

IDENTIFIKASI LEBAH MADU *Apis mellifera* DAN *A. cerana* MENGGUNAKAN METODE ARTIFICIAL INTELLIGENCE

RAHMA FITRIYANTI SUYUTI



DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024



@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

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Identifikasi Lebah Madu *Apis mellifera* dan *A. cerana* menggunakan Metode *Artificial Intelligence*” 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, Januari 2025

Rahma Fitriyanti Suyuti
G3401201068



@Hak Cipta milik IPB University

IPB University

ABSTRAK

RAHMA FITRIYANTI SUYUTI. Identifikasi Lebah Madu *Apis mellifera* dan *A. cerana* menggunakan Metode *Artificial Intelligence*. Dibimbing oleh WINDRA PRIAWANDIPUTRA, RIKA RAFFIUDIN, dan TOTO HARYANTO.

Identifikasi spesies lebah madu (*Apis* spp.) umumnya menggunakan metode morfologi, morfometrik, dan molekuler tetapi kurang efisien ketika diaplikasikan di lapang. Pendekatan *artificial intelligence* (AI) belum digunakan sebagai metode identifikasi karena kurangnya *dataset* untuk *Apis* spp. di Indonesia. Penelitian ini bertujuan menganalisis model DenseNet dan InceptionV3 untuk identifikasi *A. mellifera* dan *A. cerana* serta membandingkan metode AI dengan metode morfometrik dan molekuler melalui studi literatur. Pelatihan model identifikasi dilakukan dengan metode *transfer learning* dan augmentasi transformasi geometri untuk menyeimbangkan *dataset*. Model dievaluasi menggunakan analisis akurasi, presisi, sensitivitas, F1-score, dan grafik *loss-accuracy*. Model DenseNet yang dilatih pada *epoch* 50 memiliki akurasi sebesar 86% dengan nilai F1-score kedua kelas *A. mellifera* dan *A. cerana* yang baik, yaitu 89% dan 79%. Sementara itu, model InceptionV3 menghasilkan akurasi 63% dan hanya mampu memprediksi kelas *A. mellifera*. Identifikasi dua spesies *Apis* menggunakan model AI masih perlu dikembangkan untuk meningkatkan akurasi identifikasi.

Kata kunci: augmentasi, DenseNet, *epoch* 50, F1-score, InceptionV3, *transfer learning*

ABSTRACT

RAHMA FITRIYANTI SUYUTI. Identification of Honeybee *Apis mellifera* and *A. cerana* with Artificial Intelligence Method. Supervised by WINDRA PRIAWANDIPUTRA, RIKA RAFFIUDIN, AND TOTO HARYANTO.

Species identification of honeybees (*Apis* spp.) is commonly based on morphology, morphometrics, and molecular method but they aren't efficient enough when applied in the field. An approach with artificial intelligence (AI) has not been commonly used to identify species due to the lack of complete *dataset* for *Apis* spp. in Indonesia. This study aims to analyze the DenseNet and InceptionV3 model to identify *A. mellifera* and *A. cerana* and compare it with the morphometric and molecular method by literature study. The training of identification model is done with transfer learning of DenseNet and InceptionV3 model with geometric transformation augmentation to stabilize the *dataset*. Model is evaluated with accuracy, precision, sensitivity, F1-score, and loss-accuracy graph. The DenseNet model that is trained on 50 *epoch* has a 86% accuracy with good F1-score for both *A. mellifera* and *A. cerana* class which are 89% and 79% while the InceptionV3 model InceptionV3 has a 63% accuracy and only able to predict the *A. mellifera* class. Identification of two *Apis* species with AI model can decrease the cost and time requirement in comparison to traditional identification method but still need further improvement to increase the accuracy.

Keywords: augmentation, DenseNet, *epoch* 50, F1-score, InceptionV3, *transfer learning*

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.

IDENTIFIKASI LEBAH MADU *Apis mellifera* DAN *A. cerana* MENGGUNAKAN METODE ARTIFICIAL INTELLIGENCE

RAHMA FITRIYANTI SUYUTI

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

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



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1 Dr. Ir. Sulistijorini, M.Si.



IPB University
— Bogor Indonesia —

Perpustakaan IPB University

Judul Skripsi : Identifikasi Lebah Madu *Apis mellifera* dan *A. cerana*
menggunakan Metode *Artificial Intelligence*

Nama : Rahma Fitriyanti Suyuti
NIM : G3401201068

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Windra Priawandiputra, S.Si., M.Si., Ph.D.



Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Rika Raffiudin, M.Si.



Pembimbing 3:
Dr. Toto Haryanto, S.Kom., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Departemen Biologi
Prof. Dr. Ir. Iman Rusmana, M.Si.
NIP 196507201991031002



Tanggal Ujian:
6 Desember 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 Agustus 2023 sampai bulan Agustus 2024 ini ialah “Identifikasi Lebah Madu *Apis mellifera* dan *A. cerana* menggunakan Metode *Artificial Intelligence*”. Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Windra Priawandiputra S.Si, M.Si., Ph.D., Prof. Dr. Rika Raffiudin, M.Si dan Dr. Toto Haryanto, S.Kom., M.Si. yang telah membimbing dan banyak memberi saran, serta kepada (dosen penguji) selaku penguji karya ilmiah. Terima kasih kepada Ir. Tri Heru Widarto, M.Sc. selaku dosen penggerak yang telah memberikan motivasi serta bimbingannya selama menempuh perkuliahan.

Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Bapak Indra Gunawan yang telah memberi izin pengambilan foto sampel *A. mellifera* serta Bapak Widodo yang mendampingi kegiatan pengambilan foto sampel di Madu Pramuka Cibubur. Terima kasih juga penulis ucapkan untuk Kak Juniarto Gautama Simanjuntak, S.Si dan Kak Aulia Savira, S.Si. yang telah membantu mengarahkan penulis untuk pengambilan foto spesies di lapang, teknisi lab Bapak Adi Surahman, Ibu Tini Wahyuni, Ibu May, dan Mbak Inas atas bantuan dan bimbingannya di laboratorium, kakak-kakak dan teman-teman di laboratorium (Kak Astuti Latif, S.Si dan Kak Nadira Madani Hamzah, S.Si.), serta seluruh anggota pengguna laboratorium FPH dan BEH atas dukungannya. Penulis ucapkan terima kasih kepada Dyka, Retha, Febby, Iqbal, dan seluruh keluarga Biologi 57 “*Panthera Hugo*” yang telah memberikan dukungan, doa, kebahagiaan serta menjadi *support system* bagi penulis.

Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada papa, mama, omah, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Januari 2025

Rahma Fitriyanti Suyuti



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ixi
DAFTAR GAMBAR	ixii
DAFTAR LAMPIRAN	ixiii
PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Lebah Madu (<i>Apis spp.</i>)	4
2.2 <i>Artificial Intelligence</i> (AI)	5
METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Prosedur Kerja	11
3.4 Analisis Data	13
HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Hasil	14
4.2 Pembahasan	17
SIMPULAN DAN SARAN	23
5.1 Simpulan	23
5.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN	28
RIWAYAT HIDUP	118

DAFTAR TABEL

1. Perbedaan karakteristik morfologi <i>A. mellifera</i> dan <i>A. cerana</i>	4
2. Perbedaan Model InceptionV3 dan DenseNet	6
3. Evaluasi performa model DenseNet dan InceptionV3 pada <i>epoch</i> 50 dan 100	15
4. Perbandingan metode klasifikasi AI dengan klasifikasi pada umumnya	19

DAFTAR GAMBAR

1. Diagram ruang lingkup <i>deep learning</i>	5
2. Arsitektur model InceptionV3 (Szegedy <i>et al.</i> 2016)	7
3. Arsitektur model DenseNet (Huang <i>et al.</i> 2017)	7
4. <i>Confusion matrix</i> untuk klasifikasi biner	9
5. Arsitektur penelitian	12
6. Alur pembuatan <i>dataset</i>	13
7. Visualisasi <i>preprocessing</i> augmentasi pada foto sampel <i>A. mellifera</i> dengan parameter <i>horizontal flip</i> (B, C, F, H, O), <i>vertical flip</i> (C), <i>width shift</i> (C, I, K, N), <i>length shift</i> (A, B, G, H, K, M, O), <i>zoom</i> (L, G) <i>rotation</i> (A, B, C, D, H, J, K, L, M, N), <i>brightness</i> (A, C, F, H, J, N), dan <i>shear</i> (B, C, D, E, F, G, J, L, M, N, O)	14
8. <i>Confusion matrix</i> model DenseNet <i>epoch</i> 50 (A) dan 100 (B) serta InceptionV3 <i>epoch</i> 50 (C) dan 100 (D)	15
9. Plot akurasi dan <i>loss</i> model klasifikasi DenseNet <i>epoch</i> 50	16
10. Plot akurasi dan <i>loss</i> model klasifikasi InceptionV3 <i>epoch</i> 50	16
11. Visualisasi anotasi karakteristik morfologi <i>A. mellifera</i> sudut pandang lateral menggunakan LabelMe	22
12. Visualisasi anotasi karakteristik morfologi <i>A. cerana</i> sudut pandang lateral menggunakan LabelMe	22

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran 1 Arsitektur <i>layer</i> dan parameter model InceptionV3	28
2. Lampiran 2 Arsitektur <i>layer</i> dan parameter model DenseNet	48
3. Lampiran 3 <i>Script</i> Implementasi <i>dataset</i> ke GoogleCollab, augmentasi <i>dataset</i> , dan implementasi model dasar DenseNet	76
4. Lampiran 4 <i>Script</i> implementasi <i>dataset</i> ke GoogleCollab, augmentasi <i>dataset</i> , dan implementasi model dasar InceptionV3	79
5. Lampiran 5 <i>Script</i> Pelatihan dan evaluasi model <i>epoch</i> 50 dan <i>epoch</i> 100 DenseNet	82
6. Lampiran 6 <i>Output Classification report epoch</i> 50 dan 100 model DenseNet	88
7. Lampiran 7 <i>Script</i> Pelatihan dan evaluasi model <i>epoch</i> 50 dan <i>epoch</i> 100 InceptionV3	88
8. Lampiran 8 <i>Output classification report</i> model InceptionV3	93

9.	Lampiran 9 <i>Dataset A. mellifera</i>	94
10.	Lampiran 10 <i>Dataset A. cerana</i>	110

@Hak cipta milik IPB University