleks, diagnosis penyakit memerlukan keahlian khusus. Banyak penyakit tanaman tomat menunjukkan gejala visual yang tumpang tindih, seperti daun menguning, layu atau bercak. Stres lingkungan (seperti kekeurangan air atau nutrisi) juga dapat menyerupai gejala penyakit, membuat diagnosis lebih sulit. Seorang pakar memahami karakteristik unik dari berbagai patogen, tahapan perkembangan penyakit, dan kemampuan untuk membedakan penyakit patogenik dari non-patogenik. Untuk menerapkan strategi penanganan yang efektif, menghindari pemborosan sumber daya, dan mengurangi kerugian hasil panen, diagnosis yang akurat sangat penting.

Teknologi dapat membantu manusia untuk menyelesaikan permasalahan sehari-hari. Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk menemukan solusi dalam setiap permasalahan yang muncul yaitu menggunakan bantuan komputer melalui kecerdasan buatan. Salah satu cabang dari kecerdasan buatan yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan klasifikasi maupun prediksi adalah *Computer Vision* (Arifin et al., 2021). Penerapan *Computer vision* dalam sektor pertanian untuk proses analisis citra dan video yang dapat digunakan untuk deteksi hama dan penyakit. Deteksi hama dan penyakit melalui *computer vision* menerapkan algoritma yang akan dikonfigurasi ke dalam model, sehingga model memiliki database dan mampu mengenali objek pada tanaman.

Algoritma *You Only Look Once* (YOLO) merupakan salah satu algoritma yang digunakan untuk pendeteksian benda atau objek (Rahma et al., 2021). Algoritma ini banyak dipakai untuk deteksi objek seperti kendaraan, pejalan kaki, dan rambu lalu lintas dalam sistem pengawasan lalu lintas. Algoritma YOLO memiliki kemampuan yang cepat karena YOLO menggunakan *neural network* atau jaringan saraf dengan membagi gambar menjadi wilayah berukuran $s \times s$ dan kemudian setiap kotak pembatas di hitung probabilitas, sehingga cepat dalam mendeteksi objek (Agustina & Sukron, 2022).

Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi otomatis penyakit pada tanaman tomat dengan memanfaatkan teknologi *Computer Vision* dan algoritma YOLO (*you only look once*). Sistem ini diharapkan mampu membantu petani dalam mengidentifikasi secara cepat dan akurat beberapa jenis penyakit daun tomat, khususnya bercak kering (*early blight*), bercak

basah (*gray mold*), dan bercak melingkar (*target sport*). Secara kasat mata bentuk dan warna daun yang terserang virus maupun bakteri seringkali memiliki kemiripan, penggunaan teknologi ini dapat menjadi alternatif solusi untuk membedakan dan mengenali penyakit secara visual. Dengan demikian, petani dapat melakukan penanganan pertama secara cepat sebelum kerusakan tanaman menjadi semakin parah, serta mencegah penyebaran penyakit lebih lanjut pada tanaman tomat.

2. KAJIAN TEORITIS

1) Tanaman tomat (*Solanum lycopersicum*)

Tomat merupakan tanaman yang berasal dari daerah Andean, Amerika Selatan yang meliputi wilayah Chili, Ekuador, Bolivia, Kolumbia, dan Peru. Sebagian tomat spesies liar tersebar secara merata di negara-negara tersebut. Tomat yang didomestikasikan pertama kali ada di Meksiko, yakni tomat cherry (*Lycopersicon esculentum* var *cerasiformae*). Setelah itu tomat menyebar ke negara-negara Eropa, selanjutnya menyebar ke Cina, Asia, Termasuk ke Indonesia. Penyebaran tomat di Indonesia dimulai dari Filipina dan negara-negara Asia lainnya pada abad ke 18. Pada awalnya, tomat yang pertama kali ditanam oleh suku Inca dan suku Aztec ini masih berbuah kecil dan produktivitasnya juga masih rendah. Hal ini jelas berbeda dengan kondisi sekarang Buah tomat yang dihasilkan bisa menghasilkan bobot hingga 0,4 kg per buah atau 5-8 kg per buah (Fahlevi et al., 2024).

2) Penyakit Tomat

Tanaman tomat rentan terserang bakteri, virus, dan jamur, yang dapat menyebabkannya gagal berbuah, bahkan mati. Salah satu kendala peningkatan produksi Tomat di Indonesia adalah pengendalian OPT (*Plant Destroying Organisms*), suatu kondisi dimana tanaman tomat terserang hama busuk buah yang tidak berkembang secara normal, sehingga banyak petani memilih untuk memetik buah mereka lebih awal (Mbagho et al., 2023). Penyakit penting yang terdapat pada tanaman tomat menurut (Kotta et al., 2022) yaitu busuk daun (*Phytophthora infestans*), bercak coklat pada daun (*Alternaria solani*), kapang daun (*Fulvia fulva*), penyakit layu Fusarium (*Fusarium oxysporum*), layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*), TMV (*Tobacco Mosaic Virus*), CMV (*Cucumber Mosaic Virus*), penyakit keriting, dan penyakit daun kuning keriting.

3) Machine Learning

Menurut (Araf Aliwijaya & Hanny Chairany Suyono, 2023) machine learning dapat didefinisikan sebagai aplikasi komputer dan algoritma matematika yang diadopsi dengan

membentuk pembelajaran yang berasal dari data dan menghasilkan prediksi di masa yang akan datang. Adapun proses pembelajaran yang dimaksud adalah suatu usaha dalam memperoleh kecerdasan yang melalui dua tahap antara lain latihan (training) dan pengujian (testing). Machine Learning terbagi menjadi 2 macam konsep pembelajaran, yaitu Supervised Learning dan Unsupervised Learning. Supervised Learning merupakan teknik machine learning yang membuat suatu fungsi berdasarkan data latihan yang sudah ada. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa untuk teknik ini sudah tersedia data latihan secara detail dan terklasifikasi dengan baik, yang akan dijadikan sebuah model data saat dilakukan proses uji coba dengan data tes yang baru dan menghasilkan hasil keluaran yang sesuai seperti yang diharapkan sebelumnya berdasarkan data latihan yang ada (Fathurohman, 2021). Sedangkan Unsupervised Learning adalah teknik berdasarkan dataset yang merupakan input data untuk menyimpulkan pola atau respons menarik tanpa label yang tersedia sebelumnya (Haris et al., 2022).

4) *Computer Vision*

Computer vision merupakan ilmu dan teknologi mesin yang melihat. Dalam hal ini, arti “melihat” yaitu di mana mesin dapat mengekstrak informasi melalui gambar yang digunakan untuk berbagai macam fungsi tertentu. Data pada gambar dapat memproses berbagai bentuk seperti video, urutan gambar, ataupun dari data multi dimensi dalam scanner medis (Setiawan et al., 2021). Tujuannya adalah untuk membuat mesin yang dapat "melihat" dunia seperti persepsi manusia dan mampu mengambil keputusan berdasarkan informasi visual tersebut (Indra et al., 2023). Selain itu, computer vision merupakan suatu sistem yang memproses visual, secara otomatis mengintegrasikan sejumlah proses untuk persepsi seperti akuisisi citra, pengolahan citra, pengenalan dan membuat keputusan. Hubungan pengolahan citra dengan computer vision yaitu sebagai proses tahap awal dalam computer vision (Susim & Darujati, 2021). Salah satu penerapan dari bidang computer vision ini dengan melakukan pengawasan, misalnya untuk melakukan pendeteksian objek kendaraan.

5) YOLO (*You Only Look Once*)

Menurut (Sugandi & Hartono, 2022) YOLO adalah sebuah algoritma yang dikembangkan untuk mendeteksi sebuah objek secara *real-time*. Algoritma YOLO membutuhkan beberapa data gambar untuk dipelajari agar saat diimplementasikan pada suatu mesin, mesin dapat mendeteksi beberapa objek dan mengklasifikasikannya berdasarkan gambar yang dipelajari sebelumnya oleh algoritma YOLO. *You Only Look*

Once (YOLO) mempresentasikan *single convolutional network* secara bersamaan untuk prediksi area suatu objek. Model ini dilatih melalui gambar yang sudah disediakan dan langsung mencari cara yang terbaik untuk mengoptimalkan performanya secara mandiri. YOLO bertugas untuk membagi gambar menjadi grid berukuran $S \times S$. Apabila suatu objek berada dalam sel grid, sel tersebut bertanggung jawab untuk memprediksi objek tersebut (Ramadhani et al., 2024). Teknologi YOLO memiliki daya tarik yang tinggi karena kompatibilitasnya yang tinggi. Setengah dekade terakhir didominasi dengan hadirnya YOLOv8 pada tahun 2022. YOLO masuk ke komunitas CV pada tahun 2015 oleh Joseph Redmon (Ardiansyah et al., 2022).

3. METODE PENELITIAN

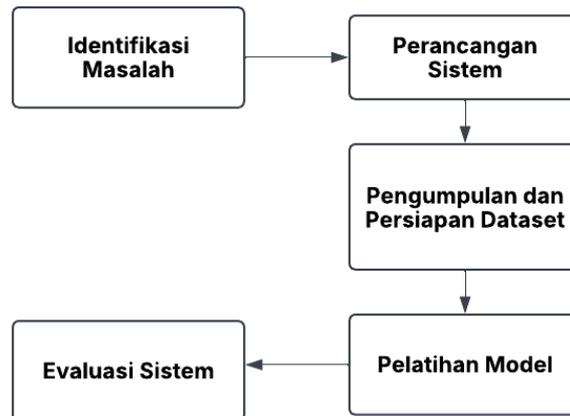
A. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D). Menurut (Fitriani et al., 2024), Penelitian dan Pengembangan adalah proses atau tahapan yang digunakan untuk membuat produk atau memperbaiki produk yang sudah ada. Peneliti menggunakan metode penelitian dan pengembangan karena perancangan sistem, pengembangan prototipe, pengujian dan evaluasi sistem hingga siap digunakan di lapangan.

Model prototyping digunakan dalam pengembangan sistem deteksi penyakit daun tomat untuk mengumpulkan informasi penting tentang kebutuhan pengguna secara cepat. Model ini berfokus pada penyajian elemen perangkat lunak yang dapat dilihat oleh pelanggan atau pemakai. Dievaluasi pemakai, dan digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengembangan perangkat lunak (Pricillia & Zulfachmi, 2021).

B. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian pengembangan sistem deteksi penyakit tanaman tomat seperti gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

1. Identifikasi Masalah

Tahap awal dimulai dengan melakukan observasi langsung ke lahan pertanian tomat serta wawancara dengan petani. Wawancara ini bertujuan untuk mengetahui metode tradisional yang biasa digunakan petani dalam mengenali penyakit daun tomat bercak kering (*early blight*), bercak basah (*gray mold*), bercak daun (*target spot*), serta kendala yang mereka hadapi dalam proses tersebut.

2. Perancangan Sistem

Sistem dirancang agar mampu mendeteksi dan mengkalifikasi tiga jenis penyakit daun tomat yaitu bercak kering (*early blight*), bercak basah (*gray mold*), bercak daun (*target spot*) dan melalui analisis citra digital.

3. Pengumpulan dan Persiapan Dataset

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

Dataset Primer: Gambar daun tomat yang diambil langsung di lahan pertanian tomat di daerah penelitian.

Dataset Sekunder: Gambar daun tomat yang diambil dari database *open source* dan publikasi terkait penyakit tanaman tomat.

Dataset dikelompokkan menjadi tiga kategori sesuai dengan jenis penyakit yang diteliti:

- a. Bercak kering (*early blight*): 110 gambar untuk pelatihan, 25 gambar untuk pengujian
- b. Bercak basah (*gray mold*): 110 gambar untuk pelatihan, 25 gambar untuk pengujian

- c. Bercak melingkar (*target spot*): 110 gambar untuk pelatihan, 25 gambar untuk pengujian

Total keseluruhan dataset adalah 330 gambar untuk pelatihan dan 75 gambar untuk pengujian. Pengambilan data dilakukan dengan mengumpulkan gambar daun yang terkena penyakit yang memiliki perbedaan pada pencahayaan, sudut pengambilan, serta tingkat keparahan penyakit. Proses anotasi dilakukan secara manual menggunakan perangkat lunak labelling untuk memberi tanda pada area yang terinfeksi menggunakan bounding box dan label yang sesuai dengan jenis penyakit. Selanjutnya, data dibagi menjadi dua bagian, yaitu 80% untuk data pelatihan dan 20% untuk data pengujian.

4. Pelatihan Model

Penelitian ini menggunakan model YOLOv8 sebagai algoritma deteksi objek. YOLOv8 dipilih karena kemampuannya dalam mendeteksi objek secara real-time dengan akurasi yang tinggi. Tahapan pelatihan model meliputi :

a. Konfigurasi Model

Dalam konfigurasi model deteksi penyakit daun tomat ini, digunakan YOLOv8n (nano) sebagai backbone atau model dasar. YOLOv8n dipilih karena ukurannya yang ringan namun tetap memiliki kemampuan deteksi objek yang baik, sehingga cocok digunakan pada perangkat dengan keterbatasan sumber daya. Ukuran input gambar yang digunakan adalah 640 x 640 piksel, yang merupakan ukuran standar untuk model YOLO dan memberikan keseimbangan antara kecepatan pemrosesan dan akurasi. Model ini dikonfigurasi untuk mendeteksi tiga kelas penyakit, yaitu *early blight*, *gray mold*, dan *target spot*.

b. Pengaturan Parameter Pelatihan

Pada proses pelatihan, model dilatih selama 50 epoch dengan *batch size* sebesar 16 untuk mengoptimalkan proses pembelajaran. *Learning rate* ditetapkan sebesar 0.01 dan dikendalikan oleh *cosine decay scheduler*, yang secara bertahap menurunkan nilai *learning rate* seiring berjalannya pelatihan agar model dapat melakukan konvergensi secara stabil. Optimizer yang digunakan adalah *Stochastic Gradient Descent* (SGD) dengan momentum sebesar 0.937 untuk mempercepat konvergensi dan menghindari jebakan pada minimum lokal. Model dilatih menggunakan fungsi loss gabungan, yang

terdiri dari *objectness loss*, *classification loss*, dan *bounding box regression loss* untuk memastikan performa deteksi yang optimal.

c. Proses Pelatihan

Pelatihan model dilakukan di Google Colab yang menyediakan akses ke GPU untuk mempercepat proses komputasi. Dataset pelatihan yang digunakan terdiri dari 330 gambar, dengan 20% di antaranya secara otomatis dipisahkan sebagai data validasi. Pemisahan ini bertujuan untuk memantau performa model selama pelatihan serta mencegah terjadinya *overfitting*. Selain itu, digunakan juga early stopping dengan *patience* 15 epoch, yaitu menghentikan pelatihan jika tidak ada peningkatan pada *validation loss* selama 15 epoch berturut-turut.

d. Penyimpanan Model

Setelah pelatihan selesai, model terbaik dipilih berdasarkan nilai *mean Average Precision* (mAP) tertinggi pada data validasi. Model ini kemudian disimpan dalam format *.pt*, yang merupakan format standar *PyTorch*, untuk keperluan pengujian dan implementasi lebih lanjut pada aplikasi atau sistem deteksi penyakit daun tomat yang dikembangkan.

5. Evaluasi Sistem

Evaluasi sistem dilakukan melalui pengujian *real-time* di lapangan untuk menilai performa model dalam kondisi operasional yang sesungguhnya. Evaluasi juga mencakup pengamatan terhadap kemampuan model dalam mendeteksi berbagai tingkat keparahan penyakit, mulai dari gejala awal hingga gejala lanjut, untuk mengukur sensitivitas sistem dalam mengidentifikasi dan mengklasifikasikan penyakit daun tomat secara tepat dan responsif.

6. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Dataset

Dataset yang dikembangkan dalam penelitian ini terdiri dari tiga jenis penyakit daun tomat yaitu bercak kering (*early blight*), bercak basah (*gray mold*), dan bercak melingkar (*target spot*). Total dataset awal yang berhasil dikumpulkan seperti tabel 1.

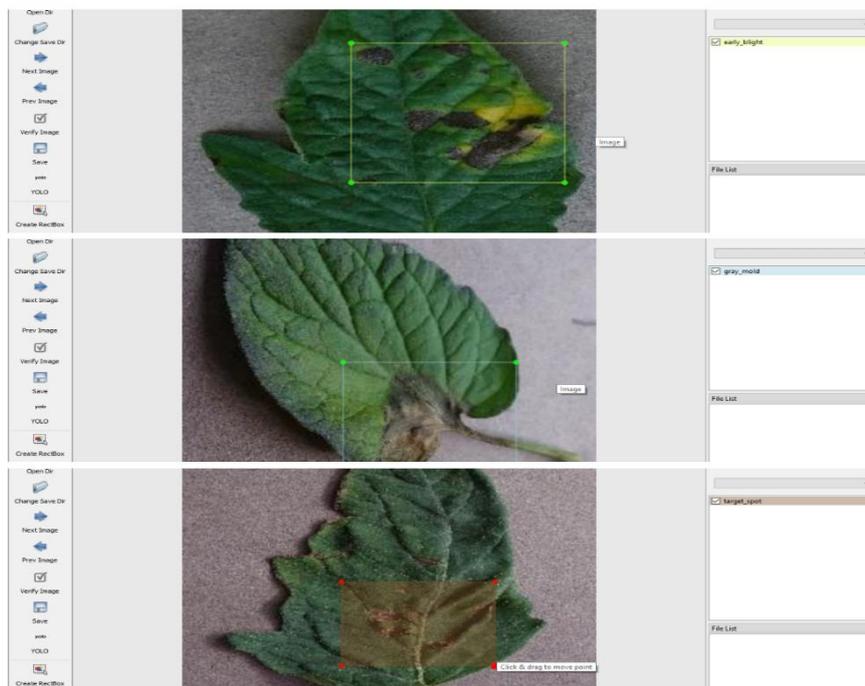
Tabel 1. Jumlah Dataset

Jenis Penyakit	Jumlah Data Training	Jumlah Data Testing	Total
<i>Early Blight</i>	110	25	135
<i>Gray Mold</i>	110	25	135
<i>Target Spot</i>	110	25	135
Total	330	75	405

Dataset primer diperoleh melalui pengambilan gambar secara langsung di lahan pertanian tomat. Sementara dataset sekunder diperoleh dari internet database publikasi ilmiah terkait penyakit tanaman. Semua gambar dalam dataset memiliki resolusi minimal 640x640 piksel untuk memastikan kualitas detail visual yang cukup untuk proses pelatihan model.

Hasil Anotasi Dataset

Proses anotasi dataset dilakukan secara manual menggunakan perangkat lunak *labelImg* dengan format YOLO. Setiap gambar dalam dataset dianotasi untuk menandai area yang terinfeksi penyakit dengan bounding box dan label sesuai kategori penyakit. Berikut adalah contoh anotasi untuk ketiga jenis penyakit seperti pada gambar 2.

**Gambar 2.** Proses Anotasi Dataset

B. Hasil Pelatihan Model YOLOv8

Konfigurasi Pelatihan

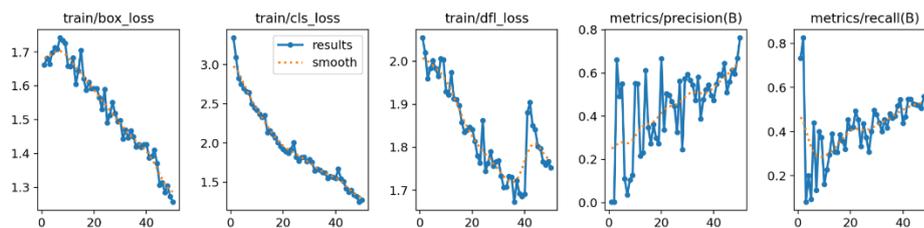
Model YOLOv8 dilatih dengan konfigurasi seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Parameter Pelatihan Model YOLOv8

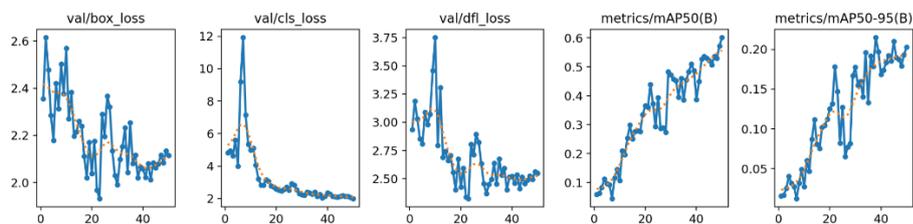
Parameter	Nilai
Ukuran model	YOLOv8n (nano)
Input size	640 x 640 piksel
Jumlah epoch	50
<i>Batch size</i>	16
<i>Learning rate awal</i>	0.01
Optimizer	SGD dengan momentum 0.937
<i>Learning rate scheduler</i>	<i>Cosine decay</i>
Early stopping	Patience 15 epoch
Waktu pelatihan	3.5 jam
Hardware	Google Colab (Tesla T4)

Grafik Pelatihan

Berikut adalah grafik yang menunjukkan proses pelatihan model YOLOv8 selama 50 epoch seperti pada gambar 3



Gambar 3. Grafik Loss Training dan Validasi selama Proses Pelatihan



Gambar 4. Grafik Precision, Recall, dan mAP selama Proses Pelatihan

Dari grafik di atas dapat diamati bahwa model menunjukkan tren konvergensi yang baik hingga epoch ke-50. Nilai *training loss* dan *validation loss* (*box loss*, *classification loss*, dan *distribution focal loss*) secara umum mengalami penurunan seiring bertambahnya epoch, menandakan proses pelatihan berjalan efektif.

Selain itu, metrik evaluasi seperti precision, recall, serta mAP@50 dan mAP@50-95 menunjukkan peningkatan bertahap yang stabil selama proses pelatihan. Hal ini mengindikasikan bahwa performa deteksi model terus membaik hingga akhir epoch. Secara keseluruhan, model telah berhasil belajar dan menunjukkan kinerja yang memadai untuk tugas deteksi penyakit daun tomat.

C. Hasil Pengujian Model

Pengujian pada Dataset Testing

Model YOLOv8 yang telah dilatih diuji menggunakan dataset testing yang terdiri dari 75 gambar (25 gambar untuk setiap jenis penyakit). Hasil evaluasi performa model pada dataset testing menunjukkan nilai-nilai seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Metrik Performa Model YOLOv8 pada Dataset Testing

Metrik	Nilai
mAP@0.5	0.60
mAP@0.5:0.95	0.21
Precision	0.56
Recall	0.52
F1-Score	0.54

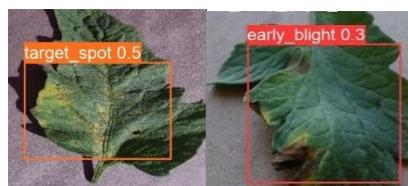
Performa Model YOLOv8 per Kelas Penyakit pada Dataset Testing

Tabel 4. Performa Model YOLOv8 per Kelas Penyakit pada Dataset Testing

Kelas Penyakit	Precision	Recall	F1-Score
Early Blight	0.600	0.833	0.698
Gray Mold	0.840	0.700	0.762
Target Spot	0.556	0.714	0.625

Berdasarkan hasil pengujian pada dataset testing, dapat disimpulkan bahwa model menunjukkan performa yang bervariasi untuk setiap kelas. Kinerja terbaik ditunjukkan pada kelas Gray Mold dengan nilai mAP@0.5 sebesar 0.84, yang mencerminkan kemampuan model dalam mengenali pola gejala penyakit tersebut dengan baik. Sementara itu, performa terendah terjadi pada kelas Target Spot dengan mAP@0.5 sebesar 0.60, mengindikasikan bahwa deteksi untuk kelas ini masih dapat ditingkatkan. Secara umum, model memperlihatkan kemampuan generalisasi yang cukup baik dan tidak mengalami penurunan performa signifikan antara data validasi dan data testing seperti pada tabel 4.

Pengujian Secara *Real-Time*



Gambar 5. Prediksi Secara Real-Time

Hasil pengujian deteksi penyakit pada tanaman tomat secara real-time menggunakan algoritma YOLOv8 menunjukkan kinerja yang menjanjikan, sebagaimana terlihat pada dua contoh sampel daun yang berhasil dideteksi. Pada gambar pertama, algoritma berhasil mengidentifikasi penyakit "*target_spot*" dengan *confidence score* sebesar 0.5, ditandai dengan *bounding box* berwarna oranye yang secara tepat mengelilingi area daun tomat yang menunjukkan bintik-bintik kecil berwarna kekuningan di sekitar tulang daun. Sementara pada gambar kedua, model mendeteksi "*early_blight*" dengan *confidence score* 0.3, divualisasikan dengan *bounding box* merah yang mencakup area pinggir daun yang mulai mengalami pengeringan dan perubahan warna menjadi kecoklatan.

7. KESIMPULAN

Implementasi sistem deteksi penyakit daun tomat menggunakan algoritma YOLOv8 berhasil mengidentifikasi tiga jenis penyakit umum pada tanaman tomat dengan tingkat akurasi yang bervariasi. Model YOLOv8n yang dikembangkan menunjukkan performa keseluruhan yang memadai dengan nilai mAP@0.5 sebesar 0.60 dan F1-Score 0.54 pada dataset pengujian, dengan kinerja terbaik ditunjukkan pada deteksi penyakit bercak basah (*gray mold*) yang mencapai precision 0.840. Pengujian dalam kondisi *real-time* memvalidasi kemampuan sistem untuk mendeteksi penyakit dalam berbagai kondisi pencahayaan dan jarak, yang berpotensi menjadi alat bantu berharga bagi petani tomat dalam mengidentifikasi penyakit tanaman secara

dini dan mengambil tindakan penanganan yang tepat untuk mencegah kerusakan tanaman yang lebih luas, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan mengurangi kerugian ekonomi akibat gagal panen..

DAFTAR REFERENSI

- Agustina, F., & Sukron, M. (2022). Deteksi kematangan buah pepaya menggunakan algoritma YOLO berbasis Android. *Jurnal Infokam*.
- Aliwijaya, A., & Suyono, H. C. (2023). Peluang implementasi artificial intelligence di perpustakaan: Kajian literatur. *Info Bibliotheca: Jurnal Perpustakaan dan Ilmu Informasi*, 4(2), 1–17. <https://doi.org/10.24036/ib.v4i2.397>
- Ardiansyah, M. R., Supit, Y., & Said, M. S. (2022). Sistem visi komputer untuk kalkulasi kepadatan kendaraan menggunakan algoritma YOLO. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknik Komputer*.
- Arifin, I., Haidi, R. F., & Dzalhaqi, M. (2021). Penerapan computer vision menggunakan metode deep learning pada perspektif generasi ulul albab. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 7(2), 98–107. <https://journal.nurulfikri.ac.id/index.php/jtt>
- Fadjeri, A., Muflih, G. Z., Sangadah, S., Suyatiningsih, & Astuti, T. (2023). Booster organik tanaman padi sebagai program ketahanan pangan Kelompok Tani Margo Raharjo Desa Jatiluhur Kecamatan Karanganyar Kabupaten Kebumen.
- Fahlevi, M. R., Putri, D. R. D., Indriani, U., Putri, F. A., & Nasution, F. S. (2024). Penerapan metode SMART dalam sistem pendukung keputusan rekomendasi benih tomat. *BRAHMANA: Jurnal Penerapan Kecerdasan Buatan*, 5(2), 305–314.
- Fathurohman, A. (2021). *Machine learning* untuk pendidikan: Mengapa dan bagaimana. *Jurnal Informatika dan Teknologi Komputer*, 1(3), 57–62.
- Fitriani, W., Wity, F. L., & Mando, L. B. F. (2024). Sistem informasi e-commerce tenun ikat menggunakan metode RAD di Rumah BUMN Ende. *JSISTEK: Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*, 2(1), 26–34. <https://doi.org/10.37478/jsistek.v2i1.3755>
- Haris, M. S., Khudori, A. N., & Kusuma, W. T. (2022). Perbandingan metode supervised *machine learning* untuk prediksi prevalensi stunting di Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*. <https://doi.org/10.25126/jtiik.202296744>
- Indra, D., Herman, H., & Budi, F. S. (2023). Implementasi sistem penghitung kendaraan otomatis berbasis *computer vision*. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, 12(1), 53–62. <https://doi.org/10.34010/komputika.v12i1.9082>
- Kotta, C. R., Paseru, D., & Sumampouw, M. (2022). Implementasi metode *convolutional neural network* untuk mendeteksi penyakit pada citra daun tomat. *Jurnal Pekommas*, 7(2).
- Mbagho, A. M., Meo, M. O., & Rinduh Iriane, G. (2023). Sistem pakar diagnosa hama penyakit tanaman tomat menggunakan metode forward chaining. *Jurnal InFact Sains dan Komputer*, 7(6).
- Mendrofa, A. N., Gea, N., & Gea, K. (2023). Pengaruh pupuk organik ampas kelapa terhadap pertumbuhan tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Jurnal Sapta Agricola*, 2. <https://jurnal.uniraya.ac.id/index.php/Agricola36>

- Mirzaq, M. F. G. El, & Helilintar, R. (2021). Sistem pakar diagnosa penyakit tanaman tomat menggunakan metode certainty factor.
- Pricillia, T., & Zulfachmi. (2021). *Survey paper*: Perbandingan metode pengembangan perangkat lunak (Waterfall, Prototype, RAD).
- Putri, A. W. (2021). Tahun 2021 implementasi *artificial neural network* (ANN) *backpropagation* untuk klasifikasi jenis penyakit pada daun tanaman tomat. *Jurnal Ilmiah Matematika*.
- Rahma, L., Syaputra, H., Mirza, A. H., & Purnamasari, S. D. (2021). Objek deteksi makanan khas Palembang menggunakan algoritma YOLO (*You Only Look Once*). *Jurnal Nasional Ilmu Komputer*, 2(3).
- Ramadhani, F., Satria, A., & Dewi, S. (2024). Identifikasi kendaraan bermotor pada dashcam mobil menggunakan algoritma YOLO. *Hello World: Jurnal Ilmu Komputer*, 2(4), 199–206. <https://doi.org/10.56211/helloworld.v2i4.466>
- Setiawan, F. B., Wijaya, O. J. A., Pratomo, L. H., & Riyadi, S. (2021). Sistem navigasi *automated guided vehicle* berbasis *computer vision* dan implementasi pada Raspberry Pi. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 17(1), 7–14. <https://doi.org/10.17529/jre.v17i1.18087>
- Sugandi, A. N., & Hartono, B. (2022). *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar*. Bandung.
- Susim, T., & Darujati, C. (2021). Pengolahan citra untuk pengenalan wajah (*face recognition*) menggunakan OpenCV. *Jurnal Syntax Admiration*, 2(3).