

Klasifikasi Stingless Bee Menggunakan Metode Image Classification Berbasis OpenCV

Zulfachmi¹, Amalia Zahara², Danil Hardinata

^{1,2,3} Program Studi Teknik Informatika STT Indonesia Tanjung Pinang
Jalan Pompa Air No. 28 Tanjungpinang Kepulauan Riau Indonesia

¹ fahmi.stti@gmail.com

² amalia.zahara183@gmail.com

³ danilhardinata@gmail.com

Intisari— Stingless bee memiliki peran penting sebagai penyerbuk alami dalam ekosistem dan penghasil produk bernilai ekonomi seperti madu, propolis, dan bee bread, yang dimanfaatkan dalam industri pangan dan kesehatan. Identifikasi spesies stingless bee masih menjadi tantangan karena banyaknya spesies dengan morfologi yang mirip, sehingga diperlukan metode yang lebih efisien dan akurat. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem otomatis berbasis teknologi pengolahan citra (image processing) untuk identifikasi spesies stingless bee menggunakan metode Convolutional Neural Networks (CNN), TensorFlow, dan Single Shot MultiBox Detector (SSD) yang diimplementasikan dengan OpenCV. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan spesies stingless bee secara otomatis dengan akurasi rata-rata 98%, terutama ketika objek berada lurus dengan kamera. Dari 40 sampel yang diuji, 31 sampel dikenali dan 9 sampel tidak dikenali, dengan tingkat keberhasilan 77,5%. Faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan deteksi meliputi kualitas data pelatihan, posisi kamera, dan kemiripan morfologi antarspesies.

Kata kunci— Klasifikasi Stingless Bee, Convolutional Neural Networks (CNN), OpenCV, Tensorflow, Single Shot MultiBox Detector (SSD)

Abstract— *Stingless bees play an important role as natural pollinators in ecosystems and as producers of economically valuable products such as honey, propolis, and bee bread, which are utilized in the food and health industries. Identifying stingless bee species remains a challenge due to the many species with similar morphology, requiring more efficient and accurate methods. This study aims to develop an automatic system based on image processing technology for the identification of stingless bee species using Convolutional Neural Networks (CNN), TensorFlow, and the Single Shot MultiBox Detector (SSD) implemented with OpenCV. The test results showed that the developed system was capable of automatically detecting and classifying stingless bee species with an average accuracy of 98%, especially when the object was directly aligned with the camera. Out of 40 tested samples, 31 samples were recognized, and 9 samples were not, resulting in a success rate of 77.5%. Factors influencing detection success include the quality of training data, camera positioning, and morphological similarities between species.*

Keywords— *Stingless Bee Classification, Convolutional Neural Networks (CNN), OpenCV, Tensorflow, Single Shot MultiBox Detector (SSD)*

I. PENDAHULUAN

Stingless bee atau lebah tanpa sengat merupakan salah satu jenis lebah dari famili Apidae, subfamili Meliponinae, yang memiliki peran penting dalam ekosistem sebagai penyerbuk alami. Selain itu, stingless bee juga dikenal sebagai penghasil produk-produk bernilai ekonomi seperti madu, propolis, dan bee bread, yang banyak dimanfaatkan dalam berbagai industri, termasuk pangan dan kesehatan[1]. Berbeda dengan lebah madu yang memiliki sengat, Stingless bee umumnya tidak agresif, sehingga lebih aman untuk dibudidayakan. Namun, identifikasi spesies Stingless bee masih menjadi tantangan karena terdapat banyak jenis spesies yang memiliki kemiripan secara morfologi, terutama dalam ukuran tubuh, warna, dan bentuk sayap[2].

Dalam bidang taksonomi, proses identifikasi spesies biasanya dilakukan secara manual oleh ahli biologi atau entomolog menggunakan ciri-ciri morfologi tertentu. Namun, metode ini memiliki beberapa keterbatasan, seperti membutuhkan waktu yang lama, biaya yang tinggi, dan tingkat akurasi yang bervariasi tergantung pada keahlian

individu[3]. Oleh karena itu, muncul kebutuhan untuk mengembangkan metode yang lebih cepat, efisien, dan akurat dalam mengklasifikasikan spesies Stingless bee. Salah satu solusi yang potensial adalah penerapan teknologi pengolahan citra (image processing) yang berbasis kecerdasan buatan[4].

Dalam beberapa dekade terakhir, teknologi pengolahan citra telah berkembang pesat dan mampu diaplikasikan dalam berbagai bidang, termasuk biologi, kedokteran, dan pertanian. Teknologi ini memungkinkan komputer untuk mengenali pola visual dari objek biologis melalui gambar atau foto, yang kemudian dianalisis untuk tujuan klasifikasi atau identifikasi[5]. Salah satu perangkat lunak yang populer dalam pengolahan citra adalah OpenCV (Open Source Computer Vision), yang merupakan library perangkat lunak open source untuk computer vision. OpenCV menyediakan berbagai fungsi yang mendukung analisis dan pengolahan citra, termasuk deteksi objek, ekstraksi fitur, segmentasi, dan klasifikasi[6].

Terdapat banyak cara untuk mengidentifikasi jenis stingless bee dan mengklasifikasikannya secara sistem yaitu salah satunya dengan menggunakan image classification. Terdapat dua metode image classification yaitu dengan

menggunakan metode CNN dan Haar Cascade[7]. Metode CNN (Convolutional Neural Network) adalah salah satu metode machine learning yang didesain untuk mengolah data dua dimensi. Sedangkan Haar Cascade Classifier yaitu metode yang seringkali dipakai dalam pendeteksian suatu objek[8].

Pada penelitian ini mengimplementasikan OpenCV dan metode Convolutional Neural Networks, Tensorflow dan pengolahan citra dengan metode Single Shot MultiBox Detector (SSD) untuk mengetahui tingkat akurasi pelatihan yang dapat dicapai[9]. Dan penelitian ini menggunakan platform web untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan stingless bee berdasarkan jenisnya sesuai database yang tersimpan.

II. STUDI PUSTAKA

Pada penelitian ini menggunakan metode pengolahan citra Image Classification untuk mengidentifikasi Jenis-jenis Stingless Bee serta menggunakan OpenCV dan metode Convolutional Neural Networks, Tensorflow dan pengolahan citra dengan metode Single Shot MultiBox Detector (SSD). Sedangkan untuk membuat Label dan Klasifikasi dari jenis-jenis Stingless Bee yang diteliti atau yang dijadikan sampel penelitian digunakan LabelImg.

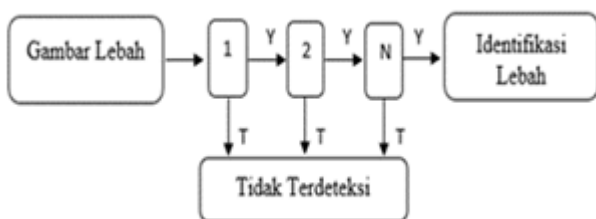
A. Convolutional Neural Networks (CNN)

Convolutional Neural Network (CNN) termasuk dalam jenis metode deep learning. Deep learning adalah cabang dari machine learning yang dapat mengajarkan komputer untuk melakukan pekerjaan selayaknya manusia, seperti komputer dapat belajar dari proses training [10].

CNN menggunakan Graphics Processing Unit (GPU) untuk proses komputasi. Dengan menggunakan platform Nvidia CUDA membuat CNN jauh lebih cepat daripada model yang dilatih dengan CPU[11].

CNN merupakan metode supervised deep learning yang melakukan proses pembelajaran mesin pada komputer. Tahapan pada CNN adalah input data, preprocessing, proses training. Implementasi CNN yang digunakan library Tensorflow dengan menggunakan bahasa pemrograman Python. CNN memiliki fungsi untuk melakukan ekstraksi fitur. Struktur CNN terdiri dari input, proses ekstraksi fitur, proses klasifikasi serta output. CNN bekerja secara hierarki, sehingga output pada susunan konvolusi awal digunakan selaku input pada susunan konvolusi berikutnya. Pada proses klasifikasi terdiri dari fully-connected serta guna aktivasi (softmax) yang outputnya berbentuk hasil klasifikasi[12].

Berikut proses CNN dalam identifikasi stingless bee :



Gambar 1. Flowchart identifikasi stingless bee

B. Open Source Computer Vision Library (Open CV)

Open Computer Vision (OpenCV) sendiri merupakan library open source yang tujuannya dikhususkan untuk melakukan pengolahan citra. Maksudnya adalah agar komputer mempunyai kemampuan yang mirip dengan cara pengolahan visual pada manusia.[13]

OpenCV dikembangkan oleh Intel yang fokus untuk menyederhanakan programming terkait citra digital dan menyediakan berbagai algoritma sederhana terkait Computer Vision untuk low level API.

Selain itu, Open CV sendiri menggunakan bahasa pemrograman C/C++ yang telah dikembangkan ke Python, java, matlab[14]. Open CV memiliki fitur utama diantaranya untuk image and video I/O, computer vision secara umum dan pengolahan citra digital (low dan mid level API), modul computer vision high level, metode untuk AI dan machine learning, serta fitur untuk sampling gambar dan transformasi. Namun, pada intinya, open cv digunakan untuk membuat pengguna lebih mudah dalam mengolah suatu gambar baik dari posisi, mengedit atau mengatur fokus ketajaman, serta warna dari sebuah gambar yang ditampilkan.

C. Tensorflow

Tensorflow adalah library perangkat lunak yang bertujuan untuk mengerjakan pembelajaran mesin dan jaringan syaraf. Tensorflow menggabungkan aljabar komputasi dengan teknik optimasi kompilasi, yang memfasilitasi perhitungan banyak ekspresi matematika [15].

Tensorflow merupakan teknologi komputer yang dapat berfungsi untuk mendeteksi berbagai macam object yang sudah ditentukan dan menggunakan alat seperti kamera handphone [16].

Tensor merupakan jenis array multidimensi [17]. Library tensorflow juga berperan sebagai antarmuka untuk mengekspresikan algoritma pembelajaran mesin dan untuk mengeksekusi perintah dengan menggunakan informasi yang dimiliki tentang objek tersebut atau target yang dikenali serta dapat membedakan objek satu dengan objek lainnya.

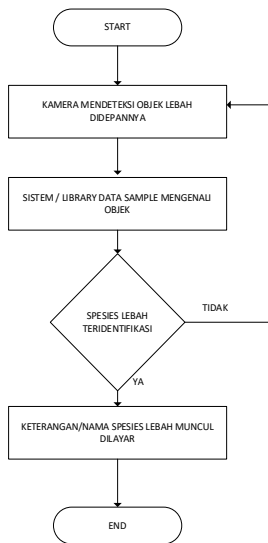
III. METODOLOGI PENELITIAN

Single Shot Detector (SSD) adalah sebuah metode yang digunakan untuk mengenali atau mendeteksi sebuah object pada gambar dengan menggunakan single deep neural network. SSD juga merupakan salah satu algoritma deteksi object yang paling populer karena pada SSD memberikan kemudahan implementasi serta memiliki tingkat akurasi yang baik [18].

Dalam Metode Single Shot Detector (SSD) termasuk kedalam deteksi object secara cepat dan real time. Arsitektur SSD termasuk kedalam jenis Convolution Neural Network (CNN), yang merupakan salah satu jenis Neural Network yang biasa digunakan pada data image. Arsitektur dari CNN dibagi menjadi 2 bagian besar, Feature Extraction Layer dan Convolutional Layer. Dimana pada bagian Feature Extraction Layer ini adalah melakukan encoding dari sebuah image menjadi features yang merepresentasikan gambar tersebut.

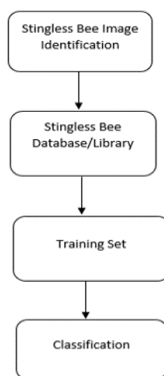
Proses pengenalan citra stingless bee pada sistem melalui beberapa tahapan yaitu kamera mendeteksi objek lebah kemudian library open cv bekerja untuk mengenali spesies

lebah. Jika dikenali maka akan muncul keterangan gambar pada layar jenis lebah yang akan dikenali. Alur secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Identifikasi *Stingless Bee*

Alur proses identifikasi stingless bee pada web sistem dapat dilihat pada alur diagram Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Sistem

1. *Stingless Bee Image Identification*

Pada tahap ini diperoleh berbagai jenis citra stingless bee dan memberikan citra stingless bee tersebut ke sistem melewati media input.

2. *Stingless Bee Database/Library*

Setelah tahap pertama atau juga bisa dikatakan tahap pre-processing, selanjutnya data citra stingless bee masuk ke tempat penyimpanan dari kumpulan data pelatihan (training set). Data yang disimpan didalam database akan membantu sistem nantinya dalam mengklasifikasikan sesuai jenisnya. Semakin banyak data atau sampel lebah yang tersimpan didalam database maka tingkat akurasi yang didapat akan menjadi semakin tinggi.

3. *Training Set*

Merupakan pelatihan kepada data-data citra yang ada. Ini dimaksudkan adalah pelatihan berbagai sampel yang diberikan kedalam sistem maka akan membantu semakin akurat pengenalan jenis data yang diteliti. Maka dari itu, semakin banyak pelatihan sampel yang diberikan maka akan lebih mudah dalam pengelompokan jenis stingless bee yang dapat dideteksi didalam sistem. Dalam kasus ini, traing model dilakukan menggunakan LabelImg. LabelImg merupakan salah satu Open Source untuk melabeli gambar secara grafis yang dijalankan dengan Python dan menggunakan QT untuk antarmuka grafisnya.

4. *Classification*

Pada tahap ini metode CNN akan membantu dalam membandingkan gambar stingless bee yang ada dengan data stingless bee yang ada pada database opencv, tensorflow dan SSD[19]. Setelah sistem mengenali objek atau stingless bee yang dideteksi melalui kamera, maka lebah akan langsung diklasifikasikan berdasarkan jenisnya.

DATA KLASIFIKASI JENIS STINGLESS BEE (LEBAH TANPA BENYAT/KELULUT)

NO	NAMA	KLASIFIKASI	CIRI-CIRI	FOTO
1	<i>Geniotrigona thoracica</i>	<ul style="list-style-type: none"> Keluarga Halictidae Ordo: Hymenoptera Spesies: <i>Geniotrigona thoracica</i> Penyebaran: Sumatera, Kalimantan, Jawa, Malaysia (Sumatra) Referensi: P. Smith, 1975 	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai antra sama (memiliki celah gelang) Badan yang berwarna hitam kecoklatan atau hitam Mempunyai satu gigi pada bahagian atas-lipat Mempunyai satu gigi pada bahagian atas-lipat Mempunyai satu gigi pada bahagian atas-lipat Ukuran: 8-10 mm (ukuran badan) Tempat bersembunyi: di dalam sarang 	
2	<i>Heterotrigona itama</i>	<ul style="list-style-type: none"> Keluarga Halictidae Ordo: Hymenoptera Spesies: <i>Heterotrigona itama</i> Penyebaran: Sumatera, Kalimantan, Jawa, Malaysia (Sumatra) Referensi: Conradi, 1978 	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai antra sama (memiliki celah gelang) Badan yang berwarna hitam Mempunyai satu gigi pada bahagian atas-lipat Mempunyai satu gigi pada bahagian atas-lipat Mempunyai satu gigi pada bahagian atas-lipat Ukuran: 8-10 mm (ukuran badan) Tempat bersembunyi: di dalam sarang 	
3	<i>Lepidotrigona terminata</i>	<ul style="list-style-type: none"> Keluarga Halictidae Ordo: Hymenoptera Spesies: <i>Lepidotrigona terminata</i> Penyebaran: Sumatera, Kalimantan, Jawa, Malaysia (Sumatra) Referensi: P. Smith, 1975 	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai antra sama (memiliki celah gelang) Badan yang berwarna hitam kecoklatan atau hitam Mempunyai satu gigi pada bahagian atas-lipat Mempunyai satu gigi pada bahagian atas-lipat Mempunyai satu gigi pada bahagian atas-lipat Ukuran: 8-10 mm (ukuran badan) Tempat bersembunyi: di dalam sarang 	
4	<i>Tetragonula laeviceps</i>	<ul style="list-style-type: none"> Keluarga Halictidae Ordo: Hymenoptera Spesies: <i>Tetragonula laeviceps</i> Penyebaran: Sumatera, Kalimantan, Jawa, Malaysia (Sumatra) Referensi: P. Smith, 1975 	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai antra sama (memiliki celah gelang) Badan yang berwarna hitam kecoklatan atau hitam Mempunyai satu gigi pada bahagian atas-lipat Mempunyai satu gigi pada bahagian atas-lipat Mempunyai satu gigi pada bahagian atas-lipat Ukuran: 8-10 mm (ukuran badan) Tempat bersembunyi: di dalam sarang 	

Gambar 4. Data Klasifikasi Jenis Stingless Bee

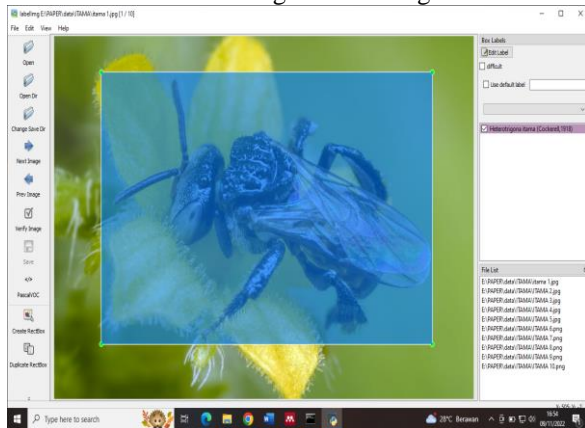
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, penulis menggunakan software Pycharm yang didalamnya terkandung pustaka perangkat lunak OpenCV menggunakan bahasa pemrograman Python. Selain itu, digunakannya metode image classification yaitu CNN (Convolutional Neural Networks) yang merupakan bagian dari deep learning dan library tensorflow serta Metode Single Shot MultiBox Detector (SSD). Penggunaan Metode Single Shot Detector (SSD) digunakan karena merupakan algoritma deteksi object yang paling populer, Mudah diimplementasikan serta deteksi object secara real time[20]. Pada implementasi Penelitian ini, Penulis menggunakan dataset citra sampel stingless bee sebanyak 4 spesies yang masing-masing terdiri dari : *Tetragonula Laeviceps* (10 citra sampel); *Geniotrigona Thoracica* (10 citra sampel); *Heterotrigona Itama* (10 citra sampel); *Lepidotrigona Terminata* (10 citra sampel).



Gambar 5. Dataset Citra Sampel Stingless Bee

Berikut tampilan LabelImg yang digunakan untuk labeling dan Klasifikasi Data Image/model stingless bee :



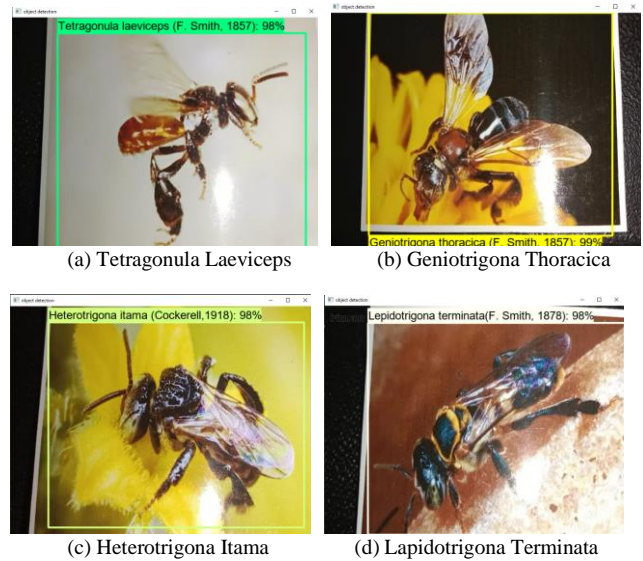
Gambar 6. Tampilan LabelImg

LabelImg dijalankan dengan menggunakan python 3 dan library PyQt sebagai tampilan Grafisnya. Yang selanjutnya dalam LabelImg akan dibuat image annotation atau pelabelan gambar. Gambar Jenis Stingless Bee yang dilabeli dijadikan dataset dengan format PascalVOC. Semakin banyak data model yang kita masukkan pada dataset, maka identifikasi objek stingless bee akan semakin cepat dan akurat.

A. Hasil Identifikasi Stingless Bee

Dalam penelitian ini, sistem deteksi dan klasifikasi spesies stingless bee berbasis image processing telah berhasil dikembangkan menggunakan metode Convolutional Neural Networks (CNN), TensorFlow, dan Single Shot MultiBox Detector (SSD) dengan bantuan library OpenCV[21]. Penelitian ini memfokuskan pada identifikasi spesies stingless bee secara otomatis dengan tingkat akurasi yang dapat diterima, serta implementasinya dalam platform web.

Pada tahap pengujian, sistem berhasil mendeteksi objek stingless bee dari gambar atau video yang diberikan oleh pengguna. Penggunaan SSD terbukti efisien karena mampu mendeteksi lebah secara real-time. Tingkat akurasi dari model CNN-SSD yang dilatih dengan dataset citra stingless bee rata-rata mencapai 98%. Hal ini ditunjukkan melalui Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan Hasil Identifikasi dan Klasifikasi Stingless Bee

B. Hasil Pengujian Pengenalan Citra Sampel Stingless Bee

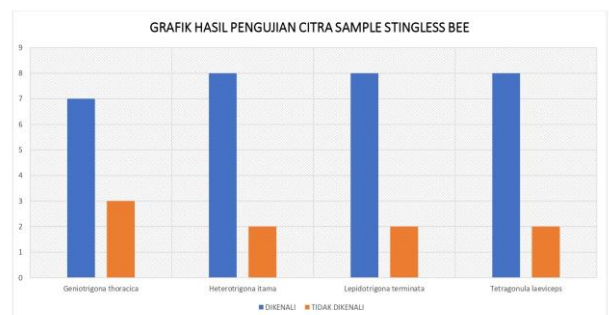
Hasil dari keseluruhan pengujian sistem pengenalan Sampel Stingless Bee yang dilakukan terhadap 4 Jenis Stingless Bee, Dapat dilihat pada table Dataset Pengujian Sampel, sebagai berikut :

DATASET CITRA PENGUJIAN SAMPLE JENIS STINGLESS BEE (LEBAH TANPA SENGAT/KELULUT)														
NO	JENIS	CITRA INPUTAN	PENGUJIAN SAMPLE STINGLESS BEE										DIKENALI	TDK DIKENALI
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Geniotrigona thoracica		✓	✓	✓	X	X	✓	X	✓	✓	✓	7	3
2	Heterotrigona itama		✓	✓	✓	X	✓	✓	X	✓	✓	✓	8	2
3	Lepidotrigona terminata		✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	X	✓	✓	8	2
4	Tetragonula laeviceps		✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	X	✓	8	2

Gambar 8. Dataset Citra Pengujian Sampel

C. Pengujian Pengenalan Citra Sampel yang tidak sesuai

Pada penelitian ini selain citra sampel dapat dikenali sesuai dengan Klasifikasi yang tepat terdapat juga beberapa citra Sampel yang dikenali sebagai Sampel lain oleh sistem. Adapun Grafik hasil pengujian disajikan pada Grafik Hasil Pengujian Sampel dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Hasil Pengujian Sampel

V. KESIMPULAN

Dari grafik tersebut, dapat dilihat bahwa semua spesies lebah tanpa sengat menunjukkan jumlah sampel yang dikenali (batang biru) jauh lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak dikenali (batang oranye). Dari hasil yang ditampilkan, terlihat bahwa sistem deteksi mampu mengenali sebagian besar sampel dari setiap spesies. *Geniotrigona thoracica* memiliki identifikasi yang kurang baik dalam proses klasifikasi yaitu dengan 7 sampel yang dikenali dan hanya 3 yang tidak dikenali. Sementara itu, *Lepidotrigona terminata*, *Heterotrigona itama*, dan *Tetragonula biroioopsis* masing-masing memiliki 8 sampel yang dikenali, tetapi juga terdapat 2 sampel yang tidak dikenali.

Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun sistem deteksi telah menunjukkan akurasi yang tinggi dalam mengidentifikasi spesies lebah tanpa sengat, masih ada beberapa sampel yang perlu diperbaiki agar dapat dikenali dengan lebih baik. Ini mungkin disebabkan oleh faktor-faktor seperti kualitas citra, posisi kamera, dan kemiripan morfologi antar spesies yang mungkin menyulitkan proses identifikasi.

D. Pembahasan

Pada gambar hasil pengujian identifikasi dan klasifikasi melalui input kamera. Objek yang diteliti yaitu 4 spesies stingless bee berhasil dideteksi oleh sistem jenisnya saat objek berada lurus dengan kamera. Adapun untuk hasil identifikasi stingless bee di layar output program berdasarkan Nama Labeling dari Jenis Stingless Bee yang di ambil sebagai Data Sampel. Namun, dalam projek ini, presentasi pengerjaan proyek berada pada persentasi 77,5 % (dengan Rincian Total Sampel 40, Sampel dikenali 31 dan Sampel tidak dikenali 9)[22]. Hal ini dikarenakan untuk data yang maksimal maka dibutuhkan data labelling dalam jumlah yang banyak serta adanya kesamaan Anatomi tubuh pada Stingless Bee menjadi Program sulit menentukan Jenis Stingless Bee yang akurat.

Selain itu, terdapat kegagalan dalam pengujian identifikasi lebah dikarenakan beberapa faktor yaitu Posisi kamera atau spesifikasi kamera HD atau bukan, jarak kamera dengan objek yang akan diidentifikasi, adanya bentuk anonim lebah yang hampir sama membuat sistem susah untuk mendeteksi, serta dari segi programming yang butuh diupdate lagi[23]. Diharapkan kedepannya, proyek ini akan sempurna dikemudian hari sesuai harapan penulis.

Kemudian implementasi metode Single Shot Detector (SSD) dalam deteksi spesies lebah tanpa sengat terbukti memberikan hasil yang memuaskan. SSD dikenal karena kemampuannya dalam mendeteksi objek secara cepat, sehingga cocok untuk diaplikasikan dalam sistem yang memerlukan real-time performance seperti pada penelitian ini[24]. Penggunaan CNN dalam arsitektur SSD juga meningkatkan akurasi sistem, karena CNN secara khusus dirancang untuk pengolahan citra dan dapat mengenali pola visual yang kompleks[25].

Teknologi pengolahan citra berbasis CNN dan SSD telah memberikan solusi praktis dalam mengotomatisasi identifikasi spesies stingless bee, namun pengembangan lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan akurasi, terutama dalam kasus spesies yang memiliki kemiripan morfologi tinggi[26]. Penambahan fitur-fitur lain seperti segmentasi lebih detail dan penggunaan model deep learning yang lebih kompleks mungkin diperlukan untuk mengatasi tantangan ini.

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan yaitu :

1. Sistem deteksi dan klasifikasi spesies stingless bee berbasis image processing telah berhasil dikembangkan menggunakan metode Convolutional Neural Networks (CNN), TensorFlow, dan Single Shot MultiBox Detector (SSD) dengan bantuan OpenCV.
2. Sistem mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan spesies stingless bee secara otomatis dengan tingkat akurasi rata-rata 98% dalam pengujian.
3. SSD terbukti efisien dalam mendeteksi lebah secara real-time, terutama ketika objek berada dalam posisi lurus dengan kamera.
4. Dari 40 sampel yang diuji, 31 sampel berhasil dikenali dan 9 sampel tidak dikenali, dengan persentase keberhasilan sistem sebesar 77,5%.
5. Faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan sistem meliputi: Posisi kamera dan spesifikasi kamera (HD atau tidak), jarak kamera dengan objek, kesamaan morfologi antarspesies lebah yang menyebabkan kesulitan klasifikasi, kualitas dan jumlah data labelling yang masih kurang.

REFERENSI

- [1] H. Purwanto and M. Trianto, "Species description, morphometric measurement and molecular identification of stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in meliponiculture industry in West Java Province, Indonesia," *Serangga*, vol. 26, no. 1, pp. 13–33, 2021.
- [2] A. Efin, T. Atmowidi, and T. S. Prawasti, "Short communication: Morphological characteristics and morphometric of stingless bee (apidae: Hymenoptera) from Banten Province, Indonesia," *Biodiversitas*, vol. 20, no. 6, pp. 1693–1698, 2019, doi: 10.13057/biodiv/d200627.
- [3] N. S. A. Kamal, "Smart Stingless Beehive Internet Based Monitoring System," *Malaysian J. Ind. Technol.*, vol. 6, no. 2, pp. 41–50, 2022.
- [4] Z. Fachmi, M. Sudarma, and L. Jasa, "Sistem Monitoring Kehadiran Perkuhahan Menggunakan Face Detection Dengan Algoritma Viola Jones," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 18, no. 1, p. 119, May 2019, doi: 10.24843/mite.2019.v18i01.p18.
- [5] K. Anam, W. Cahyadi, I. Azmi, K. Senjarini, and R. Oktarianti, "Analisis Hasil Elektroforesis DNA dengan Image Processing Menggunakan Metode Gaussian Filter," *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.)*, vol. 11, no. 1, p. 37, 2021, doi: 10.22146/ijeis.58268.
- [6] D. Ruaika and S. Uyun, "Optimisation of Residual Network Using Data Augmentation and Ensemble Deep Learning for Butterfly Image Classification," *IJID (International J. Informatics ...)*, vol. 12, no. 2, pp. 350–361, 2023, doi: 10.14421/ijid.2023.4038.
- [7] Edwin Febrywinata, "Pengenalan Dan Klasifikasi Jenis Buah Menggunakan Metode CNN Secara Sederhana Dengan Menggunakan Google Colab," *Merkurius J. Ris. Sist. Inf. dan Tek. Inform.*, vol. 2, no. 4, pp. 185–193, 2024, doi: 10.61132/mercurius.v2i4.162.
- [8] M. Naufal, A. Saputro, F. Liantoni, and D. Maryono, "Application of Convolutional Neural Network (CNN) Using TensorFlow as a Learning Medium for Spice Classification," *Ultim. J. Tek. Inform.*, vol. 16, no. 1, 2024.
- [9] M. Basurah, W. Swastika, and O. H. Kelana, "Implementation of Face Recognition and Liveness Detection System Using Tensorflow.js," *J. Inform. Polinema*, vol. 9, no. 4, pp. 509–516, 2023, doi: 10.33795/jip.v9i4.1332.
- [10] K. O. Lauw *et al.*, "Identifikasi Jenis Anjing Berdasarkan Gambar Menggunakan Convolutional Neural Network Berbasis Android," *J. Infra*, vol. 8, no. 2, pp. 37–43, 2020.
- [11] A. Peryanto, A. Yudhana, and R. Umar, "Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network dan K Fold Cross Validation," *J. Appl. Informatics Comput.*, vol. 4, no. 1, pp. 45–51, 2020, doi: 10.30871/jaic.v4i1.2017.

- [12] E. N. Arrofiqoh and Harintaka, "IMPLEMENTASI METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK KLASIFIKASI TANAMAN PADA CITRA RESOLUSI TINGGI (The Implementation of Convolutional Neural Network Method for Agricultural Plant Classification in High Resolution Imagery)," *Geomatika*, vol. 24, no. 2, pp. 61–68, 2018.
- [13] K. Diantoro and B. Adriansyah, "Sistem Identifikasi Jenis Burung Dengan Image Classification Menggunakan OpenCV," *Tekinfo*, vol. 20(1), no. 1, pp. 96–105, 2019.
- [14] Z. Zulfachmi, A. Saputra, and J. Juliadi, "Monitoring Penyiraman Aglonema Lulaiwan Otomatis Berbasis IoT Dengan Sensor Soil Moisture dan DHT11 Menggunakan Aplikasi Telegram," *Pros. Semin. Nas. Ilmu Sos. dan Teknol.*, vol. 5, no. September, pp. 458–463, 2023, doi: 10.33884/psnistek.v5i.8119.
- [15] M. Ihsan, R. K. Niswatin, and D. Swanjaya, "Deteksi Ekspresi Wajah Menggunakan Tensorflow," *Joutica*, vol. 6, no. 1, p. 428, 2021, doi: 10.30736/jti.v6i1.554.
- [16] J. S. Komputer, A. R. Hidayat, V. Lusiana, S. T. Informatika, and U. Stikubank, "Deteksi Jenis Sayuran dengan Tensorflow Dengan Metode Convolutional Neural Network," vol. 6, no. September, pp. 1032–1040, 2022.
- [17] N. Wiranda, H. S. Purba, and R. A. Sukmawati, "Survei Penggunaan Tensorflow pada Machine Learning untuk Identifikasi Ikan Kawasan Lahan Basah," *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.)*, vol. 10, no. 2, p. 179, 2020, doi: 10.22146/ijeis.58315.
- [18] S. Fuady, N. Nehru, and G. Anggraeni, "Deteksi Objek Menggunakan Metode Single Shot Multibox Detector Pada Alat Bantu Tongkat Tunanetra Berbasis Kamera," *J. Electr. Power Control Autom.*, vol. 3, no. 2, p. 39, 2020, doi: 10.33087/jepca.v3i2.38.
- [19] I. B. A. Peling, M. P. A. Ariawan, G. B. Subiksa, and I. K. A. G. Wiguna, "Pendeteksi Keberadaan Orang Asing Menggunakan Face Recognition dan Motion Detection," *J. Bangkit Indones.*, vol. 13, no. 1, pp. 18–23, 2024, doi: 10.52771/bangkitindonesia.v13i1.275.
- [20] I. Astuti, W. W. Ariestya, and B. Solehudin, "Deteksi Objek Daun Semanggi Secara Real Time Menggunakan CNN-Single Shot Multibox Detector (SSD)," *J. Ilm. FIFO*, vol. 14, no. 1, p. 47, 2022, doi: 10.22441/fifo.2022.v14i1.005.
- [21] V. S. Widjaya and I. Wasito, "Sistem Deteksi Kosakata Bahasa Isyarat Secara Real Time dengan Tensorflow Menggunakan Metode Convolutional Neural Network," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 8, no. 3, p. 1484, 2024, doi: 10.30865/mib.v8i3.7714.
- [22] Z. Zulkipli, Z. Zulfachmi, and A. Rahmad, "Alasan Peneliti Menggunakan Analisis Statistik Wilcoxon (Non Parametrik)," in *Seminar Nasional Ilmu Sosial & Teknologi (SNISTEK)* 6, 2024, pp. 119–125.
- [23] F. Fatimah, I. Maulana, M. Dimas, A. Dan, and A. Putramala, "Pemrograman Modul Kamera pada Prototipe Mesin Sortir Bungkus Permen Berbasis Image Processing," *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro*, vol. 6, pp. 145–151, 2021.
- [24] S. Yi, Z. Yang, L. Zhou, S. Zou, and H. Xie, "Intelligent Localization Sampling System Based on Deep Learning and Image Processing Technology," *Sensors*, vol. 22, no. 5, 2022, doi: 10.3390/s22052021.
- [25] Z. Farahdiva, A. Disrinama, and ..., "Screening Awal Penyakit Katarak dengan Image Processing menggunakan Metode Convolutional Neural Network pada Penyakit Akibat Kerja Pengelasan," *Conf. Saf. ...*, no. 2581, 2023, [Online]. Available: <https://journal.ppns.ac.id/index.php/seminarK3PPNS/article/view/1805%0Ahttps://journal.ppns.ac.id/index.php/seminarK3PPNS/article/download/1805/1415>
- [26] Riswanto, A. Ahmad, Hazriani, and D. Tribuana, "Calorie Detection of Traditional Indonesian Food Using the Single Shot Multibox Detector (SSD)," *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 819–829, 2024.