

**RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KONDISI TANAMAN
TOMAT BERBASIS WEB MENGGUNAKAN ARSITEKTUR
YOLOv12**

TUGAS AKHIR

Diajukan oleh:

FAJAR

NIM. 220705018

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi

Program Studi Teknologi Informasi



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH 2026 M/1447H**

**RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KONDISI TANAMAN
TOMAT BERBASIS WEB MENGGUNAKAN ARSITEKTUR
YOLOv12**

TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai salah satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
Dalam Ilmu/Prodi Teknologi Informasi

Oleh:

**FAJAR
220705018**

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknologi Informasi**

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan oleh:

Pembimbing I,



Khaifan AR M.Kom
NIP. 198607042014031001

Pembimbing II,



Raihan Islamadina, M.T
NIP. 198901312020122011

Mengetahui,
Ketua Program Studi,



Malahayati, M.T.
NIP. 198301272015032003

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KONDISI TANAMAN TOMAT BERBASIS WEB MENGGUNAKAN ARSITEKTUR YOLOv12

TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan
Lulus Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S1)
Dalam Program Studi Teknologi Informasi

Pada Hari/Tanggal: Kamis, 15 Januari 2026 M
26 Rajab 1447 H

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir:

Ketua,

Malahayati, M.T.

NIP. 198301272015032003

Sekretaris,

Raihan Islamadina, M.T.

NIP. 198901312020122011

Penguji I,

Khairan AR, M. Kom

NIP. 198607042014031001

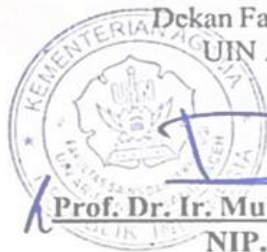
Penguji II,

Firmansyah, S.Kom., M.T.

NIP. 198704212015031002

Mengetahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



Prof. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU

NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fajar
NIM : 220705018
Program Studi : Teknologi Informasi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Rancang Bangun Sistem Deteksi Kondisi Tanaman
Tomat Berbasis Web Menggunakan Arsitektur
Yolov12

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 20 Januari 2026

Yang Menyatakan


Fajar

ABSTRAK

Produktivitas tanaman tomat (*Solanum lycopersicum L.*) seringkali mengalami penurunan signifikan akibat serangan penyakit daun yang lambat diidentifikasi. Metode identifikasi konvensional melalui pengamatan visual memiliki keterbatasan dalam hal subjektivitas pengamat dan efisiensi waktu, terutama pada lahan yang luas. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem deteksi penyakit daun tomat berbasis web yang mampu memberikan diagnosis secara cepat dan akurat. Sistem dikembangkan menggunakan algoritma *Deep Learning* terbaru, yaitu YOLOv12 (*You Only Look Once* version 12), yang diintegrasikan ke dalam antarmuka web modern menggunakan teknologi *React.js* pada sisi *client* dan *FastAPI* pada sisi *server*. Dataset yang digunakan meliputi 10 kelas kondisi daun, terdiri dari 9 jenis penyakit dan 1 kondisi sehat, yang telah melalui proses augmentasi untuk menyeimbangkan distribusi data. Berdasarkan hasil pengujian pada data uji (*testing set*), model YOLOv12 menunjukkan performa yang superior dengan nilai *mean Average Precision* (mAP@0.5) mencapai 97,67% dan *F1-Score* sebesar 98,22%. Pengujian fungsional menggunakan metode *Black Box Testing* mengonfirmasi bahwa seluruh fitur sistem berjalan valid, mulai dari autentikasi pengguna, penyimpanan citra di *cloud*, hingga visualisasi hasil diagnosis. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi teknologi tepat guna bagi petani dalam memitigasi risiko gagal panen melalui deteksi penyakit yang lebih dini dan presisi.

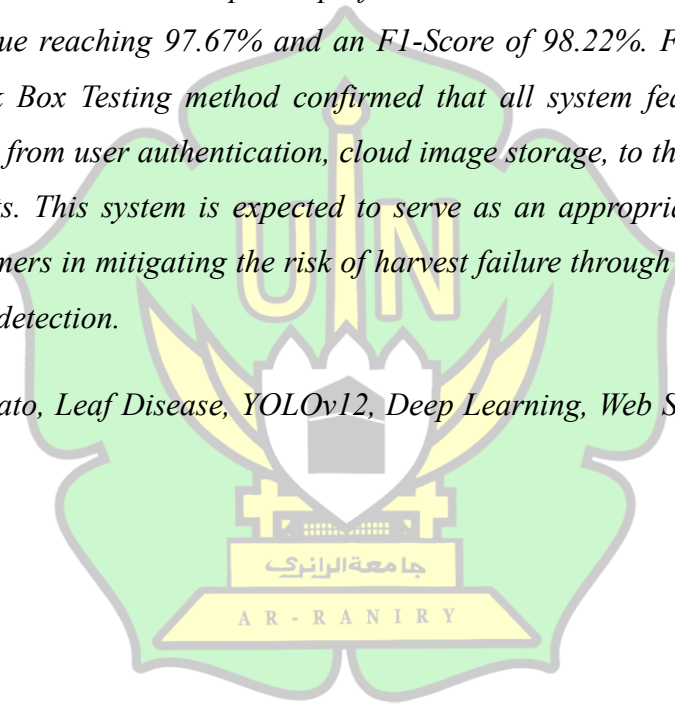
Kata Kunci: Tomat, Penyakit Daun, YOLOv12, *Deep Learning*, Sistem Web, *Computer Vision*.

ABSTRACT

The productivity of tomato plants (Solanum lycopersicum L.) often declines significantly due to leaf disease attacks that are slow to identify. Conventional identification methods through visual observation have limitations regarding observer

subjectivity and time efficiency, especially in large farming areas. This study aims to design and build a web-based tomato leaf disease detection system capable of providing rapid and accurate diagnosis. The system was developed using the latest Deep Learning algorithm, YOLOv12 (You Only Look Once version 12), integrated into a modern web interface using React.js technology on the client side and FastAPI on the server side. The dataset used includes 10 classes of leaf conditions, consisting of 9 types of diseases and 1 healthy condition, which have undergone an augmentation process to balance data distribution. Based on the test results on the testing set, the YOLOv12 model demonstrated superior performance with a mean Average Precision (mAP@0.5) value reaching 97.67% and an F1-Score of 98.22%. Functional testing using the Black Box Testing method confirmed that all system features functioned validly, ranging from user authentication, cloud image storage, to the visualization of diagnosis results. This system is expected to serve as an appropriate technological solution for farmers in mitigating the risk of harvest failure through earlier and more precise disease detection.

Keywords: *Tomato, Leaf Disease, YOLOv12, Deep Learning, Web System, Computer Vision.*



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ixx
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Penyakit pada Tanaman Tomat.....	13
2.3 Kecerdasan Buatan (AI).....	20
2.4 <i>Machine Learning</i>	20
2.5 <i>Deep Learning</i>	21
2.6 <i>Computer Vision</i>	22
2.7 <i>Python</i>	23
2.8 <i>You Look Only Once (YOLO)</i>	24
2.9 <i>Convolutional Neural Network</i>	26
2.10 <i>Confusion Matrix</i>	28
2.11 <i>mean Average Precision (mAP)</i>	31
2.12 Google Colaboratory (Google Colab).....	31
2.13 Sistem Berbasis Web	32
2.14 Arsitektur <i>Client-Server</i>	32
2.15 Teknologi Sisi Server (<i>Backend</i>).....	33

2.16 FastAPI.....	33
2.17 Teknologi Sisi Klien (<i>Frontend</i>)	34
2.18 React.js	34
2.19 TypeScript	35
2.20 Komunikasi Antarmuka (API)	35
2.21 REST API.....	36
2.22 <i>JavaScript Object Notation</i> (JSON).....	36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1 Tahapan Penelitian	37
3.1.1 Fase 1: Persiapan dan Pengolahan Data.....	38
3.1.2 Fase 2: Pengembangan dan Evaluasi Model AI.....	43
3.1.3 Fase 3: Pengembangan dan Integrasi Sistem Web	46
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	64
3.2.1 Tempat Penelitian.....	64
3.2.2 Waktu Penelitian	64
3.3 Alat dan Bahan	65
3.3.1 Perangkat Keras (Hardware).....	65
3.3.2 Perangkat Lunak (Software).....	65
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	67
4.1 Hasil Evaluasi Dataset <i>Evaluation</i>	67
4.2 Identifikasi Peningkatan Akurasi pada Beberapa Epoch	68
4.3 Analisis Dinamika <i>Loss</i> dan Metrik Evaluasi Model.....	69
4.4 Evaluasi Metrik Performa Model.....	70
4.4.1 <i>Training</i> dan <i>Validation</i>	70
4.4.2 Hasil Pengujian pada Data Testing.....	73
4.5 Visualisasi <i>Confusion Matrix</i>	74
4.5.1 Data <i>Training</i>	74
4.5.2 Data <i>Validation</i>	77
4.5.3 Data <i>Testing</i>	80

4.6 Evaluasi Performa Model (<i>Training, Validation, & Testing</i>)	82
4.7 Hasil Inference Model Deteksi Kondisi Daun Tomat	84
4.8 Penyimpanan dan Ekspor Model Terbaik (<i>Model Export</i>).....	85
4.9 Tampilan dan Fungsionalitas Halaman Website.....	86
4.9.1 Halaman Register	89
4.9.2 Halaman <i>Login</i>	90
4.9.3 Halaman Dashboard	90
4.9.4 Halaman <i>Upload</i> dan Hasil Deteksi	92
4.10 Implementasi Backend dan Integrasi Model.....	93
4.10.1 Mekanisme Upload Gambar dan Integrasi Penyimpanan Cloud	93
4.10.2 Mekanisme Inference Menggunakan Model YOLOv12.....	94
4.10.3 Implementasi Arsitektur Endpoint API	95
4.11 Pengujian Sistem	96
4.11.1 Pengujian Fungsional (<i>Black Box Testing</i>).....	96
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	99
5.1 Kesimpulan	99
5.1.1 Kinerja Model YOLOv12	99
5.1.2 Keberhasilan Implementasi Sistem Web.....	99
5.1.3 Integrasi Arsitektur Terdistribusi.....	100
5.2 Saran.....	100
5.2.1 Peningkatan Infrastruktur Server	100
5.2.2 Penambahan Fitur Rekomendasi Penanganan	100
5.2.3 Peningkatan Generalisasi Model (Robustness).....	101

DAFTAR GAMBAR

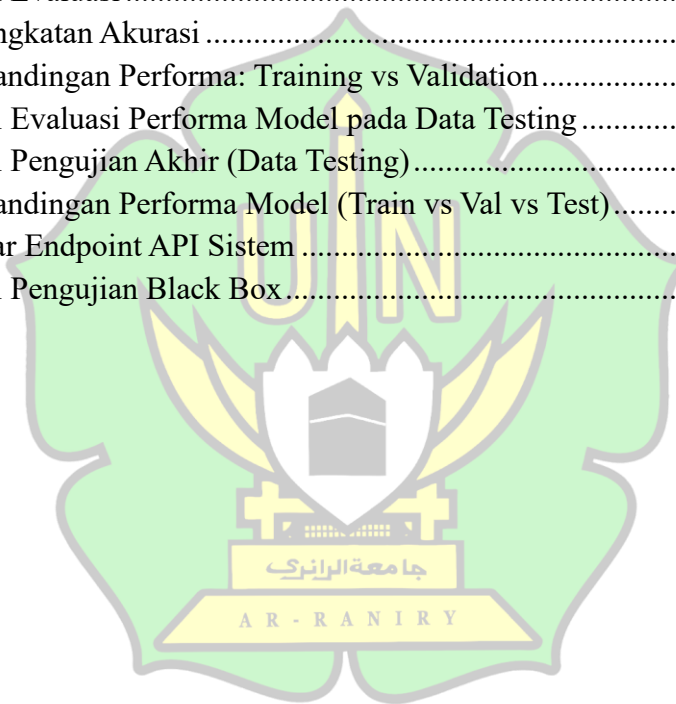
Gambar 2. 1 Bercak Bakteri (Bacterial Spot).....	13
Gambar 2. 2 Hawar Dini (Early Blight)	14
Gambar 2. 3 Hawar Daun (Late Blight)	15
Gambar 2. 4 Embun Tepung (Leaf Mold)	15
Gambar 2. 5 Bercak Daun Septoria (Septoria Leaf Spot)	16
Gambar 2. 6 Tungau Laba – laba (Spider Mites)	17
Gambar 2. 7 Bercak Sasaran (Target Spot).....	17
Gambar 2. 8 Virus Keriting Daun Kuning (Yellow Leaf Curl Virus).....	18
Gambar 2. 9 Virus Mosaik (Mosaic Virus).....	19
Gambar 2. 10 Sehat (Healthy)	19
Gambar 2. 11. Taksonomi AI (Sumber: Belajar Dasar AI, Dicoding)	Error!
Bookmark not defined.	
Gambar 2. 12. Arsitektur YOLOv12	26
Gambar 2. 13. Arsitektur CNN	27
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian	37
Gambar 3. 2 Rotasi	41
Gambar 3. 3 Pembalikan (Flip Horizontal)	41
Gambar 3. 4 Penyesuaian Kecerahan (Brightness Adjustment).....	42
Gambar 3. 5 Zooming + Cropping	42
Gambar 3. 6 Source Code Training Model.....	45
Gambar 3. 7 Use Case Diagram	50
Gambar 3. 8 Activity Diagram Pengguna Registrasi Akun.....	51
Gambar 3. 9 Activity Diagram Login.....	52
Gambar 3. 10 Activity Diagram Deteksi Kondisi Tanaman.....	53
Gambar 3. 11 Activity Diagram Monitoring/Dashboard	54
Gambar 3. 12 Sequence Diagram Registrasi Akun	55
Gambar 3. 13 Sequence Diagram Login	55
Gambar 3. 14 Sequence Diagram Deteksi Penyakit.....	56
Gambar 3. 15 Sequence Diagram Monitoring Dashboard	57
Gambar 3. 16 Entity Relationship Diagram (ERD).....	58
Gambar 3. 17 Tampilan Halaman Registrasi	60
Gambar 3. 18 Tampilan Halaman Login	60
Gambar 3. 19 Halaman Dashboard Monitoring	61
Gambar 3. 20 Halaman Deteksi Kondisi Tanaman.....	61
Gambar 4. 1 Grafik Penurunan Loss	69
Gambar 4. 2 Grafik Evaluasi Metrik	70
Gambar 4. 3 Confusion Matrix pada Data Training	75
Gambar 4. 4 Confusion Matrix data Validation.....	78
Gambar 4. 5 Hasil Inference Model	85
Gambar 4. 6 Penyimpanan dan Ekspor Model	85

Gambar 4. 7 Halaman Register.....	89
Gambar 4. 8 Halaman Login	90
Gambar 4. 9 Halaman Dashboard.....	91
Gambar 4. 10 Halaman Upload dan Hasil Deteksi.....	92



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Penelitian Terdahulu	10
Tabel 3. 1. Analisis Distribusi Kelas.....	40
Tabel 3. 2 Distribusi Augmentasi	43
Tabel 3. 3 Parameter pelatihan model	44
Tabel 3. 4 Storyboard.....	48
Tabel 3. 5 Struktur Tabel Users	58
Tabel 3. 6 Struktur Tabel Detections	59
Tabel 3. 7 Pengujian Sistem	62
Tabel 3. 8. Waktu Penelitian	64
Tabel 4. 1 Hasil Evaluasi	67
Tabel 4. 2 Peningkatan Akurasi	68
Tabel 4. 3 Perbandingan Performa: Training vs Validation.....	72
Tabel 4. 4 Hasil Evaluasi Performa Model pada Data Testing	73
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Akhir (Data Testing).....	81
Tabel 4. 6 Perbandingan Performa Model (Train vs Val vs Test).....	83
Tabel 4. 7 Daftar Endpoint API Sistem	95
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Black Box.....	97



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produktivitas sektor pertanian merupakan fondasi utama ketahanan pangan nasional, namun secara konsisten terancam oleh wabah organisme pengganggu tumbuhan (OPT), khususnya penyakit tanaman. Kehilangan hasil panen akibat serangan penyakit dapat mencapai 30-40%, menjadi tantangan serius bagi petani. Menjawab tantangan ini, inovasi dalam pertanian presisi (*Precision Agriculture*) yang memanfaatkan kecerdasan buatan (AI) kini menjadi solusi andalan. Secara khusus, teknologi *computer vision* berbasis *deep learning* telah menunjukkan kapabilitas luar biasa untuk identifikasi penyakit tanaman secara otomatis dan dini. Berbagai penelitian telah membuktikan efektivitasnya pada komoditas vital, seperti identifikasi penyakit karat pada gandum menggunakan model YOLO (Li & Wang, 2025) serta deteksi hawar daun pada jagung, yang memungkinkan petani melakukan tindakan pengendalian lebih cepat dan terarah, sehingga mengurangi ketergantungan pada pestisida (Chen et al., 2024).

Salah satu komoditas hortikultura di Indonesia yang menghadapi tantangan serupa adalah tomat. Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*) adalah salah satu komoditas unggulan hortikultura yang memiliki nilai ekonomi penting di Indonesia. Tomat adalah salah satu jenis sayuran buah yang mempunyai prospek yang sangat baik dalam pengembangan agribisnis karena nilai ekonominya yang tinggi dan memiliki nilai gizi yang tinggi. Tomat merupakan sayuran multiguna yang selain dapat sebagai sayuran, juga dapat digunakan sebagai bahan baku industri obat-obatan dan kosmetik serta bahan baku pengolahan makanan (Wales et al., 2023).

Menurut Badan Statistika (2024), produksi tomat nasional menunjukkan tren peningkatan selama periode 2019 hingga 2022. Produksi tomat di Indonesia secara berturut-turut tercatat sebesar 1.020.331 ton pada tahun 2019, meningkat menjadi 1.084.993 ton pada tahun 2020, dan terus naik hingga 1.114.399 ton pada tahun 2021

serta mencapai 1.168.744 ton di tahun 2022. Namun, pada tahun 2023, terjadi penurunan produksi menjadi 1.143.788 ton. Fluktuasi dan penurunan yang terjadi pada tahun terakhir ini mengindikasikan bahwa permintaan kebutuhan tomat yang semakin meningkat tidak selalu dapat diimbangi oleh tingkat produksi yang stabil dan berkelanjutan.

Salah satu tantangan utama yang secara signifikan mempengaruhi stabilitas produksi dan kualitas hasil panen tomat adalah serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT), khususnya penyakit tanaman. Penyakit seperti *Bacterial Spot*, *Early Blight*, *Late Blight*, dan infeksi virus seperti *Tomato Yellow Leaf Curl Virus* dapat menyebabkan kerusakan parah pada daun, batang, dan buah, yang pada akhirnya mengakibatkan penurunan kuantitas dan kualitas produksi secara drastis (Sabrol & Kumar, 2022). Identifikasi penyakit secara dini dan akurat menjadi kunci dalam strategi pengendalian yang efektif untuk meminimalkan kerugian hasil panen.

Namun, metode identifikasi penyakit yang umum diterapkan oleh petani di Indonesia masih bersifat konvensional, yaitu melalui pengamatan visual secara manual. Pendekatan ini memiliki beberapa kelemahan signifikan, antara lain memerlukan keahlian dan pengalaman khusus, bersifat subjektif, memakan waktu, dan sering kali terjadi kesalahan diagnosis, terutama pada gejala awal yang mirip antara satu penyakit dengan penyakit lainnya. Keterlambatan atau kesalahan dalam identifikasi dapat berujung pada penanganan yang tidak tepat, penggunaan pestisida yang berlebihan, dan penyebaran penyakit yang lebih luas (Aenurolah, 2023).

Untuk menjawab kebutuhan akan diagnosis penyakit tanaman yang cepat dan akurat, penelitian ini mengusulkan pemanfaatan arsitektur *You Only Look Once* versi 12 (YOLOv12). YOLOv12 merupakan model deteksi objek real-time generasi terbaru yang menawarkan keseimbangan optimal antara kecepatan dan akurasi, sehingga sangat sesuai untuk penerapan di lapangan. Penelitian yang dilakukan oleh (Ronaldo and Firmansyah 2025) telah berhasil menerapkan YOLOv12 untuk mendeteksi ekspresi wajah dengan tingkat akurasi tinggi (mAP@0.5 sebesar 0,89) dan kecepatan

15 FPS, bahkan pada kondisi pencahayaan yang bervariasi. Temuan tersebut menegaskan bahwa YOLOv12 memiliki keandalan yang baik dalam mendeteksi objek secara real-time dengan presisi tinggi.

Meskipun arsitektur YOLOv12 menawarkan performa deteksi yang superior, model *Deep Learning* ini pada dasarnya bekerja dalam lingkungan komputasi yang kompleks dan berbasis kode pemrograman, sehingga mustahil untuk digunakan secara langsung oleh petani di lapangan. Tanpa adanya antarmuka pengguna (*user interface*) yang memadai, akurasi tinggi yang dicapai model hanyalah sebatas temuan eksperimental yang tidak aplikatif.

Oleh karena itu, pembangunan sistem berbasis web menjadi sebuah kebutuhan fundamental (urgensi teknis). Website berfungsi sebagai 'wadah' implementasi (*deployment platform*) yang membungkus kerumitan algoritma YOLO menjadi tampilan visual yang sederhana dan mudah dipahami (*user-friendly*). Dengan adanya wadah ini, kemampuan model yang telah teruji dapat didistribusikan dan diakses secara instan oleh masyarakat luas tanpa memerlukan instalasi perangkat lunak khusus atau perangkat berspesifikasi tinggi. Hal ini sejalan dengan temuan (Ibrahim dan Latifa 2023), yang menegaskan bahwa integrasi algoritma cerdas ke dalam platform berbasis website merupakan langkah krusial untuk mentransformasi model teoretis menjadi alat bantu praktis yang dapat mengotomatisasi proses diagnosis dan meningkatkan efisiensi operasional petani secara nyata.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan dan kinerja arsitektur YOLOv12 dalam mendeteksi serta mengklasifikasikan 10 kondisi daun tanaman tomat berdasarkan metrik evaluasi *Precision*, *Recall*, dan *mean Average Precision* (mAP)?

2. Bagaimana merancang antarmuka sistem berbasis web sebagai wadah implementasi model YOLOv12 sehingga memungkinkan proses deteksi kondisi tanaman dilakukan secara mandiri, cepat dan mudah oleh pengguna?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, maka tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menerapkan arsitektur YOLOv12 untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan 10 kondisi daun tanaman tomat, serta mengevaluasi kinerjanya secara kuantitatif berdasarkan metrik *Precision*, *Recall*, dan *mean Average Precision* (mAP) guna memastikan akurasi model.
2. Mengembangkan sistem antarmuka berbasis web yang responsif dan intuitif sebagai wadah implementasi model YOLOv12, bertujuan untuk menyediakan alat diagnosis yang memungkinkan pengguna melakukan deteksi kondisi tanaman secara mandiri, cepat, dan mudah diakses.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan penelitian yang telah diuraikan, maka manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu Kecerdasan Buatan (AI), khususnya pada penerapan model *computer vision* YOLOv12 untuk deteksi penyakit tanaman secara cepat dan akurat.
2. Menyediakan alat bantu diagnosis yang mudah diakses dan objektif bagi para petani, sehingga membantu pengambilan keputusan dalam pengendalian penyakit secara lebih efektif dan efisien untuk meminimalkan kerugian hasil panen.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terfokus dan terarah, maka ruang lingkup penelitian dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Dataset yang digunakan berasal dari citra daun tomat yang telah dilabeli oleh pemilik dataset. Label yang diberikan adalah kategori penyakit per daun (bukan area gejala spesifik di dalam daun). Dataset mencakup 10 kelas kondisi (9 jenis penyakit dan 1 sehat).
2. Objek deteksi terbatas pada citra daun secara keseluruhan. Sistem tidak melakukan segmentasi atau penandaan area spesifik penyakit pada daun.
3. Model deteksi yang dibangun dan diimplementasikan secara spesifik menggunakan arsitektur *deep learning* YOLOv12.
4. Ruang lingkup penelitian difokuskan pada penyakit yang tampak di permukaan daun tomat. Sistem tidak mencakup pendeteksian pada batang, buah, atau akar.
5. Luaran penelitian berupa aplikasi berbasis web untuk mengunggah citra daun dan mengidentifikasi jenis penyakit atau kondisi sehat. Sistem ini tidak memberikan rekomendasi pengobatan atau penanganan.

