

PENGEMBANGAN SISTEM CERDAS UNTUK DETEKSI DUA PENYAKIT PENTING TANAMAN CABAI BERBASIS *DEEP LEARNING*

LAITSA NAILIL AZKIA



**DEPARTEMEN PROTEKSI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengembangan Sistem Cerdas untuk Deteksi Dua Penyakit Penting Tanaman Cabai Berbasis *Deep Learning*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2025

Laitsa Nailil Azkia
A3401211031



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

LAITSA NAILIL AZKIA. Pengembangan Sistem Cerdas untuk Deteksi Dua Penyakit Penting Tanaman Cabai Berbasis *Deep Learning*. Dibimbing oleh ALI NURMANSYAH dan EFI TODING TONDOK.

Cabai merupakan komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi, tetapi tanaman ini rentan terhadap berbagai penyakit seperti busuk buah antraknosa dan bercak *Cercospora* yang dapat menurunkan produksinya secara signifikan. Saat ini, deteksi penyakit masih dilakukan secara konvensional dengan mengandalkan pada observasi visual yang dapat memberikan hasil kurang akurat dan memerlukan waktu lama. Penelitian ini bertujuan mengembangkan metode pengamatan baru berbasis *deep learning* untuk mendeteksi dua penyakit penting tanaman cabai. Data berupa foto gejala gangguan daun dan buah diperoleh langsung dari pertanaman cabai di lahan. Data foto diklasifikasikan ke dalam empat kelas, yaitu busuk buah antraknosa, bercak *Cercospora*, buah sehat, dan daun sehat. Model deteksi disusun menggunakan algoritma YOLOv11 dengan bahasa pemrograman Python dengan konfigurasi *batch size* 16 dan 100 *epoch*. Model yang dihasilkan dapat mendeteksi gejala gangguan penyakit dengan nilai *accuracy* 95,2%, *precision* 95,9%, *recall* 94,1%, *mAP@50* sebesar 96,2%, dan *F1-score* 94,9% yang menunjukkan kemampuan model dapat mendeteksi gejala penyakit secara akurat dan konsisten. Dengan hasil ini membuka peluang penerapan sistem deteksi berbasis kecerdasan buatan untuk identifikasi penyakit oleh petani secara cepat dan tepat. Model ini juga berpotensi dapat dikembangkan ke dalam aplikasi *mobile* untuk penerapan yang lebih praktis di lapangan.

Kata kunci: *Cercospora* sp., *Colletotrichum* spp., kecerdasan buatan, *smart monitoring*, YOLOv11

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRACT

LAITSA NAILIL AZKIA. Development of a Smart System for Detecting Two Major Chili Diseases Based on Deep Learning. Supervised by ALI NURMANSYAH and EFI TODING TONDOK.

Chili pepper is a high-value horticultural commodity, but it is susceptible to various diseases such as anthracnose fruit rot and *Cercospora* leaf spot, which can significantly reduce its yield. Currently, disease detection is still carried out conventionally, relying on visual observation that may produce less accurate results and require considerable time. This study aims to develop a novel deep learning-based observation method to detect two major chili diseases. Data in the form of images showing symptoms on leaves and fruits were collected directly from chili plantations. The images were classified into four categories: anthracnose fruit rot, *Cercospora* leaf spot, healthy fruit, and healthy leaves. The detection model was developed using the YOLOv11 algorithm with the Python programming language, configured with a batch size of 16 and 100 epochs. The resulting model was able to detect disease symptoms with an accuracy of 95.2%, precision of 95.9%, recall of 94.1%, mAP@50 of 96.2%, and an F1-score of 94.9%, indicating its ability to identify disease symptoms accurately and consistently. These results open opportunities for the application of artificial intelligence-based detection systems to enable farmers to identify plant diseases quickly and accurately. Furthermore, the model has the potential to be developed into a mobile application for more practical field implementation.

Keywords: artificial intelligence, *Cercospora* sp., *Colletotrichum* spp., smart monitoring, YOLOv11

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



PENGEMBANGAN SISTEM CERDAS UNTUK DETEKSI DUA PENYAKIT PENTING TANAMAN CABAI BERBASIS *DEEP LEARNING*

LAITSA NAILIL AZKIA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Proteksi Tanaman

**DEPARTEMEN PROTEKSI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
1 Dr. Ir. Kikin Hamzah Mutaqin, M.Si.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Skripsi : Pengembangan Sistem Cerdas untuk Deteksi Dua Penyakit
Penting Tanaman Cabai Berbasis *Deep Learning*
Nama : Laita Nailil Azkia
NIM : A3401211031

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Ali Nurmansyah, M.Si.

Disetujui oleh



Pembimbing 2:
Dr. Efi Toding Tondok, S.P., M.Sc.Agr.



Ketua Departemen:
Dr. Ir. Ali Nurmansyah, M.Si.
NIP. 196302121990021001

Diketahui oleh



Tanggal Ujian: 7 Agustus 2025

Tanggal Lulus: 13 AUG 2025



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Desember 2024 sampai bulan Maret 2025 ini ialah deteksi penyakit cabai dengan YOLO, dengan judul Pengembangan Sistem Cerdas Berbasis *Deep Learning* untuk Deteksi Dua Penyakit Penting Tanaman Cabai.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Dr. Ir. Ali Nurmansyah, M.Si. dan Dr. Efi Toding Tondok, S.P., M.Sc.Agr. atas bimbingan, arahan, dan saran berharga yang telah diberikan selama penyusunan karya ilmiah. Dr. Ir. Swastiko Priyambodo, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik atas arahan dan dukungan yang senantiasa diberikan, serta Dr. Ir. Kikin Hamzah Mutaqin, M.Si. selaku penguji luar komisi pembimbing atas masukan yang berharga dalam penyusunan karya ilmiah. Seluruh dosen dan tenaga pendidik di Departemen Proteksi Tanaman atas ilmu, bimbingan, dan pengalaman yang telah diberikan selama masa perkuliahan.

Ungkapan terima kasih kepada keluarga tercinta, yaitu ibu, papa, nenek, dan adik atas kasih sayang, doa, dan dukungan yang tiada henti. Seluruh rekan mahasiswa Proteksi Tanaman angkatan 58 atas kebersamaan dan semangat yang menguatkan selama masa perkuliahan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada sahabat Damai atas dukungan yang tulus serta keluarga besar IMAPEKA angkatan 58 yang turut menjadi bagian dalam perjalanan akademik penulis.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2025

Laitsa Nailil Azkia



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Busuk Buah Antraknosa	3
2.2 Bercak Daun <i>Cercospora</i>	3
2.3 <i>Deep Learning</i>	4
2.4 <i>You Only Look Once</i> (YOLO)	4
2.5 Kriteria Pemilihan Model Terbaik	5
2.6 Teknik Deteksi Penyakit Tumbuhan	6
III BAHAN DAN METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Prosedur Penelitian	7
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Data Foto Gejala Gangguan Penyakit	12
4.2 Validasi Gejala Gangguan Secara Mikroskopis	13
4.3 Pelabelan Data	14
4.4 Pra Pemrosesan Data	15
4.5 Penyusunan Model	16
4.6 Evaluasi Model	18
4.7 Analisis Model	20
V SIMPULAN DAN SARAN	23
5.1 Simpulan	23
5.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
RIWAYAT HIDUP	28



DAFTAR TABEL

3.1	Konfigurasi <i>hyperparameter tuning</i> untuk pelatihan model	9
3.2	<i>Confusion matrix</i>	10
4.1	Distribusi jumlah foto tiap kelas	12
4.2	Hasil <i>training</i> model	17
4.3	Hasil evaluasi performa tiap kelas pada model empat	20

DAFTAR GAMBAR

1.1	Ilustrasi proses deteksi algoritma YOLO	5
1.1	Alur penelitian	7
4.1	Contoh set data yang digunakan: A) foto buah sehat; B) foto buah bergejala antraknosa; C) foto daun sehat; D) foto daun bergejala bercak <i>Cercospora</i>	13
4.2	Morfologi cendawan: hifa bersekat (A) dan konidia (B) cendawan pada buah cabai bergejala antraknosa; konidiofor (C) dan konidia (D) cendawan pada daun cabai bergejala bercak <i>Cercospora</i>	14
4.3	Contoh proses anotasi pada <i>platform</i> Roboflow	15
4.4	Pra pemrosesan data pada <i>platform</i> Roboflow	15
4.5	Proses augmentasi pada <i>platform</i> Roboflow	16
4.6	Grafik nilai <i>box loss</i> dan <i>cls loss</i> terhadap data <i>training</i> dan data validasi: (A) <i>Train/box_loss</i> ; (B) <i>Train/cls_loss</i> ; (C) <i>Val/box_loss</i> ; dan (D) <i>Val/cls_loss</i>	18
4.7	<i>Confusion matrix</i> model empat	19
4.8	Hasil kinerja <i>training</i> model empat	20
4.9	Hasil deteksi benar pada model empat: (A) <i>True positive</i> objek daun sehat; (B) <i>True positive</i> objek bercak <i>Cercospora</i> ; dan (C) <i>True positive</i> objek buah sehat dan antraknosa	21
4.10	Jenis kesalahan deteksi pada model empat: (A) Kejadian <i>false negative</i> ; (B) Gambar salah deteksi; dan (C) Duplikasi deteksi	22