

PEMBANGUNAN MODEL UNTUK DETEKSI CABANG DAN DAUN TANAMAN MELON MENGUNAKAN MASK R-CNN

MEIA NOER MUSLIMAH



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN 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 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 dengan judul “Pembangunan Model untuk Deteksi Cabang dan Daun Tanaman Melon Menggunakan Mask R-CNN” 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 pada bagian akhir tesis ini.

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

Bogor, November 2024

Meia Noer Muslimah
G6501211067

- 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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@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.



RINGKASAN

MEIA NOER MUSLIMAH. Pembangunan Model untuk Deteksi Cabang dan Daun Tanaman Melon Menggunakan Mask R-CNN. Dibimbing oleh SRI WAHJUNI dan TOTO HARYANTO.

Kualitas buah melon dapat ditingkatkan dan dioptimalkan dengan melakukan pemangkasan pada tanaman melon. Pemangkasan merupakan proses penghilangan yang dilakukan pada bagian tanaman tertentu. Pemangkasan tanaman melon masih dilakukan secara manual oleh petani, yang mana hal tersebut memiliki banyak kekurangan diantaranya membutuhkan biaya yang cukup tinggi untuk membayar tenaga kerja serta membutuhkan waktu yang cukup lama.

Pemangkasan dapat difasilitasi dengan bantuan robot untuk mengatasi masalah yang dihadapi petani. Sebelum dilakukan pemangkasan, robot harus mampu mengenali atau mendeteksi objek daun dan cabang tanaman melon terlebih dahulu. Pada penelitian ini dilakukan deteksi pada cabang dan daun tanaman melon. Robot dapat dibantu dengan ditanamkan algoritma yang mampu secara otomatis melakukan identifikasi cabang dan daun.

Salah satu algoritma yang mampu mengenali objek pada citra yakni *Convolutional Neural Network* (CNN). CNN adalah arsitektur jaringan saraf yang digunakan untuk mengenali dan mengekstraksi fitur dari gambar. Metode *Mask Region-based Convolutional Neural Network* (*Mask R-CNN*) merupakan pengembangan lebih lanjut, memanfaatkan CNN untuk segmentasi instans, dimana setiap objek dalam gambar tidak hanya dideteksi tetapi juga dipisahkan dengan *mask* biner yang akurat. Hal ini membuat Mask R-CNN sangat berguna dalam aplikasi pertanian presisi, seperti deteksi cabang dan daun pada tanaman melon, guna memantau pertumbuhan dan kesehatan tanaman secara detail. Teknik *hyperparameter tuning* digunakan untuk mendapatkan nilai parameter terbaik yakni *learning rate*, *weight decay*, dan *learning momentum*. Dengan melakukan *hyperparameter tuning*, Mask R-CNN dapat dioptimalkan agar lebih sensitif dalam mengenali variasi bentuk cabang dan daun, meningkatkan akurasi dalam proses deteksi dan segmentasi.

Pada tahap pelatihan dan validasi dilakukan dua skenario, skenario pertama menggunakan *epoch* 10 dan skenario kedua menggunakan *epoch* 30, untuk memilih model terbaik dari variasi *hyperparameter tuning*. Data yang digunakan berupa data *ground truth* hasil pelabelan citra, dalam hal ini data yang digunakan yakni data latih dan data validasi yang telah dibagi sesuai proporsi yang sudah ditentukan. Pada tahap ini, skenario pertama memperoleh sejumlah 180 model dan skenario kedua memperoleh sejumlah 540 model, sehingga diperoleh sebanyak 720 model. Setiap skenario hanya dipilih satu model terbaik, sehingga pada tahap ini ada dua model terbaik.

Pada tahap evaluasi dan pengujian dilakukan tiga skenario, skenario pertama menggunakan *threshold* 0,3, skenario kedua menggunakan *threshold* 0,5, dan skenario ketiga menggunakan *threshold* 0,7, untuk memahami performa model dalam berbagai tingkat ketepatan deteksi dan segmentasi objek. Data yang digunakan berupa data *ground truth* hasil pelabelan citra, dalam hal ini data yang digunakan yakni data uji atau data yang belum pernah dikenali sebelumnya dan telah dibagi



sesuai proporsi yang sudah ditentukan. Model terbaik pada tahap pelatihan dan validasi diterapkan pada tahap ini dengan variasi skenario pengujian, untuk memperoleh nilai *mean Average Precision* (mAP). Nilai mAP tertinggi yakni pada nilai *threshold* 0,3 (skenario pertama pengujian) dengan menggunakan model terbaik yang dilatih pada *epoch* 30 (skenario kedua pelatihan). Objek cabang dapat dideteksi dengan AP sebesar 8,2%. Nilai AP tersebut sudah bagus daripada penelitian sebelumnya yang masih belum bisa mendeteksi objek cabang dan bisa mendeteksi cabang akan tetapi masih menggunakan data validasi. Objek daun dapat dideteksi dengan AP sebesar 66,7%. Nilai AP tersebut sudah meningkat dari penelitian sebelumnya. Pada penelitian ini diperoleh mAP sebesar 37,45%. Model yang diperoleh dapat mendeteksi objek cabang dan daun menggunakan data uji dengan nilai AP yang meningkat dari penelitian sebelumnya.

Kata kunci: *hyperparameter tuning*, Mask R-CNN, melon, pemangkasan.

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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



SUMMARY

MEIA NOER MUSLIMAH. The Development of a Model for Detecting Branches and Leaves of Melon Plants Using Mask R-CNN. Supervised by SRI WAHJUNI and TOTO HARYANTO.

The quality of melon fruits can be improved and optimized through pruning. Pruning is the process of removing specific parts of the plant. Currently, melon pruning is still performed manually by farmers, which has several drawbacks, including high labor costs and a significant amount of time required.

Pruning can be facilitated by using robots to address the challenges faced by farmers. Before pruning is conducted, the robot must first be able to recognize or detect the leaves and branches of the melon plant. This study focuses on detecting the branches and leaves of melon plants. Robots can be assisted by implementing an algorithm capable of automatically identifying branches and leaves.

One algorithm capable of recognizing objects in images is the Convolutional Neural Network (CNN). CNN is a neural network architecture designed to recognize and extract features from images. The Mask Region-based Convolutional Neural Network (Mask R-CNN) is an advanced development that utilizes CNN for instance segmentation, where each object in the image is not only detected but also separated with an accurate binary mask. This makes Mask R-CNN particularly useful in precision agriculture applications, such as detecting branches and leaves of melon plants, to monitor plant growth and health in detail. Hyperparameter tuning techniques are used to obtain the best parameter values, such as learning rate, weight decay, and learning momentum. By performing hyperparameter tuning, Mask R-CNN can be optimized to be more sensitive in recognizing variations in the shape of branches and leaves, enhancing the accuracy of the detection and segmentation process.

In the training and validation stages, two scenarios were conducted: the first scenario used 10 epochs, and the second used 30 epochs to select the best model from the hyperparameter tuning variations. The data used were ground truth data resulting from image labeling, including training and validation data, which had been divided according to the predetermined proportions. In this stage, the first scenario yielded 180 models, and the second scenario yielded 540 models, resulting in a total of 720 models. Only one best model was selected for each scenario, resulting in two best models at this stage.

In the evaluation and testing stages, three scenarios were conducted: the first scenario used a threshold of 0.3, the second used a threshold of 0.5, and the third used a threshold of 0.7, to understand the model's performance at various levels of detection and segmentation accuracy. The data used were ground truth data from image labeling, specifically test data that had not been recognized before and had been divided according to predetermined proportions. The best model from the training and validation stage was applied at this stage with variations in testing scenarios to obtain the mean Average Precision (mAP) value. The highest mAP value was obtained with a threshold of 0.3 (the first testing scenario) using the best model trained with 30 epochs (the second training scenario). Branch objects were detected with an AP of 8.2%. This AP value is an improvement compared to

previous studies that were unable to detect branch objects or could only detect branches using validation data. Leaf objects were detected with an AP of 66.7%. This AP value showed an increase compared to previous studies. The AP value has increased from previous research. In this study, mAP was obtained at 37.45%. The model obtained can detect branch and leaf objects using test data with increased AP values from previous research.

Keywords: hyperparameter tuning, Mask R-CNN, melon, pruning.

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 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 2024
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.



PEMBANGUNAN MODEL UNTUK DETEKSI CABANG DAN DAUN TANAMAN MELON MENGUNAKAN MASK R-CNN

MEIA NOER MUSLIMAH

Tesis

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

**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN 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.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
Dr. Aziz Kustiyo S.Si., M.Kom



Judul Tesis : Pembangunan Model untuk Deteksi Cabang dan Daun Tanaman
Melon Menggunakan Mask R-CNN

Nama : Meia Noer Muslimah

NIM : G6501211067

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Ir. Sri Wahjuni, MT.

Pembimbing 2:

Dr. Toto Haryanto, S.Kom, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Toto Haryanto, S.Kom., M.Si.

NIP. 19821117 201404 1 001

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam:

Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si.

NIP. 19780723 200701 1 001

Tanggal Ujian:

10 Oktober 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. Judul yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Maret 2022 sampai bulan Juni 2024 ini adalah “Pembangunan Model untuk Deteksi Cabang dan Daun Tanaman Melon Menggunakan Mask R-CNN”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Ir. Sri Wahjuni, MT. dan Dr. Toto Haryanto, S.Kom., M.Si. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Husna Nurarifah, S.Kom. yang telah memberi izin untuk menggunakan kembali data penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, suami dan anak serta saudara yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada teman magister ilmu komputer angkatan tahun 2020 dan tahun 2021 yang menjadi tempat berbagi selama masa perkuliahan sampai menyelesaikan tugas akhir ini.

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

Bogor, November 2024
Meia Noer Muslimah



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	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Melon	4
2.2 <i>Mask Region-based Convolutional Neural Network</i> (Mask R-CNN)	4
2.3 <i>Residual Neural Network</i> (ResNet)	6
2.4 <i>Hyperparameter Tuning</i>	6
2.4.1 <i>Learning rate</i>	7
2.4.2 <i>Learning momentum</i>	7
2.4.3 <i>Weight decay</i>	7
2.5 <i>Intersection Over Union</i> (IoU)	8
III METODE	9
3.1 Tahapan Penelitian	9
3.2 Pengumpulan Data	9
3.3 Praproses Data	10
3.4 Pembangunan Model	10
3.5 <i>Hyperparameter Tuning</i>	10
3.6 Pengujian dan Evaluasi	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Praproses Data	13
4.2 Pelatihan dan Validasi Data	13
4.3 Pengujian dan Evaluasi Model	14
4.3.1 Analisis Skenario Nilai <i>Threshold</i>	15
4.3.2 Evaluasi Model	20
V SIMPULAN DAN SARAN	23
5.1 Simpulan	23
5.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN	29
RIWAYAT HIDUP	31



DAFTAR TABEL

1	Konfigurasi parameter	11
2	Model terbaik pada proses training dan validasi	14
3	Tabel rekapitulasi untuk menghitung AP	15
4	Hasil nilai mAP berdasarkan skenario pengujian	20

DAFTAR GAMBAR

1	Arsitektur Mask R-CNN (He <i>et al.</i> 2017)	5
2	Ilustrasi IoU (Padilla <i>et al.</i> 2020)	8
3	Tahapan penelitian	9
4	Citra tanaman melon	9
5	Anotasi data (a) Citra original (b) Citra setelah dilakukan anotasi	13
6	Kurva PR dan interpolasi <i>epoch</i> 10 (a) cabang (b) daun <i>threshold</i> 0,3	16
7	Kurva PR dan interpolasi <i>epoch</i> 30 (a) cabang (b) daun <i>threshold</i> 0,3	17
8	Kurva PR dan interpolasi <i>epoch</i> 10 (a) cabang (b) daun <i>threshold</i> 0,5	18
9	Kurva PR dan interpolasi <i>epoch</i> 30 (a) cabang (b) daun <i>threshold</i> 0,5	18
10	Kurva PR dan interpolasi <i>epoch</i> 10 (a) cabang (b) daun <i>threshold</i> 0,7	19
11	Kurva PR dan interpolasi <i>epoch</i> 30 (a) cabang (b) daun <i>threshold</i> 0,7	19
12	Hasil deteksi (a) cabang (b) daun	21

DAFTAR LAMPIRAN

1	Konfigurasi pembangunan model <i>Mask R-CNN</i>	29
2	Tampilan <i>prototype</i> untuk visualisasi model hasil prediksi	30