



MODEL DETEKSI PENYAKIT KUNING PADA BEBERAPA TANAMAN HORTIKULTURA BERBASIS METODE *DEEP LEARNING*

GEFI ZULMIATI LANNUR



**PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI
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 TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis berjudul “**Model Deteksi Penyakit Kuning pada Beberapa Tanaman Hortikultura berbasis Metode *Deep Learning***” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal dan dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

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

Bogor, Januari 2025

Gefi Zulmiati Lannur
NIM A3502211008

- 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.

RINGKASAN

GEFI ZULMIATI LANNUR. Model Deteksi Penyakit Kuning pada Beberapa Tanaman Hortikultura Berbasis Metode *Deep Learning*. Dibimbing oleh ALI NURMANSYAH, SRI HENDRASTUTI HIDAYAT, dan YENI HERDIYENI.

Deteksi penyakit kuning pada tanaman hortikultura penting dilakukan untuk menekan intensitas penyakit sehingga dapat mengurangi kehilangan hasil. Penyakit kuning dapat disebabkan oleh faktor biotik seperti adanya infeksi dari virus tumbuhan dan faktor abiotik berupa kekurangan unsur hara dan kondisi cuaca. Saat ini, deteksi penyakit kuning pada tanaman masih dilakukan dalam skala laboratorium dengan teknik berbasis protein dan asam nukleat. Teknik-teknik deteksi ini memerlukan biaya yang relatif mahal, membutuhkan tenaga ahli di bidang molekuler dan membutuhkan alat dan bahan yang mencukupi. Sejalan dengan perkembangan ilmu dan teknologi, metode deteksi penyakit tanaman telah banyak dikembangkan melalui pendekatan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) berbasis *deep learning*. Algoritma-algoritma *deep learning* seperti *convolutional neural network* (CNN) dan *You Only Look Once* (YOLO) telah banyak digunakan untuk membangun model deteksi penyakit tanaman tersebut. Khususnya YOLOv5, merupakan salah satu algoritma yang banyak digunakan untuk deteksi objek. Penelitian ini bertujuan membangun model deteksi penyakit kuning pada tanaman hortikultura terutama pada komoditi cabai merah, terung dan kacang panjang yang terdiri atas 3 aspek, yaitu (1) mengidentifikasi *dataset* dan sampel daun bergejala kuning secara molekuler dengan teknik *polymerase chain reaction*; (2) membangun model deteksi penyakit kuning dengan YOLOv5; dan (3) pengujian model YOLOv5 untuk mendeteksi penyakit kuning pada tanaman cabai merah, terung dan kacang panjang di lapangan.

Penelitian dimulai dengan persiapan data untuk dapat membangun model deteksi. *Dataset* yang dikumpulkan dari pertanaman berupa daun tanaman cabai merah, terung dan kacang panjang yang menunjukkan gejala penyakit kuning dan daun tanaman sehat. Sampel daun dari seluruh daun yang dikumpulkan dari pertanaman diambil sesuai dengan variasi tipe gejala yang ditemukan dan diidentifikasi secara molekuler dengan teknik *polymerase chain reaction*. Setelah diidentifikasi terhadap keberadaan *Begomovirus* pada daun yang bergejala, tahap selanjutnya adalah pemberian label citra pada seluruh *dataset*. Pelabelan citra ini mengacu pada hasil uji secara molekuler dan dilakukan secara manual untuk menentukan kelas objek deteksi. Deteksi penyakit kuning ini terdiri atas dua kelas yaitu positif *Begomovirus* dan negatif *Begomovirus*. *Dataset* yang telah diberi label kemudian dilakukan tahapan *resizing* data untuk mengubah ukuran citra dan augmentasi citra untuk memperbanyak *dataset*. Seluruh data citra dalam *dataset* dibagi menjadi dua bagian utama yaitu: (1) data *training* dan (2) data *testing*. selanjutnya dilakukan pembangunan model YOLOv5. Kemudian dilakukan uji validasi dengan metode *5-fold cross validation* terhadap model yang telah dibangun. Hasil deteksi model di evaluasi dengan melihat hasil *confusion matrix*-nya. Nilai *confusion matrix* yang dilihat adalah nilai *recall*, *precision*, mAP dan *F1-score*.



Penyakit kuning pada ketiga jenis tanaman hortikultura yang dikaji ini memiliki variasi gejala untuk setiap jenis tanamannya. Hasil analisis model deteksi dengan YOLOv5 menunjukkan bahwa model dapat mendeteksi penyakit kuning pada ketiga jenis tanaman dengan rata-rata akurasi, *precision* dan *recall* secara berurutan yaitu sebesar 89,8%; 93,0%; dan 82,4%. Model deteksi dengan YOLOv5 ini sangat baik dalam melakukan deteksi penyakit kuning pada tanaman terung dan kacang panjang sedangkan pada tanaman cabai merah tidak sebaik pada kedua jenis tanaman sebelumnya. Penyebab dari hal ini adalah karena citra pada daun cabai merah terlalu kecil dan *background* yang terlalu luas sehingga model tidak akurat dalam melakukan deteksi. Selain itu, citra yang dimiliki kurang fokus dan *blur* yang dapat menyebabkan kesalahan deteksi.

Kata kunci: *Artificial Intelligence, Begomovirus, dataset, label citra, YOLOv5*

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.

SUMMARY

GEFI ZULMIATI LANNUR. Model for Detecting Yellow Diseases on Several Horticultural Crops Based on Deep Learning, Guided by ALI NURMANSYAH, SRI HENDRASTUTI HIDAYAT, and YENI HERDIYENI.

Detection of yellowing disease in horticultural crops is crucial to reduce disease intensity and minimize yield losses. Biotic factors, such as plant virus infections, and abiotic factors, such as nutrient deficiencies and weather conditions, can cause yellowing disease. Currently, detection of yellowing disease in plants is conducted at a laboratory scale using protein- and nucleic acid-based techniques. These detection techniques are relatively expensive, require molecular biology expertise, and necessitate adequate equipment and materials. With the advancement of science and technology, plant disease detection methods have been extensively developed through artificial intelligence (AI) approaches based on deep learning. Deep learning algorithms, such as convolutional neural networks (CNNs) and You Only Look Once (YOLO), have been widely used to develop plant disease detection models. Specifically, YOLOv5 is one of the algorithms frequently utilized for object detection. This research aims to develop a yellowing disease detection model for horticultural crops, particularly red chili, eggplant, and long bean commodities, focusing on three aspects: (1) identifying *datasets* and yellowing symptomatic leaf samples molecularly using polymerase chain reaction (PCR) techniques; (2) developing a yellowing disease detection model with YOLOv5; and (3) testing the YOLOv5 model to detect yellowing disease in red chili, eggplant, and long bean plants in the field.

The research begins with data preparation to build the detection model. The *dataset* is collected from crops consisting of leaves from red chili, eggplant, and long bean plants showing symptoms of yellowing disease and healthy leaves. Leaf samples from all collected leaves are selected based on variations in the symptoms observed and are molecularly identified using polymerase chain reaction (PCR) techniques. After placing the presence of *Begomovirus* in symptomatic leaves, the next step is image labeling for the entire *dataset*. Image labeling refers to the results of molecular tests conducted manually to determine the object detection classes. The yellowing disease detection consists of positive for *Begomovirus* and harmful for *Begomovirus*. The labeled dataset then undergoes data resizing to adjust the image size and augmentation to expand the dataset. The entire dataset is divided into two main parts: (1) training data and (2) testing data. Subsequently, the YOLOv5 model is developed. Validation testing is then conducted using the 5-fold cross-validation method on the developed model. The detection results of the model are evaluated by analyzing the confusion matrix. The confusion matrix values assessed include recall, precision, mAP, and F1-score.

The yellowing disease in the three types of horticultural crops studied exhibits variations in symptoms for each type of plant. The analysis results of the detection model using YOLOv5 indicate that the model can detect yellowing disease in the three plant types with an average accuracy, precision, and recall of 89.8%, 93.0%, and 82.4%, respectively. The detection model using YOLOv5 performs very well in detecting yellowing disease in eggplant and long bean plants,

while its performance on red chili plants is not as good as in the other two plant types. This is because the images of red chili leaves are too small, and the background is too broad, making the model less accurate in detection. Additionally, the photos are not well-focused and appear blurry, which can lead to detection errors.

Keywords: Artificial Intelligence, *Begomovirus*, *dataset*, image labeling, YOLOv5

@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.



© 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 inidalam bentuk apa pun tanpa izin IPB

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.



MODEL DETEKSI PENYAKIT KUNING PADA BEBERAPA TANAMAN HORTIKULTURA BERBASIS METODE *DEEP LEARNING*

GEFI ZULMIATI LANNUR

Tesis
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Magister pada
Program Studi Fitopatologi

**PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI
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

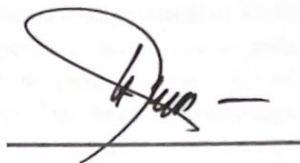
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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.

Judul Tesis : Model Deteksi Penyakit Kuning pada Beberapa Tanaman Hortikultura Berbasis *Deep Learning*
Nama : Gefi Zulmiati Lannur
NIM : A3502211008

Disetujui oleh

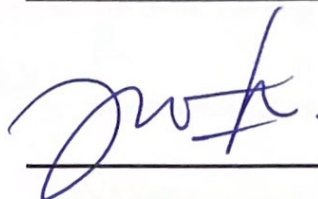
Pembimbing 1:
Dr. Ir. Ali Nurmansyah, M.Si.



Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Sri Hendrastuti Hidayat, M.Sc.



Pembimbing 3:
Prof. Dr. Yeni Herdiyeni, S.Si., M.Kom.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi
Dr. Ir. Giyanto, M.Si.
NIP. 196707091993031002



Dekan Fakultas Pertanian
Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc. Agr
NIP. 196902121992031003



Tanggal Ujian: 06 Desember 2024

Tanggal Lulus: 20 JAN 2025



@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.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhaanahu wa Ta'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga karya tulis ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini berjudul “Model Deteksi Penyakit Kuning pada Beberapa Tanaman Hortikultura Berbasis *Deep Learning*” yang telah dilaksanakan sejak Juli sampai Desember 2023.

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada dosen pembimbing, Dr. Ir. Ali Nurmansyah, M.Si., Prof. Dr. Ir. Sri Hendrastuti Hidayat, M.Sc dan Prof. Dr. Yeni Herdiyeni, S.Si., M.kom., yang telah membimbing dan banyak memberi motivasi, masukan serta saran. Bapak Prof.Dr.Ir.Purnama Hidayat, M.Sc selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan bagi penulis selama menyelesaikan Tesis ini. Penghargaan berupa rasa terima kasih yang dalam penulis sampaikan kepada keluarga yang telah mendoakan serta mendukung kegiatan yang penulis lakukan selama ini. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Airlangga Parikesit Wibowo yang telah memberikan ilmu tentang YOLO dan *deep learning*. Ungkapan terima kasih penulis sampaikan kepada Revilla Okta Sonjaya, Monica Naibaho, Annisa Puspadini Subagyo, Nisa Fadhila Islami dan Andri Saputra yang telah memberikan dukungan semangat serta teman-teman Fitopatologi yang telah membantu dan mendukung penulis.

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

Bogor, Januari 2025

Gefi Zulmiati Lannur

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.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penyakit Kuning	4
2.2 Deteksi Penyakit Tanaman	5
2.3 <i>Deep Learning</i>	5
2.4 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	6
2.4.1 <i>Convolution layer</i>	7
2.4.2 <i>Pooling layer</i>	7
2.4.3 <i>Fully connected layer</i>	8
2.5 <i>You Only Look Once (YOLO)</i>	9
III METODE	10
3.1 Pengumpulan <i>Dataset</i>	10
3.2 Deteksi Penyakit Kuning Secara Molekuler	11
3.3 Penyusunan Model <i>Deep Learning</i>	12
3.3.1 Pelabelan <i>Dataset</i>	12
3.3.2 Praproses Citra	12
3.3.3 Pembagian <i>Dataset</i> dengan <i>K-fold Cross Validation</i>	12
3.3.4 <i>Training</i> Model YOLOv5	13
3.3.5 Evaluasi Model	14
3.3.6 Analisis	15
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 <i>Dataset</i> Citra Penyakit Dan Sampel Daun	16
4.2 Deteksi Molekuler <i>Begomovirus</i>	16
4.3 Pelabelan <i>Dataset</i>	17
4.4 Akurasi Model Hasil <i>Training</i>	18
4.5 Evaluasi Model	21
4.6 Uji Validasi	22
V SIMPULAN DAN SARAN	25
5.1 Simpulan	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
RIWAYAT HIDUP	29



DAFTAR TABEL

3.1	Pengaturan <i>hyper parameter</i>	14
4. 1	Jumlah pembagian <i>dataset</i> yang akan diolah	18
4. 2	Akurasi model YOLOv5 dengan <i>5-fold cross validation</i>	19

DAFTAR GAMBAR

2.1	Variasi gejala penyakit kuning oleh infeksi <i>Begomovirus</i> .	4
2.2	Arsitektur <i>Convolutional Neural Network</i> .	6
2.3	Proses <i>Convolution Layer</i> .	7
2.4	Proses <i>Pooling layer</i> metode <i>max-pooling</i> .	8
2.5	Konsep deteksi objek dengan YOLO (Redmon <i>et al.</i> 2016).	9
3. 1	Alur penelitian	10
3. 2	Ilustrasi penyusunan <i>dataset</i> dengan <i>5-fold cross validation</i> .	13
3. 3	<i>Confusion matrix</i> .	14
4. 1	Variasi gejala <i>Begomovirus</i> pada daun tanaman di lapangan	16
4. 2	Visualisasi DNA hasil amplifikasi <i>Begomovirus</i>	17
4. 3	Antarmuka perangkat lunak anotasi <i>dataset</i> menggunakan <i>labelImg</i> .	18
4. 4	Grafik kinerja presisi hasil <i>training</i> model YOLOv5.	20
4. 5	Grafik nilai <i>loss training</i> model YOLOv5.	20
4. 6	<i>Confusion matrix</i> pada pengujian model YOLOv5.	21
4. 7	Kurva <i>F1-score</i> .	22
4. 8	Hasil prediksi model YOLOv5 yang benar terdeteksi.	23
4. 9	Kesalahan pendeteksian pada model YOLOv5	24