



ANALISIS PENGARUH TEKNIK PRAPROSES CITRA PADA MODEL DETEKSI KELAINAN DAUN TANAMAN MELON MENGUNAKAN ALGORITMA YOLOv7

SAHRIAL IHSANI ISHAK



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



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Analisis Pengaruh Teknik Praproses Citra Pada Model Deteksi Kelainan Daun Tanaman Melon Menggunakan Algoritma YOLOv7” 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 tesis ini.

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

Bogor, Desember 2024

Sahrial Ihsani Ishak
G6501222055

- 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

SAHRIAL IHSANI ISHAK. Analisis Pengaruh Teknik Praproses Citra Pada Model Deteksi Kelainan Daun Tanaman Melon Menggunakan Algoritma YOLOv7. Dibimbing oleh KARLISA PRIANDANA dan SRI WAHJUNI.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan menerapkan teknik praproses citra guna meningkatkan performa model deteksi kelainan daun melon menggunakan algoritma YOLOv7, menerapkan model terbaik pada Jetson Nano dan sistem berbasis *website* serta aplikasi yang terhubung dengan *cloud firestore*. Data yang digunakan adalah citra kelainan daun melon dengan total 521 citra, yang dibagi menjadi 90% data latih dan 10% data uji. Pengolahan data dilakukan melalui teknik augmentasi dan praproses yaitu *Averaging Histogram Equalization* (AVGHEQ), *Brightness Preserving Dynamic Histogram Equalization* (BPDFHE) dan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) yang dibandingkan dengan set data asli. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai mAP model antara 58,6 – 66,3%, akurasi model antara 80,7 – 84,9%, dan waktu deteksi model antara 9,8 – 20 milidetik. Praproses citra mampu meningkatkan kinerja model dibandingkan dengan set data asli pada variabel mAP dan waktu deteksi, kecuali variabel akurasi. Ukuran kernel dan *learning rate* menunjukkan perbedaan signifikan dalam kinerja model. Ukuran kernel bernilai 3 lebih baik daripada 5 dan 7. *Learning rate* bernilai 0,001 lebih baik daripada 0,1 dan 0,01. Variasi fungsi aktivasi, *pooling layer*, *batch size*, dan momentum tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap kinerja model. Model terbaik diperoleh pada pemodelan dengan menggunakan *epoch* maksimum dan augmentasi standar YOLOv7. Model dengan *epoch* maksimum mencapai mAP rata-rata 84,12%, akurasi 91,19%, dan waktu deteksi 4,55 milidetik. Di sisi lain, model dengan *patience* 300 memperoleh mAP rata-rata 81,57%, akurasi 92,23%, dan waktu deteksi 5,03 milidetik. Pemberian augmentasi pada konfigurasi awal YOLOv7 memberikan dampak yang signifikan terhadap performa model deteksi. Semakin banyak *epoch* yang diberikan maka hal tersebut akan menghasilkan model yang semakin kokoh sehingga dapat meningkatkan kinerja deteksi model. Implementasi model menggunakan mini komputer Jetson Nano meningkatkan sumber daya *CPU* sebesar 25% (dari 25% menjadi 50%) sebelum dan sesudah implementasi model dan penggunaan *RAM* meningkat sebesar 20% (dari 70% menjadi 90%). Waktu deteksi rata-rata pada Jetson Nano dengan model *Ensemble* sebesar 0,83 detik, sementara itu untuk model terbaik *Fold 4* diperoleh sebesar 0,11 detik. Pengujian sistem berupa *website* dan aplikasi berjalan dengan baik.

Kata kunci: abnormalitas daun, IoT, melon, praproses citra, YOLOv7

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

SAHRIAL IHSANI ISHAK. Analyzing The Impact of Image Preprocessing Techniques on Melon Leaf Disease Detection Model Using YOLOv7 Algorithm. Supervised by KARLISA PRIANDANA and SRI WAHJUNI.

This research aims to analyze and apply image preprocessing techniques to enhance the performance of a melon leaf anomaly detection model using the YOLOv7 algorithm, implement the best model on a Jetson Nano, and develop a web-based system and application connected to Cloud Firestore. The data used consists of 521 images of melon leaf anomalies, divided into 90% training data and 10% testing data. Data processing was conducted through augmentation techniques and preprocessing methods such as Averaging Histogram Equalization (AVGHEQ), Brightness Preserving Dynamic Histogram Equalization (BPDFHE) and Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE), which were compared to the original set data. The results of the study showed that the average mAP value of the model ranged from 58.6% to 66.3%, the model accuracy ranged from 80.7% to 84.9%, and the model detection time ranged from 9.8 to 20 milliseconds. Image preprocessing was able to improve the model's performance compared to the original set data in terms of mAP and detection time, except for the accuracy variable. Kernel size and learning rate showed significant differences in model performance. Kernel size of 3 performs better than 5 and 7. Learning rate of 0.001 performs better than 0.1 and 0.01. Variations in activation functions, pooling layers, batch size, and momentum do not show significant differences in model performance. The best model was achieved by using the maximum epoch and default YOLOv7 augmentation. The model with the maximum epoch achieved an average mAP of 84.12%, an accuracy of 91.19%, and a detection time of 4.55 milisecond. On the other hand, the model with a patience of 300 achieved an average mAP of 81.57%, an accuracy of 92.23%, and a detection time of 5.03 milisecond. Augmentation in the initial configuration of YOLOv7 significantly impacted model performance. Increasing the number of epochs resulted in a more robust model, thus enhancing detection performance. Implementing the model using the Jetson Nano mini-computer increased CPU resource usage by 25% (from 25% to 50%) before and after model implementation, and RAM usage increased by 20% (from 70% to 90%). The average detection time on the Jetson Nano with the Ensemble model was 0.83 seconds, while for the best model Fold 4 it was obtained at 0.11 seconds. The system testing in the form of a website and application worked well.

Keywords: image preprocessing, IoT, leaf abnormality, melon, YOLOv7

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 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 2024¹
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.



ANALISIS PENGARUH TEKNIK PRAPROSES CITRA PADA MODEL DETEKSI KELAINAN DAUN TANAMAN MELON MENGUNAKAN ALGORITMA YOLOv7

SAHRIAL IHSANI ISHAK

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Ilmu Komputer

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



@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.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tesis:
Dr. I Ketut Agung Enriko, S.T., M.Sc



@Hak_cipta milik IPB University

Judul Tesis : Analisis Pengaruh Teknik Praproses Citra Pada Model Deteksi
Kelainan Daun Tanaman Melon Menggunakan Algoritma
YOLOv7

Nama : Sahrial Ihsani Ishak
NIM : G6501222055

Disetujui oleh

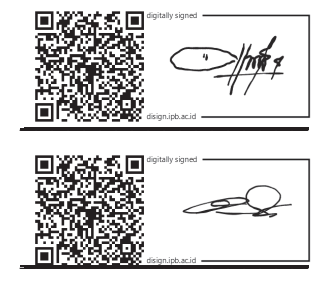
Ketua Komisi Pembimbing:
Dr. Karlisa Priandana, S.T., M.Eng.

Anggota Komisi Pembimbing:
Dr. Ir. Sri Wahjuni, M.T.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Toto Haryanto, S.Kom., M.Si.
NIP. 198211172014041001
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam :
Dr. Berry Juliandi, S.S., M.Si
NIP. 19780723 200701 1 001



Tanggal Ujian:
12 November 2024

Tanggal Lulus:

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 subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Juli 2022 sampai bulan Mei 2024 ini adalah *Smart & Precision Agriculture*, dengan judul “Analisis Pengaruh Teknik Praproses Citra Pada Model Deteksi Kelainan Daun Tanaman Melon Menggunakan Algoritma YOLOv7”.

Terima kasih juga kepada penguji Bapak Dr. I Ketut Agung Enriko, S.T., M.Sc dan moderator Bapak Dr. Toto Haryanto, S.Kom., M.Si atas waktu dan perhatian yang telah diberikan dalam pengujian kelayakan Tesis penulis. Penulis juga menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua pembimbing, yaitu Ibu Dr. Karlisa Priandana, S.T., M.Eng dan Ibu Dr. Ir. Sri Wahjuni, M.T, yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan masukan konstruktif sepanjang proses penelitian ini. Bimbingan dan saran dari kedua pembimbing, penguji dan moderator sangat berharga dan berkontribusi besar dalam menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih atas dedikasi dan perhatian yang diberikan.

Dengan segala kerendahan hati, penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada keluarga tercinta yang selalu memberikan dorongan moral dan dukungan tak terhingga sepanjang proses penulisan ini. Tak lupa, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh rekan sejawat dan teman-teman yang telah memberikan bantuan, inspirasi, dan semangat selama penelitian ini berlangsung.

Semoga kerja sama dan dukungan yang telah diberikan dapat menjadi berkah dan mendapatkan balasan yang setimpal. Terima kasih atas segala perhatian dan bantuan yang telah diberikan. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Desember 2024

Sahrial Ihsani Ishak



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup	4
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Komoditas Melon di Indonesia	5
2.2 Kelainan Daun Tanaman Melon	5
2.3 Praproses Citra	6
2.4 YOLO	7
2.5 Evaluasi Model Deteksi Objek	12
III METODE	13
3.1 Data	13
3.2 Tahapan Penelitian	13
3.3 Pembagian Data	15
3.4 Persiapan Data	15
3.5 <i>Cross Validation Modelling 1</i>	16
3.6 <i>Hyperparameter Tuning</i>	16
3.7 <i>Cross Validation Modelling 2</i>	19
3.8 Perbandingan Semua Model Terbaik	19
3.9 Pembuatan Alat dan Sistem	19
3.10 Pengujian Alat dan Sistem	22
3.11 Lingkungan Pengembangan	22
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Persiapan Data	23
4.2 <i>Cross Validation Modelling 1</i>	27
4.3 <i>Hyperparameter Tuning</i>	30
4.4 <i>Cross Validation Modelling 2</i>	35
4.5 Perancangan Alat dan Sistem	38
4.6 Pengujian Alat dan Sistem	41
V SIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Simpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	50
RIWAYAT HIDUP	61



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.

DAFTAR TABEL

1	Nilai parameter pelatihan model deteksi objek tahap pertama	15
2	Kombinasi nilai parameter terbaru dalam proses <i>tuning hyperparameter</i>	17
3	Komponen alat	20
4	Data asli	23
5	Hasil <i>k-fold cross validation</i> data asli dan praproses	23
6	Analisis deskriptif set data	24
7	Teknik augmentasi citra yang digunakan	25
8	Data hasil augmentasi	26
9	Hasil <i>k-fold cross validation</i> data augmentasi	27
10	Ukuran model tahap pemodelan deteksi objek pertama	27
11	Rangkuman dari semua variabel evaluasi model	30
12	Hasil kombinasi <i>hyperparameter tuning</i> jenis pertama	31
13	Hasil kombinasi <i>hyperparameter tuning</i> jenis kedua	32
14	Ukuran model tahap pemodelan deteksi objek pertama	35
15	Rangkuman dari semua variabel evaluasi model	38
16	Waktu deteksi pada pengujian model	42
17	Pengujian <i>Blackbox</i> pada <i>website</i>	43
18	Pengujian <i>Blackbox</i> pada aplikasi	44

DAFTAR GAMBAR

1	Arsitektur YOLO (Redmon et al. 2016)	8
2	Model deteksi YOLO (Redmon et al. 2016)	8
3	Justifikasi bahwa YOLOv7 lebih unggul dari detektor yang lain	9
4	Arsitektur YOLOv7 (Chang et al. 2023)	9
5	Evaluasi E-ELAN (C.-Y. Wang et al. 2022)	10
6	Penskalaan model majemuk pada YOLOv7 (C.-Y. Wang et al. 2022)	11
7	Parameterisasi ulang pada YOLOv7 (C.-Y. Wang et al. 2022)	11
8	Diagram metode penelitian	14
9	Alur penggunaan alat dan sistem	20
10	Desain halaman sistem. (a) halaman beranda <i>website</i> , (b) halaman deteksi <i>website</i> , (c) desain aplikasi	21
11	Skenario pengujian alat	22
12	Perbandingan gambar asli (a) dan setelah dilakukan pengolahan dengan BPDFHE (b)	24
13	Perbandingan gambar asli (a) dan setelah dilakukan pengolahan dengan AVGHEQ (b)	25
14	Perbandingan gambar asli (a) dan setelah dilakukan pengolahan dengan CLAHE (b)	25
15	Hasil augmentasi (a) citra, (b) <i>flipping</i> horizontal, (c) <i>flipping</i> vertikal, (d) <i>rotation</i> -15°, (e) <i>rotation</i> 15°, (f) <i>shearing</i> horizontal 15°, (g) <i>shearing</i> horizontal -15°, (h) <i>shearing</i> vertikal 15°, (i) <i>shearing</i> vertikal -15°	26
16	Grafik nilai mAP dengan standar deviasi	28

17	Grafik nilai akurasi dengan standar deviasi	29
18	Grafik nilai akurasi dengan standar deviasi	29
19	Grafik hasil kombinasi <i>hyperparameter tuning</i> jenis pertama	31
20	Grafik hasil kombinasi <i>hyperparameter tuning</i> jenis kedua	33
21	Analisis profil untuk seluruh <i>hyperparameter</i>	34
22	Grafik nilai (a) mAP, (b) akurasi, dan (c) waktu deteksi dengan standar deviasi	37
23	Alat	39
24	Tampilan utama <i>website</i>	40
25	Hasil deteksi menggunakan <i>website</i>	40
26	Deteksi <i>real-time</i> menggunakan kamera	40
27	Halaman aplikasi. (a) halaman awal, (b) halaman utama, (c) halaman analisis, (d) halaman tentang melon, (e) halaman deteksi, (f) halaman hasil deteksi	41
28	Grafik penggunaan <i>CPU</i> (a) sebelum dan (b) sesudah pendeteksian	42
29	Grafik penggunaan <i>RAM</i> (a) sebelum dan (b) sesudah pendeteksian	42

DAFTAR LAMPIRAN

1	<i>Hyperparameter</i> pada YOLOv7 (Dokumentasi kode program YOLOv7 digunakan dalam tahapan pemodelan dan evaluasi model)	50
2	<i>Hyperparameter</i> pada YOLOv7 (Dokumentasi kode program YOLOv7 digunakan dalam <i>tuning hyperparameter</i>)	51
3	Teknis Evaluasi Model	52
4	Konfigurasi pemasangan Jetson Nano	54
5	Analisis MANOVA dan Uji Tukey's HSD	55
6	Hasil Pengujian	57