

Pengembangan Sistem Deteksi Penyakit Tanaman Tomat Melalui Citra Daun dengan Metode *You Only Look Once* (YOLO) Berbasis Android

Bagus Erwanto^{1✉}, Afu Ichsan Pradana², Dwi Hartanti³

^{1, 2, 3} Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Duta Bangsa Surakarta, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 13-05-2024

Direvisi : 21-05-2024

Diterima : 24-05-2024

Kata Kunci:

Pertanian; Android;
Deteksi; *You Only Look Once*; Penyakit daun tomat.

Keywords :

*Agriculture; Android;
Detection; You Only Look Once; Tomato leaf disease.*

ABSTRAK

Pertanian memiliki peran penting dalam ekonomi Indonesia, khususnya sub-sektor hortikultura seperti produksi buah dan sayuran. Budidaya tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) menjadi salah satu komoditas unggulan, namun serangan penyakit pada daun tomat menjadi tantangan utama yang dapat mengurangi hasil panen. Berbagai penelitian telah menyoroti kebutuhan akan solusi deteksi penyakit tanaman berbasis komputer vision untuk tomat. Penelitian ini fokus pada pengembangan aplikasi deteksi penyakit pada citra daun tomat berbasis Android menggunakan metode YOLO versi 8. Evaluasi model dilakukan menggunakan *confusion matrix* dan metrik seperti *precision*, *recall*, dan *mAP*. Hasilnya menunjukkan akurasi yang tinggi dalam mengklasifikasikan berbagai penyakit pada daun tomat. Hasil menunjukkan kinerja model yang baik dalam mengklasifikasikan berbagai jenis penyakit pada daun tomat, dengan *mAP* sebesar 96.6% dan *recall* sebesar 92.2% untuk seluruh kelas penyakit. Pengujian aplikasi dengan Black box testing menunjukkan kemampuan deteksi yang baik. Aplikasi ini berhasil dikembangkan dan dirilis sebagai "Plantify" di Appstore.

ABSTRACT

Agriculture plays a crucial role in Indonesia's economy, particularly in horticultural sub-sectors like fruit and vegetable production. Cultivation of tomatoes (Lycopersicum esculentum Mill) is one of the flagship commodities, but leaf disease attacks pose a major challenge that can reduce yields. Various studies have highlighted the need for computer vision-based plant disease detection solutions for tomatoes. This research focuses on developing a leaf disease detection application for tomato images on Android using the YOLO version 8 method. Model evaluation was conducted using a confusion matrix and metrics such as precision, recall, and mAP (mean Average Precision). The results demonstrate high accuracy in classifying various diseases on tomato leaves. The model showed good performance in classifying different types of tomato leaf diseases, achieving an mAP of 96.6% and recall of 92.2% across all disease classes. Black box testing of the application indicated strong detection capabilities. This application has been successfully developed and released as 'Plantify' on Appstore.

Corresponding Author :

Bagus Erwanto

Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Duta Bangsa Surakarta, Indonesia

Jl. Bhayangkara, No. 55., Tipes, Serengan, Surakarta

Email: 202040241@mhs.udb.ac.id

PENDAHULUAN

Pertanian memiliki peran sentral dalam pengembangan ekonomi Indonesia. Sub-sektor hortikultura, terutama dalam produksi buah dan sayuran, merupakan kontributor penting terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) negara (Kotta et al., 2022). Budidaya tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) menjadi salah satu komoditas unggulan di sektor ini. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), produksi tomat pada tahun 2021 mencapai 1,11 juta ton, meningkat sebesar 2,71 persen dari tahun sebelumnya. Konsumsi tomat oleh sektor rumah tangga juga mengalami kenaikan sebesar 6,93 persen. Meskipun produksi dan konsumsi meningkat, penyakit pada tanaman tomat tetap menjadi masalah serius. Penyakit pada daun tomat dapat mengakibatkan penurunan kualitas dan kuantitas buah yang dihasilkan, sehingga mempengaruhi ekonomi petani serta ketersediaan pasokan di pasar.

Saat ini, penanganan penyakit tanaman tomat masih dilakukan secara konvensional, dimana petani mengandalkan pengamatan langsung terhadap gejala penyakit pada daun. Pendekatan ini seringkali kurang efisien dan dapat menyebabkan kerugian besar. Oleh karena itu, diperlukan metode yang lebih canggih dan efektif dalam mendeteksi penyakit tanaman tomat dengan memanfaatkan teknologi terkini. Salah satu solusi yang telah terbukti efektif adalah metode Single Shot Detector (SSD) MobileNet. Penelitian oleh Brucal et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan SSD MobileNet V2 dalam mendeteksi penyakit daun tomat memiliki akurasi rata-rata 94,51% dan mean average precision (mAP) sebesar 92,45%. Namun, metode ini masih dapat ditingkatkan. Penelitian oleh Sabina & Aneesa (2022) mengungkapkan bahwa algoritma You Only Look Once (YOLO) menawarkan akurasi yang lebih baik dibandingkan SSD MobileNet, dengan keunggulan dalam deteksi yang cepat dan efisien.

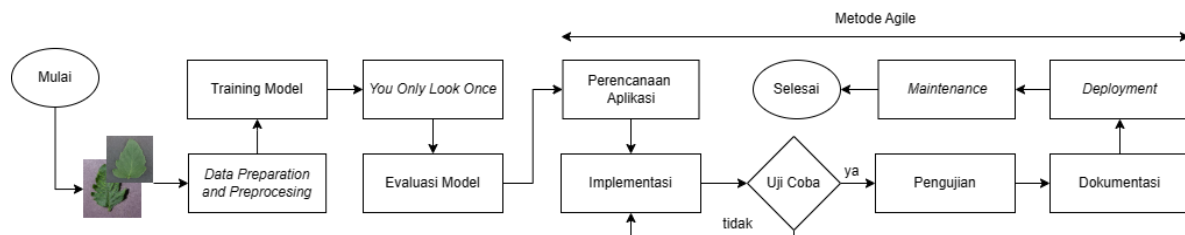
Berdasarkan kajian literatur menyoroti pentingnya pengembangan solusi inovatif, seperti teknologi deteksi penyakit tanaman berbasis komputer vision. Metode seperti *Single Shot Detector* (SSD) Mobilenet dan *You Only Look Once* (YOLO) telah terbukti efektif dalam mendeteksi penyakit daun tomat dengan akurasi yang tinggi. Penelitian oleh Sigitta R, Saputra R, Fathulloh F dengan menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mendeteksi penyakit pada daun tomat melalui citra daun, mencapai akurasi optimal hingga 95% (Sigitta et al., 2023). Di sisi lain, penelitian oleh Yuyun Hana Natbais dan Ari Bangkit Sanjaya Uumbu telah menghasilkan aplikasi berbasis Android yang dapat mendeteksi jenis penyakit pada daun tomat menggunakan model Tensorflow Lite, dengan tingkat akurasi mencapai 85.7% hingga 100% dari berbagai sumber gambar daun tomat, baik dari galeri maupun tangkapan kamera (Natbais & Uumbu, 2023). Pengembangan aplikasi berbasis Android untuk mendeteksi jenis penyakit daun tomat seperti yang di kembangkan penelitian sebelumnya.

Dalam konteks modernisasi pertanian, aplikasi berbasis Android memainkan peran dalam memberikan solusi terhadap tantangan yang dihadapi para petani. Pengembangan aplikasi berbasis Android yang memanfaatkan teknologi deteksi penyakit tanaman menjadi sangat penting untuk meningkatkan efisiensi dalam pengawasan terhadap penyakit yang menyerang tanaman tomat. Dengan aplikasi ini, petani dapat dengan mudah menggunakan kamera ponsel mereka untuk mengambil citra daun tomat secara langsung atau memilih foto yang telah tersimpan di galeri ponsel mereka. Dengan demikian, penggunaan metode *You Only Look Once* (YOLO) dalam platform Android diharapkan akan mempermudah petani khususnya petani tomat dalam mendeteksi penyakit dengan cepat dan akurat.

Penelitian ini bertujuan pada pengembangan aplikasi Android yang menggunakan metode *You Only Look Once* (YOLO) untuk mendeteksi penyakit pada tanaman tomat melalui citra daun. Aplikasi ini ditujukan untuk membantu meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses deteksi penyakit pada tanaman, sehingga dapat mendukung upaya peningkatan produktivitas pertanian, menjaga keberlanjutan lingkungan, dan memperkuat ketahanan pangan nasional. Diharapkan bahwa dengan pendekatan inovatif ini, dapat tercipta sistem yang responsif terhadap tantangan-tantangan baru dalam pertanian, memberikan kontribusi positif terhadap kesejahteraan ekonomi para petani, dan memperkuat ketahanan pangan nasional Indonesia (Saputra et al., 2024).

METODE PENELITIAN

Penjelasan mengenai urutan langkah-langkah penelitian ini diperlihatkan melalui sebuah *flowchart* yang terdapat dalam gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam artikel ini melibatkan pelatihan model *You Only Look Once* (YOLO) versi 8 dan pengembangan sistem deteksi penyakit pada daun tomat berbasis Android. Pada evaluasi kinerja model *You Only Look Once* (YOLO) dengan menggunakan *confusion matrix*, yang memungkinkan perbandingan antara nilai aktual dan nilai prediksi. Metrik seperti *precision*, *recall* dan *mAP* dihitung berdasarkan hasil *confusion matrix* untuk mengukur performa model dalam membedakan kelas penyakit pada citra daun tomat (Pradana & Wijianto, 2024). Dalam evaluasi pengujian YOLO dilakukan dengan menghitung *precision*, *recall*, *mAP* serta menghitung *loss* dan *acc* dapat menggunakan *confusion matrix* dengan menggunakan persamaan (1),(2),(3) sebagai berikut :

$$precision = \frac{TP}{TP+FP} \times 100\% \quad (1)$$

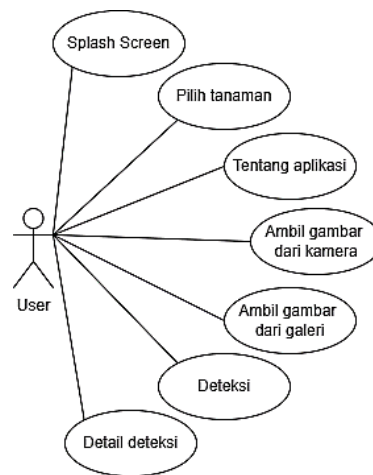
$$recall = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\% \quad (2)$$

$$mAP = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N AP_i \quad (3)$$

$$confidence = \frac{\Pr(class_i | object) \times \Pr(object) \times IoU_{\frac{truth}{pred}}}{\Pr(object) \in \{0,1\}} \quad (4)$$

Data loss digunakan untuk meningkatkan kinerja arsitektur algoritma yang dipilih selama proses pelatihan, sementara akurasi digunakan untuk mengevaluasi library dan modul dari OpenCV serta teknologi YOLO. Prediksi dilakukan menggunakan teknologi YOLO versi 8, di mana deteksi YOLO melibatkan pembagian gambar input menjadi grid SxS, di mana setiap grid memprediksi kotak pembatas B. Setiap kotak pembatas memiliki skor kepercayaan (*confidence score*) dan probabilitas kategori (*category probabilities*) yang bersyarat dengan C. Fungsi kerugian (*loss function*) menghitung jumlah kesalahan lebar, tinggi, dan kepercayaan (*confidence*) dari prediksi kotak menggunakan mean square error (Firgia & Thomas, 2023). Persamaan kepercayaan (*confidence*) dapat dinyatakan seperti pada persamaan (4).

Membangun sebuah sistem untuk mendeteksi penyakit pada daun tomat menggunakan platform Android dengan pendekatan Agile, sebuah metode pengembangan perangkat lunak yang menekankan iterasi dalam proses kerja untuk memudahkan perencanaan dan mengurangi risiko masalah (Gulo et al., 2023). yang memungkinkan adaptasi selama proses pengembangan untuk mengakomodasi perubahan kebutuhan pengguna. Tahapan metode Agile terdiri dari perencanaan kebutuhan aplikasi, pembuatan model *Machine Learning*, dan implementasi aplikasi mobile (Yulisa Geni, 2024). Setelah implementasi, tahap pengujian dilakukan untuk memastikan kinerja sistem optimal sesuai dengan kebutuhan pengguna. Proses dokumentasi kemudian dilakukan untuk mempermudah pemeliharaan sistem di masa depan. Tahap akhir adalah deployment, yang melibatkan pengiriman sistem kepada pengguna, penyediaan dukungan teknis, dan pengumpulan umpan balik (Alda, 2023).



Gambar 2. Use case diagram

Dalam pembuatan desain antarmuka pengguna grafis (GUI) aplikasi Android ini, tujuannya adalah untuk memberikan kemudahan kepada pengguna atau petani tomat dalam mendeteksi penyakit pada tanaman tomat melalui gambar daun yang disajikan pada diagram *use case* pada gambar 2 sebagai alur proses sistem (Noviranda et al., 2023). Arsitektur aplikasi Android ini dikembangkan menggunakan *framework React Native* dengan menggunakan bahasa *JavaScript*. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk memproses gambar daun tomat yang diambil melalui kamera atau dari galeri gambar pada perangkat mereka. Setelah gambar diunggah, citra tersebut kemudian diolah dan dideteksi menggunakan model YOLO yang telah terintegrasi dalam aplikasi Android melalui REST API dari Roboflow. Sebagai hasilnya, sistem memberikan prediksi terhadap jenis penyakit yang diduga ada pada daun tomat berdasarkan citra yang diunggah tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil *Pre-processing Data*

Data visual untuk pelatihan model diperoleh dari dataset publik *universe.roboflow.com* (student, 2023), yang mencakup 9 label atau kelas penyakit pada daun tanaman tomat, seperti *Early Blight*, *Healthy*, *Late Blight*, *Leaf Miner*, *Leaf Mold*, *Mosaic Virus*, *Septoria*, dan *Spider Mites*. Dengan jumlah total data yang diperoleh berjumlah sebanyak 14.799 label dengan ukuran 800x800 imgsz. Dalam proses pelatihan dibagi menjadi 82.64% sebanyak 12.230 data *train*, 11.60% sebanyak 1716 data *valid*, dan 5.75% sebanyak 853 data *test*. Berikut pada tabel 1 merupakan hasil dari pembagian data visual *train*, *valid*, *test*.

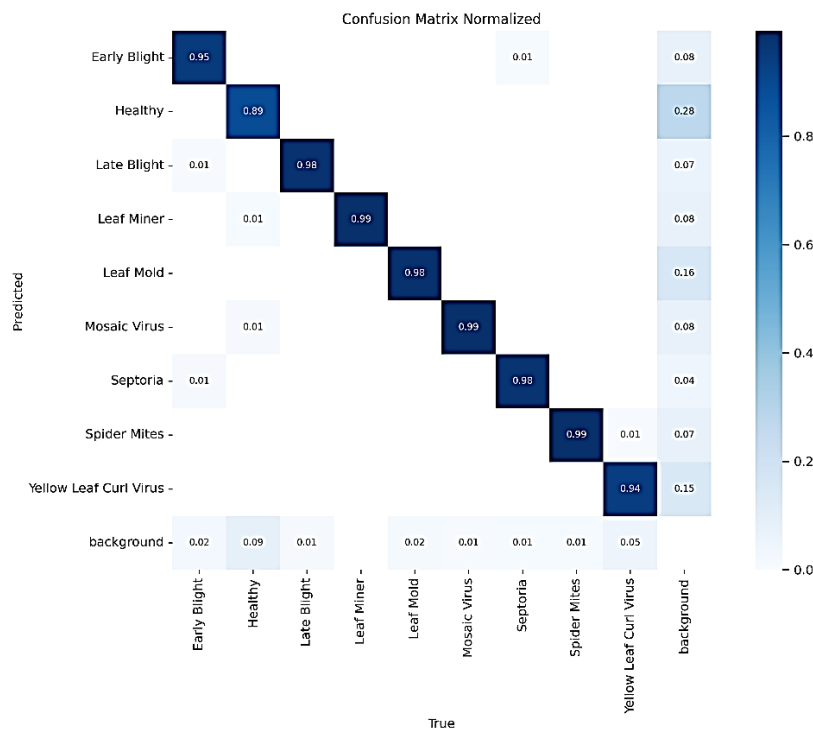
Tabel 1. Pembagian data visual *train*, *valid* dan *test*

Folder	label	Presentase
<i>Train</i>	12.230	82.64%
<i>Valid</i>	1716	11.60%
<i>Test</i>	853	5.75%

Hasil Evaluasi Model

Berikut ini pada gambar 3. merupakan hasil *confusion matrix* dengan menggunakan 14.799 gambar yang terdiri dari 9 kelas yaitu *Early Blight*, *Healthy*, *Late Blight*, *Leaf Miner*, *Leaf Mold*, *Mosaic Virus*, *Septoria*, dan *Spider Mites*. *Training* model menggunakan 10 epoch, 16 batch dan 800x800 imgsz. *Confusion matrix* memberikan wawasan terkait evaluasi dan akurasi model dalam

mengklasifikasikan performa model prediktif dalam mengkategorikan data ke dalam kelas-kelas yang telah ditentukan (Ardiansyah & Hasan, 2023).



Gambar 3. *Confusion matrix*

Pada gambar 3 diatas hasil evaluasi model yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai prediksi yang diperoleh dalam kelas-kelas penyakit daun tomat seperti *Early Blight*, *Late Blight*, *Leaf Miner*, *Leaf Mold*, *Mosaic Virus*, *Septoria*, dan *Spider Mites* memiliki nilai *true positif* lebih dari sama dengan 0.94 kecuali kelas *healthy* yang memiliki nilai *true positif* terkecil 0.89. Hasil dari *confusion matrix* ini akan dilanjutkan dengan evaluasi performa dataset.

Hasil *precision*, *recall*, *mAP* yang didapatkan untuk keseluruhan data pada proses training model dengan 10 epoch disajikan pada tabel 2.

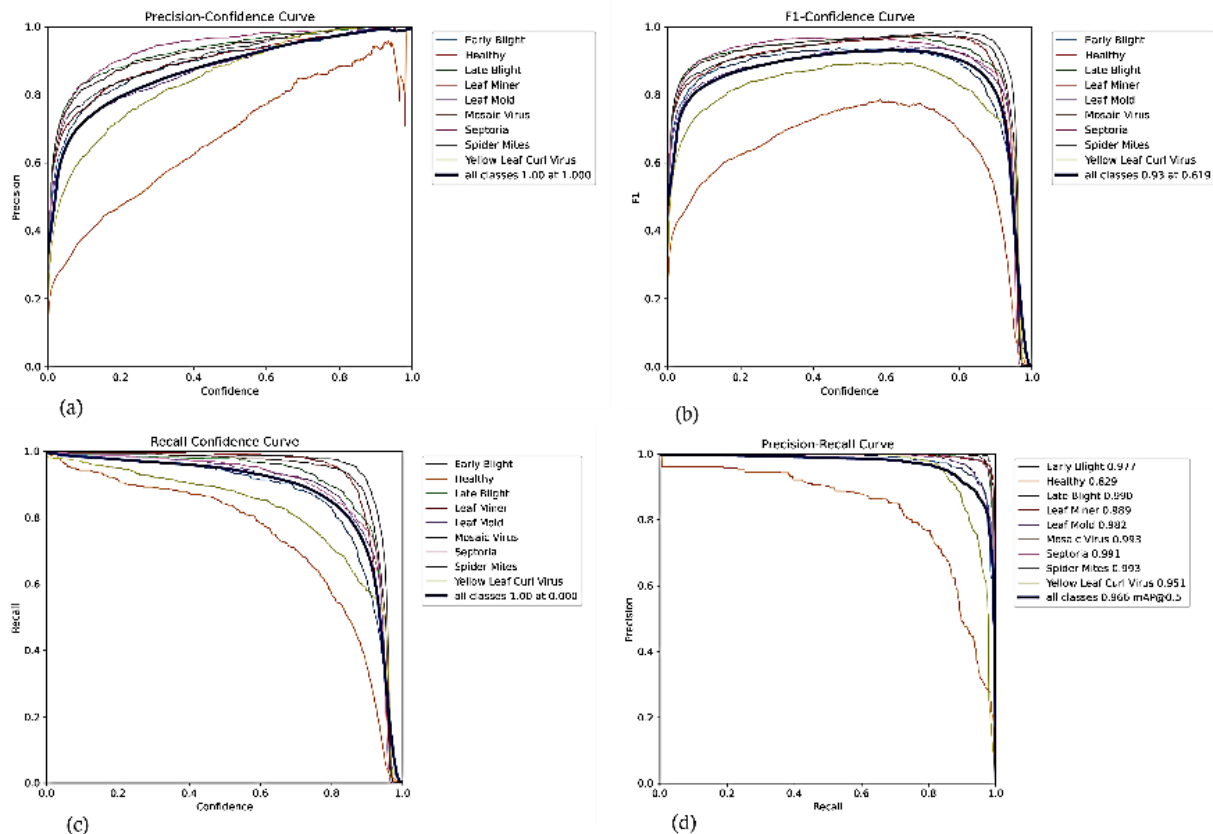
Tabel 2. Evaluasi performa dataset

Kelas Penyakit	Images / label	P	R	mAP50	mAP50-95
<i>All</i>	1716	0.94	0.922	0.966	0.893
<i>Early Blight</i>	1716	0.944	0.911	0.977	0.893
<i>Healthy</i>	1716	0.789	0.757	0.829	0.656
<i>Late Blight</i>	1716	0.976	0.962	0.99	0.94
<i>Leaf Miner</i>	1716	0.949	0.986	0.989	0.936
<i>Leaf Mold</i>	1716	0.942	0.938	0.982	0.926
<i>Mosaic Virus</i>	1716	0.967	0.975	0.993	0.95
<i>Septoria</i>	1716	0.982	0.939	0.991	0.937
<i>Spider Mites</i>	1716	0.964	0.986	0.993	0.957
<i>Yellow Leaf Curl Virus</i>	1716	0.946	0.842	0.951	0.838

Berikut hasil dari tabel 2 dapat disimpulkan mengenai evaluasi performa pada dataset yang digunakan pada penelitian ini mengukur hasil data latih menggunakan parameter *mAP@IoU 0.5*, *mAP @IoU 0.5:0.95*, *precision*, *recall* secara keseluruhan dari kelas yang dilatih yaitu 96.6%, 89.3%, 94%, 92.2%. Pada pengukuran evaluasi performa tersebut semakin besar nilai nya atau mendekati 100% maka kinerja dari model YOLO tersebut semakin baik. Dengan kesimpulan untuk hasil *mAP@IoU* dari data kelas *healthy* yaitu 82.9% lebih rendah jika dibandingkan dengan kelas

lainnya, sedangkan untuk hasil $mAP@IoU$ 0.5 tertinggi di hasilkan oleh kelas penyakit *Mosaic Virus* dan *Spider Mites*.

Berikut pada gambar 4. Grafik *Precision-Confidence Curve* (a), Grafik *Recall-Confidence Curve* (b), Grafik *F1-Confidence Curve* (c), Grafik *Precision-Recall Curve* (d). Grafik *precision*, *recall* dan *F1* dihasilkan dari proses *training* model YOLO dengan 10 epoch, 16 batch dan 800x800 imgs.

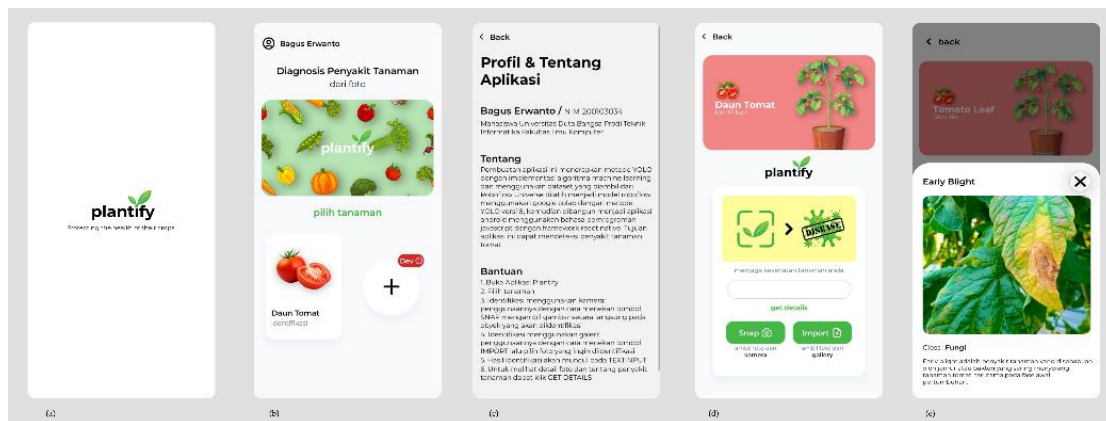


Gambar 4. Grafik *Precision-Confidence Curve* (a), Grafik *Recall-Confidence Curve* (b), Grafik *F1-Confidence Curve* (c), Grafik *Precision-Recall Curve* (d)

Hasil pada grafik *precision-confidence curve*(a) dari hasil *training* didapatkan, *precision* dengan nilai maksimal 1.00 terhadap nilai *confidence* 1.000. Pada grafik *F1-confidence curve*(b) dari hasil *training* didapatkan, *f1* menghasilkan nilai maksimal 0.93 terhadap nilai *confidence* 0.619. Pada grafik *recall-confidence curve*(c) dari hasil *training* didapatkan, *recall* menghasilkan nilai maksimal 1.00 terhadap nilai *confidence* 0.000. Pada grafik *precision recall curve*(d) dari hasil *training* didapatkan, *precision recall* menghasilkan nilai maksimal 0.966 terhadap nilai $mAP@0.5IoU$. Semakin tinggi skor mAP , maka semakin baik performa yang didapatkan (Anwar et al., 2023).

Hasil Implementasi Aplikasi

Berdasarkan informasi yang terkumpul, data tersebut kemudian dianalisis dan digunakan untuk menerapkan sistem menggunakan bahasa *Javascript* dengan framework *React Native*. Proses implementasi antarmuka pengguna (UI) dilakukan melalui aplikasi Figma, dengan beberapa asset yang diambil dari sumber-sumber gratis dan tersedia bebas di Google serta inventaris Figma (Yulisa Geni, 2024). Hasilnya adalah aplikasi Android yang menarik secara desain, sebagaimana terlihat pada gambar 5 berikut.

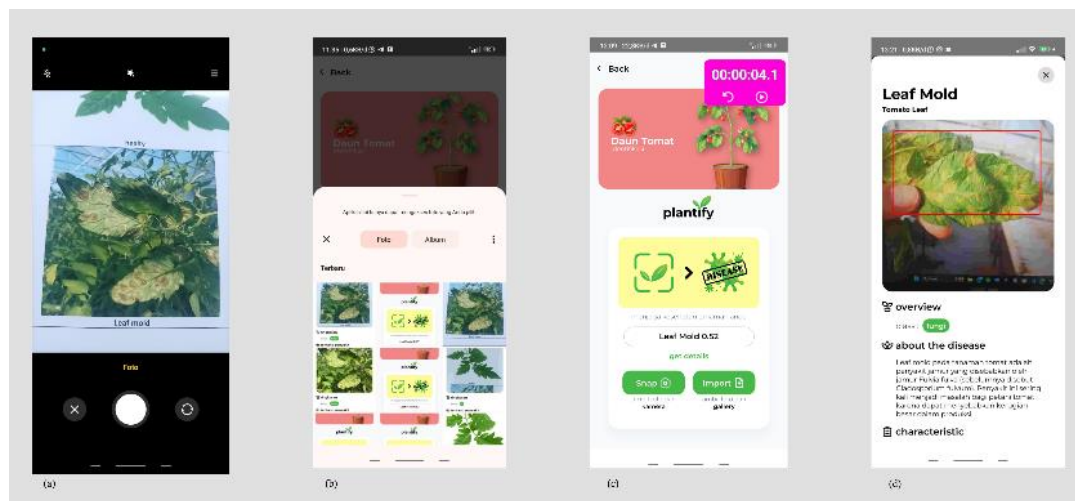


Gambar 5. Tampilan *splash screen*(a), Tampilan pilih tanaman(b), Tampilan tentang aplikasi(c), Tampilan deteksi(d), Tampilan detail deteksi(e)

Pada antarmuka deteksi, memiliki dua opsi menu, yaitu kamera dan galeri. Kedua opsi tersebut diuji untuk mendeteksi penyakit yang ada pada daun tanaman tomat. Menu kamera berfungsi untuk mengambil foto langsung menggunakan fitur kamera, sedangkan menu galeri berfungsi untuk memilih foto dari galeri perangkat. Sebagai hasilnya, gambar akan dikirimkan ke server Roboflow dan akan memberikan reponse prediksi terhadap jenis penyakit yang diduga ada pada daun tomat tersebut yang akan ditampilkan nama penyakit dengan nilai probabilitasnya (Andri Heru Saputra & Dhomas Hatta Fudholi, 2021).

Hasil Pengujian Aplikasi

Pengujian ini menerapkan pendekatan *Black box testing* yang difokuskan pada spesifikasi dan fungsi perangkat lunak (Nur Ichsanudin et al., 2022). Untuk pengujian lanjut, kami menggunakan tiga perangkat Android yang berbeda dan mengambil gambar uji dari Google sebagai referensi. Hasil uji aplikasi ditunjukkan pada gambar 6 berikut.



Gambar 6. Uji fitur kamera (a), Uji fitur galeri(b), Uji fitur deteksi(c), Uji fitur detail deteksi(d)

Pada pengujian fitur kamera(a) berhasil dilakukan dengan meng-klik *button snap*, pengujian fitur galeri(b) berhasil dilakukan dengan meng-klik *button import*, pengujian fitur deteksi(c) berhasil dilakukan dengan response API deteksi yang ditampilkan pada *text box*, pengujian detail deteksi(d) berhasil dilakukan dengan meng-klik *touchable opacity get details*.

Sedangkan hasil pengujian deteksi penyakit daun tomat menggunakan 9 jenis gambar penyakit dengan pengambilan gambar berulang. Pengambilan gambar berulang bertujuan untuk mengetahui keakuratan aplikasi dalam mendeteksi penyakit. hasil uji jenis penyakit ditujukan pada tabel 3-11 secara berturut-turut berikut ini.

Tabel 3. Hasil pengujian *Black Box Testing* Poco M3 Pro 5G

Merek HP	Spesifikasi Kamera	Probabilitas Jenis Penyakit				Benar/Salah
		Kamera	Waktu /Detik	Galeri	Waktu /Detik	
Poco M3 Pro 5G	48 MP	<i>Leaf Miner</i> 0.83	5.8	<i>Leaf Miner</i> 0.93	4.2	Benar
		<i>Early Blight</i> 0.98	6.4	<i>Early Blight</i> 0.95	5.2	Benar
		<i>Healthy</i> 0.75	7	<i>Healthy</i> 0.72	5.5	Benar
		<i>Late Blight</i> 0.87	7	<i>Late Blight</i> 0.92	3.6	Benar
		<i>Leaf Mold</i> 0.87	5.5	<i>Leaf Mold</i> 0.52	4.1	Benar
		<i>Mosaic Virus</i> 0.63	7.9	<i>Mosaic Virus</i> 0.95	7.7	Benar
		<i>Septoria</i> 0.90	7	<i>Septoria</i> 0.93	5.3	Benar
		<i>Spider Mites</i> 0.92	7.6	<i>Spider Mites</i> 0.92	4.5	Benar
		<i>Yellow Leaf</i> 0.83	5.9	<i>Yellow Leaf</i> 0.89	4.4	Benar

Dari tabel 3 pengujian *Black Box Testing* Poco M3 Pro 5G tersebut dapat dilihat bahwa prediksi untuk semua kelas penyakit sudah benar dengan melihat perbandingan hasil deteksi kamera dengan galeri.

Tabel 4. Hasil pengujian *Black Box Testing* Infinix Note 11

Merek HP	Spesifikasi Kamera	Probabilitas Jenis Penyakit				Benar/Salah
		Kamera	Waktu /Detik	Galeri	Waktu /Detik	
Infinix Note 11	64 MP	<i>Leaf Miner</i> 0.90	2.6	<i>Leaf Miner</i> 0.91	2.2	Benar
		<i>Early Blight</i> 0.88	2.3	<i>Early Blight</i> 0.95	3.1	Benar
		<i>Leaf Miner</i> 0.73	2	<i>Healthy</i> 0.74	3	Salah
		<i>Late Blight</i> 0.90	3.9	<i>Late Blight</i> 0.92	2.9	Benar
		<i>Leaf Mold</i> 0.84	2.5	<i>Leaf Mold</i> 0.50	1.3	Benar
		<i>Mosaic Virus</i> 0.77	3.3	<i>Mosaic Virus</i> 0.95	5.7	Benar
		<i>Septoria</i> 0.93	5.4	<i>Septoria</i> 0.93	2	Benar
		<i>Spider Mites</i> 0.75	5.4	<i>Spider Mites</i> 0.92	2.1	Benar
		<i>Yellow Leaf</i> 0.61	4.6	<i>Yellow Leaf</i> 0.89	2	Benar

Dari tabel 4 pengujian *Black Box Testing* Infinix Note 11 tersebut dapat dilihat bahwa prediksi untuk semua kelas penyakit sudah relatif baik dengan melihat perbandingan hasil deteksi kamera dengan galeri, namun terdapat 1 kesalahan deteksi yaitu pada kelas *healthy*. Ini disebabkan oleh ketidakseimbangan atau kekurangan jumlah dataset yang mempengaruhi proses pelatihan dan validasi. Hasil ini diperkuat dengan nilai mAP@IoU yang hanya 82.9% pada kelas *healthy*.

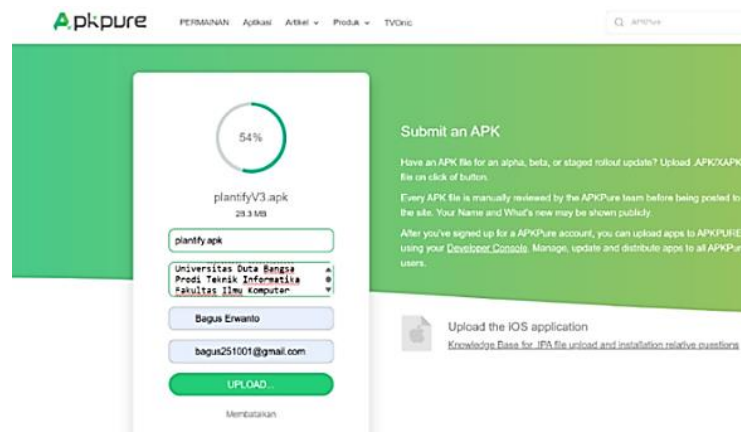
Tabel 5. Hasil pengujian *Black Box Testing* Realme 5 Pro

Merek HP	Spesifikasi Kamera	Probabilitas Jenis Penyakit				Benar/Salah
		Kamera	Waktu /Detik	Galeri	Waktu /Detik	
Realme 5 Pro	48 MP	<i>Leaf Miner</i> 0.83	3.9	<i>Leaf Miner</i> 0.92	2.9	Benar
		<i>Early Blight</i> 0.90	6.4	<i>Early Blight</i> 0.95	3.4	Benar
		<i>Healthy</i> 0.75	5.5	<i>Healthy</i> 0.74	2.8	Benar
		<i>Late Blight</i> 0.86	5.5	<i>Late Blight</i> 0.92	2.8	Benar
		<i>Leaf Mold</i> 0.63	4	<i>Leaf Mold</i> 0.50	4.5	Benar
		<i>Mosaic Virus</i> 0.70	5	<i>Mosaic Virus</i> 0.95	6.8	Benar
		<i>Septoria</i> 0.92	4.5	<i>Septoria</i> 0.93	2.9	Benar
		<i>Spider Mites</i> 0.85	5	<i>Spider Mites</i> 0.92	3.4	Benar
		<i>Yellow Leaf</i> 0.88	4.7	<i>Yellow Leaf</i> 0.90	4	Benar

Dari tabel 5 pengujian *Black Box Testing* Realme 5 Pro tersebut dapat dilihat bahwa prediksi untuk semua kelas penyakit sudah benar dengan melihat perbandingan hasil deteksi kamera dengan galeri.

Hasil Deployment Aplikasi

Pada penelitian ini menggunakan metode agile yang pada salah satu tahapannya terdapat proses *deployment*. Berikut adalah bagian tahapan *deployment* yang ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Deployment aplikasi *plantify*

Setelah pengujian dan perbaikan aplikasi atau perangkat lunak yang telah dibangun kemudian aplikasi di rilis ke Apkpure dengan nama aplikasi *Plantify* untuk dapat digunakan oleh user dengan cara mengunduh dan memasang aplikasi tersebut secara langsung.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan berhasil mengembangkan sistem deteksi penyakit pada daun tomat berbasis Android dengan menggunakan model *You Only Look Once* (YOLO). Evaluasi kinerja model dilakukan melalui berbagai metrik seperti *precision*, *recall*, dan *mean Average Precision* (mAP), yang menggambarkan kemampuan model dalam mengklasifikasikan berbagai jenis penyakit pada daun tomat. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model YOLO versi 8 memiliki kinerja yang baik dengan mAP@IoU 0.5 sebesar 96.6% dan recall sebesar 92.2%, menunjukkan kemampuan model dalam mengidentifikasi penyakit daun tomat dengan akurat.

Saran

Berdasarkan kesimpulan saran untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut adalah melakukan evaluasi terhadap performa model YOLO versi 8 dengan mempertimbangkan penggunaan teknologi atau hardware yang lebih canggih, seperti memanfaatkan GPU yang lebih kuat atau mempercepat proses inferensi dengan memanfaatkan teknologi komputasi yang terdistribusi, untuk meningkatkan kecepatan dan akurasi deteksi penyakit pada daun tomat dalam implementasi aplikasi berbasis Android..

REFERENSI

- Alda, M. (2023). Pengembangan Aplikasi Penggajian Karyawan Dengan Menggunakan Metode Agile Berbasis Mobile Android. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, 12(1), 43–51. <https://doi.org/10.34010/komputika.v12i1.8030>
- Andri Heru Saputra, & Dhomas Hatta Fudholi. (2021). Realtime Object Detection Masa Siap Panen Tanaman Sayuran Berbasis Mobile Android Dengan Deep Learning. *Jurnal RESTI*

- (*Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi*), 5(4), 647–655. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i4.3190>
- Anwar, M., Kristian, Y., & Setyati, E. (2023). CLASSIFICATION OF CHILI PLANT DISEASES EQUIPPED WITH LEAF AND FRUIT IMAGE SEGMENTATION USING YOLO V7. *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 6(1).
- Ardiansyah, A., & Hasan, N. F. (2023). Deteksi dan Klasifikasi Penyakit Pada Daun Kopi Menggunakan YOLOv7. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer)*, 12(1), 30–35. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v12i1.1545>
- Badan Pusat Statistik. (2021). Produksi tanaman sayuran 2021. Diakses pada 15 Mei 2024 dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/ZUhFd1JtZzJWVpQWTJsV05XTlIhVmhrRSzFoNFFUMDkjMw==/produksi-tanaman-sayuran-menurut-provinsi-dan-jenis-tanaman--2021.html?year=2021>
- Brucal, S. G., De Jesus, L. C., De Los Santos, J., Mendoza, M. J., Harion, K., Reyes, G. A., Nevalasca, D., & Reyes, J. K. (2023). Development of Tomato Leaf Disease Detection using Single Shot Detector (SSD) Mobilenet V2. *International Journal of Computing Sciences Research*, 7, 1857–1869. <https://doi.org/10.25147/ijcsr.2017.001.1.136>
- Firgia, L., & Thomas, S. (2023). Deteksi Jenis Penyakit Dan Hama Pada Tanaman Jagung Menggunakan Arsitektur Spatial Pyramid Pooling Pada YOLOv5s. *Jurnal Riset Sistem Informasi Dan Teknik Informatika (JURASIK)*, 8(2), 452–459. <https://tunasbangsa.ac.id/ejurnal/index.php/jurasik>
- Gulo, V. B., Triayudi, A., & Iskandar, A. (2023). Sistem Informasi Aplikasi Pemesanan Makanan Restoran Berbasis Web Menggunakan Metode Agile Development. *Jurnal Riset Komputer*, 10(1), 2407–389. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v10i1.5633>
- Kotta, C. R., Paseru, D., Sumampouw, M., Informatika, T., Katolik De La Salle Manado, U., & Kombos Manado -, K. I. (2022). Implementasi Metode Convolutional Neural Network untuk Mendeteksi Penyakit pada Citra Daun Tomat Implementation of Convolutional Neural Network Method to Detect Diseases in Tomato Leaf Image. In *Jurnal_Pekommas_Vol._7_No (Vol. 2)*.
- Leaf disease. (2024). Tomatos Dataset [Open Source Dataset]. Roboflow Universe. Roboflow. Retrieved from <https://universe.roboflow.com/leaf-disease-xhtpq/tomatos-wqajc>
- Natbais, Y. H., & Umbu, A. B. S. (2023). Aplikasi Deteksi Penyakit pada Daun Tomat Berbasis Android Menggunakan Model Terlatih Tensorflow Lite. *TEKNOTAN*, 17(2), 83. <https://doi.org/10.24198/jt.vol17n2.1>
- Noviranda, R., Saleh, A., Kunci, K., & Siswa Baru, P. (2023). *RANCANG BANGUN APLIKASI PENERIMAAN PESERTA DIDIK BARU (PPDB) DI SMK YAYASAN PENDIDIKAN KELUARGA MEDAN (SMK YPK MEDAN) DENGAN METODE AGILE BERBASIS ANDROID* (Vol. 2, Issue 2). <https://ejournal.abivasi.id/index.php/SmartAI>
- Nur Ichsanudin, M., Yusuf, M., Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, S., Teknik Industri, J., AKPRIND Yogyakarta, I., & Artikel, R. (2022). PENGUJIAN FUNGSIONAL PERANGKAT LUNAK SISTEM INFORMASI PERPUSTAKAAN DENGAN METODE BLACK BOX TESTING BAGI PEMULA INFO ARTIKEL ABSTRAK. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Ilmu Komputer*, 1(2), 1–8. <https://doi.org/10.55123>
- Pradana, A. I., & Wijiyanto, W. (2024). Identifikasi Jenis Kelamin Otomatis Berdasarkan Mata Manusia Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) dan Haar Cascade

- Classifier. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(1), 502–511. <https://doi.org/10.33379/gtech.v8i1.3814>
- Sabina & Aneesa (2022). Object Detection using YOLO And Mobilenet SSD: A Comparative Study. www.ijert.org
- Saputra, A. I., Weni, I., Khaira, U., Info, A., & Kunci, K. (2024). *Implementasi Metode Convolutional Neural Network Untuk Deteksi Penyakit Pada Tanaman Kopi Arabika Melalui Citra Daun Berbasis Android*. 4(1), 41–51. <https://doi.org/10.51454/decode.v4i1.231>
- Sigitta, R. C., Saputra, R. H., & Fathulloh, F. (2023). Deteksi Penyakit Tomat melalui Citra Daun menggunakan Metode Convolutional Neural Network. *AVITEC*, 5(1), 43. <https://doi.org/10.28989/avitec.v5i1.1404>
- Student. (2023). Tomata Leaf Disease Dataset [Open Source Dataset]. Roboflow Universe. Roboflow. Retrieved from <https://universe.roboflow.com/student-nrpvc/tomata-leaf-disease>
- Yulisa Geni, B. (2024). *PERANCANGAN APLIKASI BELANJA ONLINE TRICKY MENGGUNAKAN METODE AGILE BERBASIS MOBILE*. 13(1).