

ANALISIS PERBANDINGAN ARSITEKTUR *YOU ONLY LOOK ONCE* (YOLO) UNTUK MENDETEKSI PENYAKIT KUNING PADA TANAMAN HORTIKULTURA

AIRLANGGA PARIKESIT WIBOWO



**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- 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 “Analisis Perbandingan Arsitektur *You Only Look Once* (YOLO) untuk Mendeteksi Penyakit Kuning pada Tanaman Hortikultura” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. 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 2024

Airlangga Parikesit Wibowo
G6401201095

- 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

AIRLANGGA PARIKESIT WIBOWO. Analisis Perbandingan Arsitektur *You Only Look Once* (YOLO) untuk Mendeteksi Penyakit Kuning pada Tanaman Hortikultura. Dibimbing oleh YENI HERDIYENI dan ALI NURMANSYAH.

Penyakit kuning merupakan penyakit yang menginfeksi tanaman hortikultura yang disebabkan oleh *Begomovirus*. Penyakit ini dapat menyebabkan kerusakan tanaman yang dapat mengurangi kuantitas dan kualitas produksi sehingga menurunkan harga pasar. Metode deteksi *Begomovirus* yang umum digunakan adalah dengan pengujian laboratorium, tapi metode ini membutuhkan waktu yang lama, biaya yang besar, dan hanya dapat dilakukan oleh ahli. Oleh karena itu, dibutuhkan metode deteksi yang dapat mengatasi kekurangan tersebut. Deteksi objek berbasis *deep learning* merupakan salah satu solusi untuk mendeteksi penyakit kuning secara cepat dan murah. Penelitian ini menggunakan arsitektur YOLOv8 untuk mendeteksi penyakit kuning akibat *Begomovirus*, lalu membandingkan hasilnya dengan arsitektur YOLOv5. Pelatihan kedua arsitektur dilakukan menggunakan 9 kombinasi *hyperparameter* yang berfokus pada *image size* dan *batch size*. Hasil penelitian pada YOLOv8 menghasilkan nilai mAP sebesar 85,56% dan waktu inferensi selama 0,146 detik, sedangkan YOLOv5 menghasilkan nilai mAP sebesar 77,11% dan waktu inferensi selama 0,101 detik. Hal ini menunjukkan bahwa YOLOv8 menghasilkan nilai mAP yang lebih baik daripada YOLOv5, namun dengan konsekuensi berupa waktu inferensi yang lebih lama. Apabila performa model lebih diutamakan, YOLOv8 merupakan arsitektur yang lebih baik daripada YOLOv5.

Kata kunci: *begomovirus*, deteksi objek, penyakit kuning, tanaman hortikultura, YOLO

ABSTRACT

AIRLANGGA PARIKESIT WIBOWO. Comparative Analysis of *You Only Look Once* (YOLO) Architecture to Detect Yellow Leaf Disease in Horticulture Crops. Supervised by YENI HERDIYENI and ALI NURMANSYAH.

Yellow leaf disease is the diseases that infect horticulture crops caused by Begomovirus. This disease can cause serious damage that reduce the quantity and quality of production, thereby lowering market price. The commonly used detection method for Begomovirus is laboratory testing, but it takes a long time, costs a lot of money, and can only be done by experts. Therefore, a detection method is needed to overcome those shortcomings. Deep learning-based object detection is one of the solutions to detect yellow leaf disease quickly and at low-cost. This research used YOLOv8 architecture to detect yellow leaf caused by Begomovirus, then compare the result with YOLOv5 architecture. The training of both architectures was conducted using 9 hyperparameter combinations that focused on image size and batch size. The results of the research on YOLOv8 produced a mAP value of 85.56% and an inference time of 0.146 seconds, while YOLOv5 produced a mAP value of 77.11% and an inference time of 0.101 seconds. This shows that YOLOv8 produced

superior performance than YOLOv5, but with a longer inference time as a consequence. If model performance is prioritized, YOLOv8 is a better architecture than YOLOv5.

Keywords: begomovirus, horticulture crops, object detection, yellow leaf disease, YOLO

@Hak cipta milik IPB University

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 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.



ANALISIS PERBANDINGAN ARSITEKTUR *YOU ONLY LOOK ONCE* (YOLO) UNTUK MENDETEKSI PENYAKIT KUNING PADA TANAMAN HORTIKULTURA

AIRLANGGA PARIKESIT WIBOWO

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Ilmu Komputer

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- 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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
Medria Kusuma Dewi Hardhienata, S.Komp., Ph.D.



@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 Skripsi : Analisis Perbandingan Arsitektur *You Only Look Once* (Yolo)
untuk Mendeteksi Penyakit Kuning pada Tanaman Hortikultura

Nama : Airlangga Parikesit Wibowo
NIM : G6401201095

@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.

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Yeni Herdiyeni S.Si., M.Kom.



Pembimbing 2:
Dr. Ir. Ali Nurmansyah M.Si



Diketahui oleh

Ketua Departemen Ilmu Komputer:
Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom., M.Kom.
19810809 200812 1 002



Tanggal Ujian:
15 Agustus 2024

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan November 2023 sampai bulan Agustus 2024 ini ialah deteksi objek pada tanaman, dengan judul “Analisis Perbandingan Arsitektur *You Only Look Once* (Yolo) untuk Mendeteksi Penyakit Kuning pada Tanaman Hortikultura”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada kedua orang tua tercinta Ibu Yulinda Widia Astuti Masaling, Bapak Birawan Hasli, serta adik perempuan penulis Niken Ayu Wibowo yang selalu memberikan doa serta dukungan dalam kelancaran penelitian ini.

Terima kasih juga kepada para pembimbing, Dr. Yeni Herdiyeni S.Si., M.Kom dan Dr. Ir. Ali Nurmansyah M.Si yang telah membimbing dan banyak memberi saran kepada saya selama mengerjakan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Gefi Zumiaty Lannur yang telah memberikan ilmu mengenai penyakit kuning kepada penulis selama penyusunan penelitian ini dilakukan, dari pengumpulan data hingga pengujian aplikasi. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada nenek serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Terima kasih juga kepada seluruh teman-teman Ilmu komputer 57 dan orang-orang baik yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung selama kuliah di IPB.

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

Bogor, Agustus 2024

Airlangga Parikesit Wibowo



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	4
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Begomovirus</i>	5
2.2 <i>You Only Look Once (YOLO)</i>	5
2.3 Uji Hipotesis untuk Membandingkan Performa Model <i>Machine Learning</i>	12
III METODE	15
3.1 Data Penelitian	15
3.2 Tahapan Penelitian	15
3.3 Lingkungan Pengembangan Sistem	19
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Identifikasi <i>Begomovirus</i> Melalui Uji PCR	20
4.2 Pelabelan Data	20
4.3 Pra Proses Data	21
4.4 Pelatihan Model	22
4.5 Evaluasi Model	22
4.6 Analisis Kesalahan Deteksi	27
4.7 Analisis Perbandingan Arsitektur	29
4.8 Implementasi pada Aplikasi Android	30
V SIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Simpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	36
RIWAYAT HIDUP	43

DAFTAR TABEL

1	Konfigurasi hyperparameter untuk pelatihan model	17
2	Contoh label data dengan format YOLO	21
3	Contoh penempatan file berdasarkan hasil 5-fold cross-validation	22
4	Rata-rata hasil pengujian model YOLOv5 menggunakan 5-Fold	23
5	Rata-rata hasil pengujian model YOLOv8 menggunakan 5-Fold	23
6	Nilai mAP50-75 dan waktu inferensi masing-masing model	29

DAFTAR GAMBAR

1	Contoh tangkapan kamera daun yang terinfeksi penyakit kuning.	5
2	Ilustrasi proses deteksi objek pada algoritme YOLO	6
3	Arsitektur Darknet-53 (Redmon dan Farhadi 2018)	8
4	Ilustrasi cara kerja <i>spatial pyramid pooling</i> (He <i>et al.</i> 2014)	9
5	Ilustrasi jaringan Path Agregation Network (a) FPN <i>Backbone</i> ; (b) jalur <i>bottom-up</i> ; (c) <i>adaptive feature pooling</i> ; (d) prediksi (Liu <i>et al.</i> 2018)	9
6	Arsitektur YOLOv5 (Terven <i>et al.</i> 2023)	11
7	Arsitektur YOLOv8 (Terven <i>et al.</i> 2023)	12
8	Penentuan uji statistika yang dapat digunakan berdasarkan beberapa kriteria (Rainio <i>et al.</i> 2024)	14
9	Contoh dataset citra ketiga komoditas tanaman berdasarkan keberadaan kelas. (A) Positif <i>Begomovirus</i> ; (B) Negatif <i>Begomovirus</i>	15
10	Tahapan penelitian	16
11	Visualisasi DNA hasil amplifikasi <i>Begomovirus</i> dengan metode PCR pada tanaman (A) cabai merah; (B) kacang panjang; (C) terung	20
12	Contoh hasil pelabelan data.	21
13	Sebaran nilai mAP tiap batas IoU yang dihasilkan oleh model YOLOv5 <i>batch size 32 image size 640</i>	25
14	Sebaran nilai mAP tiap batas IoU yang dihasilkan oleh model YOLOv8 <i>batch size 16 image size 640</i>	25
15	Confusion Matrix untuk model YOLOv5	26
16	Confusion matrix untuk model YOLOv8	27
17	Contoh perbandingan <i>ground truth</i> objek dengan hasil prediksi	29
18	Contoh hasil deteksi tanaman kacang panjang pada aplikasi	30
19	Contoh hasil deteksi tanaman terung pada aplikasi	31
20	Contoh hasil deteksi tanaman cabai pada aplikasi	31

DAFTAR LAMPIRAN

1	Kode program K-fold cross-validation	36
2	Nilai mAP pada grafik sebaran nilai mAP tiap batas IoU yang dihasilkan oleh model YOLOv5 <i>batch size 32 image size 640</i>	40



3	Nilai mAP pada grafik sebaran nilai mAP tiap batas IoU yang dihasilkan oleh model YOLOv8 <i>batch size</i> 16 <i>image size</i> 640	40
4	Performa YOLOv8 pada berbagai <i>fold</i>	41
5	Performa YOLOv5 pada berbagai <i>fold</i>	41
6	Kalkulasi uji <i>Wilcoxon Sign-Rank test</i> pada mAP50-75	41
7	Kalkulasi uji <i>Wilcoxon sign-rank test</i> pada waktu inferensi	41

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.