

**KLASIFIKASI BENTUK SARANG BURUNG WALET MENGGUNAKAN  
ALGORITMA EFFICIENTNET BERBASIS ANDROID**

**SKRIPSI**

**DARA FADILAH**

**201402106**



**PROGRAM STUDI S1 TEKNOLOGI INFORMASI  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2024**

**KLASIFIKASI BENTUK SARANG BURUNG WALET MENGGUNAKAN  
ALGORITMA EFFICIENTNET BERBASIS ANDROID**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk melengkapi dan memenuhi syarat memperoleh ijazah  
Sarjana Teknologi Informasi

**DARA FADILAH**

**201402106**



**PROGRAM STUDI S1 TEKNOLOGI INFORMASI  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2024**

## PERSETUJUAN

Judul : Klasifikasi Bentuk Sarang Burung Walet  
Menggunakan Algoritma EfficientNet  
Berbasis Android

Kategori : Skripsi

Nama Mahasiswa : Dara Fadilah

Nomor Induk Mahasiswa : 201402106

Program Studi : Sarjana (S-1) Teknologi Informasi

Fakultas : Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi  
Universitas Sumatera Utara

Medan, 11 Juli 2024

Komisi Pembimbing:

Pembimbing 2,



Fanindia Purnamasari S.TI., M.IT.  
NIP. 198908172019032023

Pembimbing 1,



Ivan Jaya S.Si., M. Kom.  
NIP. 198407072015041001

Diketahui/disetujui oleh  
Program Studi S1 Teknologi Informasi

Ketua Program Studi,



Dedy Arisandi S.T., M. Kom.  
NIP. 197908312009121002

**PERNYATAAN****KLASIFIKASI BENTUK SARANG BURUNG WALET MENGGUNAKAN  
ALGORITMA EFFICIENTNET BERBASIS ANDROID****SKRIPSI**

Saya mengakui bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing telah disebutkan sumbernya.

Medan, 11 Juli 2024



Dara Fadilah

201402106

## ABSTRAK

Sarang burung walet termasuk makanan populer dunia yang kaya akan nutrisi tinggi sehingga dapat memberikan berbagai manfaat bagi kesehatan manusia. Indonesia selaku produsen utama, melihat potensi besar dari sarang burung walet dalam mempercepat pertumbuhan ekonomi. Meski prospek pasar bagus, pengelolaan budidaya harus diperhatikan agar kualitas tetap terjaga. Beragam bentuk sarang walet dapat mempengaruhi harga jualnya. Identifikasi bentuk sarang yang sulit sering menyebabkan manipulasi harga oleh pelaku bisnis yang tidak bertanggung jawab, merugikan penjual dan pembudidaya pemula. Keterbatasan ini mengakibatkan ketidakonsistenan harga jual dan risiko kesalahan klasifikasi. Maka dari itu, penelitian membangun sistem klasifikasi bentuk sarang burung walet menggunakan algoritma *EfficientNet-B4* yang dimana merupakan salah satu jenis algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) yang dapat mempermudah penjual dan pembudidaya pemula dalam hal melakukan jual beli. Dalam proses pelatihan, digunakan 309 citra, 54 citra untuk proses validasi, dan 45 citra untuk proses pengujian. Hasil penelitian menunjukkan kemampuan sistem dalam mengenali bentuk pada citra sarang burung walet mangkok, oval, dan sudut dengan tingkat akurasi sebesar 88,89%. Model yang dibuat kemudian diintegrasikan ke dalam aplikasi berbasis android, sehingga memudahkan penjual dan pembudidaya pemula dalam melakukan transaksi dengan akurasi yang lebih tinggi.

**Kata Kunci:** Sarang Burung Walet, EfficientNet, CNN, Android.

## **CLASSIFICATION OF THE SHAPE OF SWIFT NEST USING EFFICIENTNET ANDROID BASED**

### **ABSTRACT**

*Swift nest is among the world's popular foods rich in high nutrition, thus providing various health benefits to humans. Indonesia, as the main producer, sees significant potential from swiftlet bird's nests in accelerating economic growth. Despite promising market prospects, the cultivation management must be considered to maintain quality. Various forms of swiftlet nests can influence their selling price. Identification of difficult nest shapes often leads to price manipulation by irresponsible business actors, disadvantaging sellers and novice cultivators. This limitation results in inconsistent selling prices and classification errors. Therefore, research has developed a classification system for swiftlet bird's nest shapes using the EfficientNet-B4 algorithm, a type of Convolutional Neural Network (CNN) that can facilitate buying and selling for novice sellers and cultivators. In the training process, 309 images were used, with 54 images for validation and 45 images for testing. The research results demonstrate the system's ability to recognize bowl, oval, and corner nest shapes with an accuracy rate of 88,89%. The developed model was then integrated into an android-based application, thereby facilitating transactions for sellers and novice cultivators with higher accuracy.*

**Keywords:** *Swift Nest, EfficientNet, CNN, Android.*

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang berjudul “Klasifikasi Bentuk Sarang Burung Walet Menggunakan Algoritma EfficientNet Berbasis Andorid”. Shalawat beriringkan salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah SAW yang telah mengantarkan umat manusia dari zaman kegelapan ke zaman yang terang benderang seperti saat ini. Penyusunan tugas akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan mencapai gelar akademik Sarjana Komputer pada Program Studi S1 Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Sumatera Utara.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini terutama kepada:

1. Panutan penulis ayahanda H. Nyak Jad, S.H. (Alm) yang meninggalkan kenangan baik dan memotivasi penulis untuk selalu melakukan kebaikan.
2. Teristimewa bagi ibunda tersayang Dra. Hj. Ida Syafriani yang telah memberikan kasih sayang, dukungan, serta doa tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Keluarga Penulis, terutama abang-abang dan kakak-kakak yaitu Ir. Syafrijal Kautsar S.T. beserta Risma Ayu S.Kep., Ners., dan Hanifah Zahra ST., M.T. beserta M. Prawira S.T. yang selalu memberi dukungan materi dan non-materi, serta menjadi tempat berdiskusi, bercerita dan berkeluh kesah.
4. Ibu HJ. Kasmi dan Bapak H. Amir, rekan kerja orang tua penulis sekaligus pemilik usaha sarang burung walet yang telah memberikan izin sukarela untuk pengambilan data yang diperlukan oleh penulis.
5. Bapak Ivan Jaya S.Si., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing 1 dan Ibu Fanindia Purnamasari S.Tl., M.IT. selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah banyak membimbing dan memberi saran demi kelancaran proses penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Bapak Dedy Arisandi ST., M.Kom. selaku dosen penguji 1 penulis sekaligus Ketua Program Studi S1 Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara
7. Bapak Ainul Hizriadi S.Kom., M.Sc. selaku dosen penguji 2 penulis yang sudah memberikan saran dan arahan yang berharga untuk penulis.
8. Ibu Dr. Maya Silvi Lydia B.Sc., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara.
9. Seluruh Dosen, Staff, dan Pegawai Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat sekaligus membantu segala urusan administrasi selama masa perkuliahan dan menyelesaikan skripsi penulis.
10. Teman dekat penulis 2007210154 yang memotivasi serta membantu penulis selama pengerjaan skripsi ini berlangsung.
11. Teman-teman seperjuangan yaitu Putri Yanti Nahampun, Fildzah Zata Amani, dan Syavira Nur Khairani yang telah mendukung sekaligus membantu penulis dalam pengerjaan skripsi penulis hingga selesai.
12. Teman-teman angkatan 2020 Teknologi Informasi yang telah menemani penulis dalam menyelesaikan perkuliahan.
13. Seluruh pihak yang tidak bisa dituliskan satu per satu yang telah memberikan dukungan dan banyak saran dalam segala aspek.

Medan, 11 Juli 2024

Penulis,



Dara Fadilah

201402106



## DAFTAR ISI

<b>PERSETUJUAN</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>iv</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metodologi Penelitian	4
1.7 Struktur Penulisan	5
<b>BAB 2 LANDASAN TEORI</b>	<b>7</b>
2.1 Sarang Burung Walet	7
2.2 Bentuk Sarang Burung Walet	7
2.3 Citra Digital	8
2.3.1 <i>Citra RGB</i>	8
2.3.2 <i>Citra grayscale</i>	9
2.3.3 <i>Citra biner</i>	9
2.4 Pengolahan Citra Digital	9
2.5 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	9
2.5.1 <i>Convolution layer</i>	10
2.5.2 <i>Pooling layer</i>	10
2.5.3 <i>Fully connected layer</i>	10
2.6 <i>EfficientNet</i>	11
2.7 <i>Confusion Matrix</i>	12
2.7.1 <i>Accuracy</i>	13
2.7.2 <i>Precision</i>	13
2.7.3 <i>Recall</i>	13

2.7.4	<i>F1-score</i>	13
2.8	Penelitian Terdahulu	13
2.9	Perbedaan Penelitian	17
<b>BAB 3</b>	<b>ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM</b>	<b>18</b>
3.1	Dataset	19
3.2	Analisis Sistem	20
3.2.1	<i>Data acquisition</i>	22
3.2.2	<i>Image pre-processing</i>	22
3.2.3	<i>Image classifier</i>	24
3.2.4	<i>Learned model</i>	29
3.2.5	<i>Deployment</i>	30
3.2.6	<i>Training Data</i>	30
3.2.7	<i>Testing Data</i>	31
3.2.8	<i>Output</i>	31
3.3	Perancangan Antarmuka Sistem	31
3.3.1	<i>Rancangan tampilan splashscreen</i>	32
3.3.2	<i>Rancangan halaman beranda</i>	33
3.3.3	<i>Rancangan halaman informasi objek penelitian</i>	33
3.3.4	<i>Rancangan halaman klasifikasi</i>	33
3.3.5	<i>Rancangan halaman hasil klasifikasi</i>	34
<b>BAB 4</b>	<b>IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN</b>	<b>35</b>
4.1	Implementasi Sistem	35
4.4.1	<i>Perangkat keras dan perangkat lunak</i>	35
4.2	Implementasi Data	35
4.3	Implementasi Desain Antarmuka Aplikasi	36
4.3.1	<i>Tampilan splashscreen</i>	37
4.3.2	<i>Halaman beranda</i>	37
4.3.3	<i>Halaman informasi objek penelitian</i>	38
4.3.4	<i>Halaman klasifikasi</i>	38
4.3.5	<i>Halaman hasil klasifikasi</i>	39
4.4	Prosedur Operasional	40
4.5	Pelatihan Sistem	40
4.6	Pengujian Sistem	40
4.6	Kendala Penelitian	45

<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>46</b>
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	46
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>xii</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>1</b>

**DAFTAR TABEL**

<b>Tabel 2.1</b> <i>Confusion Matrix</i>	12
<b>Tabel 2.2</b> Penelitian Terdahulu	14
<b>Tabel 3.1</b> Pembagian Dataset <i>Training, Validation, dan Testing</i>	19
<b>Tabel 4.1</b> Pembagian Dataset Setelah Augmentasi	40
<b>Tabel 4.2</b> Pengujian Citra Sarang Walet	41
<b>Tabel 4.3</b> Perhitungan Hasil Uji	43
<b>Tabel 4.4</b> Hasil <i>Confusion Matrix</i>	44
<b>Tabel 4.5</b> Nilai <i>Precision, Recall, dan F1-Score</i>	45

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Bentuk Sarang Burung Walet	8
<b>Gambar 2.2</b> Arsitektur Umum CNN	10
<b>Gambar 2.3</b> Arsitektur Umum EfficientNet	11
<b>Gambar 3.1</b> Contoh Data	19
<b>Gambar 3.2</b> Arsitektur Umum	20
<b>Gambar 3.3</b> <i>Labelling</i>	21
<b>Gambar 3.4</b> Citra Sebelum dan Sesudah <i>Cropping</i>	22
<b>Gambar 3.5</b> Citra Sebelum dan Sesudah <i>Resizing</i>	22
<b>Gambar 3.6</b> Citra Sebelum dan Sesudah <i>Horizontal Flip</i>	24
<b>Gambar 3.7</b> Citra Sebelum dan Sesudah Rotasi 40 derajat	24
<b>Gambar 3.8</b> Proses Perhitungan Filter	25
<b>Gambar 3.9</b> Posisi Filter pada Saat Konvolusi	26
<b>Gambar 3.10</b> <i>Feature Map</i>	28
<b>Gambar 3.11</b> <i>Activity Diagram</i> Aplikasi	32
<b>Gambar 3.12</b> Rancangan Tampilan <i>Splashscreen</i>	32
<b>Gambar 3.13</b> Rancangan Halaman Beranda	33
<b>Gambar 3.14</b> Rancangan Halaman Informasi Objek Penelitian	33
<b>Gambar 3.15</b> Rancangan Halaman Klasifikasi	34
<b>Gambar 3.16</b> Rancangan Halaman Hasil Klasifikasi	34
<b>Gambar 4.1</b> Citra Mangkok	36
<b>Gambar 4.2</b> Citra Oval	36
<b>Gambar 4.3</b> Citra Sudut	36
<b>Gambar 4.4</b> Tampilan <i>Splashscreen</i>	37
<b>Gambar 4.5</b> Halaman Beranda	38
<b>Gambar 4.6</b> Halaman Informasi Objek Penelitian	38
<b>Gambar 4.7</b> Halaman Klasifikasi	39
<b>Gambar 4.8</b> Halaman Hasil Klasifikasi	39

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Sarang burung walet termasuk hidangan populer dunia karena kaya akan nutrisi sehingga memberikan berbagai manfaat bagi kesehatan manusia. Menteri Perdagangan Republik Indonesia, melalui siaran pers menyatakan bahwa Indonesia memiliki “harta karun” yang dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi dengan cepat yaitu sarang burung walet. Badan Pusat statistik menyatakan produksi sarang burung walet telah meningkat secara signifikan setiap tahun (BPS, 2022). Puncaknya terjadi pada tahun 2021 dengan jumlah produksi mencapai 1.505,5 ton yang bernilai Rp 28,3 triliun. Keyakinan akan khasiat sarang burung walet bagi kesehatan manusia telah meningkatkan permintaan akan produk ini sehingga Dalam beberapa tahun terakhir, harga sarang burung walet telah mencapai Rp17.000.000,00 per kilogram yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk hasil negosiasi dan kesepakatan antar pemasok dan pembeli (TRUBUS, 2005:64). Indonesia dinobatkan sebagai negara pengekspor sarang burung walet terbesar di pasar internasional, dengan nilai total ekspor dunia mencapai US\$ 364,2 juta pada tahun 2019. Dalam peringkat kedua, Malaysia mengekspor sarang burung walet sebesar US\$ 135,2 juta, sementara Tiongkok mengekspor sebesar US\$ 82 juta (United Nations Comtrade, 2021). Tingginya nilai ekonomi dari sarang burung walet mendorong masyarakat untuk terlibat di dalam upaya pembudidayaan sarang burung walet (Alfaris, 2019). Namun, prospek pasar harus ditunjangi dengan manajemen yang tepat dalam usaha budidaya walet, termasuk dalam hal tekstur, bentuk, dan warna sarang yang dapat mempengaruhi kualitasnya.

Bentuk-bentuk sarang burung walet beragam dan berdampak pada harga jualnya. Sarang walet putih original yang memiliki bentuk mangkok dan dipasarkan dengan harga tinggi karena nilai keaslian dan kemurniannya. Sarang lonjong atau oval menunjukkan bentuk permukaan yang tidak merata dengan cekungan yang membentuk sudut kurang dari 90° tanpa mendekati 90°. Sarang walet segitiga atau sudut yang dapat ditemukan di berbagai sudut bangunan rumah walet. Sarang walet patahan, yang memiliki bentuk tidak sempurna dan biasanya dijual dengan harga yang

lebih terjangkau. Sarang walet strip, mirip dengan mangkok, diproduksi tanpa pencetakan dan sering digunakan sebagai campuran dalam sup walet. Sarang walet merah, yang berwarna merah karena campuran darah, memiliki harga yang tinggi karena kejadian tersebut jarang terjadi (Realfood, 2022).

Umumnya, masyarakat kesulitan mengidentifikasi bentuk-bentuk sarang burung walet tersebut. Keterbatasan dalam membedakan bentuk sarang membuat banyak pelaku bisnis yang tidak bertanggung jawab atau berpengalaman tinggi dapat melakukan manipulasi harga. Hal ini menciptakan risiko kerugian besar bagi penjual dan pembudidaya pemula jika terjadi kesalahan identifikasi bentuk sarang. Sangat disayangkan, hanya sebagian kecil orang yang dapat mengenali bentuk sarang burung walet ini yang menyebabkan ketidak konsistenan dalam harga jual. Proses pemilihan sarang secara manual dapat membuat perbedaan persepsi visual manusia.

Beberapa penelitian sudah dilakukan oleh beberapa peneliti terkait dengan sarang burung walet dimana diantaranya menggunakan *computer vision* dan *artificial intelligence* yang dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi bentuk sarang burung walet, sebagaimana yang telah diterapkan oleh (Indrajaya et al., 2022) dalam studi yang berjudul “*Object Detection to Identify Shapes of Swallow Nests Using a Deep Learning Algorithm*” berhasil mengklasifikasikan tiga bentuk sarang burung walet dengan akurasi 61,91% menggunakan algoritma *SSD-MobileNet*. Kemudian, penelitian yang dilakukan oleh (Septiarini et al., 2022) dengan judul “*Classifying the Swallow Nest Quality Using Support Vector Machine Based on Computer Vision*” yang mengklasifikasi kualitas sarang burung walet menjadi tiga tingkatan menggunakan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) menghasilkan rata-rata akurasi 89,3%. Berikutnya, (Johanes et al., 2022) berhasil memilah sarang burung walet yang layak ekspor dengan akurasi 85% menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) dalam penelitian berjudul “*Implementation of The K-Nearest Neighbor Method to Determine The Quality of Export Import Swallow's Nest*”. Selanjutnya, penelitian oleh (Li et al., 2020) dengan judul “*Deep Learning-Based Bird's Nest Detection on Transmission Lines Using UAV Imagery*” dengan tujuan mendeteksi sarang burung walet padajalur transmisi menggunakan citra UAV menggunakan algoritma *Faster R-CNN* dan konsep *Region of Interest* (ROI) yang menghasilkan akurasi sebesar 82,5%.

Sistem klasifikasi citra sebelumnya sering menghadapi beberapa tantangan, seperti masalah *overfitting* dan *underfitting* pada pelatihan model, serta penggunaan sumber daya yang signifikan. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Tan, M., & Le, 2019) dengan judul “*EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks*” dengan mengajukan algoritma *EfficientNet*, yang menggabungkan teknik *scaling* yang cerdas seperti lebar, kedalaman, dan resolusi citra. Teknik ini bertujuan untuk memperkuat arsitektur dan meningkatkan performa klasifikasi citra untuk memperbaiki efisiensi dan akurasi dari model *Convolutional Neural Network* dan melakukan perbandingan dengan algoritma *deep learning* lain, seperti *ResNet* dan *MobileNet*. Hasilnya menunjukkan bahwa *EfficientNet* memiliki akurasi yang lebih tinggi dibandingkan model klasifikasi citra lainnya serta penggunaan sumber daya yang lebih tepat sehingga dapat digunakan sebagai pilihan yang lebih baik dalam klasifikasi citra secara *realtime* dengan perangkat *smartphone*. Model ini telah digunakan dalam berbagai aplikasi komersial dan riset. *EfficientNet* juga menunjukkan performa yang sangat baik dalam *transfer learning*, yaitu kemampuan untuk memanfaatkan pengetahuan yang sudah dipelajari dari data lain untuk memperbaiki performa pada data baru yang belum pernah dilihat (Tan, M., & Le, 2019).

Berdasarkan studi sebelumnya, penulis mengusulkan sebuah penelitian guna menciptakan aplikasi berbasis mobile dengan menggunakan algoritma *EfficientNet*. Tujuan aplikasi ini adalah membantu masyarakat umum, baik penjual maupun pembeli, dalam menilai harga sarang burung walet berdasarkan karakteristik fisiknya. Penelitian ini diberi judul “Klasifikasi Bentuk Sarang Burung Walet Menggunakan Algoritma *Efficientnet* Berbasis Android”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Burung walet dikenal sebagai jenis burung dengan ciri khas unik, yaitu kemampuannya membentuk sarang dari air liurnya. Sarang burung walet yang telah diproses menjadi hidangan memiliki manfaat kesehatan karena kaya akan nutrisi, sehingga memiliki banyak peminat. Namun, banyak penjual dan pembudidaya pemula kesulitan membedakan bentuk sarang burung walet. Umumnya, masyarakat hanya mengenali jenis "sarang burung walet" tanpa memperhatikan bentuknya, yang mempengaruhi harga jual. Oleh karena itu, dibutuhkan metode yang memudahkan masyarakat umum, termasuk pecinta, penjual, dan pembudidaya pemula, untuk



mengidentifikasi dan mengenali bentuk sarang burung walet secara efektif. Tujuannya adalah meminimalisir kerugian akibat kesalahan identifikasi bentuk sarang burung walet.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini diadakan dengan tujuan untuk mengklasifikasikan bentuk sarang burung walet dalam pemanfaatan algoritma *EfficientNet-B4* sehingga dapat diketahui seberapa efektif algoritma ini digunakan untuk mengklasifikasikan bentuk sarang burung walet.

### 1.4 Batasan Penelitian

Dalam memberikan fokus yang lebih jelas pada penelitian dan mencegah penyebaran ruang lingkup permasalahan, diperlukan adanya pengidentifikasian batasan-batasan, seperti hal-hal berikut:

1. Penelitian ini hanya fokus pada bentuk dari sarang burung walet tidak berdasarkan kualitasnya.
2. Terdapat tiga bentuk sarang burung walet yang akan diidentifikasi, yaitu Mangkok, Oval, dan Sudut.
3. Pengambilan citra sarang burung walet dilakukan menggunakan kamera digital dengan resolusi minimum 13 MP.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dihasilkan dari penelitian ini termasuk:

1. Menyokong pembudidaya pemula sarang burung walet dalam hal mengidentifikasi bentuknya.
2. Menjadi sumber rujukan untuk melakukan pengembangan terkait sistem klasifikasi bentuk sarang burung walet dan penggunaan *EfficientNet*.
3. Diharapkan hasil penelitian ini dapat mendukung masyarakat dalam betransaksi jual beli sarang burung walet dengan mengklasifikasikan bentuknya yang berpengaruh nilai, kualitas produk, dan harga jual.

### 1.6 Metodologi Penelitian

Prosedur kegiatan yang akan ditempuh untuk penelitian ini adalah:

1. Studi Literatur

Pengumpulan referensi dari berbagai sumber seperti artikel ilmiah, makalah, dan referensi lain sesuai dengan tujuan penelitian. Hal ini mencakup literatur

mengenai sarang burung walet, sifat dan bentuknya, teknik pengolahan citra, serta metode dan algoritma yang terkait dengan *EfficientNet*.

## 2. Analisis Permasalahan

Pada tahap ini dataset citra sarang burung walet dikumpulkan dan dilakukan proses awal seperti segmentasi, penambahan label, *resizing*, dan augmentasi citra untuk meningkatkan jumlah sampel.

## 3. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dari perancangan arsitektur umum, pelatihan model, hingga pengimplementasian ke aplikasi *mobile*.

## 4. Implementasi

Perancangan sistem akan diimplementasikan, sehingga menghasilkan sistem yang sesuai dengan tujuan penelitian.

## 5. Pengujian Sistem

Pengujian sistem yang telah dibangun guna memperoleh tingkat keakuratan sistem dalam pengimplementasian algoritma *EfficientNet* dalam melakukan klasifikasi bentuk sarang burung walet.

## 6. Penyusunan Laporan

Menyusun laporan dan mendokumentasikan seluruh proses penelitian sebagai simbolisasi hasil dari penelitian yang telah dilaksanakan.

# 1.7 Struktur Penulisan

Penulisan penelitian ini terstruktur dalam lima bab, yang meliputi:

## **BAB 1: Pendahuluan**

Bab ini mencakup latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian, dan struktur penulisan penelitian.

## **BAB 2: Landasan Teori**

Bab ini mencakup teori-teori yang sesuai dengan masalah penelitian. Beberapa teori diantaranya adalah teori sarang burung walet dan bentuknya, citra digital dan pengolahannya, aplikasi berbasis android, dan algoritma *EfficientNet*.

## **BAB 3: Analisis dan Perancangan**

Bab ini mencakup perancangan arsitektur secara keseluruhan beserta penjelasan tentang tahapan-tahapan yang ada di arsitektur umum penelitian dan metode yang diterapkan pada sistem yang akan dikembangkan.

**BAB 4: Implementasi dan Pengujian**

Bab ini membahas tentang peimplementasian dari perancangan dan juga hasil pengujian dari sistem yang sudah dibangun.

**BAB 5: Kesimpulan dan Saran**

Bab ini mencakup rangkuman hasil penelitian dan saran untuk pengembangan studi selanjutnya.

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Sarang Burung Walet**

Sarang burung walet dibentuk sepenuhnya dari air liur burung tersebut tanpa bahan tambahan dari luar. Burung walet membuat sarangnya di langit-langit gua atau bangunan guna melindungi diri dari pemangsa dengan proses yang memakan waktu lama. Mereka hanya membuat sarang maksimal tiga kali setahun, sehingga harganya cukup tinggi. Tekstur yang dihasilkan terasa kenyal seperti *jelly* setelah diolah. (Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian, 2021) mengeluarkan kutipan yaitu beberapa manfaat dari sarang burung walet, diantaranya:

- a. Nutritif, dengan kandungan 37,5g protein, 0,3g lemak, 32,1g karbohidrat per 100g, serta mengandung 485mg kalsium, 18mg fosfor, dan 3mg besi, juga dikenal sebagai sumber antioksidan.
- b. Mengandung asam aspartat dan prolin guna meregenerasi sel, serta glukosamin dan tirosin untuk mempercepat proses pemulihan.
- c. Mencegah resistensi insulin yang menjadikan faktor risiko penderita diabetes dan juga dapat memecah lemak berlebih.
- d. Mengurangi risiko kanker dengan kandungan antioksidan tinggi yang membantu melawan efek radikal bebas sehingga dapat menyebabkan berbagai penyakit kronis, termasuk kanker.
- e. Membantu regenerasi sel kulit, mengurangi flek dan kerutan, serta membuat kulit tampak lebih cerah.
- f. Membantu mengurangi risiko pengentalan darah akibat kolesterol tinggi yang menjadi faktor risiko penyakit kardiovaskular.

#### **2.2 Bentuk Sarang Burung Walet**

Sarang burung walet memiliki beragam bentuk sehingga berdampak pada harga jualnya. Sarang walet putih original yang memiliki bentuk mangkok dan dipasarkan dengan harga tinggi karena nilai keaslian dan kemurniannya. Sarang lonjong atau oval menunjukkan bentuk permukaan yang tidak merata dengan cekungan yang membentuk sudut kurang dari 90° tanpa mendekati 90°. Sarang walet segitiga atau

sudut yang dapat ditemukan di berbagai sudut bangunan rumah walet (Realfood, 2022). Adapun citra dari sarang burung walet terlampir pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Bentuk Sarang Burung Walet (Realfood, 2022)

## 2.3 Citra Digital

Citra digital adalah gambaran diskret dari intensitas cahaya dalam dua dimensi. Sebuah citra terbentuk sesuai dengan jumlah piksel dalam koordinat  $(x, y)$  dan nilai amplitudo  $f(x, y)$ . Koordinat  $(x, y)$  menunjukkan letak piksel dalam citra, sedangkan amplitudo  $f(x, y)$  mengindikasikan intensitas piksel pada citra tersebut. Umumnya, terdapat tiga jenis citra berdasarkan variasi warna piksel, yakni citra RGB, citra *grayscale*, dan citra biner.

### 2.3.1 Citra RGB

Citra RGB merupakan hasil representasi yang berisikan format  $(m \times n) \times 3$ , di mana tiap piksel memuat data untuk warna merah, hijau, dan biru pada citra. Warna per piksel ditentukan oleh campuran dan intensitas dari tiga komponen warna tersebut. Citra RGB memiliki kedalaman warna sebesar *24-bit*, di mana setiap elemen warna memiliki nilai *8-bit*. Akibatnya, terdapat 256 tingkat intensitas cahaya untuk setiap komponen, yang memungkinkan pembentukan lebih dari 16.000.000 kombinasi warna yang berbeda. Oleh karena itu, citra RGB dijuluki sebagai *true color* karena mampu mencakup spektrum warna yang sangat luas.

### 2.3.2 *Citra grayscale*

Citra grayscale merupakan penggunaan tingkat keabuan atau intensitas cahaya dalam skala warna pada citra. Citra ini memiliki satu nilai tingkatan pada setiap piksel sehingga membuatnya lebih mudah untuk diproses. Tingkatan dalam citra *grayscale* dapat diwakili oleh 256 tingkat keabuan yang disimpan dalam format bilangan bulat 8-bit. Rentang nilai untuk tingkatan citra *grayscale* berkisar antara 0 hingga 255, dimana nilai 0 menandakan warna hitam, nilai 255 menandakan warna putih, dan nilai-nilai di antara keduanya merepresentasikan derajat keabuan yang berbeda.

### 2.3.3 *Citra biner*

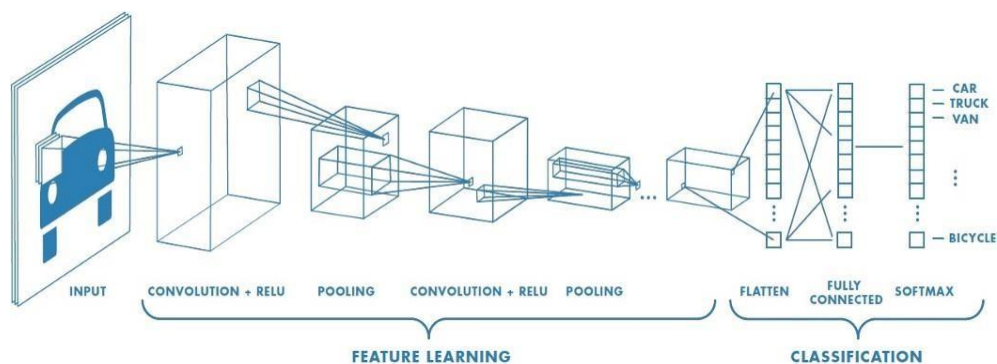
Citra biner menggunakan hanya 1 bit memori dan menghasilkan dua nilai tingkat warna: 0 (hitam) dan 1 (putih) untuk setiap piksel. Transformasi dari citra *grayscale* ke citra biner dapat dilakukan melalui suatu proses yang disebut *thresholding*. Dalam langkah ini, suatu nilai ambang batas (*threshold*) digunakan sebagai acuan untuk transformasi. Piksel yang memiliki tingkat keabuan yang sama atau lebih tinggi dari nilai ambang akan dijadikan 1, sementara piksel dengan intensitas yang lebih rendah dari nilai ambang akan dijadikan 0.

## 2.4 **Pengolahan Citra Digital**

Pengolahan citra digital juga dikenal dengan sebutan *digital image processing* yang merupakan cabang pengetahuan tentang pembangunan, pemrosesan, dan analisis citra yang dapat dimengerti manusia. Pengolahan citra merupakan proses di mana citra diolah oleh perangkat komputer dengan tujuan meningkatkan kualitasnya. Pengolahan citra menjadi sangat penting, meskipun citra mengandung banyak informasi, sering juga kualitasnya mengalami penurunan atau degradasi (Yulianti S, H., 2020).

### 2.5 *Convolutional Neural Network (CNN)*

*Convolutional Neural Network* merupakan evolusi dari *Multilayer Perceptron* (MLP) yang dirancang khusus dalam memproses data dua dimensi. CNN termasuk dalam kategori *deep neural network* dikarenakan memiliki struktur yang mendalam dan sering digunakan untuk memproses citra (Suartika, 2016). Kelebihannya ialah mendeteksi pola hirarkis pada data serta menggabungkan piksel kompleks dari piksel yang lebih kecil dan sederhana. Maka dari itu, CNN terbukti sangat efektif menangani keterkaitan dan kompleksitas piksel dalam citra. Gambar 2.2 merupakan gambar arsitektur dari CNN.



**Gambar 2.2** Arsitektur Umum CNN (mathworks.com)

Secara umum, arsitektur CNN terdiri dari tiga komponen utama, yaitu *convolution layer*, *pooling layer*, dan *fully connected layer*.

#### 2.5.1 *Convolution layer*

Pengoperasian konvolusi pada *output* dari lapisan sebelumnya terjadi di *convolution layer*. Lapisan ini merupakan inti dari CNN sebagai penyusun proses komputasi utamanya. Konvolusi dihitung dengan menggeser filter di sejajar dengan citra *input* dan menghasilkan dua dimensi matriks yang disebut dengan *feature map*. *Activation map* dibuat dengan menggeser filter dari satu titik ke setiap kemungkinan lokasi filter pada citra dengan menggunakan beberapa filter yang berbeda sehingga menghasilkan citra yang baru.

#### 2.5.2 *Pooling layer*

Pengurangan ukuran representasi citra dengan mempertahankan fitur-fitur yang paling signifikan merupakan fungsi dari *pooling layer*. Cara kerjanya ialah dengan membagi *output* dari lapisan konvolusi menjadi beberapa *grid* kecil, kemudian mengambil nilai maksimum (*pooling*) dari setiap *grid* guna membentuk matriks citra yang telah direduksi, di mana nilai maksimum dari masing-masing *grid* diambil. Proses itulah yang memastikan bahwa fitur-fitur yang diekstrak tetap konsisten meskipun posisi objek dalam citra sudah berubah.

#### 2.5.3 *Fully connected layer*

Lapisan jaringan saraf yang bertanggung jawab untuk melakukan klasifikasi berdasarkan fitur-fitur yang telah diekstrak sebelumnya disebut *fully connected layer*. Lapisan tersebut berfungsi mengaitkan fitur-fitur yang sudah diekstraksi dengan kategori-kategori yang relevan untuk tujuan klasifikasi (Bui, V., & Chang, 2016). Dalam CNN, lapisan ini merupakan tahap ketika neuron di lapisan sebelumnya

terhubung dengan neuron pada lapisan berikutnya. Masing-masing neuron pada lapisan ini memiliki bobot dan bias tersendiri. Selain itu, setiap neuron mengambil semua fitur dari vektor *input* dan menghitung aktivasi menggunakan fungsi aktivasi *Rectified Linear Unit* (ReLU) yang memiliki sifat *non-linear* yang memungkinkan aktivasi hanya terjadi jika nilai input positif dan menghilangkan nilai negatif untuk membantu mempercepat komputasi dan mengurangi kompleksitas model.

Rumus yang digunakan untuk menentukan nilai dimensi dari *feature map* yang ada, dapat dilihat pada Persamaan 2.1.

$$Output = \frac{W-N+2P}{S} + 1 \quad (2.1)$$

Keterangan:

W = Panjang atau Tinggi *Input*

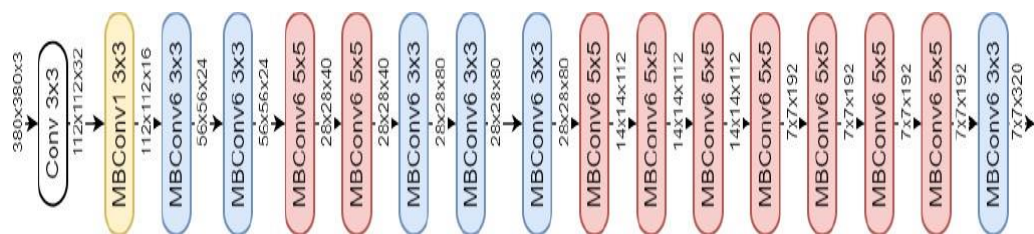
N = Panjang atau Tinggi Filter

P = *Zero Padding* atau Isian Nol

S = Langkah

## 2.6 EfficientNet

*EfficientNet* merupakan sebuah arsitektur jaringan saraf tiruan (*neural network*) yang dirancang untuk mengoptimalkan akurasi dan efisiensi penggunaan sumber daya komputasi pada tugas-tugas pengenalan citra atau *vision tasks*. Adapun arsitektur umum *EfficientNet* yang dikembangkan oleh (Tan, M., & Le, 2019) yang merupakan hasil dari penelitian yang berfokus pada peningkatan performa model *deep learning* dengan memperhatikan *trade-off* antara akurasi dan keefisienan penggunaan sumber daya terdapat pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3** Arsitektur Umum *EfficientNet* (Tan, M., & Le, 2019)

*EfficientNet* menarik perhatian dalam prediksi dengan menggunakan metode penskalaan yang menggabungkan semua dimensi jaringan, seperti lebar, kedalaman, dan resolusi. Dimensi lebar ditentukan dari seberapa banyak jumlah saluran di setiap



lapisan, dimensi kedalaman ditentukan oleh jumlah lapisan dalam CNN, serta dimensi resolusi ditentukan oleh ukuran gambar (Chowdhury et al., 2020).

## 2.7 Confusion Matrix

*Confusion matrix* merupakan alat yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja dalam masalah klasifikasi yang menghasilkan *output* berupa dua kelas atau lebih. Perbedaan antara nilai prediksi dengan nilai aktual pada kinerja ini menghasilkan empat kemungkinan kombinasi, seperti yang pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** *Confusion Matrix*

		Prediksi	
		<i>Positive</i>	<i>Negative</i>
Aktual	<i>Positive</i>	TP	FN
	<i>Negative</i>	FP	TN

Berdasarkan tabel *confusion matrix* tersebut, hasil dari proses klasifikasi digambarkan menjadi empat istilah, yaitu:

- TP (*True Positive*) adalah data yang bernilai positif dan menghasilkan prediksi benar.
- FN (*False Negative*) adalah data yang bernilai positif, namun menghasilkan prediksi salah.
- FP (*False Positive*) adalah data yang bernilai negatif, namun menghasilkan prediksi benar.
- TN (*True Negative*) adalah data yang bernilai negatif dan menghasilkan prediksi salah.

*Confusion matrix* dapat digunakan untuk menghitung berbagai *performance matrix* seperti berikut ini:

### 2.7.1 Accuracy

*Accuracy* merupakan nilai yang didapat dari jumlah data yang bernilai positif dengan prediksi yang juga bernilai positif dan data yang bernilai negatif dengan prediksi yang juga bernilai negatif. Setelah itu, nilai tersebut dibagi dengan jumlah dari seluruh data pada penelitian. Adapun persamaan dari *accuracy* terdapat pada Persamaan 2.2.

$$Accuracy = \frac{\text{Total Data Prediksi Benar}}{\text{Total Data}} 100\% \quad (2.2)$$

### 2.7.2 Precision

*Precision* merupakan sebuah perbandingan antara jumlah prediksi positif yang tepat dengan total prediksi positif yang sudah dilakukan. *Precision* yang tinggi menandakan sedikitnya contoh negatif yang salah diklasifikasikan sebagai positif (*false positives*). Adapun persamaan dari *precision* terdapat pada Persamaan 2.3.

$$Precision = \frac{TP}{FP+TP} \quad (2.3)$$

### 2.7.3 Recall

*Recall* dikenal sebagai sensitivitas atau tingkat positif benar, mengukur seberapa baik model dapat mengidentifikasi dan mendapatkan informasi yang benar dari seluruh data yang sebenarnya bernilai positif. Adapun persamaan dari *recall* terdapat pada Persamaan 2.4.

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2.4)$$

### 2.7.4 F1-score

*F1-score* merupakan kombinasi antara *recall* dan *precision* yang memberikan perbandingan atau rata-rata. *F1-score* berisikan informasi mengenai seberapa baik model dapat mencapai keseimbangan antara mengenali data positif dengan benar (*recall*) dan membuat prediksi yang tepat positif (*precision*). Adapun persamaan dari *F1-Score* terdapat pada Persamaan 2.5.

$$F1-Score = \frac{2 \times Recall \times Precision}{Recall + Precision} \quad (2.5)$$

## 2.8 Penelitian Terdahulu

Adapun beberapa riset tentang peklasifikasian bentuk sarang burung walet yang sebelumnya sudah pernah dilakukan, di antaranya adalah penelitian oleh (Indrajaya et al., 2022) yang mengklasifikasikan bentuk sarang burung walet menjadi tiga kelas menggunakan arsitektur *MobileNet V2 FPNLite SSD* untuk kecepatan deteksi yang optimal. Meskipun model dapat mengenali bentuk sarang dalam ketiga kelas, terdapat kasus di mana sarang hanya terdeteksi sebagai dua kelas, dapat diatasi dengan penyesuaian parameter. Hasil akurasi sebesar 61,91%, yang menunjukkan kinerja model cukup baik dalam mendeteksi bentuk sarang burung walet secara keseluruhan.

Dilakukan juga penelitian lain yang berjudul menentukan kualitas sarang burung walet ekspor impor menggunakan teknik *k-nearest neighbor* yang diteliti oleh (Johanes et al., 2022). Penelitian ini menganalisis terhadap 100 data, dengan kriteria masukan mangkok bernilai 5, pecah 4, hancur a 3, hancur b 2. Hasilnya diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pemahaman aplikasi *KNN* dalam pengembangan model prediksi kelayakan sarang burung walet dengan implikasi potensial dalam perdagangan internasional.

Penelitian selanjutnya menunjukkan bahwa *EfficientNet* juga dapat digunakan dalam pengklasifikasian bentuk dari sarang burung walet. Penelitian ini mengindikasikan bahwa *EfficientNet* mampu memberikan akurasi yang lebih tinggi dalam klasifikasi penyakit tanaman dibandingkan dengan model *CNN* lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa *EfficientNet* mampu menghasilkan hasil yang lebih baik daripada model *CNN* lainnya dalam hal akurasi dan kecepatan pengolahan. Hasil ini menunjukkan bahwa *EfficientNet* dapat digunakan dalam mengklasifikasikan bentuk sarang burung walet dengan lebih efektif (Tan, M., & Le, 2019).

Penelitian berikutnya yang dilakukan oleh (Atila et al., 2021) dalam hal mengidentifikasi penyakit daun tanaman menggunakan model *deep learning EfficientNet*. Peneliti membandingkan metode yang digunakan dengan metode-metode lain seperti *AlexNet*, *ResNet50*, *VGG16*, dan *InceptionV3*. Peneliti mendapatkan hasil yang menunjukkan bahwa *EfficientNet* mencapai hasil yang lebih baik daripada metode lain dimana menghasilkan nilai akurasi sebesar 99.38%.

**Tabel 2.2** Penelitian Terdahulu

No.	Penulis	Judul	Tahun	Keterangan
1.	Tan M, Le Q	<i>EfficientNet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks</i>	2019	Penelitian ini membahas perbaikan arsitektur CNN melalui proses optimalisasi pengembangan model yang lebih efisien dalam menangani citra. Hasilnya didapatkan bahwa <i>EfficientNet</i> memberikan akurasi yang lebih baik dan waktu perhitungan lebih singkat dibandingkan model CNN lainnya.

**Tabel 2.2** Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Penulis	Judul	Tahun	Keterangan
2.	Jin Li, Daifu Yan, Kuan Luan, Zeyu Li, dan Hong Liang	<i>Deep Learning-Based Bird's Nest Detection on Transmission Lines Using UAV Imagery</i>	2020	Penelitian ini membahas deteksi otomatis sarang burung walet dengan menggunakan gambar UAV untuk keamanan saluran transmisi. Metode yang digunakan berbasis RCNN yang lebih cepat dan penambahan ROI, berhasil mencapai akurasi tinggi sebesar 82.51%, melampaui RCNN asli dan RCNN kaskade.
3.	Ümit Atila, Murat Ucar, Kemal Akyol, dan Emine Ucar	<i>Plant leaf disease classification using EfficientNet deep learning Model</i>	2021	Penelitian ini melakukan identifikasi penyakit daun tanaman menggunakan model <i>deep learning EfficientNet</i> . Peneliti ini juga membandingkan <i>EfficientNet</i> dengan metode lain seperti <i>AlexNet</i> , <i>ResNet50</i> , <i>VGG16</i> , dan <i>Inception V3</i> .
4.	Bing Li, Bin Liu, Shuofeng Li, dan Haiming Liu	<i>An Improved EfficientNet for Rice Germ Integrity Classification and Recognition</i>	2022	Penelitian ini melakukan identifikasi kualitas beras dengan memodifikasi arsitektur <i>EfficientNet</i> yang menunjukkan hasil bahwa model yang telah dimodifikasi berhasil mencapai kinerja yang lebih superior dibandingkan dengan <i>EfficientNet</i> asli dan model lainnya dalam mengklasifikasikan inti beras.

**Tabel 2.2** Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Penulis	Judul	Tahun	Keterangan
5.	Anindita Septiarini, Ferda Maulana, Hamdani Hamdani, Rizqi Saputra, Tenia Wahyuningrum dan Indra	<i>Classifying the Swallow Nest Quality Using Support Vector Machine Based on Computer Vision</i>	2022	Penelitian ini membahas penilaian kualitas sarang burung walet menggunakan metode akuisisi gambar, deteksi <i>ROI</i> , pra-pemrosesan, segmentasi, ekstraksi fitur berbasis bentuk dengan <i>SVM</i> lalu dievaluasi pakai validasi silang <i>k-fold 5</i> , mencapai akurasi 90,6%, presisi 89,3%, dan <i>recall</i> 89,3% sehingga dapat meningkatkan pemahaman tentang tingkatan sarang burung walet, industri ekspor, dan pemanfaatan dalam sektor medis.
6.	Benny Johanes, Delpy Nisma Mendrofa, dan Oloan Sihombing	<i>Implementation of The K-Nearest Neighbor Method to Determine The Quality of Export Import Swallow's Nest</i>	2022	Penelitian ini mengembangkan model prediksi kelayakan sarang burung walet untuk diekspor menggunakan <i>K-Nearest Neighbor</i> berfokus pada pemilihan sarang burung walet dengan menganalisis 100 data, kriteria masukan mangkok berbobot 5, pecah berbobot 4, hancur a berbobot 3, hancur b berbobot 2 yang diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pemahaman aplikasi <i>KNN</i> dalam pengembangan model prediksi kelayakan sarang burung walet dengan implikasi potensial dalam perdagangan internasional.

**Tabel 2.2** Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Penulis	Judul	Tahun	Keterangan
7.	Denny Indrajaya, Adi Setiawan, Djoko Hartanto, dan Hariyanto	<i>Object Detection to Identify Shapes of Swallow Nests Using a Deep Learning Algorithm</i>	2022	Penelitian ini mengklasifikasikan bentuk sarang burung walet menjadi tiga kelas menggunakan arsitektur <i>SSD MobileNet V2</i> . Meskipun model dapat mengenali bentuk sarang dalam ketiga kelas, namun terdapat kasus hanya dapat terdeteksi dua kelas, dapat diatasi dengan penyesuaian parameter dengan hasil akurasi 61,91%, yang menunjukkan kinerja model cukup baik.
8.	Ali K, Shaikh Z, Laghari A	<i>Multiclass skin cancer classification using EfficientNets-a first step towards preventing skin cancer</i>	2022	Penelitian ini menunjukkan bahwa <i>EfficientNet</i> bisa mengklasifikasikan kanker kulit dengan akurasi lebih baik dibandingkan model CNN lainnya. Penelitian ini sebagai langkah awal dalam upaya pencegahan kanker kulit melalui pengembangan teknologi deteksi yang lebih canggih dan andal.

## 2.9 Perbedaan Penelitian

Terdapat perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya, seperti yang diteliti oleh (Indrajaya et al., 2022) mengklasifikasikan bentuk sarang burung walet yaitu menggunakan metode *SSD Mobilenet V2* dan hanya menggunakan 2 jenis dataset yaitu data *training* dan *testing*. Sedangkan penelitian ini menggunakan *EfficientNet* untuk melakukan pengklasifikasian dengan 3 jenis dataset yaitu data *training*, *validation*, dan *testing*.

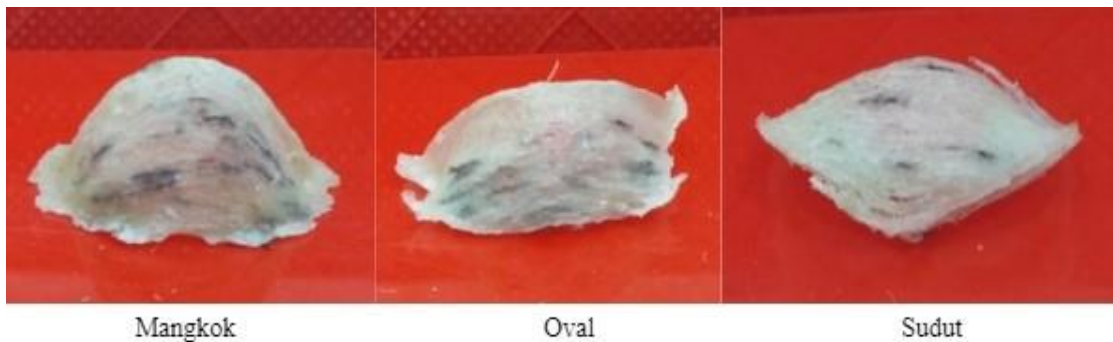
Terletak juga perbedaan pada penelitian (Johanes et al., 2022) mengembangkan model prediksi kelayakan sarang burung walet untuk diekspor menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* yang berfokus pada pemilihan sarang burung walet dengan menganalisis data, dengan kriteria parameter mangkok berbobot 5, pecah berbobot 4, hancur a berbobot 3, hancur b berbobot 2. Sedangkan pada penelitian ini, mengklasifikasikan menjadi 3 bentuk, yaitu Mangkok, Oval, dan Sudut menggunakan arsitektur *EfficientNet*.

## BAB 3

### ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

#### 3.1 Dataset

Dalam hal pemanfaatan citra sarang burung walet, peneliti mengambil langsung data menggunakan kamera *smartphone* 13 MP yang berekstensi .jpg. Proses pengumpulan data ini memakan waktu kurang lebih satu bulan dengan tiga kali pengambilan dalam waktu yang berbeda di usahan rumahan kegiatan eksportir sarang burung walet yang berada di Jalan STM Kelurahan Sitirejo II, Medan Amplas, Sumatera Utara. Data yang dikumpulkan sebanyak 408 citra. Data tersebut terbagi menjadi tiga kelas, dimana 143 data mangkok, 118 data oval, dan 147 data sudut. Gambar 3.1 merupakan contoh gambaran data yang digunakan pada penelitian ini.



**Gambar 3.1** Contoh Data

Ketiga bentuk sarang burung walet tersebut dibagi menjadi tiga bagian, yaitu data *training*, *validation*, dan *testing*. Pada Tabel 3.1 terdapat pembagian data yang digunakan pada penelitian ini.

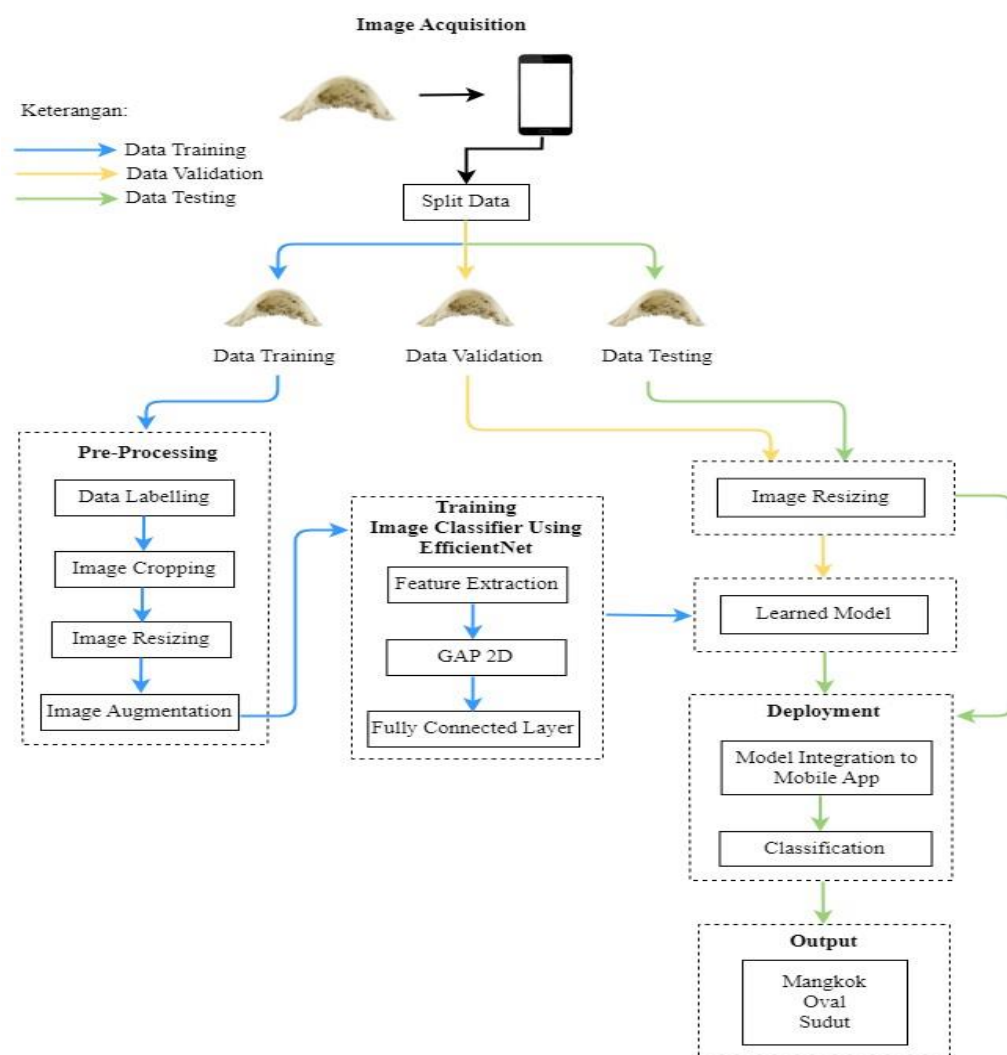
**Tabel 3.1** Pembagian Dataset *Training*, *Validation*, dan *Testing*

No.	Data	Data Training	Data Validation	Data Testing	Jumlah
1.	Mangkok	110	18	15	143
2.	Oval	85	18	15	118
3.	Sudut	114	18	15	147
<b>Total Data</b>		<b>309</b>	<b>54</b>	<b>45</b>	<b>408</b>



### 3.2 Analisis Sistem

Arsitektur umum pada penelitian ini terdapat berbagai tahapan yang tertera pada Gambar 3.2. Tahap pertama yaitu proses pengumpulan data citra bentuk sarang burung walet mangkok, oval, dan sudut. Data tersebut dibagi menjadi tiga bagian yaitu *training*, *validation*, dan *testing*. Data *training* harus melalui tahap *pre-processing* diantaranya *labelling* guna mengelompokkan kelas data kedalam mangkok, oval, atau sudut, *cropping* guna mengambil area sarang burung walet yang dibutuhkan, *resizing* guna mengubah ukuran piksel pada citra sehingga memiliki ukuran yang sama, dan *augmentation* guna menambah variasi data. Citra yang sudah melewati tahap *pre-processing* kemudian dijadikan data latih dan data uji. Tahap terakhir yaitu proses pengklasifikasian data citra menggunakan fitur ekstraksi yang terdapat pada algoritma CNN dengan arsitektur *EfficientNet*. Adapun output yang dihasilkan setelah tahap klasifikasi berupa tiga kelas yaitu mangkok, oval, dan sudut.



Gambar 3.2 Arsitektur Umum

### 3.2.1 Data acquisition

Tahapan ini terjadi pengambilan data citra sarang burung walet yang dilakukan menggunakan kamera *smartphone* beresolusi 13 MP dan berekstensi *.jpg*. Data citra yang sudah terkumpul akan dikelompokkan kedalam tiga kelompok data, yaitu data pelatihan (*training*), data validasi (*validation*), dan data uji (*testing*).

### 3.2.2 Image pre-processing

Tahapan yang melibatkan pengolahan citra sarang burung walet guna meningkatkan kualitas dan memperjelas fokus objek yang digunakan pada citra, sehingga model dapat dilatih dengan optimal. Terdapat empat proses yang dilakukan, yaitu *labelling*, *cropping*, *resizing*, dan *augmentation*.

#### 3.2.2.1 Labelling

Pembuatan label pada data yang nantinya digunakan pada *training*, dengan mengelompokkan citra ke dalam folder pada *gdrive* yang masing-masing telah diberi nama sesuai tingkatan klasifikasiannya yaitu mangkok, oval, dan sudut yang selanjutnya akan dimuat oleh sistem sesuai labelnya masing-masing yang tertera pada Gambar 3.3.



The screenshot shows a Google Drive interface. At the top, it says 'Drive Saya' followed by a breadcrumb 'DATA DARA'. Below this are filter buttons for 'Jenis', 'Orang', and 'Dimodifikasi'. The main content area displays a table of folders:

Nama	Pemilik	Terakhir diub...	Ukuran file
Sudut	saya	31 Mei 2024	—
Oval	saya	31 Mei 2024	—
Mangkok	saya	31 Mei 2024	—

**Gambar 3.3** *Labelling*

#### 3.2.2.2 Cropping

Proses *cropping* merupakan teknik memotong ukuran citra guna memperoleh bagian yang relevan saja dengan membuang area yang tidak diperlukan. Tujuan dari proses ini ialah meningkatkan fokus pada objek atau area tertentu pada citra, mengurangi gangguan atau elemen yang tidak relevan, dan memperbaiki komposisi visual citra. Contoh citra sebelum dan sesudah *cropping* tertera pada Gambar 3.4.



**Gambar 3.4** Citra Sebelum dan Sesudah *Cropping*

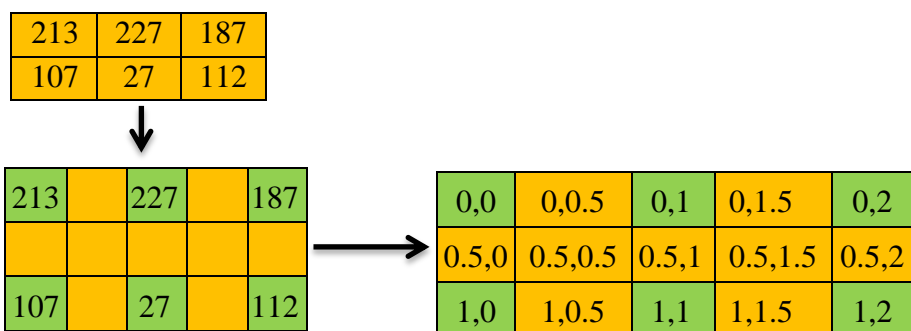
### 3.2.2.3 *Resizing*

Tahapan mengubah dimensi citra sehingga citra yang digunakan ke dalam sistem memiliki ukuran yang sama. Pada penelitian ini, ukuran citra diubah menjadi 380 x 380 piksel. Pengubahan ukuran dilakukan dengan menyesuaikan skala agar citra tidak terdistorsi karena aspek rasio citra yang ikut berubah. Citra hasil *resizing* dapat dilihat pada Gambar 3.5.



**Gambar 3.5** Citra Sebelum dan Sesudah *Resizing*

Dalam fungsi *resize*, digunakan metode *interpolasi*, yaitu metode matematika untuk menemukan kumpulan nilai baru dari suatu fungsi berdasarkan kumpulan nilai sebelumnya pada fungsi tersebut. Proses tersebut dapat dilihat pada bagian berikut.



Diketahui nilai referensi:

$$I(0,0) = 213, I(0,1) = 227, I(0,2) = 187, I(1,0) = 107, I(1,1) = 27, I(1,2) = 112$$

Bobot yang digunakan senilai 0.5. Maka, nilai piksel baru dapat dihitung sebagai berikut:

$$I(0,0.5) = I(0,0) \times (1-0.5) + I(0,1) \times 0.5$$

$$I(0,0.5) = 213 \times 0.5 + 227 \times 0.5 = \mathbf{220}$$

$$I(0,1.5) = I(0,1) \times (1-0.5) + I(0,2) \times 0.5$$

$$I(0,1.5) = 227 \times 0.5 + 187 \times 0.5 = \mathbf{207}$$

$$I(0.5,0) = I(0,0) \times (1-0.5) + I(1,0) \times 0.5$$

$$I(0.5,0) = 213 \times 0.5 + 107 \times 0.5 = \mathbf{160}$$

$$I(0.5,1) = I(0,1) \times (1-0.5) + I(1,1) \times 0.5$$

$$I(0.5,1) = 227 \times 0.5 + 27 \times 0.5 = \mathbf{127}$$

$$I(0.5,2) = I(0,2) \times (1-0.5) + I(1,2) \times 0.5$$

$$I(0.5,2) = 187 \times 0.5 + 112 \times 0.5 = \mathbf{149.5}$$

$$I(1,0.5) = I(1,0) \times (1-0.5) + I(1,1) \times 0.5$$

$$I(1,0.5) = 107 \times 0.5 + 27 \times 0.5 = \mathbf{67}$$

$$I(1,1.5) = I(1,1) \times (1-0.5) + I(1,2) \times 0.5$$

$$I(1,1.5) = 27 \times 0.5 + 112 \times 0.5 = \mathbf{69.5}$$

$$I(0.5,0.5) = I(0.5,0) \times (1-0.5) + I(0.5,1) \times 0.5$$

$$I(0.5,0.5) = 160 \times 0.5 + 115 \times 0.5 = \mathbf{137.5}$$

$$I(0.5,1.5) = I(0.5,1) \times (1-0.5) + I(0.5,2) \times 0.5$$

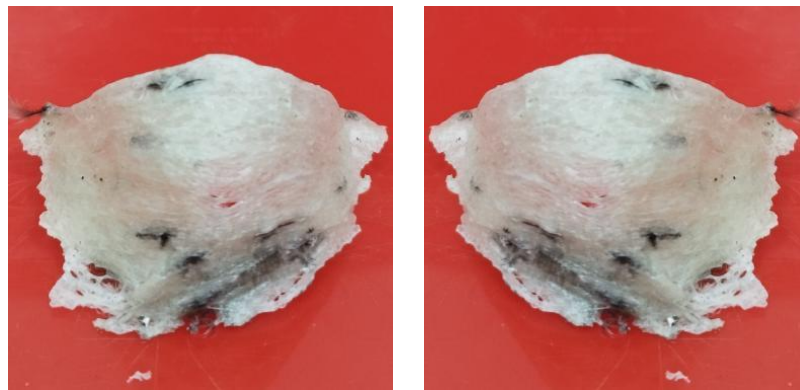
$$I(0.5,1.5) = 127 \times 0.5 + 149.5 \times 0.5 = \mathbf{138.25}$$

Nilai piksel baru yang diperoleh dari hasil *resizing* berdasarkan perhitungan di atas dapat dilihat pada bagian berikut.

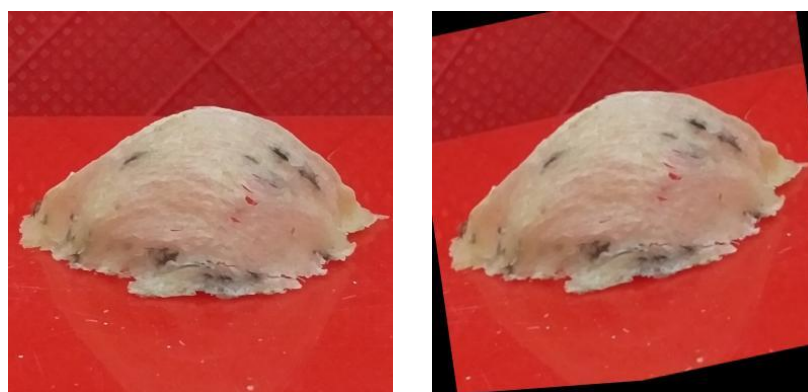
213	220	227	207	187
160	137.5	127	138.25	149.5
107	67	27	69.5	112

#### 3.2.2.4 Augmentation

Proses *augmentation* merupakan teknik modifikasi citra dengan sedemikian rupa guna mengubah bentuk dan posisi yang berbeda. Teknik ini dilakukan agar membantu mesin dapat mengenali objek dalam bentuk dan posisi berbeda dan juga memperbanyak jumlah data yang akan diproses. Pada penelitian ini menggunakan dua jenis augmentasi, yaitu *horizontal flip* dan *rotate* sebesar 40 derajat. Contoh citra sebelum dan sesudah *augmentation* terdapat pada Gambar 3.6 dan 3.7.



**Gambar 3.6** Citra Sebelum dan Sesudah *Horizontal Flip*



**Gambar 3.7** Citra Sebelum dan Sesudah Rotasi 40 derajat

#### 3.2.3 Image classifier

Pengklasifikasian citra dengan penerapan algoritma *EfficientNet-B4* menggunakan *Google Collab*. Pengklasifikasian ini dibagi menjadi tiga tahap yaitu tahap pelatihan, verifikasi, dan pengujian.

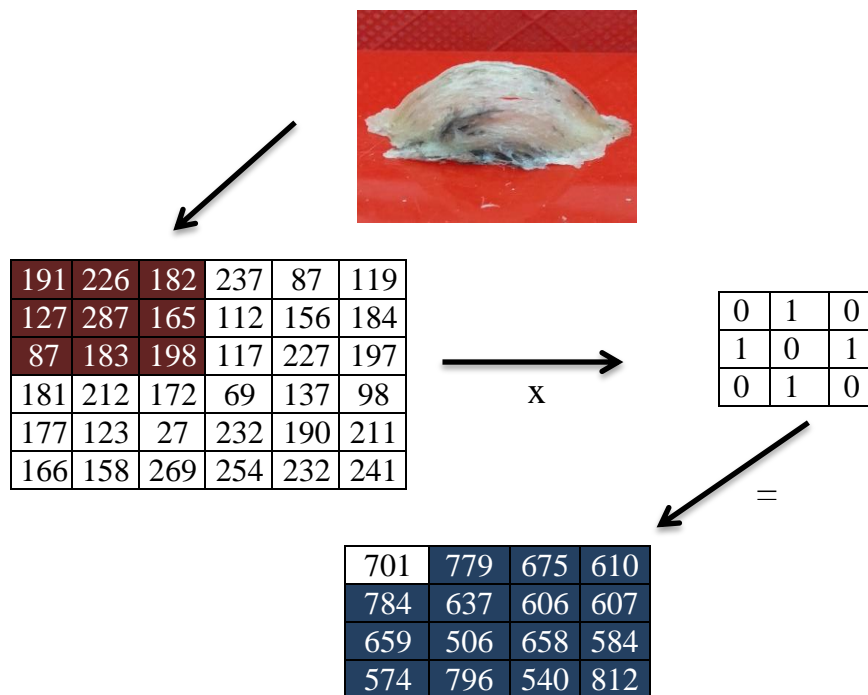
### 3.2.3.1 Feature extraction

Pada tahapan ini, *convolutional layer* dalam *EfficientNet-B4* digunakan untuk ekstraksi fitur citra yang diproses. Melalui proses ini, jaringan mengidentifikasi fitur-fitur penting seperti bentuk, ukuran, serta kedalaman objek yang menjadi karakteristik objek dalam citra sehingga menghasilkan *feature map* yang merepresentasikan objek tersebut.

### 3.2.3.2 Convolutional layer

Lapisan konvolusi menggunakan filter untuk mendeteksi dan mengekstrak fitur-fitur visual dari objek sarang burung walet yang ingin dilakukan pengklasifikasian. Filter ini mengandung beberapa neuron yang tersusun secara teratur. dalam sebuah matriks dengan dimensi tertentu (dalam piksel). Melalui proses konvolusi, filter tersebut dapat mengekstraksi informasi penting dari input dengan mengalikan bobot pada setiap piksel dan menjumlahkannya. Hasil dari konvolusi ini kemudian diteruskan ke lapisan berikutnya untuk pemrosesan lebih lanjut.

Dalam arsitektur *EfficientNet*, filter-filter ini dirancang guna mencapai efisiensi dan kinerja optimal dalam pemrosesan citra. Dengan menggeser filter di seluruh citra dapat menghasilkan peta aktivasi yang menunjukkan lokasi fitur-fitur penting dalam citra sarang burung wale. Adapun contoh matriks citra input dalam penelitian ini terdapat pada Gambar 3.8.



**Gambar 3.8** Proses Perhitungan Filter



Gambar 3.9 memperlihatkan proses perhitungan *dot product* pada lapisan konvolusi ketika melakukan konvolusi dengan *filter* berukuran 3 x 3 yang dimulai dari posisi paling kiri. Berikut adalah perhitungan *dot product* tersebut.

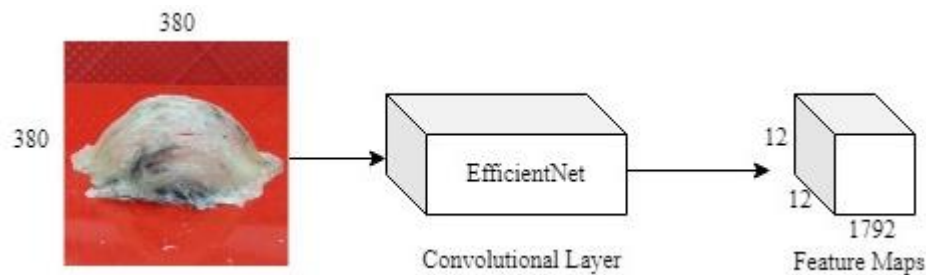
- I.  $(191 \times 0) + (226 \times 1) + (182 \times 0) + (127 \times 1) + (287 \times 0) + (165 \times 1) + (87 \times 0) + (183 \times 1) + (198 \times 0) = \mathbf{701}$
- II.  $(226 \times 0) + (182 \times 1) + (237 \times 0) + (287 \times 1) + (165 \times 0) + (112 \times 1) + (183 \times 0) + (198 \times 1) + (117 \times 0) = \mathbf{779}$
- III.  $(182 \times 0) + (237 \times 1) + (87 \times 0) + (165 \times 1) + (112 \times 0) + (156 \times 1) + (198 \times 0) + (117 \times 1) + (227 \times 0) = \mathbf{675}$
- IV.  $(237 \times 0) + (87 \times 1) + (119 \times 0) + (112 \times 1) + (156 \times 0) + (184 \times 1) + (117 \times 0) + (227 \times 1) + (197 \times 0) = \mathbf{610}$
- V.  $(127 \times 0) + (287 \times 1) + (165 \times 0) + (87 \times 1) + (183 \times 0) + (198 \times 1) + (181 \times 0) + (212 \times 1) + (172 \times 0) = \mathbf{784}$
- VI.  $(287 \times 0) + (165 \times 1) + (112 \times 0) + (183 \times 1) + (198 \times 0) + (117 \times 1) + (212 \times 0) + (172 \times 1) + (69 \times 0) = \mathbf{637}$
- VII.  $(165 \times 0) + (112 \times 1) + (156 \times 0) + (198 \times 1) + (117 \times 0) + (227 \times 1) + (172 \times 0) + (69 \times 1) + (137 \times 0) = \mathbf{606}$
- VIII.  $(112 \times 0) + (156 \times 1) + (184 \times 0) + (117 \times 1) + (227 \times 0) + (197 \times 1) + (69 \times 0) + (137 \times 1) + (98 \times 0) = \mathbf{607}$
- IX.  $(87 \times 0) + (183 \times 1) + (198 \times 0) + (181 \times 1) + (212 \times 0) + (172 \times 1) + (177 \times 0) + (123 \times 1) + (27 \times 0) = \mathbf{659}$
- X.  $(183 \times 0) + (198 \times 1) + (117 \times 0) + (212 \times 1) + (172 \times 0) + (69 \times 1) + (123 \times 0) + (27 \times 1) + (232 \times 0) = \mathbf{506}$
- XI.  $(198 \times 0) + (117 \times 1) + (227 \times 0) + (172 \times 1) + (69 \times 0) + (137 \times 1) + (27 \times 0) + (232 \times 1) + (190 \times 0) = \mathbf{658}$
- XII.  $(117 \times 0) + (227 \times 1) + (197 \times 0) + (69 \times 1) + (137 \times 0) + (98 \times 1) + (232 \times 0) + (190 \times 1) + (211 \times 0) = \mathbf{584}$
- XIII.  $(181 \times 0) + (212 \times 1) + (172 \times 0) + (177 \times 1) + (123 \times 0) + (27 \times 1) + (166 \times 0) + (158 \times 1) + (269 \times 0) = \mathbf{574}$
- XIV.  $(212 \times 0) + (172 \times 1) + (69 \times 0) + (123 \times 1) + (27 \times 0) + (232 \times 1) + (158 \times 0) + (269 \times 1) + (254 \times 0) = \mathbf{796}$
- XV.  $(172 \times 0) + (69 \times 1) + (137 \times 0) + (27 \times 1) + (232 \times 0) + (190 \times 1) + (269 \times 0) + (254 \times 1) + (232 \times 0) = \mathbf{540}$



$$\begin{aligned} \text{XVI. } & (69 \times 0) + (137 \times 1) + (98 \times 0) + (232 \times 1) + (190 \times 0) + (211 \times 1) + (254 \times 0) \\ & + (232 \times 1) + (241 \times 0) = \mathbf{812} \end{aligned}$$

### 3.2.3.3 Feature map

*Feature map* merupakan hasil serangkaian konvolusi pada berbagai lapisan konvolusi dalam sebuah jaringan. Proses ini dimulai dengan input citra yang melewati lapisan-lapisan konvolusi menggunakan filter kecil untuk mengonvolusi citra tersebut. Setiap filter menghasilkan *feature map* yang menyoroti bagian-bagian penting dari gambar sesuai dengan pola yang diidentifikasi dengan bobot filter yang dapat disesuaikan saat pelatihan model. Dalam arsitektur *EfficientNet*, pendekatan *scaling* koefisien (*width*, *depth*, dan *resolution*) serta struktur blok yang terhubung secara khusus membantu menciptakan *feature map* yang efisien dan berkualitas tinggi. Dimensi awal citra dalam *feature map* adalah  $380 \times 380 \times 3$ , tetapi berubah menjadi  $12 \times 12 \times 1792$  pada model yang telah dilatih menggunakan *EfficientNet-B4*. Gambar 3.10 di bawah ini menampilkan visualisasi dari *feature map* tersebut.



**Gambar 3.10** Feature Map

### 3.2.3.4 GAP 2D (Global Average Pooling)

*Global Average Pooling 2D (GAP)* pada *EfficientNet-B4* merupakan teknik untuk mengurangi dimensi spasial dari *feature map* pada lapisan sebelumnya. Dalam *EfficientNet-B4*, *feature map* yang dihasilkan memiliki dimensi yang cukup besar, seperti  $12 \times 12 \times 1792$ . Maka, peran GAP pada penelitian ini mengubah *feature map* tersebut menjadi representasi yang lebih ringkas dengan dimensi  $1 \times 1 \times 1792$ .

Proses GAP dilakukan dengan menghitung rata-rata semua nilai piksel pada setiap kanal secara terpisah. Sebagai contoh, setiap kanal GAP akan menjumlahkan seluruh nilai piksel dalam kanal lalu membaginya dengan jumlah total piksel dan hasil akhir adalah nilai rata-rata dari tiap kanal. "Kanal" yang dimaksud ialah dimensi atau lapisan data dalam peta fitur. Contohnya, dalam citra berwarna RGB, setiap kanal mewakili intensitas warna yang berbeda sehingga memiliki tiga kanal yang berbeda.

Pengolahan citra pada CNN, setiap lapisan konvolusi menghasilkan berbagai kanal yang menggambarkan fitur yang berbeda dengan tingkat kompleksitas yang bervariasi. Di lapisan awal, kanal menunjukkan fitur dasar seperti tepi atau garis sederhana, sedangkan di lapisan yang lebih dalam, kanal akan menunjukkan fitur yang lebih kompleks seperti tekstur atau bentuk objek. Dengan menerapkan GAP, informasi penting dalam peta fitur tetap terjaga, meskipun dalam bentuk representasi yang lebih sederhana. Hasil akhirnya adalah peta fitur dengan dimensi spasial  $1 \times 1$ , yang dapat dianggap sebagai gambaran global dari fitur lokal dalam peta fitur sebelumnya.

#### 3.2.3.5 *Fully connected layer*

Tahapan ini dimulai dengan meratakan *feature map* dari tahap sebelumnya menjadi vektor satu dimensi. Vektor ini kemudian diteruskan ke lapisan neuron *fully connected*, di mana setiap neuron memiliki bobot dan bias unik. Pemanfaatan fungsi aktivasi *Rectified Linear Unit* (ReLU) pada setiap neuron tersebut guna menghitung aktivasi, yang hanya aktif jika nilai inputnya positif. Hal ini membantu mempercepat perhitungan dan mengurangi kompleksitas model. Fungsi ReLU juga menonaktifkan neuron yang tidak penting, meningkatkan akurasi klasifikasi dengan hanya mengaktifkan fitur-fitur relevan. Proses ini dilakukan secara berulang untuk setiap neuron, dan *outputnya* dihitung.

Pada tahap pelatihan, bobot dan bias dalam lapisan *fully connected* diperbarui menggunakan algoritma optimasi Adam, yang menggabungkan adaptasi gradien dan momentum untuk mengoptimalkan bobot dan bias dalam jaringan saraf tiruan. Optimasi Adam membantu dalam percepatan konvergensi yang efisien. Secara keseluruhan, tahap *fully connected layer* memungkinkan model untuk memahami korelasi yang kompleks antara fitur-fitur yang telah diekstraksi dan *output* klasifikasi yang diinginkan.

#### 3.2.4 *Learned model*

Model dengan kinerja terbaik akan disimpan dalam format .h5 dan digunakan secara langsung tanpa konversi ke format lain. Model ini kemudian akan diintegrasikan ke dalam aplikasi android menggunakan *library* lain yang mendukung format .h5. Proses ini mencakup pelatihan model dengan dataset pelatihan, evaluasi kinerja model menggunakan data uji, penyimpanan model terbaik dalam format .h5 dan mengintegrasikannya ke aplikasi android.

### 3.2.5 Deployment

Tahapan ini melibatkan integrasi model dalam format .h5 yang diunggah ke folder khusus dalam proyek aplikasi android, yang sering dinamai "*tensorflow*" atau sesuai kebutuhan pengembangan. Kode aplikasi kemudian disesuaikan dengan menambahkan parameter yang dibutuhkan oleh model tersebut, sehingga model dapat berfungsi dengan baik saat aplikasi dijalankan.

### 3.2.6 Training data

Tahapan ini berlangsung dimana sistem mempelajari citra yang diinput dan menghasilkan model menggunakan metode CNN dengan algoritma *EfficientNet-B4*. Total data latih lebih banyak dibandingkan dengan data uji agar pemahaman sistem terhadap pemetaan data menjadi lebih tinggi dan kompleks. Berikut merupakan *pseudocode* yang dapat digunakan untuk proses pelatihan model.

MEMUAT Libraries

ARTIKAN `train_data_augmentation` sebagai `ImageDataGenerator` including `rescale`, `rotation_range`, `width_shift_range`, `height_shift_range`, `shear_range`, `zoom_range`, `flipping` augmentation, dan `fill_mode` parameters

ARTIKAN `valid_data_augmentation` sebagai `ImageDataGenerator` including parameter augmentasi `rescale`

KONFIGURASI `train_datagen` dengan menerapkan `train_data_augmentation` ke direktori data pelatihan

KONFIGURASI `valid_datagen` dengan menerapkan `valid_data_augmentation` ke direktori data validasi

ARTIKAN `checkpoint_filepath` sebagai jalur untuk menyimpan titik kontrol dengan tempat penampungan epoch

ARTIKAN `checkpoint_callback` menggunakan `ModelCheckpoint` dengan `checkpoint_filepath`, pemantauan kehilangan validasi, `mode`, dan tingkat ketercakupan

ARTIKAN `reduce_lr_callback` menggunakan `ReduceLROnPlateau` dengan pemantauan kehilangan validasi, faktor, kesabaran, `mode`, dan tingkat ketercakupan

MUAT model *EfficientNetB4* yang telah dilatih sebelumnya dengan bobot dari 'imagenet' dan tentukan bentuk inputnya

CETAK jumlah lapisan dalam model dasar

ARTIKAN jumlah lapisan yang akan disesuaikan

SUSUN lapisan dalam model dasar hingga mencapai lapisan penyesuaian yang ditentukan

KONFIGURASI model dengan menambahkan lapisan secara berurutan yaitu, `base_model`, `GlobalAveragePooling2D`, `Dense`, `Dense`

RANGKUM model menggunakan Adam, kerugian cross-entropy biner, dan metrik akurasi  
 TAMPILKAN ringkasan model  
 ATUR jumlah iterasi pelatihan (*epoch*), langkah pelatihan per epoch, dan langkah validasi per epoch  
 LATIH model menggunakan metode fit, dengan menentukan `train_generator`, `validation_data`, dan `callbacks`

### 3.2.7 Testing data

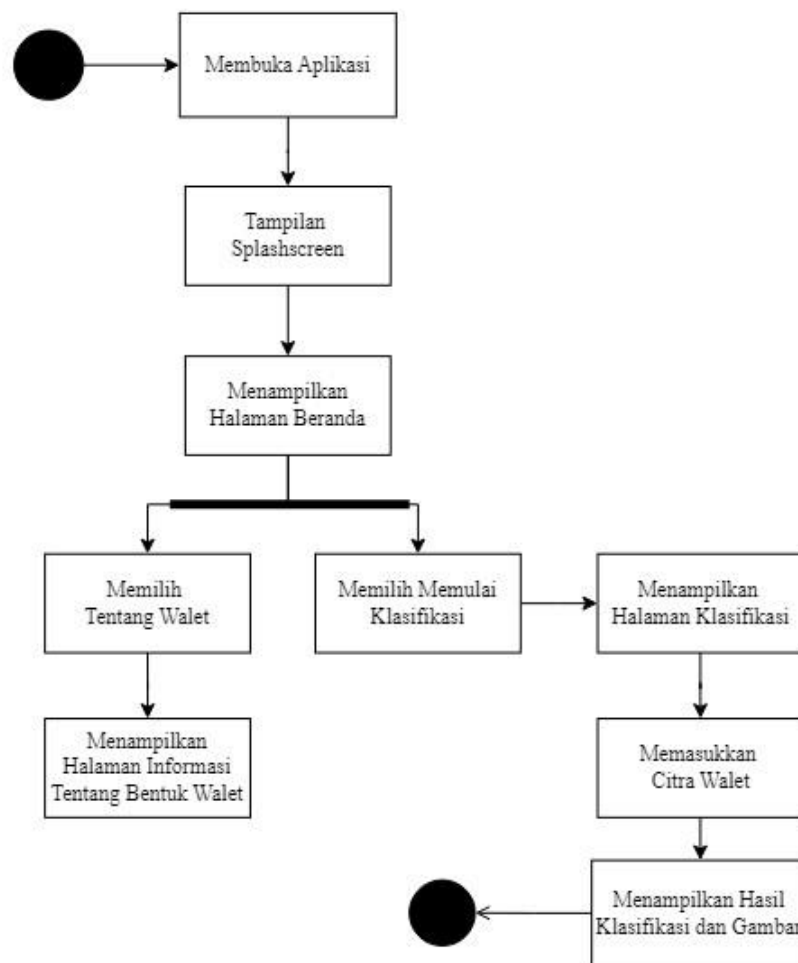
Pengevaluasian sistem menggunakan model yang telah dibentuk selama proses *training*. Tujuannya adalah untuk menentukan apakah sistem dapat mengenali klasifikasi bentuk dari sarang burung walet melalui input citra dari objek tersebut. Kemampuan sistem untuk mengklasifikasikan data yang diinput dapat diukur dari proses *testing*. Hal ini dapat dilihat dari tingkat akurasi data pengujian.

### 3.2.8 Output

Seluruh tahapan dalam pemrosesan citra telah berhasil dilaksanakan, menghasilkan klasifikasi bentuk sarang burung walet menjadi tiga bentuk yaitu, mangkok, oval, dan sudut. Proses ini mencakup berbagai langkah mulai dari akuisisi citra, pra-pemrosesan, ekstraksi fitur, hingga penerapan algoritma *EfficientNet*. Setiap tahap telah dioptimalkan untuk memastikan bahwa klasifikasi akhir akurat dan andal. Dengan demikian, sistem ini mampu mengidentifikasi bentuk sarang burung walet dengan tingkat ketepatan yang tinggi, mendukung pengguna dalam memahami dan membedakan jenis-jenis sarang secara efektif.

## 3.3 Perancangan Antarmuka Sistem

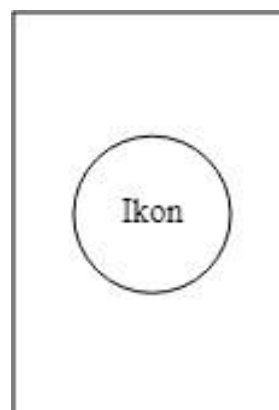
Perancangan desain antarmuka sistem bertujuan untuk mengklasifikasikan bentuk sarang burung walet, sehingga pengguna dapat dengan mudah memahami dan mengoperasikan aplikasi. Desain antarmuka ini dirancang agar intuitif dan *user friendly*, memudahkan pengguna dari berbagai latar belakang untuk mengakses fitur-fitur yang tersedia. Proses perancangan aplikasi mengikuti diagram aktivitas yang telah ditentukan, yang memvisualisasikan alur proses dalam aplikasi seperti yang terlihat pada Gambar 3.11. Diagram aktivitas ini membantu dalam memastikan bahwa setiap langkah dalam aplikasi terintegrasi dengan baik, memberikan panduan yang jelas kepada pengguna, serta meningkatkan efisiensi dan efektivitas penggunaan aplikasi.



**Gambar 3.11** Activity Diagram Aplikasi

### 3.3.1 Rancangan tampilan splashscreen

Tampilan *splashscreen* merupakan tampilan awal ketika aplikasi mulai dijalankan yang berisikan seperti logo atau ikon yang mendeskripsikan objek penelitian ini. Rancangan tampilan *splashscreen* terdapat pada Gambar 3.12.



**Gambar 3.12** Rancangan Tampilan *Splashscreen*

### 3.3.2 Rancangan halaman beranda

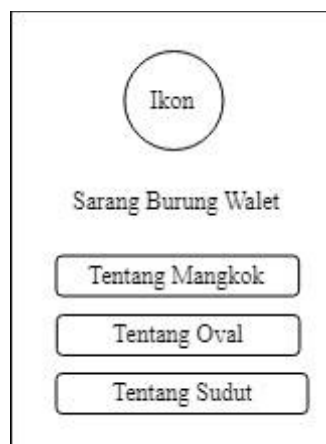
Halaman ini berisikan inti judul penelitian serta metode yang digunakan. Lalu ada juga tombol tentang objek penelitian dan juga tombol untuk memulai proses pengklasifikasian seperti yang terdapat pada Gambar 3.13.



**Gambar 3.13** Rancangan Halaman Beranda

### 3.3.3 Rancangan halaman informasi objek penelitian

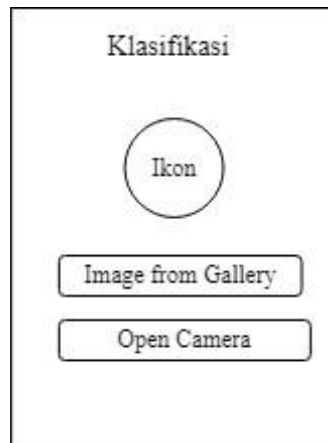
Halaman ini berisikan informasi singkat mengenai objek penelitian dan juga contoh citranya. Adapun rancangan halamannya terdapat pada Gambar 3.14.



**Gambar 3.14** Rancangan Halaman Informasi Objek Penelitian

### 3.3.4 Rancangan halaman klasifikasi

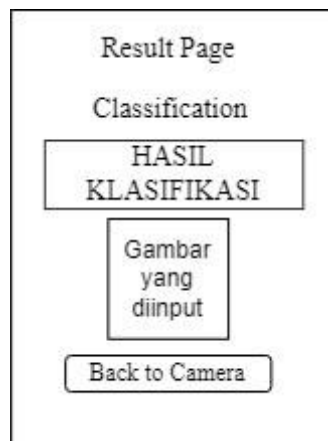
Pada halaman ini pengguna diarahkan untuk memilih dua pilihan untuk menginput citra yang akan melalui proses pengklasifikasian yaitu dengan cara membuka dari galeri atau ambil langsung menggunakan kamera, seperti yang terdapat pada Gambar 3.15.



**Gambar 3.15** Rancangan Halaman Klasifikasi

### 3.3.5 Rancangan halaman hasil klasifikasi

Halaman ini berisikan hasil klasifikasi dan juga hasil gambar dari citra yang sudah diinput sebelumnya oleh pengguna. Terdapat juga tombol untuk kembali ke halaman klasifikasi untuk mengambil citra lagi, seperti pada Gambar 3.16.



**Gambar 3.16** Rancangan Halaman Hasil Klasifikasi

## BAB 4

### IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

#### 4.1 Implementasi Sistem

Pembentukan model dalam pengklasifikasian bentuk sarang burung walet menggunakan algoritma *EfficientNet-B4* yang akan diterapkan ke dalam sistem berbasis *android* yang dibangun menggunakan bahasa pemrograman *javascript* dan *python*. Pembentukan sistem membutuhkan sejumlah data pendukung, perangkat keras, perangkat lunak dengan spesifikasi tertentu, serta pendukung lainnya.

##### 4.1.1 Perangkat keras dan perangkat lunak

Spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam membangun sistem aplikasi pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Processor Intel® Core™ i5-4200U
2. OS Windows 10 Pro
3. RAM 8 GB
4. *Smartphone Oppo A71*
5. Android Studio Koala
6. *Google Colab*
7. *Visual Studio Code*

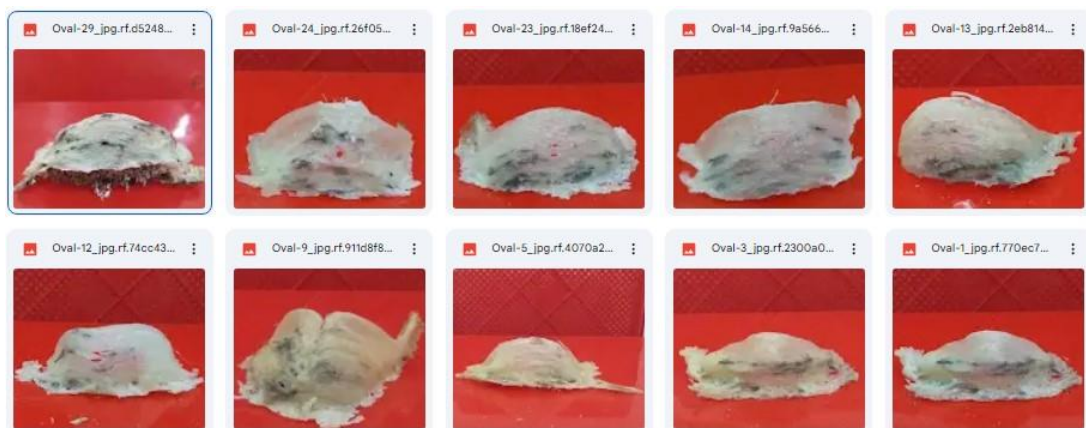
#### 4.2 Implementasi Data

Penggunaan data dalam penelitian ini diambil langsung dari usaha rumahan kegiatan eksportir sarang burung walet yang berada di Jalan STM Kelurahan Sitirejo II, Medan Amplas, Sumatera Utara, dengan pengelompokan berdasarkan bentuk mangkok, oval, atau sudut. Total data yang dikumpulkan berjumlah 408 citra, terdiri dari 143 mangkok, 118 oval, dan 147 sudut. Adapun beberapa contoh data pada masing-masing klasifikasi terdapat pada Gambar 4.1 – 4.3.

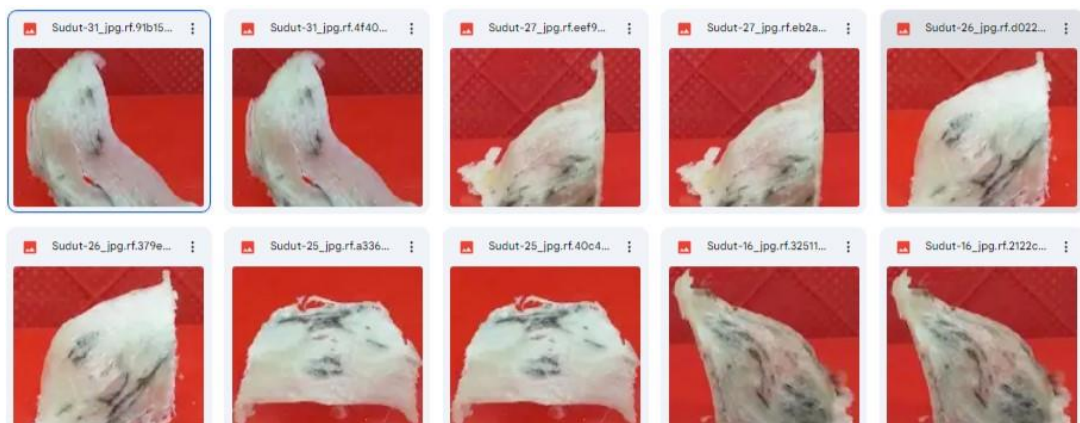




**Gambar 4.1** Citra Mangkok



**Gambar 4.2** Citra Oval



**Gambar 4.3** Citra Sudut

### 4.3 Implementasi Desain Antarmuka Aplikasi

Implementasi dari desain tampilan sistem disesuaikan dengan desain yang telah dibuat sebelumnya pada bagian sebelumnya. Berikut merupakan penjelasan detail dari tampilan akhir sistem.

#### 4.3.1 *Tampilan splashscreen*

Halaman ini ialah tampilan yang muncul ketika pengguna membuka aplikasi yang berisikan simbol atau gambar burung walet yang sesuai dengan objek penelitian dan tampilan tersebut tertera pada Gambar 4.4. Setelah itu, pengguna akan secara otomatis diarahkan ke halaman beranda.



**Gambar 4.4** Tampilan *Splashscreen*

#### 4.3.2 *Halaman beranda*

Halaman ini ialah tampilan pengguna setelah beberapa saat halaman *splashscreen* ditampilkan. Tampilan ini berfungsi sebagai pengantar bagi pengguna dengan menyajikan ucapan selamat datang yang ramah serta memberikan informasi singkat mengenai aplikasi ini. Pada tampilan ini, pengguna akan mendapatkan pemahaman dasar mengenai tujuan dan fungsi aplikasi, serta bagaimana aplikasi ini dapat digunakan untuk keperluan penelitian dan pengambilan data.

Setelah membaca informasi awal, pengguna diberikan dua pilihan utama yaitu informasi objek penelitian dan pengambilan data untuk proses pengklasifikasian. Kedua pilihan ini dirancang untuk memandu pengguna melalui proses penggunaan aplikasi dengan cara yang paling efisien dan efektif. Pada Gambar 4.5, dapat dilihat bagaimana kedua pilihan ini disajikan dalam antarmuka pengguna, memastikan bahwa navigasi antara pilihan tersebut mudah dan intuitif.



**Gambar 4.5** Halaman Beranda

#### 4.3.3 Halaman informasi objek penelitian

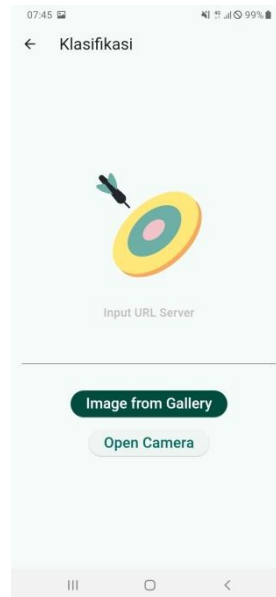
Halaman ini berisikan informasi tentang bentuk objek penelitian secara umum, termasuk tiga contoh gambar serta kriteria singkat dari bentuk objek penelitian yaitu mangkok, oval, dan sudut.



**Gambar 4.6** Halaman Informasi Objek Penelitian

#### 4.3.4 Halaman klasifikasi

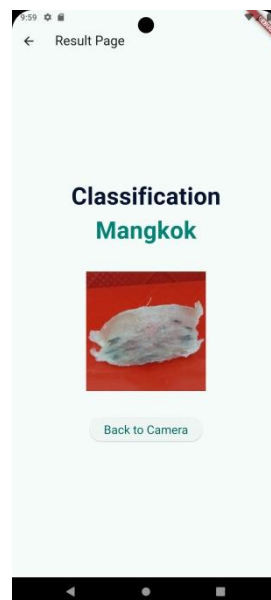
Halaman ini tempat dimana pengguna bisa memulai mengklasifikasikan bentuk citra dengan cara mengambil citra tersebut dengan dua pilihan yaitu mengambil citra dari galeri atau menambil langsung menggunakan kamera, seperti pada Gambar 4.7.



**Gambar 4.7** Halaman Klasifikasi

#### 4.3.5 *Halaman hasil klasifikasi*

Halaman ini berisikan *output* dari pengklasifikasian citra burung walet yang sudah diinput. Hasil akan menunjukkan citra yang sudah diinput dan keterangan bentuk citra tersebut seperti bentuk mangkok, oval, atau sudut. Ada juga ikon untuk kembali ke halaman sebelumnya yaitu halaman klasifikasi seperti pada Gambar 4.8.



**Gambar 4.8** Halaman Hasil Klasifikasi

#### 4.4 Prosedur Operasional

Penelitian ini membangun sistem yang terdiri dari tampilan *splashscreen*, halaman beranda, halaman informasi objek penelitian, halaman klasifikasi, serta halaman hasil klasifikasi bentuk sarang burung walet.

Tampilan awal pada aplikasi yang dibangun ialah pengguna melihat tampilan *splashscreen* terlebih dahulu, dilanjutkan dengan masuk ke dalam halaman utama. Pengguna bebas memilih untuk melihat informasi singkat objek penelitian ini atau langsung masuk ke halaman klasifikasi. Jika pengguna memilih halaman informasi objek penelitian akan menuju ke gambar dari ketiga bentuk objek penelitian serta keterangan singkat tentang kriterianya. Sementara itu, apabila pengguna memilih halaman klasifikasi pengguna ditunjukkan dengan pilihan untuk input gambar melalui galeri atau bisa dengan kamera langsung. Setelah citra dimasukkan, pengguna dapat melihat hasil klasifikasi dari citra tersebut. Lalu dapat memilih tombol “Back to Camera” pengguna akan menuju ke halaman klasifikasi kembali.

#### 4.5 Pelatihan Sistem

Pelatihan sistem yang dibangun menggunakan algoritma *EfficientNet-B4* dengan dataset yang terdiri dari 1227 citra sarang burung walet, diantaranya 347 mangkok, 352 oval, dan 350 sudut. Data tersebut setelah melalui proses augmentasi, untuk data uji terdapat 45 citra yang dimana masing-masing pengklasifikasian berjumlah 15 citra. Rincian pembagian dataset untuk pelatihan sistem terdapat pada Tabel 4.1.


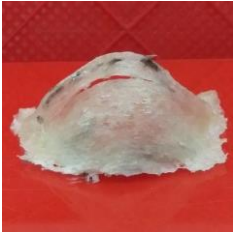




**Tabel 4.1** Pembagian Dataset Setelah Augmentasi

No.	Data	Data Training	Data Validation	Data Testing	Jumlah
1.	Mangkok	347	44	15	406
2.	Oval	352	44	15	411
3.	Sudut	350	45	15	410
<b>Total Data</b>		<b>1049</b>	<b>133</b>	<b>45</b>	<b>1227</b>


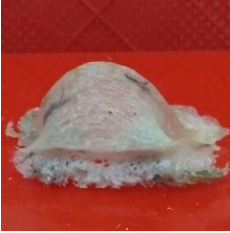


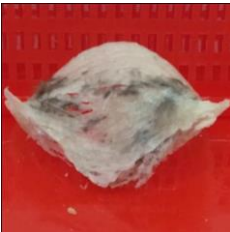
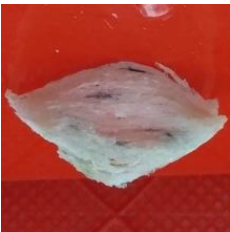
#### 4.6 Pengujian Sistem

Pengevaluasian kinerja sistem yang dibangun menggunakan 45 citra sarang burung walet, dimana sistem akan melakukan pengklasifikasian citra tersebut ke dalam tiga bentuk, yaitu mangkok, oval, dan walet. Beberapa contoh hasil pengujian terdapat pada Tabel 4.2.




**Tabel 4.2** Pengujian Citra Sarang Walet

No.	Citra	Manual	Sistem	Status
1.		Mangkok	Mangkok	Benar
2.		Mangkok	Mangkok	Benar
3.		Mangkok	Mangkok	Benar
4.		Mangkok	Mangkok	Benar
5.		Mangkok	Mangkok	Benar
6.		Oval	Oval	Benar

**Tabel 4.2** Pengujian Citra Sarang Walet (Lanjutan)

No.	Citra	Manual	Sistem	Status
7.		Oval	Oval	Benar
8.		Oval	Oval	Benar
9.		Oval	Mangkok	Salah
10.		Oval	Sudut	Salah
11		Sudut	Sudut	Benar
12.		Sudut	Mangkok	Salah

**Tabel 4.2** Pengujian Citra Sarang Walet (Lanjutan)

No.	Citra	Manual	Sistem	Status
13.		Sudut	Sudut	Benar
14.		Sudut	Sudut	Benar
15.		Sudut	Sudut	Benar

Terdapat 45 data pengujian aplikasi yang sudah dilakukan, terdapat 2 data yang salah pengklasifikasian, yaitu 1 data mangkok, 5 data oval, dan 1 data sudut. Perhitungan hasil uji yang telah dilakukan tertera pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Perhitungan Hasil Uji

		Aktual			Total
		Mangkok	Oval	Sudut	
Prediksi	Mangkok	15	0	0	15
	Oval	3	11	1	15
	Sudut	1	0	14	15
<b>Total</b>		<b>19</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>45</b>

Tabel diatas menunjukkan bahwa dari 45 data uji, terdapat 15 data dari masing-masing bentuk sarang walet. Terjadi 5 kesalahan identifikasi karena citra sarang walet memiliki tekstur yang mirip dengan bentuk lainnya. Hal ini menyebabkan kesalahan sistem dalam mengidentifikasi bentuk sarang walet. Setelah melalui proses pelatihan dan pengujian, model dievaluasi menggunakan metode *confusion matrix* untuk mengukur kinerja sistem. Hasil *confusion matrix* dapat dilihat pada Tabel 4.4.



**Tabel 4.4** Hasil *Confusion Matrix*

	<b>TP</b>	<b>FP</b>	<b>FN</b>
Mangkok	15	4	0
Oval	11	0	4
Sudut	14	1	1
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

Tabel di atas menunjukkan bahwa terdapat 40 data bernilai *True Positive*, yang data tersebut bernilai positif dan diprediksi dengan benar oleh sistem. Selain itu, terdapat 5 data bernilai *False Positive*, yang data tersebut bernilai negatif, tetapi diprediksi sebagai positif oleh sistem. Selanjutnya, ada 5 data bernilai *False Negative*, yang berarti sistem memprediksi data tersebut sebagai nilai yang berbeda. Dengan nilai-nilai ini, maka diperoleh *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score* untuk masing-masing datanya.

a. *Precision*

Rumus perhitungan *Precision* terdapat pada Persamaan 2.3.

$$\text{Mangkok} = \frac{15}{15+4} \times 100\% = 78,95\%$$

$$\text{Oval} = \frac{11}{11+0} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Sudut} = \frac{14}{14+2} \times 100\% = 87,5\%$$

b. *Recall*

Rumus perhitungan *Recall* terdapat pada Persamaan 2.4.

$$\text{Mangkok} = \frac{15}{15+0} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Oval} = \frac{11}{10+4} \times 100\% = 78,57\%$$

$$\text{Sudut} = \frac{14}{14+1} \times 100\% = 93,33\%$$

c. *F1-Score*

Rumus perhitungan *F1-Score* terdapat pada Persamaan 2.5.

$$\begin{aligned} \text{Mangkok} &= 2 \times \frac{(1,00 \times 0,789)}{(1,00 + 0,789)} \times 100\% \\ &= 2 \times \frac{(0,789)}{(1,789)} \times 100\% \\ &= 88,26\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Oval} &= 2 \times \frac{(0.785 \times 1.00)}{(0.785 + 1.00)} \times 100\% \\
 &= 2 \times \frac{(0.785)}{(1.785)} \times 100\% \\
 &= 87.92\% \\
 \text{Sudut} &= 2 \times \frac{(0.933 \times 0.875)}{(0.933 + 0.875)} \times 100\% \\
 &= 2 \times \frac{(0.816)}{(1.808)} \times 100\% \\
 &= 90.26\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, dapat disusun sebuah tabel nilai seperti yang terdapat pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5** Nilai *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score*

	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>F1-Score</i>
Mangkok	78.95%	100%	88.26%
Oval	100%	78.57%	87.92%
Sudut	87.5%	93.33%	90.26%

Dari pengujian dan perhitungan nilai-nilai matrik penilaian yang dilakukan, maka diperoleh nilai akurasi dengan perhitungan rumus pada persamaan 2.2.

$$\begin{aligned}
 \text{Accuracy} &= \frac{(\text{Jlh Total TP})}{(\text{Total Data})} \times 100\% \\
 &= \frac{(40)}{(45)} \times 100\% \\
 &= 88,89\%
 \end{aligned}$$

#### 4.7 Kendala Penelitian

Selama pengujian, terdapat beberapa kesalahan dalam mengidentifikasi dua dari tiga bentuk sarang burung walet, yaitu oval dan sudut. Kesalahan identifikasi bentuk oval disebabkan oleh keterbatasan data yang tersedia untuk bentuk oval dan banyaknya kemiripan antara bentuk oval dan mangkok, yang memicu kesalahan identifikasi. Sementara itu, kesalahan identifikasi bentuk sudut terjadi akibat pemilihan sudut atau pengambilan citra yang tidak tepat dari berbagai sisi. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan peningkatan jumlah data dan perbaikan metode pengambilan citra agar identifikasi bentuk sarang burung walet menjadi lebih akurat.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Sistem pengklasifikasi bentuk sarang burung walet dengan menggunakan arsitektur *EfficientNet* dapat menghasilkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Penggunaan *Convolutional Neural Network* dengan algoritma *EfficientNet-B4* memungkinkan pengklasifikasian bentuk sarang burung walet, dengan tingkat akurasi pengujian sebesar 88,89%.
2. Penerapan teknik augmentasi pada penelitian ini terbukti efektif dalam meningkatkan akurasi, dikarenakan penambahan variasi data yang lebih luas dapat signifikan mempengaruhi tingkat akurasi penelitian tersebut.

#### 5.2. Saran

Berikut merupakan beberapa saran sebagai referensi bagi peneliti selanjutnya dalam hal mengembangkan sistem yang sudah dibangun.

1. Mengembangkan sistem yang dapat mengklasifikasikan bentuk sarang burung walet secara *real-time*.
2. Menerapkan metode klasifikasi lain sebagai perbandingan dengan hasil yang telah didapat dari model *EfficientNet*.
3. Meningkatkan jumlah data dan memvariasikan pengambilan citra dari berbagai sisi atau sudut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, Mart'ın., Barham, Paul., Chen, Jianmin., Chen, Zhifeng., Davis, Andy., Dean, Jeffrey., Devin, Matthieu., Ghemawat, Sanjay., Irving, Geoffrey., Isard, Michael., Kudlur, Manjunath., Levenberg, Josh., Monga, Rajat., Moore, Sherry., Murray, G. D. (2016). *TensorFlow: A system for large-scale machine learning*. <https://www.researchgate.net/publication/303657108>
- Alfaris, S. (2019). *Peranan Pemerintah Daerah Kabupaten Dalam Pengawasan Penagkaran Sarang Burung Walet (Studi Kasus di Kecamatan Sungai Apit Kabupaten Siak)*.
- Atila, Ümit., Ucar, Murat., Akyol, Kemal., & Ucar, E. (2021). *Plant leaf disease classification using EfficientNet deep learning model*. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2020.101182>
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2022). *Ekspor Sarang Burung menurut Negara Tujuan Utama, 2012-2022*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjAyMiMx/ekspor-sarang-burung-menurut-negara-tujuan-utama--2012-2022.html>
- Bui, V., & Chang, L. (2016). *Deep Learning Architectures for Hard Character Classification*.
- Chowdhury, N. K., Kabir, M. A., R., & Md. M., & Rezoana, N. (2020). *ECOVNet: An Ensemble of Deep Convolutional Neural Networks Based on EfficientNet to Detect COVID-19 From Chest X-rays*. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.551>
- Fu, Y. (2020) Keras documentation: Image Classification via fine-tuning with EfficientNet, Keras. Available at: [https://keras.io/examples/vision/image\\_classification\\_efficientnet\\_fine\\_tuning](https://keras.io/examples/vision/image_classification_efficientnet_fine_tuning).
- Indrajaya, Denny., Setiawan, A., & Hartanto, Djoko., & Hariyanto. (2022). *Object Detection to Identify Shapes of Swallow Nests Using a Deep Learning Algorithm*. 8.
- Johanes, Benny., Mendrofa, N. Delpy., & Sihombing, O. (2022). *Implementation of The K-Nearest Neighbor Method to Determine The Quality of Export Import Swallow's Nest*. 4. <https://doi.org/10.47709/cnahpc.v4i1.1281>
- Li, Jin., Yan, Daifu., Luan, Kuan., Li, Zeyu., & Liang, Hong. (2020). *Deep Learning-Based Bird's Nest Detection on Transmission Lines Using UAV Imagery*. <https://doi.org/10.3390/app10186147>
- O'Shea, K., & Nash, R. (2015). *An Introduction to Convolutional Neural Networks* (arXiv:1511.08458). arXiv. <http://arxiv.org/abs/1511.08458>
- Perkovic, Ljubomir. 2012. *Introduction to Computing Using Python: An Application Development Focus*

- PERDANI, W. R., MAGDALENA, R., & CAECAR PRATIWI, N. K. (2022). Deep learning untuk Klasifikasi Glaukoma dengan menggunakan Arsitektur EfficientNet. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 10(2), 322. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v10i2.322>
- Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian. (2021). *Manfaat Sarang Burung Walet*. Pusat Perpustakaan Dan Penyebaran Teknologi Pertanian. <https://pustaka.setjen.pertanian.go.id/index-berita/manfaat-sarang-burung-walet>
- Realfood. (2022). *Ragam Manfaat Sarang Burung Walet Bagi Tubuh*. <https://realfood.co.id/artikel/ragam-manfaat-sarang-burung-walet-bagi-tubuh>
- Rizal, S., Ibrahim, N., Pratiwi, N. K. C., Saidah, S., & Fu'Adah, R. Y. N. (2020). Deep Learning untuk Klasifikasi Diabetic Retinopathy menggunakan Model EfficientNet. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 8(3), 693. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v8i3.693>
- Rochmawati, N., Hidayati, H. B., Yamasari, Y., Peni, H., Tjahyaningtjas, A., Yustanti, W., & Prihanto, A. (2021). Analisa Learning rate dan Batch size Pada Klasifikasi Covid Menggunakan Deep learning dengan Optimizer Adam
- Septiarini, Anindita., Maulana, Ferda., Hamdani., Saputra, Rizqi., Wahyuningrum, Tenia., & Indra. (2022). *Classifying The Swallow Nest Quality Using Support Vector Machine Based on Computer Vision*.
- Suartika, I. W. (2016). *Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network (Cnn) pada Caltech 101*. 5. <https://media.neliti.com/media/publications/191064-ID-klasifikasi-citra-menggunakan-convolutio.pdf>
- Tan, M., & Le, Q. V. (2019). *EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks*.
- TRUBUS. (2009). *Majalah Pertanian*. Jakarta : PT. Trubus Media Swadaya.
- United Nations Comtrade. (2021). 2021 International Trade Statistics Yearbook. *Department of Economic and Social Affairs Statistics Division*, 1. <https://comtradeapi.un.org/files/v1/app/publicationfiles/2021/VolI2021.pdf>
- Yang, Z., Zhao, Y., Yu, J., Mao, X., Xu, H., & Huang, L. (2022). An Intelligent Tongue Diagnosis System via Deep Learning on the Android Platform. *Diagnostics*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/diagnostics12102451>
- Yulianti S, H. (2020). Klasifikasi Tanaman Obat Menggunakan Metode Gray Level Co\_Occurrence Matrix Dan Support Vector Machine. *Universitas Komputer Indonesia*.

## LAMPIRAN

### LAMPIRAN 1. Surat Izin Berusaha Tempat Penelitian



#### PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA

#### PERIZINAN BERUSAHA BERBASIS RISIKO NOMOR INDUK BERUSAHA: 0220209861525

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja, Pemerintah Republik Indonesia menerbitkan Nomor Induk Berusaha (NIB) kepada:

- |  |  |
|--|--|
| 1. Nama Pelaku Usaha                                     | : HJ KASMI   |
| 2. Alamat  | : JL STM-DAMAI NO 33 MEDAN, Desa/Kelurahan Sitirejo II, Kec. Medan Amplas, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara |
| 3. Nomor Telepon Seluler                                 | : 85222540532  |
| Email  | : rahmasb.dr@gmail.com   |
| 4. Kode Klasifikasi Baku Lapangan Usaha Indonesia (KBLI) | : Lihat Lampiran   |
| 5. Skala Usaha   | : Usaha Mikro  |

NIB ini berlaku di seluruh wilayah Republik Indonesia selama menjalankan kegiatan usaha dan berlaku sebagai hak akses kepastian, pendaftaran kepesertaan jaminan sosial kesehatan dan jaminan sosial ketenagakerjaan, serta bukti pemenuhan laporan pertama Wajib Laporan Ketenagakerjaan di Perusahaan (WLKP).

Pelaku Usaha dengan NIB tersebut di atas dapat melaksanakan kegiatan berusaha sebagaimana terlampir dengan tetap memperhatikan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Khusus untuk KBLI dengan klasifikasi risiko rendah sebagaimana terlampir, NIB merupakan perizinan tunggal yang berlaku sebagai sertifikasi jaminan produk halal berdasarkan pernyataan mandiri pelaku usaha dan setelah memperoleh pembinaan dan/atau pendampingan Proses Produk Halal (PPH) dari Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Diterbitkan di Jakarta, tanggal: 12 Agustus 2020  
Perubahan ke-2, tanggal: 6 Maret 2023

Menteri Investasi/  
Kepala Badan Koordinasi Penanaman Modal,



Ditandatangani secara elektronik

Dicetak tanggal: 6 Maret 2023

1. Dokumen ini diterbitkan sistem OSS berdasarkan data dari Pelaku Usaha, tersimpan dalam sistem OSS, yang menjadi tanggung jawab Pelaku Usaha.
2. Dalam hal terjadi kekeliruan isi dokumen ini akan dilakukan perbaikan sebagaimana mestinya.
3. Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh BSrE-BSSN.
4. Data lengkap Perizinan Berusaha dapat diperoleh melalui sistem OSS menggunakan hak akses.



Balai  
Sertifikasi  
Elektronik



PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA

PERIZINAN BERUSAHA BERBASIS RISIKO  
LAMPIRAN  
NOMOR INDUK BERUSAHA: 0220209861525

Lampiran berikut ini memuat daftar bidang usaha untuk:

A. Tabel Kegiatan Usaha Skala UMK KBLI Risiko Rendah Perizinan Tunggal

No	Kode KBLI	Judul KBLI	Lokasi Usaha	Klasifikasi Risiko	Perizinan Berusaha		Jenis Produksi	Nomor SNI dan/atau SH*
					Jenis	Legalitas		
1	47112	Perdagangan Eceran Berbagai Macam Barang Yang Utamanya Makanan, Minuman Atau Tembakau Bukan Di Minimarket/Supermarket/Hypermarket (Tradisional)	JL.STM/DAMAI NO. 33 MEDAN Kelurahan: Sitirejo II Kecamatan: Medan Amplas Kab/Kota: Kota Medan Provinsi: Sumatera Utara, Desa/Kelurahan Sitirejo II, Kec. Medan Amplas, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara Kode Pos: 20219	Rendah	NIB	Untuk persiapan, operasional, dan/atau komersial kegiatan usaha	sarang burung walet	Sertifikasi jaminan produk halal difasilitasi BPJPH

\* SNI: Standar Nasional Indonesia, SH: Sertifikat Halal

B. Tabel Kegiatan Usaha Skala UMK KBLI Selain Perizinan Tunggal

No	Kode KBLI	Judul KBLI	Lokasi Usaha	Tingkat Risiko	Perizinan Berusaha		
					Jenis	Status	Keterangan
1	01499	Pembibitan Dan Budidaya Aneka Ternak Lainnya	JL.STM/DAMAI NO. 33, Desa/Kelurahan Sitirejo II, Kec. Medan Amplas, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara Kode Pos: 20219	Menengah Rendah	NIB Sertifikat Standar	Terbit Terbit	- -

1. Dengan ketentuan bahwa NIB tersebut hanya berlaku untuk Kode dan Judul KBLI yang tercantum dalam lampiran ini.
2. Pelaku Usaha wajib memenuhi persyaratan dan/atau kewajiban sesuai Norma, Standar, Prosedur, dan Kriteria (NSPK) Kementerian/Lembaga (K/L).
3. Verifikasi dan/atau pengawasan pemenuhan persyaratan dan/atau kewajiban Pelaku Usaha dilakukan oleh Kementerian/Lembaga/Pemerintah Daerah terkait.
4. Lampiran ini merupakan bagian tidak terpisahkan dari dokumen NIB tersebut.

1. Dokumen ini diterbitkan sistem OSS berdasarkan data dari Pelaku Usaha, tersimpan dalam sistem OSS, yang menjadi tanggung jawab Pelaku Usaha.
2. Dalam hal terjadi kekeliruan isi dokumen ini akan dilakukan perbaikan sebagaimana mestinya.
3. Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh BS/E-BSSN.
4. Data lengkap Perizinan Berusaha dapat diperoleh melalui sistem OSS menggunakan hak akses.



Balai  
Sertifikasi  
Elektronik



## LAMPIRAN 2. Dokumentasi Tempat Penelitian







KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
**FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI**

Jalan Universitas No. 9A Gedung A, Kampus USU Medan 20155, Telepon: (061) 821007  
Laman: <http://Fasilkomti.usu.ac.id>

**KEPUTUSAN  
DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
NOMOR : 2730/UN5.2.14.D/SK/SPB/2024  
DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
DAN TEKNOLOGI INFORMASI UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

- Membaca** : Surat Permohonan Mahasiswa Fasilkom-TI USU tanggal 10 Juli 2024 perihal permohonan ujian skripsi:  
Nama : DARA FADILAH  
NIM : 201402106  
Program Studi : Sarjana (S-1) Teknologi Informasi  
Judul Skripsi : Klasifikasi Bentuk Sarang Burung Walet Menggunakan Algoritma Efficientnet Berbasis Android
- Memperhatikan** : Bahwa Mahasiswa tersebut telah memenuhi kewajiban untuk ikut dalam pelaksanaan Meja Hijau Skripsi Mahasiswa pada Program Studi Sarjana (S-1) Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara TA 2023/2024.
- Menimbang** : Bahwa permohonan tersebut diatas dapat disetujui dan perlu ditetapkan dengan surat keputusan
- Mengingat** : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.  
2. Peraturan Pemerintah Nomor 17 tahun 2010 tentang pengelolaan dan penyelenggara pendidikan.  
3. Keputusan Rektor USU Nomor 03/UN5.1.R/SK/SPB/2021 tentang Peraturan Akademik Program Sarjana Universitas Sumatera Utara.  
4. Surat Keputusan Rektor USU Nomor 1876/UN5.1.R/SK/SDM/2021 tentang pengangkatan Dekan Fasilkom-TI USU Periode 2021-2026
- MEMUTUSKAN**
- Menetapkan** :  
**Pertama** : Membentuk dan mengangkat Tim Penguji Skripsi mahasiswa sebagai berikut:
- Ketua : Dedy Arisandi ST., M.Kom.  
NIP: 197908312009121002
- Sekretaris : Ainul Hizriadi S.Kom, M.Sc  
NIP: 198510272017061001
- Anggota Penguji : Ivan Jaya S.Si., M.Kom.  
NIP: 198407072015041001
- Anggota Penguji : Fanindia Purnamasari S.TI,M.IT  
NIP: 198908172019032023
- Moderator : -
- Panitera : -
- Kedua** : Segala biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan kegiatan ini dibebankan pada Dana Penerimaan Bukan Pajak (PNPB) Fasilkom-TI USU Tahun 2024.
- Ketiga** : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatunya akan diperbaiki sebagaimana mestinya apabila dikemudian hari terdapat kekeliruan dalam surat keputusan ini.

**Tembusan :**

1. Ketua Program Studi Sarjana (S-1) Teknologi Informasi
2. Yang bersangkutan
3. Arsip

Medan  
Ditandatangani secara elektronik oleh:  
Dekan



Maya Silvi Lydia  
NIP 197401272002122001