

**DETEKSI KUALITAS TELUR AYAM RAS BERDASARKAN  
STANDAR NASIONAL INDONESIA MENGGUNAKAN  
METODE EFFICIENTDET**

**SKRIPSI**

**AMELIA ANGELITA SILALAHI  
201402128**



**PROGRAM STUDI S1 TEKNOLOGI INFORMASI  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2025**

**DETEKSI KUALITAS TELUR AYAM RAS BERDASARKAN  
STANDAR NASIONAL INDONESIA MENGGUNAKAN  
METODE EFFICIENTDET**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk melengkapi tugas dan memenuhi syarat memperoleh ijazah Sarjana  
Teknologi Informasi

**AMELIA ANGELITA SILALAHI  
201402128**



**PROGRAM STUDI S1 TEKNOLOGI INFORMASI  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2025**

## PERSETUJUAN

Judul : DETEKSI KUALITAS TELUR AYAM RAS BERDASARKAN STANDAR NASIONAL INDONESIA MENGGUNAKAN METODE EFFICIENTDET

Kategori : SKRIPSI

Nama : AMELIA ANGELITA SILALAHI

Nomor Induk Mahasiswa : 201402128

Program Studi : SARJANA (S1) TEKNOLOGI INFORMASI

Fakultas : ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

Medan, 10 Januari 2025

Komisi Pembimbing :

Pembimbing 2

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

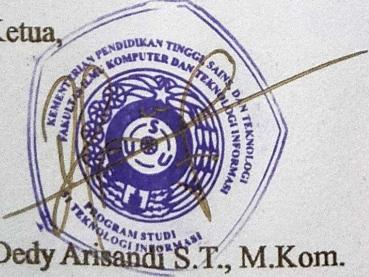
Pembimbing 1

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

Diketahui/disetujui oleh

Program Studi S1 Teknologi Informasi

Ketua,



Dedy Arisandi S.T., M.Kom.

NIP. 197908312009121002

**PERNYATAAN**

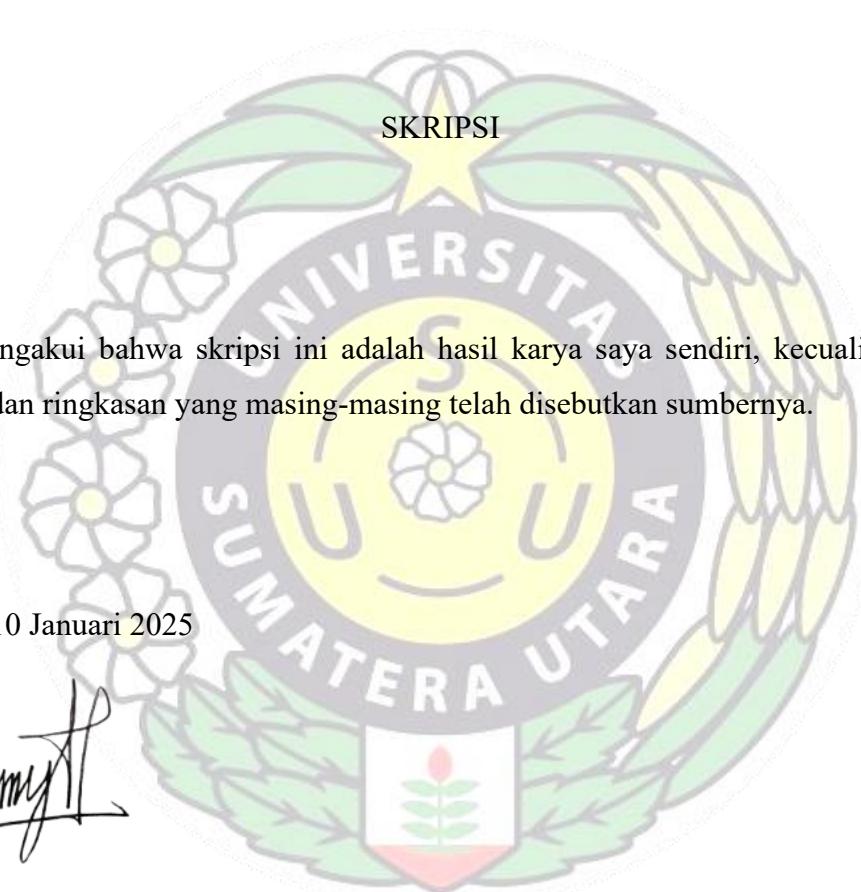
DETEKSI KUALITAS TELUR AYAM RAS BERDASARKAN STANDAR  
NASIONAL INDONESIA MENGGUNAKAN  
METODE EFFICIENTDET

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

Medan, 10 Januari 2025



Amelia Angelita Silalahi  
201402128



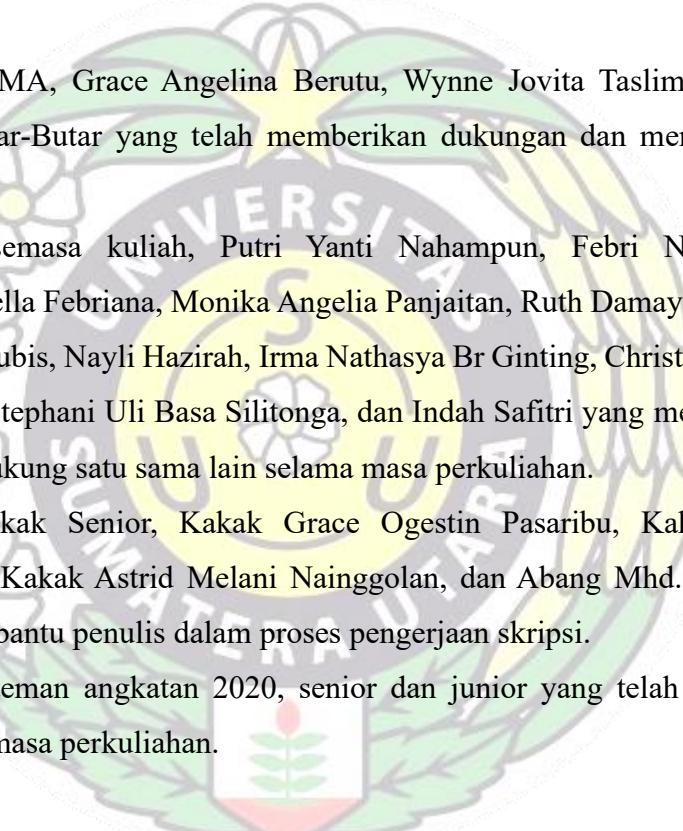
## UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur disampaikan kepada Tuhan yang Maha Esa, atas berkat dan karunia-Nya, penyusunan skripsi sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Komputer pada Program Studi S1 Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara dapat dilaksanakan dengan baik.

Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, maupun doa yang diberikan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis merasa sangat bersyukur dan mengucapkan terima kasih yang sebesarnya kepada:

1. Diri sendiri yang terus berjuang dan tidak menyerah dalam menghadapi tantangan.
2. Keluarga penulis, Bapak Johnson Silalahi, Mama Duma Tobing, Abang Nelson Sagala, Kakak Kezya Silalahi, dan Abang Roni Silalahi yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi serta menjadi tempat berdiskusi untuk menyelesaikan skripsi.
3. Bapak Ivan Jaya S.Si., M.Kom., selaku Sekretaris Program Studi S1 Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara dan sebagai Dosen Pembimbing 1 yang senantiasa membimbing dan memberikan saran serta kritik selama proses pengerjaan skripsi.
4. Ibu Fanindia Purnamasari S.TI., M.IT, selaku Kepala Laboratorium Penelitian Sains Data, Sistem Pintar dan Rekayasa Perangkat Lunak serta sebagai Dosen Pembimbing 2 yang senantiasa memberikan dukungan dan arahan pada proses pengerjaan skripsi.
5. Bapak Dedy Arisandi S.T., M.Kom. sebagai Dosen Penguji 1 dan Ibu Rossy Nurhasanah S.Kom., M.Kom sebagai Dosen Penguji 2 yang telah memberikan masukan dan saran yang sangat bermanfaat bagi penelitian ini.
6. Ibu Dr. Maya Silvi Lydia, B.Sc., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara.
7. Bapak Dedy Arisandi S.T., M.Kom., selaku Ketua Program Studi S1 Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara.
8. Seluruh Dosen Program Studi S1 Teknologi Informasi yang telah mengajarkan beragam pengetahuan selama masa perkuliahan.

9. Seluruh staff dan pegawai Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara yang telah memberikan bantuan pada segala urusan administrasi selama masa perkuliahan.
10. Abang Ukurta Pinem dan seluruh Pegawai Gudang Produksi Telur PT. Sahabat Jaya Farm yang telah mengizinkan penulis untuk mengumpulkan data yang diperlukan pada penyusunan skripsi.
11. Teman-teman T.SQD, Melani Br Ginting, Elisabeth Aprilia Br Bangun, Andrew Togar Squall Hutabarat, dan Bartholomeus Hasudungan Pasaribu yang telah menjadi teman-teman seperjuangan dan saling mendukung satu sama lain sampai saat ini.
12. Teman-teman SMA, Grace Angelina Berutu, Wynne Jovita Taslim, dan Rahel Angelia Br Butar-Butar yang telah memberikan dukungan dan menjadi tempat berdiskusi.
13. Teman-teman semasa kuliah, Putri Yanti Nahampun, Febri Naomi Sofia Tampubolon, Della Febriana, Monika Angelia Panjaitan, Ruth Damayanthi Purba, Indah Zahrani Lubis, Nayli Hazirah, Irma Nathasya Br Ginting, Christine Amanda, Atikah Husna, Stephani Uli Basa Silitonga, dan Indah Safitri yang menjadi teman sekaligus mendukung satu sama lain selama masa perkuliahan.
14. Abang dan Kakak Senior, Kakak Grace Ogestin Pasaribu, Kakak Jogiana Simangunsong, Kakak Astrid Melani Nainggolan, dan Abang Mhd. Arsy Fikri yang telah membantu penulis dalam proses pengeroaan skripsi.
15. Seluruh teman-teman angkatan 2020, senior dan junior yang telah mendukung penulis selama masa perkuliahan.



Medan, 10 Januari 2025

Penulis,



Amelia Angelita Silalahi  
201402128

## ABSTRAK

Telur ayam ras merupakan salah satu bahan pangan yang banyak diminati oleh masyarakat Indonesia. Hal tersebut dikarenakan harga telur ayam ras yang relatif murah dan banyak digunakan sebagai makanan pendamping serta bahan dasar pada pembuatan makanan. Distribusi telur ayam ras yang dilakukan oleh penjual telur umumnya berdasarkan ukuran. Namun, penjual telur yang tidak bertanggung jawab menggunakan kesempatan tersebut untuk menjual telur jenis lainnya menjadi telur konsumsi. Sehingga, pelaku usaha kuliner yang membutuhkan telur dalam jumlah besar berisiko untuk mendapatkan telur yang berkualitas tidak baik. Oleh karena itu, Standar Nasional Indonesia 3926:2023 dapat digunakan untuk mengklasifikasikan kualitas telur ayam ras sebagai telur konsumsi. Kualitas tersebut dibagi menjadi tiga kategori, yaitu Mutu I, Mutu II, dan Mutu III secara internal maupun eksternal. Pada bagian eksternal, salah satu aspek yang dapat digunakan untuk menilai kualitas telur dapat dibedakan dari ketebalannya berdasarkan warna kerabang telur. Namun, perbedaan warna pada telur ayam ras tidak berbeda secara signifikan sehingga pelaku usaha kuliner memerlukan waktu yang cukup lama dalam memilih telur. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu pendekatan untuk mendeteksi kualitas telur ayam ras. Pada penelitian ini, Metode *EfficientDet* digunakan untuk melakukan tugas dalam mendeteksi kualitas telur ayam ras berdasarkan warna kerabang ke dalam Mutu I, Mutu II, dan Mutu III yang diterapkan pada sistem *android*. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, model dengan penerapan Algoritma *EfficientDet* mampu mendeteksi kualitas telur ayam ras berdasarkan warna kerabang dengan menghasilkan akurasi sebesar 96,66%.

**Kata kunci:** *EfficientDet, Object Detection, Telur Ayam Ras, Computer Vision*

**DETECTION OF CHICKEN EGG QUALITY BASED ON STANDAR NASIONAL  
INDONESIA USING EFFICIENTDET METHOD**

***ABSTRACT***

*Chicken eggs are among the most popular food ingredients in Indonesia. This is due to their relatively affordable price and their widespread use as complementary foods and essential ingredients in food production. The distribution of eggs by sellers is typically based on size. However, irresponsible sellers often exploit this system by selling other types of eggs as consumption eggs, which poses a risk for culinary business operators who require large quantities of high-quality eggs. To address this, SNI 3926:2023 can be applied to classify the quality of chicken eggs as consumable products. Egg quality is categorized into three grades: Grade I, Grade II, and Grade III, which are assessed both internally and externally. In terms of external quality, one of the determining factors is shell thickness, which can be inferred from the shell's color. However, since the color differences among chicken eggs are often subtle, culinary business operators need considerable time to select high-quality eggs. To overcome this challenge, a detection approach is required to assess the quality of chicken eggs efficiently. In this study, the EfficientDet method is utilized to detect the quality of chicken eggs based on shell color, classifying them into Grade I, Grade II, and Grade III. This approach is implemented in an Android system. Testing results demonstrate that the model, utilizing the EfficientDet algorithm, successfully detects the quality of chicken eggs based on shell color with an accuracy of 96.66%.*

**Keywords:** EfficientDet, Object Detection, Chicken Eggs, Computer Vision

## DAFTAR ISI

<b>PERSETUJUAN</b>	<b>III</b>
<b>PERNYATAAN</b>	<b>IV</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b>	<b>V</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>VII</b>
<i>ABSTRACT</i>	<b>VIII</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>IX</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>XII</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>XIII</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. Sistematika Penulisan	5
<b>BAB 2 LANDASAN TEORI</b>	<b>7</b>
2.1. Telur Ayam Ras	7
2.2. Kualitas Telur Ayam Ras	7
2.3. Citra Digital	10
2.3.1. <i>Citra Biner</i>	10
2.3.2. <i>Citra Grayscale</i>	11
2.3.3. <i>Citra RGB</i>	11
2.4. Pengolahan Citra Digital	11
2.5. <i>EfficientDet</i>	12
2.5.1. <i>Backbone network</i>	12
2.5.2. <i>BiFPN network (Bidirectional Feature Pyramid Network)</i>	12
2.5.3. <i>Box/class network</i>	12

<b>2.6. Confusion Matrix</b>	14
<b>2.6.1. Accuracy</b>	15
<b>2.6.2. Precision</b>	15
<b>2.6.3. Recall</b>	16
<b>2.6.4. F1-Score</b>	16
<b>2.7. Penelitian Terdahulu</b>	16
<b>2.8. Perbedaan Penelitian</b>	22
<b>BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM</b>	<b>23</b>
<b>3.1. Data yang digunakan</b>	23
<b>3.2. Analisis Sistem</b>	24
<b>3.2.1. Data acquisition</b>	25
<b>3.2.2. Image pre-processing</b>	25
<b>3.2.2.1. Image labelling</b>	25
<b>3.2.2.2. Image resizing</b>	26
<b>3.2.2.3. Image augmentation</b>	27
<b>3.2.3. Image detection</b>	28
<b>3.2.3.1. Feature extraction</b>	28
<b>3.2.3.2. Feature network</b>	31
<b>3.2.3.3. Box/class network</b>	31
<b>3.2.4. Learned model</b>	31
<b>3.2.5. Deployment</b>	32
<b>3.2.6. Testing process</b>	32
<b>3.2.7. Output</b>	32
<b>3.3. Perancangan Sistem</b>	32
<b>3.3.1. Rancangan tampilan halaman splash screen</b>	33
<b>3.3.2. Rancangan halaman utama</b>	34
<b>3.3.3. Rancangan halaman deteksi</b>	35
<b>3.3.4. Rancangan halaman informasi</b>	35
<b>3.3.5. Rancangan halaman tutorial</b>	36
<b>BAB 4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN</b>	<b>37</b>
<b>4.1. Implementasi Sistem</b>	37
<b>4.1.1. Perangkat keras dan perangkat lunak</b>	37
<b>4.2. Implementasi Data</b>	38

4.3. Implementasi Model	38
4.4. Implementasi Rancangan Antarmuka	40
4.4.1. <i>Tampilan halaman splash screen</i>	40
4.4.2. <i>Tampilan halaman utama</i>	41
4.4.3. <i>Tampilan halaman deteksi</i>	41
4.4.3.1. <i>Tampilan halaman deteksi secara real-time</i>	41
4.4.3.2. <i>Tampilan halaman deteksi secara non real-time</i>	42
4.4.4. <i>Tampilan halaman informasi</i>	44
4.4.5. <i>Tampilan halaman tutorial</i>	45
4.4.5.1. <i>Tampilan halaman tutorial secara real-time</i>	45
4.4.5.2. <i>Tampilan halaman tutorial secara non real-time</i>	46
4.5. Pengujian Sistem	47
4.5.1. <i>Pengujian pada sistem secara real-time</i>	47
4.5.2. <i>Pengujian pada sistem secara non real-time</i>	51
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>64</b>
5.1. Kesimpulan	64
5.2. Saran	65
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>66</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Kategori Kualitas Telur (SNI 3926:2023)	9
<b>Tabel 2.2</b> Konfigurasi pada Algoritma <i>EfficientDet</i>	13
<b>Tabel 2.3</b> <i>Confusion Matrix</i>	15
<b>Tabel 2.4</b> Penelitian Terdahulu	18
<b>Tabel 3.1</b> Jumlah <i>Bounding Box</i> pada Proses <i>Image Labelling</i>	26
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Evaluasi Pelatihan Model	39
<b>Tabel 4.2</b> Pengujian Deteksi Kualitas Telur Ayam Ras secara <i>Real-Time</i>	48
<b>Tabel 4.3</b> <i>Confusion Matrix</i> pada Hasil Pengujian secara <i>Real-Time</i>	49
<b>Tabel 4.4</b> Perhitungan <i>Confusion Matrix</i> pada Hasil Pengujian Sistem secara <i>Real-Time</i>	49
<b>Tabel 4.5</b> Nilai <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , dan <i>F1-Score</i> pada Sistem secara <i>Real-Time</i>	50
<b>Tabel 4.6</b> Pengujian berdasarkan Intensitas Cahaya pada Sistem secara <i>Real-Time</i>	51
<b>Tabel 4.7</b> Pengujian Deteksi Kualitas Telur Ayam Ras secara <i>Non Real-Time</i>	52
<b>Tabel 4.8</b> <i>Confusion Matrix</i> pada Hasil Pengujian secara <i>Non Real-Time</i>	60
<b>Tabel 4.9</b> Perhitungan <i>Confusion Matrix</i> pada Hasil Pengujian Sistem secara <i>Non Real-Time</i>	61
<b>Tabel 4.10</b> Nilai <i>Precision</i> , <i>Recall</i> , dan <i>F1-Score</i> pada Sistem secara <i>Non Real-Time</i>	62
<b>Tabel 4.11</b> Pengujian berdasarkan Intensitas Cahaya pada Sistem secara <i>Non Real-Time</i>	62

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Telur Ayam Ras	7
<b>Gambar 2.2</b> Telur Mutu I (Ungu), Telur Mutu II (Biru), dan Telur Mutu III (Merah)	8
<b>Gambar 2.3</b> Citra Biner	10
<b>Gambar 2.4</b> Citra Grayscale	11
<b>Gambar 2.5</b> Citra RGB	11
<b>Gambar 2.6</b> Arsitektur <i>EfficientDet</i> (Sumber: Tan et al., 2020)	13
<b>Gambar 3.1</b> Contoh Citra	23
<b>Gambar 3.2</b> Arsitektur Umum	24
<b>Gambar 3.3</b> Proses <i>Labelling</i>	25
<b>Gambar 3.4</b> Proses <i>Resizing</i>	26
<b>Gambar 3.5</b> Flowchart Proses <i>Resizing</i>	27
<b>Gambar 3.6</b> Proses <i>Augmentation</i>	28
<b>Gambar 3.7</b> <i>Feature Extraction</i>	29
<b>Gambar 3.8</b> Perhitungan <i>Feature Extraction</i>	29
<b>Gambar 3.9</b> Proses Pergeseran Filter	30
<b>Gambar 3.10</b> Diagram Aktivitas	33
<b>Gambar 3.11</b> Rancangan Halaman <i>Splash Screen</i>	34
<b>Gambar 3.12</b> Rancangan Halaman Utama	34
<b>Gambar 3.13</b> Rancangan Halaman Deteksi	35
<b>Gambar 3.14</b> Rancangan Halaman Informasi	35
<b>Gambar 3.15</b> Rancangan Halaman Tutorial	36
<b>Gambar 4.1</b> Citra Telur Ayam Ras	38
<b>Gambar 4.2</b> Grafik <i>Loss</i> pada <i>Batch Size</i> 16	40
<b>Gambar 4.3</b> Tampilan Halaman <i>Splash Screen</i>	40
<b>Gambar 4.4</b> Tampilan Halaman Utama	41
<b>Gambar 4.5</b> Tampilan Halaman Deteksi secara <i>Real-Time</i>	42
<b>Gambar 4.6</b> Tampilan Halaman Deteksi secara <i>Non Real-Time</i>	43
<b>Gambar 4.7</b> Tampilan Hasil Deteksi dari Penggunaan Kamera	43

<b>Gambar 4.8</b> Tampilan Hasil Deteksi dari Galeri <i>Smartphone</i>	44
<b>Gambar 4.9</b> Tampilan Halaman Informasi	45
<b>Gambar 4.10</b> Tampilan Halaman Tutorial pada Sistem secara <i>Real-Time</i>	46
<b>Gambar 4.11</b> Tampilan Halaman Tutorial pada Sistem secara <i>Non Real-Time</i>	47



## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Telur ayam ras merupakan salah satu bahan pangan yang banyak diminati oleh masyarakat. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, Masyarakat Indonesia rata-rata mengonsumsi telur ayam ras sebesar 2.212 kilogram (kg) per kapita per minggu pada tahun 2023. Beberapa faktor seperti harga yang relatif murah, ketersediaan yang melimpah, dan penggunaannya tidak hanya sebagai pendamping makanan pokok melainkan dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan makanan (Firdaus, 2021). Namun, telur ayam ras rentan mengalami penurunan kualitas, baik internal maupun eksternal.

Faktor-faktor yang memengaruhi penurunan kualitas telur ayam ras berdasarkan ketebalan kerabang telur, tempat, dan durasi penyimpanan (Maulida, 2022). Akibatnya, kualitas telur akan mengalami penurunan baik eksternal maupun internal. Secara eksternal, kerabang telur yang tipis memiliki pori-pori yang besar dan banyak sehingga meningkatkan penguapan air dan gas serta memudahkan masuknya mikroba perusak pada telur (Muhammad et al., 2020). Secara internal, penurunan kualitas telur ditandai dengan membesarnya rongga udara dan kekurangnya kekentalan putih serta kuning pada telur (Yamak et al., 2021). Namun, masalah kualitas telur tidak hanya terbatas pada aspek eksternal maupun internal telur, melainkan juga mencakup praktik perdagangan yang tidak bertanggung jawab.

Penjualan telur ayam ras umumnya dilakukan berdasarkan ukuran telur. Namun, ukuran tidak selalu mencerminkan kualitasnya. Pada tahun 2020, terdapat kecurangan yang dilakukan oleh penjual telur yaitu menjual telur tetas sebagai telur ayam ras dengan harga yang jauh lebih murah dari harga normal telur ayam ras. Ciri-ciri dari telur tetas memiliki ukuran yang hampir sama namun memiliki warna yang lebih pucat dari

telur ayam ras. Selain itu, maksimal durasi penyimpanan telur tetas hanya satu minggu sehingga telur tersebut tidak diperbolehkan untuk dijadikan telur konsumsi sesuai dengan Permentan Nomor 32 tahun 2017 (Idris, 2020). Hal tersebut sangat merugikan konsumen, terutama bagi pelaku usaha kuliner yang membutuhkan telur ayam ras dalam jumlah besar untuk disimpan dalam waktu yang lama.

Berdasarkan SNI 3926:2023, kualitas telur ayam ras secara eksternal dapat dilihat berdasarkan bentuk, kehalusan, ketebalan, keutuhan, dan kebersihan. Salah satu faktor yang dapat dipertimbangkan dalam memilih telur ayam ras yang berkualitas yaitu berdasarkan ketebalan yang dapat dilihat dari warna kerabang telur. Perbedaan pada warna kerabang dapat mengindikasikan seberapa tebal kerabang dalam melindungi isi telur (Mulatu, 2023). Namun, perbedaan warna pada telur ayam ras tidak berbeda secara signifikan sehingga pelaku usaha kuliner memerlukan waktu yang cukup lama dan berisiko memilih telur dengan kualitas yang tidak baik (Ningsih et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan untuk melakukan deteksi terhadap kualitas telur ayam ras berdasarkan warna kerabang untuk membantu pelaku usaha kuliner dalam memilih telur berkualitas dan meningkatkan standar dalam proses seleksi telur.

Perkembangan teknologi yang semakin pesat telah banyak membantu pekerjaan manusia. Hal ini dibuktikan dari beberapa penelitian yang telah dikerjakan, salah satunya ialah penelitian yang dilakukan oleh Amanda et al. (2024) yaitu klasifikasi pada kualitas telur ayam ras ke dalam tiga kategori, yaitu Mutu I, Mutu II, dan Mutu III, berdasarkan tekstur dan warna kerabang dari telur ayam ras menggunakan Metode *Faster Region Convolutional Neural Network*. Data yang digunakan pada penelitian tersebut melibatkan 480 citra untuk data latih dan 120 citra untuk data uji. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, persentase keberhasilan yang diperoleh sebesar 94%.

Penelitian selanjutnya ialah mendeteksi beberapa telur bebek ke dalam dua kategori, yaitu *Unhatchable* dan Normal menggunakan metode *You Only Look Once (YOLO)* secara *real-time*. Data yang digunakan pada penelitian tersebut melibatkan 384 citra untuk data latih, 96 citra untuk data validasi, dan 21 citra untuk data uji. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, persentase keberhasilan yang diperoleh sebesar 98,10% (Li et al., 2023).

Penelitian lainnya dilakukan deteksi terhadap beberapa hewan laut ke dalam enam kategori, yaitu *Holothurian*, *Abalone*, *Fish*, *Lobster*, *Crab*, dan *Scallop*, menggunakan beberapa metode, seperti *Faster R-CNN*, *Mobile-SSD*, *YOLOv4*, *CenterNet*, *RetinaNet*,

*EfficientDet*, dan *EfficientDet-Revised*. *EfficientDet-Revised* merupakan algoritma *EfficientDet* yang telah ditingkatkan oleh peneliti pada penelitian tersebut, yaitu meningkatkan *MBConvBlock* pada Jaringan *Backbone* dan fitur ekstraksi sebelum *BiFPN*. Data yang digunakan pada penelitian tersebut melibatkan 6.396 citra yang dibagi ke dalam tiga kategori, yaitu data latih, data validasi, dan data uji dengan rasio 7:2:1. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, persentase keberhasilan yang diperoleh menggunakan metode *Faster R-CNN*, *Mobile-SSD*, *YOLOv4*, *CenterNet*, *RetinaNet*, *EfficientDet*, dan *EfficientDet-Revised* secara berurutan sebesar 81,88%, 71,67%, 78,61%, 75,79%, 73,75%, 89,37%, dan 91,67% (Jia et al., 2022). Hal ini membuktikan dari beberapa metode yang digunakan bahwa *EfficientDet* merupakan metode yang efektif dalam mendeteksi citra dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Berdasarkan latar belakang dan beberapa penelitian terdahulu, penulis melakukan sebuah penelitian yang menghasilkan sebuah aplikasi berbasis *Android* menggunakan Metode *EfficientDet*. Penelitian ini diberi judul “Deteksi Kualitas Telur Ayam Ras Berdasarkan Standar Nasional Indonesia Menggunakan Metode *EfficientDet*”.

## 1.2. Rumusan Masalah

Distribusi telur ayam ras di Indonesia umumnya berdasarkan ukuran. Hal tersebut membuka peluang untuk terjadinya kecurangan proses jual beli telur dengan mencampur jenis telur lainnya seperti telur tetas. Ukuran antara telur ayam ras dengan telur tetas sangatlah mirip, sehingga dibutuhkan pemahaman terutama kepada pelaku usaha kuliner yang membutuhkan telur ayam ras dalam jumlah yang besar. Menurut SNI 3926:2023, kualitas telur untuk dikonsumsi dapat diidentifikasi secara eksternal, salah satunya melalui ketebalan kerabang. Ketebalan kerabang dapat dilihat berdasarkan warna kerabang telur karena warna tersebut berkaitan dengan ketebalan kerabang yang berfungsi untuk melindungi isi telur. Namun, perbedaan warna pada telur ayam ras tidak berbeda secara signifikan sehingga pelaku usaha kuliner memerlukan waktu yang cukup lama dan berisiko memilih telur dengan kualitas yang tidak baik. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan untuk mendeteksi kualitas telur ayam ras berdasarkan warna pada kerabang telur dengan memanfaatkan teknologi *computer vision*.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi kualitas telur ayam ras berdasarkan citra kerabang dari nampan telur menggunakan Metode *EfficientDet* berbasis *android*.

### **1.4. Batasan Masalah**

Penelitian ini terdapat batasan masalah yang digunakan penulis sebagai acuan agar penelitian tidak meluas dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Beberapa batasan masalah yang ditetapkan, yaitu:

1. Data yang digunakan merupakan citra beberapa telur ayam ras yang difoto dari tampak atas yang diletakkan pada nampan telur. Data tersebut diperoleh dari Gudang Produksi Telur PT. Sahabat Jaya Farm.
2. Pedoman yang digunakan untuk mendeteksi telur ayam ras berdasarkan Standar Nasional Indonesia 3926:2023, yaitu aspek ketebalan kerabang secara kualitatif yang ditentukan dari warna kerabang telur.
3. Data yang digunakan berekstensi .JPG/.JPEG.
4. Citra telur ayam ras diambil menggunakan kamera *smartphone* 13 MP.
5. Keluaran yang dihasilkan pada penelitian ini dapat mendeteksi setiap telur ayam ras pada nampan telur ke dalam 3 kategori, yaitu Mutu I, Mutu II, dan Mutu III.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang didapatkan dari pelaksanaan penelitian ini, yaitu:

1. Membantu pelaku usaha kuliner dalam menentukan kualitas telur ayam ras.
2. Menjadi referensi pada penelitian selanjutnya dalam pengolahan citra digital menggunakan Metode *EfficientDet* berbasis *Android*.

### **1.6. Metodologi Penelitian**

Tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini, sebagai berikut.

#### **1. Studi Literatur**

Pada tahap studi literatur, penulis mengumpulkan referensi yang berhubungan dengan kualitas telur ayam ras, Metode *EfficientDet*, dan pemrosesan gambar yang bersumber dari buku, jurnal, skripsi, dan artikel.

## 2. Analisis Permasalahan

Setelah melakukan tahap studi literatur, penulis mempelajari dan menganalisis referensi yang sebelumnya telah dikumpulkan untuk memahami Metode *EfficientDet* dalam mendeteksi kualitas telur ayam ras.

## 3. Perancangan Sistem

Setelah melakukan tahap analisis permasalahan, maka dibuatlah perancangan sistem, yang diawali dari perancangan arsitektur umum, membagi data ke dalam data latih, data validasi, dan data uji, lalu menerapkan ke dalam aplikasi *android*.

## 4. Implementasi

Pada tahap ini, hasil dari perancangan sistem akan diimplementasi berdasarkan analisis terhadap referensi yang telah dikumpulkan untuk menghasilkan sistem yang selaras dengan tujuan penelitian.

## 5. Pengujian Sistem

Setelah melakukan tahap implementasi, langkah selanjutnya ialah menguji sistem yang telah dibangun untuk mengetahui kinerja sistem dalam mendeteksi kualitas telur ayam ras pada nampak telur.

## 6. Penyusunan Laporan

Tahap terakhir ialah menyusun laporan mengenai hasil analisis dan dokumentasi sistem dari penelitian yang telah dilakukan.

## 1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini terdiri dari lima bagian, sebagai berikut.

### BAB 1: PENDAHULUAN

Bab pertama menyajikan informasi mengenai permasalahan yang akan dikaji dan langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini. Hal tersebut mencakup latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

### BAB 2: LANDASAN TEORI

Bab kedua membahas sekumpulan teori yang dijelaskan secara mendalam dan beberapa rujukan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini untuk dijadikan sebagai referensi. Sekumpulan teori diantaranya adalah pembahasan mengenai telur ayam ras, Metode *EfficientDet*, pengolahan citra digital, dan kajian pustaka lainnya yang relevan.

**BAB 3: ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM**

Bab ketiga menyajikan informasi mengenai hasil analisis pada data yang digunakan, arsitektur umum, dan rancangan sistem yang akan dibangun pada penelitian ini.

**BAB 4: IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN**

Bab keempat menyajikan informasi secara detail dari proses implementasi rancangan sistem yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya dan disertai dengan pengujian serta analisis untuk mengukur kinerja pada sistem yang telah dibangun.

**BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab kelima menyajikan rangkuman dari penelitian yang telah dilakukan dan sekumpulan saran sebagai acuan pada penelitian-penelitian berikutnya.

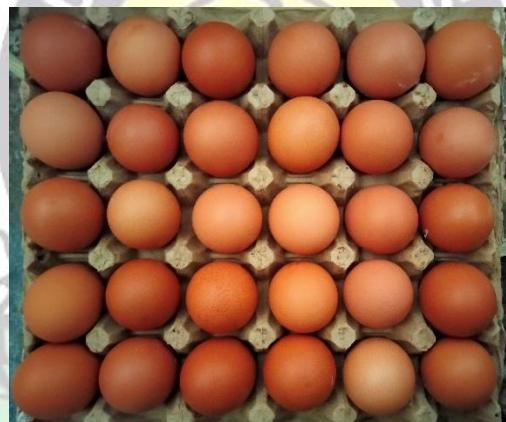


## BAB 2

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Telur Ayam Ras

Telur ayam ras merupakan hasil ternak dari ayam petelur. Telur ini terdiri dari tiga bagian utama, yaitu kerabang, putih, dan kuning telur. Kandungan yang dimiliki oleh telur ayam ras terdiri dari 12,3% protein, 74,4% air, dan 11,6% lemak (Sharaf Eddin et al., 2019). Selain dari kandungan yang dimiliki, telur ayam ras juga digemari oleh masyarakat karena ketersediaan yang melimpah dan dapat dibeli dengan harga yang murah jika dibandingkan dengan produk hewani lainnya.



Gambar 2.1 Telur Ayam Ras

#### 2.2. Kualitas Telur Ayam Ras

Telur ayam ras tidak semuanya memiliki kualitas yang sama. Hal ini disebabkan dari beberapa faktor, seperti kualitas dan kuantitas pakan pada ayam petelur, durasi penyimpanan, serta media yang ditempati oleh ayam petelur (Worang et al., 2022). Untuk menentukan kualitas telur ayam ras, maka terdapat faktor internal maupun eksternal yang dapat dilihat pada telur. Faktor internal berupa kantong udara, kuning, dan putih pada telur, sedangkan faktor eksternal berupa aroma, kebersihan, keutuhan,

dan ketebalan pada kerabang telur. Namun, faktor yang dapat dilihat oleh konsumen dalam memilih telur ayam hanya berdasarkan faktor eksternal.

Salah satu faktor eksternal kualitas telur ayam ras yang dapat dilihat oleh konsumen secara efisien adalah ketebalan dari kerabang telur. Kerabang telur yang tebal dapat memperlambat proses penurunan kualitas telur dengan mengurangi laju penguapan air dan gas serta masuknya mikroba perusak pada telur. Berdasarkan SNI 3926:2023, penentuan ketebalan kerabang telur dapat dilakukan secara kualitatif berdasarkan warna kerabang telur. Kerabang telur yang berwarna cokelat tua dinyatakan ketebalannya bersifat Tebal dan dikategorikan sebagai Mutu I, kerabang telur yang berwarna cokelat dinyatakan ketebalannya bersifat Sedang dan dikategorikan sebagai Mutu II, dan kerabang telur yang berwarna cokelat terang menuju putih dinyatakan ketebalannya bersifat Tipis dan dikategorikan sebagai Mutu III. Contoh warna kerabang telur ayam ras pada Mutu I ditandai dengan kotak berwarna ungu, Mutu II ditandai dengan kotak berwarna biru, dan Mutu III ditandai dengan kotak berwarna merah pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Telur Mutu I (Ungu), Telur Mutu II (Biru), dan Telur Mutu III (Merah)

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia 3926:2023, kualitas telur ayam dibagi menjadi tiga kategori, yaitu Mutu I, Mutu II, dan Mutu III. Adapun kategori kualitas telur dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Kategori Kualitas Telur (SNI 3926:2023)**

No	Faktor Mutu	Tingkatan Mutu		
		Mutu I	Mutu II	Mutu III
1	Kondisi kerabang			
	a. Bentuk ( <i>Shape Index/SI</i> )	Normal (SI 72-76)	Normal (SI 72-76)	Abnormal (SI <72 atau >76)
	b. Kehalusan	Halus	Halus	Boleh sedikit kasar
	c. Ketebalan	Tebal	Sedang	Tipis
	d. Keutuhan	Utuh	Utuh	Utuh
	e. Kebersihan	Bersih	Boleh sedikit noda ( <i>stain</i> )	Boleh banyak noda ( <i>stain</i> )
2	Kondisi kantong udara			
	a. Kedalaman kantong udara	< 0,5 cm	0,5 cm – 0,9 cm	> 0,9 cm
	b. Kebebasan bergerak	Tetap di tempat	Boleh bebas bergerak	Boleh bebas bergerak dan dapat terbentuk gelembung udara
3.	Kondisi putih telur			
	a. Kebersihan	Bebas benda asing	Bebas benda asing	Boleh sedikit ada beda asing
	b. Kekentalan	Kental	Boleh sedikit encer	Boleh encer, kuning telur belum tercampur dengan putih telur

**Tabel 2.1 Kategori Kualitas Telur (SNI 3926:2023) (Lanjutan)**

c.	Indeks	0,134 – 0,175	0,092 – 0,133	0,050 – 0,091
<b>Kondisi kuning telur</b>				
a.	Bentuk	Bulat	Bulat	Boleh oval
b.	Posisi	Di tengah	Boleh sedikit bergeser dari tengah	Boleh agak kepinggir
4.				
c.	Penampakan batas	Tidak jelas	Agak jelas	Jelas
d.	Kebersihan	Bersih	Bersih	Bersih
e.	Indeks	0,458-0,521	0,394-0,457	0,330-0,393
5	Bau	Khas	Khas	Khas

### 2.3. Citra Digital

Citra digital merupakan representasi visual dari objek yang dapat dipahami oleh komputer. Proses pengambilan citra digital dapat dilakukan melalui perangkat elektronik seperti kamera digital atau sensor gambar lainnya. Setelah itu, citra yang dihasilkan dibentuk berdasarkan kumpulan piksel yang tersusun dalam sebuah matriks atau *array* untuk mewakili tingkat kecerahan pada citra. Terdapat beberapa jenis citra, sebagai berikut.

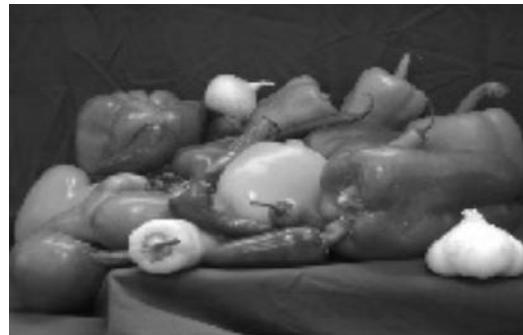
#### 2.3.1. Citra Biner

Citra biner merupakan citra digital yang hanya memiliki dua nilai intensitas untuk mewakili satu piksel, yaitu 1 dan 0. Nilai 1 mewakili warna putih atau citra sedangkan nilai 0 mewakili warna hitam atau latar belakang. Contoh citra biner dapat dilihat pada Gambar 2.3.

**Gambar 2.3** Citra Biner

### 2.3.2. Citra Grayscale

Citra *grayscale* merupakan citra digital yang memiliki nilai intensitasnya berdasarkan derajat keabuan. Setiap piksel dalam citra *grayscale* dengan rentang 0 sampai 255. Contoh citra *grayscale* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4** Citra Grayscale

### 2.3.3. Citra RGB

Citra RGB merupakan citra digital yang terdiri dari tiga warna, yaitu merah, hijau, dan biru. Setiap piksel dalam citra RGB diwakili oleh tiga nilai dengan rentang 0 sampai 255 pada tingkat warna merah, hijau, dan biru. Contoh citra RGB dapat dilihat pada Gambar 2.5 (Dijaya, 2023).



**Gambar 2.5** Citra RGB

## 2.4. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital merupakan proses untuk mengubah kualitas citra digital menjadi lebih baik. Proses ini terdiri dari dua aspek, yaitu radiometrik dan geometrik. Aspek radiometrik pada pengolahan citra digital bertujuan untuk memperbaiki, meningkatkan kontras, dan transformasi warna pada citra. Selanjutnya, aspek geometrik pada pengolahan citra digital bertujuan untuk mengubah posisi dan ukuran pada citra. Kombinasi dari kedua aspek tersebut dapat menghasilkan citra digital yang berkualitas

sehingga memudahkan dan mempercepat proses analisis dan komputasi (Andrian et al., 2022).

### **2.5. EfficientDet**

*EfficientDet* merupakan algoritma yang dikembangkan oleh Tim Google Brain pada Maret 2020. Algoritma ini dapat digunakan untuk mendeteksi objek pada citra digital. Komponen utama yang digunakan *EfficientDet* dalam mendeteksi objek, ialah *Backbone Network*, *BiFPN Network*, dan *Box/Class Network* yang dijelaskan, sebagai berikut.

#### *2.5.1. Backbone network*

Citra digital yang telah melewati proses *pre-processing* akan dilanjutkan ke Tahapan *Backbone Network* dengan ketentuan resolusi input pada citra sesuai dengan Persamaan (2.1). Tahapan ini menggunakan *EfficientNet* untuk ekstraksi fitur pada citra digital menggunakan skala koefisien lebar/kedalaman yang sama dengan EfficientNet-b0 ke b6 lalu dikirim ke lima level (P3, P4, P5, P6, dan P7) yang ada pada tahap *BiFPN Network*. Notasi  $\phi$  menyatakan seri dari *EfficientDet* yang digunakan.

$$R_{\text{input}} = 512 + \phi \times 128 \quad (2.1)$$

#### *2.5.2. BiFPN network (Bidirectional Feature Pyramid Network)*

Selanjutnya, hasil dari Tahap *Backbone Network* akan dikirim ke Tahap *BiFPN Network*. *BiFPN* merupakan versi yang disempurnakan dari *Feature Pyramid Network (FPN)* dan berada pada fitur tingkat 3-7 (P3, P4, P5, P6, dan P7). Banyaknya *layers* atau kedalaman pada *BiFPN* dapat ditentukan berdasarkan Persamaan (2.2). *BiFPN* digunakan untuk menggabungkan fitur-fitur dari dua arah, yaitu atas-bawah (*top-down*) dan bawah-atas (*down-top*), untuk memperbaiki kualitas dari representasi fitur yang telah diproses dari berbagai tingkat resolusi sehingga membantu model dalam mendeteksi objek dengan berbagai variasi.

$$D_{\text{bifpn}} = 3 + \phi \quad (2.2)$$

#### *2.5.3. Box/class network*

Lalu, hasil dari Tahap *BiFPN* akan digunakan di Tahap *Box/Class Network* untuk memprediksi kelas dan objek lalu menghasilkan *bounding box* pada objek yang akan dideteksi. Banyaknya *layers* atau kedalaman pada tahap ini dapat ditentukan dengan Persamaan (2.3).

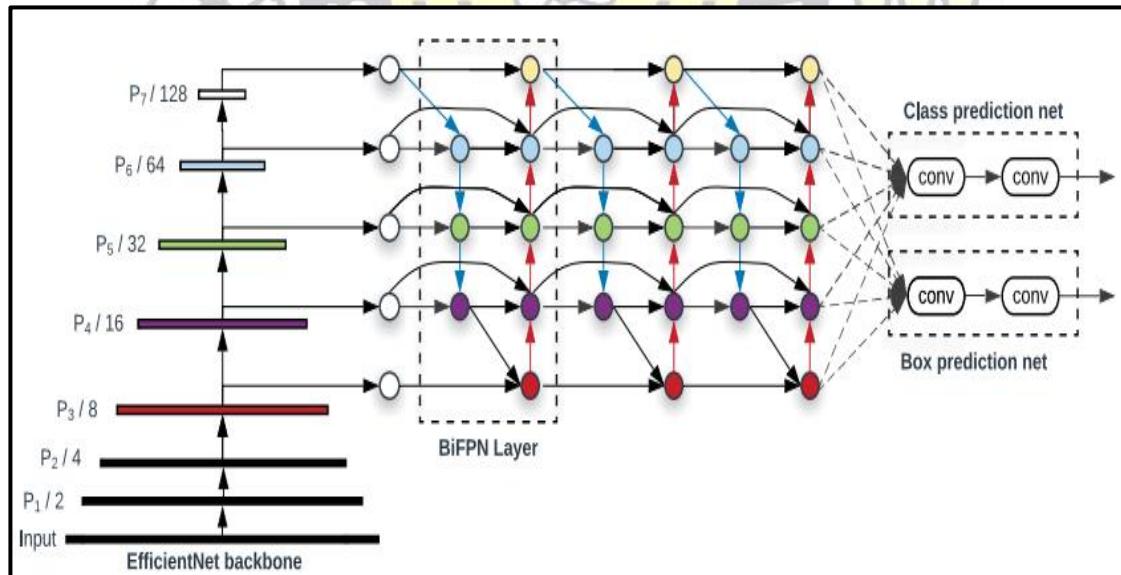
$$D_{box} = 3 + [\phi/3] \quad (2.3)$$

Hasil dari perhitungan pada beberapa persamaan yang telah dijelaskan akan menghasilkan konfigurasi seperti yang terlihat pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2** Konfigurasi pada Algoritma *EfficientDet*

Model	Resolusi	Backbone	BiFPN		Jumlah Layers pada Box/Class
			Jumlah Channels	Jumlah Layers	
		Input	Layers	Layers	
<i>Efficientdet D0</i>	512	<i>Efficientnet B0</i>	64	3	3
<i>Efficientdet D1</i>	640	<i>Efficientnet B1</i>	88	4	3
<i>Efficientdet D2</i>	768	<i>Efficientnet B2</i>	112	5	3
<i>Efficientdet D3</i>	896	<i>Efficientnet B3</i>	160	6	4
<i>Efficientdet D4</i>	1024	<i>Efficientnet B4</i>	224	7	4
<i>Efficientdet D5</i>	1280	<i>Efficientnet B5</i>	288	7	4
<i>Efficientdet D6</i>	1280	<i>Efficientnet B6</i>	384	8	5
<i>Efficientdet D7</i>	1536	<i>Efficientnet B6</i>	384	8	5

Tahap-tahap proses kerja pada Algoritma *EfficientDet* dapat dilihat pada Gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Arsitektur *EfficientDet* (Sumber: Tan et al., 2020)

Pelatihan model yang dilakukan oleh *EfficientDet* sangat bergantung pada beberapa parameter tertentu untuk mencapai kinerja terbaik, sebagai berikut.

- *Epoch*, merupakan jumlah iterasi yang digunakan untuk melatih model. Tujuan dari parameter ini adalah memproses setiap citra dalam dataset dengan membandingkan

*ground truth* lalu memperbarui bobot model sampai *epoch* terakhir. Pada pelatihan model, jumlah *epoch* dipengaruhi berdasarkan kompleksitas dataset dan kapasitas model *pre-trained* yang digunakan. Jika jumlah *epoch* terlalu sedikit, maka model tidak dapat menangkap pola yang kompleks saat pelatihan. Sedangkan, jumlah *epoch* yang terlalu banyak, model akan menangkap pola yang kompleks bahkan pola yang tidak relevan pada proses pelatihan. Dari hal tersebut, model dapat memprediksi dengan tidak akurat karena model akan sensitif terhadap perubahan kecil dari data validasi.

- *Batch Size*, merupakan jumlah citra yang digunakan dalam satu iterasi *epoch*. Pada *EfficientDet* penggunaan *batch size* yang ideal berjumlah 16 atau 32 karena cocok pada penggunaan memori dan GPU yang terbatas. Begitu juga, jumlah *batch size* yang kecil dapat memberikan kesempatan kepada model untuk mempelajari citra lebih sering sehingga model dapat mempelajari keseluruhan pola pada citra.
- *Learning Rate*, merupakan parameter yang menentukan perubahan nilai pada bobot model di setiap *epoch*. Pada *EfficientDet*, terdapat nilai *default* untuk memulai proses pelatihan model, yaitu 0,001. Nilai *default* ini diatur menggunakan *CosineDecay*. Untuk mengetahui apakah model dapat bekerja dengan baik atau tidak saat proses pembelajaran dapat dilihat dari kesenjangan antara *training* dan *validation loss* serta kurva *training loss* dan *validation loss* yang menurun secara stabil selama proses pelatihan.
- *Loss*, merupakan parameter untuk mengukur kesalahan antara prediksi model dan citra sebenarnya. Parameter ini biasanya digunakan untuk mengukur kesalahan pada prediksi *bounding box* dan kategori objek yang dideteksi (Tan et al., 2020).

## 2.6. Confusion Matrix

*Confusion Matrix* adalah metode evaluasi untuk mengukur kinerja model dalam proses klasifikasi. Cara kerja dari metode ini adalah membandingkan hasil prediksi model dengan nilai aktual atau nilai sebenarnya pada target yang dideteksi. Visualisasi dari *Confusion Matrix* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3** *Confusion Matrix*

		<b>Aktual</b>	
		<b>Positif</b>	<b>Negatif</b>
<b>Prediksi</b>	<b>Positif</b>	TP	FN
	<b>Negatif</b>	FP	TN

Visualisasi pada Tabel 2.3 menghasilkan empat jenis nilai yang dapat menggambarkan hasil performa model. Istilah-istilah dari keempat nilai tersebut, yaitu:

1. TP (*True Positive*) adalah nilai yang dihasilkan jika model dapat memprediksi objek dengan benar pada data yang bernilai positif.
2. TN (*True Negative*) adalah nilai yang dihasilkan jika model dapat memprediksi objek dengan benar pada data yang bernilai negatif.
3. FP (*False Positive*) adalah nilai yang dihasilkan jika model salah memprediksi data yang bernilai negatif menjadi bernilai positif.
4. FN (*False Negative*) adalah nilai yang dihasilkan jika model salah memprediksi data yang bernilai positif menjadi bernilai negatif.

Selanjutnya, keempat nilai pada *Confusion Matrix* dapat digunakan untuk menghitung metrik evaluasi lainnya, sebagai berikut.

#### 2.6.1. Accuracy

*Accuracy* merupakan metrik yang menghasilkan nilai sebagai indikator pada kinerja model untuk melakukan tugas klasifikasi. Cara kerja untuk menghasilkan nilai pada metrik ini adalah membagi jumlah data yang dapat diprediksi dengan benar (TP dan TN) terhadap keseluruhan data. Perhitungan metrik ini dirumuskan pada Persamaan (2.4).

$$\text{Accuracy} = \frac{\text{Total data yang benar (TP + TN)}}{\text{Total keseluruhan data}} \quad (2.4)$$

#### 2.6.2. Precision

*Precision* merupakan metrik yang menghasilkan nilai untuk mengukur ketepatan model dalam memprediksi kelas prediksi positif dari semua data prediksi yang diklasifikasikan sebagai positif. Metrik ini dihitung dengan melakukan pembagian jumlah data prediksi positif benar terhadap jumlah keseluruhan prediksi positif. Perhitungan metrik ini dirumuskan pada Persamaan (2.5).

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2.5)$$

### 2.6.3. Recall

*Recall* merupakan metrik yang menghasilkan nilai untuk mengukur kinerja model dalam memprediksi kelas aktual positif. Metrik ini dihitung dengan melakukan pembagian jumlah data prediksi positif benar terhadap jumlah keseluruhan data aktual positif. Perhitungan metrik ini dirumuskan pada Persamaan (2.6).

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2.6)$$

### 2.6.4. F1-Score

*F1-Score* merupakan metrik yang menggabungkan nilai *precision* dan *recall*. Metrik ini digunakan untuk mengukur seberapa akurat model dalam melakukan klasifikasi terhadap kedua kelas. Perhitungan metrik ini dirumuskan pada Persamaan (2.7).

$$F1 - Score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (2.7)$$

## 2.7. Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai telur ayam telah banyak dilakukan menggunakan berbagai metode, seperti penelitian yang dilakukan oleh Nurdiansyah et al. (2024) yaitu klasifikasi terhadap kualitas telur ayam ras berdasarkan warna kerabang ke dalam tiga kategori menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* dengan menghasilkan akurasi tertinggi pada beberapa pelatihan yang dilakukan sebesar 90,20%. Selanjutnya, klasifikasi mutu pada telur ayam ras ke dalam tiga bagian berdasarkan tekstur kerabang dan warna dari telur ayam ras menggunakan Metode *Faster Region Convolutional Neural Network* dan menghasilkan akurasi sebesar 94% (Amanda et al., 2024). Terakhir, penelitian lainnya dilakukan klasifikasi mutu telur ayam ras yang belum dipecahkan (non-invasif) ke dalam empat bagian menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* dan menghasilkan akurasi sebesar 85,86% (Ibrahim et al., 2022).

Terdapat beberapa penelitian lainnya selain telur ayam, seperti penelitian yang dilakukan oleh Li et al. (2023) yaitu mendekripsi terhadap beberapa telur bebek ke dalam dua kategori menggunakan metode *You Only Look Once (YOLO)* secara *real-time*. Data yang digunakan pada penelitian tersebut melibatkan 384 citra data latih, 96 citra data

validasi, dan 21 citra data uji. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, persentase keberhasilan yang diperoleh sebesar 98,10%. Selanjutnya, klasifikasi terhadap telur bebek ke dalam tiga bagian, seperti *Balut/Penoy*, *Salted*, dan *Table* menggunakan metode *ResNet-50* dengan menghasilkan akurasi sebesar 83,33% (Bryan Caguioa et al., 2022). Terakhir, penelitian untuk mendeteksi terhadap beberapa telur ayam ke dalam dua kategori yaitu “*fertile*” dan “*infertile*” menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)* dan menghasilkan akurasi sebesar 100% (Koodtalang et al., 2020).

Beberapa penelitian yang menggunakan Metode *EfficientDet*, seperti penelitian yang dilakukan oleh Jia et al. (2022) yaitu mendeteksi terhadap beberapa hewan laut ke dalam enam kategori menggunakan beberapa metode, seperti *Faster R-CNN*, *Mobile-SSD*, *YOLOv4*, *CenterNet*, *RetinaNet*, *EfficientDet*, dan *EfficientDet-Revised*. Data yang digunakan pada penelitian tersebut melibatkan 6.396 citra yang dibagi ke dalam tiga kategori, yaitu data latih, data validasi, dan data uji dengan rasio 7:2:1. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, persentase keberhasilan yang diperoleh menggunakan metode *Faster R-CNN*, *Mobile-SSD*, *YOLOv4*, *CenterNet*, *RetinaNet*, *EfficientDet*, dan *EfficientDet-Revised* secara berurutan sebesar 81,88%, 71,67%, 78,61%, 75,79%, 73,75%, 89,37%, dan 91,67%. Selanjutnya, penelitian yang mengklasifikasi kematangan pada buah zaitun dalam enam level menggunakan beberapa metode, seperti *SSD*, *EfficientDet*, *YOLOv3*, *Faster RCNN*, dan *Olive-EfficientDet*. Hasil akurasi mAP yang dihasilkan menggunakan *Olive-EfficientDet* sebesar 89,83%, 90,54%, 89,72%, dan 91,78% pada beberapa jenis buah zaitun, yaitu *Frantoio*, *Ezhi 8*, *Leccino*, dan *Picholine* (Zhu et al., 2024). Terakhir, penelitian untuk identifikasi kandungan klorofil menggunakan Metode *SSD-MobileNetv2* dan *EfficientDet-D0* pada tanaman ke dalam dua bagian, yaitu *Healthy* dan *Deficient*, dengan menghasilkan akurasi sebesar 98% pada *SSD-MobileNetv2* dan 98,4% pada *EfficientDet-D0* (Majdalawieh et al., 2023).

**Tabel 2.4** Penelitian Terdahulu

No.	Penulis	Judul	Tahun	Keterangan
1	Amira Nurul Amanda, Ivan Jaya, dan Fanindia Purnamasari	<i>Classification of Chicken Egg Quality Using Faster Region Convolutional Neural Network</i>	2024	Penelitian ini dilakukan klasifikasi terhadap kualitas telur ayam ras berdasarkan warna dan tekstur sesuai dengan pedoman telur konsumsi pada SNI 3926:2008 ke dalam tiga kategori, yaitu Mutu A, Mutu B, dan Mutu C. Penelitian ini menggunakan Metode <i>Faster Region Convolutional Neural Network</i> dengan berbasis Android dan menghasilkan akurasi sebesar 94%.

**Tabel 2.4** Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

	Firman	Penerapan	2024	Penelitian ini
2	Nurdiyansyah, Shaifany Fatriana Kadir, Ismail Akbar, Lionardi Ursaputra	<i>Convolutional Neural Network</i> untuk Deteksi Kualitas Telur Ayam Ras berdasarkan Warna Cangkang		menggunakan Metode <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN) untuk klasifikasi kualitas telur ayam berdasarkan warna ke dalam tiga kategori, yaitu coklat, krem, dan putih, dengan menghasilkan akurasi sebesar 90,20%.
3	Nur Ibrahim, Sofia Sa'Idah, Bambang Hidayat, dan Sjafril Darana	Klasifikasi Grade Telur Ayam Negeri secara <i>non-Invasive</i> menggunakan <i>Convolutional Neural Network</i>	2022	Penelitian ini menggunakan Metode <i>Convolutional Neural Network</i> untuk klasifikasi kualitas telur ayam ras yang belum dipecahkan ke dalam empat kategori, yaitu AA (sangat baik), A (Baik), B (Cukup Baik), dan C (Buruk), dengan menghasilkan akurasi sebesar 85,86%.

**Tabel 2.4** Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

	JV Bryan DP. Caguioa, Ryhle Nodnylson E. Guinto, Lee Reuben T. Mesias, dan Joel C. De Goma	<i>Duck Egg Quality Classification Based on its Shell Visual Property Through Transfer Learning Using ResNet-50</i>	2022	Penelitian ini menggunakan Metode <i>ResNet-50</i> untuk klasifikasi jenis telur bebek ke dalam tiga kategori, yaitu <i>Balut/Penoy, Salted Egg</i> , dan <i>Table Egg</i> , dengan menghasilkan akurasi sebesar 83,33%.
4	Qingxu Li, Ziyuan Shao, Wanhuai Zhou, Qianrui Su, dan Qiaohua Wang	<i>MobileOne-YOLO: Improving the YOLOv7 network for the detection of unfertilized duck eggs and early duck embryo development - a novel approach</i>	2023	Penelitian ini menggunakan Metode <i>YOLOv7</i> untuk deteksi telur bebek ke dalam dua kategori, yaitu <i>Unhatchable</i> dan <i>Normal</i> dengan menghasilkan akurasi sebesar 98,10%.
5	Wittaya Koodtalang, Thaksin Sangsuwan, dan Apinai Rerkratn	<i>Non-destructive Fertility Detection of Multiple Chicken Eggs Using Image Processing and Convolutional Neural Network</i>	2020	Penelitian ini menggunakan Metode <i>Convolutional Neural Network</i> untuk deteksi telur ayam ke dalam dua kategori, yaitu <i>Fertile</i> dan <i>Infertile</i> , dengan menghasilkan akurasi sebesar 100%.
6				

**Tabel 2.4** Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

7	Munir Majdalawieh, Shafaq Khan, dan MD.T. Islam	<i>Using Deep Learning Model to Identify Iron Chlorosis in Plants</i>	2023	Penelitian ini melakukan identifikasi terhadap kandungan klorofil pada tanaman ke dalam dua kategori, yaitu <i>Healthy</i> dan <i>Deficient</i> , dengan menghasilkan akurasi sebesar 98% pada <i>SSD-MobileNetv2</i> dan 98,4% pada <i>EfficientDet-DO</i> .
8	Jiaqi Jia, Min Fu, Xuefeng Liu, dan Bing Zheng	<i>Underwater Object Detection Based on Improved EfficientDet</i>	2022	Penelitian ini mendeteksi hewan laut ke dalam enam kategori, yaitu <i>Holothurian, Abalone, Fish, Lobster, Crab, dan Scallop</i> , menggunakan metode <i>Faster R-CNN, Mobile-SSD, YOLOv4, CenterNet, RetinaNet, EfficientDet, dan EfficientDet-Revised</i> secara berurutan menghasilkan akurasi sebesar 81,88%, 71,67%, 78,61%, 75,79%, 73,75%, 89,37%, dan 91,67%

**Tabel 2.4** Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

Xueyan Zhua, Fengjun Chena, Xinwei Zhang, Yili Zhenga, Xiaodan Penga, dan Chuang Chen	<i>Detection the Maturity of Multi-cultivar Olive Fruit in Orchard Environments based on Olive-EfficientDet</i>	2024	Penelitian ini mendeteksi empat jenis kematangan pada buah zaitun, yaitu <i>Frantoio, Ezhi 8, Leccino, dan Picholine</i> ke dalam enam kategori menggunakan metode <i>SSD, EfficientDet, YOLOv3, Faster RCNN, dan Olive-EfficientDet</i> . Hasil akurasi mAP yang dihasilkan menggunakan <i>Olive-EfficientDet</i> sebesar 89,83%, 90,54%, 89,72%, dan 91,78% pada masing-masing jenis buah zaitun.
--	---	------	---

9

## 2.8. Perbedaan Penelitian

Perbedaan yang terdapat pada penelitian ini dan penelitian terdahulu, ialah objek penelitian, metode yang digunakan, batasan penelitian, pedoman penelitian, dan waktu penelitian. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan oleh Amira, Firman, dan Nur ditemukan pada jumlah objek yang dideteksi dalam satu waktu dan metode yang digunakan. Ditemukan juga perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan oleh Bryan, Qingxu, dan Wittaya adalah perbedaan jenis yang dideteksi pada telur dan metode yang digunakan. Selain itu, perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan oleh Munir, Jiaqi, dan Xueyan adalah perbedaan objek yang diteliti.

## BAB 3

### ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

#### 3.1. Data yang digunakan

Penelitian ini menggunakan data citra telur ayam ras yang diletakkan pada nampang telur yang didapat dengan cara pengambilan gambar dari Gudang Produksi Telur PT. Sahabat Jaya Farm. Pengambilan gambar menggunakan kamera *smartphone* dengan spesifikasi *triple camera* 13 MP, f/2.2, (*wide*); 2 MP, f/2.4, (*macro*); 2 MP, f/2.4, (*depth*), dengan hasil citra berekstensi JPG dan resolusi 4.160 x 3.000 piksel. Waktu yang dibutuhkan untuk mengumpulkan data citra telur ayam ras sekitar tiga minggu.

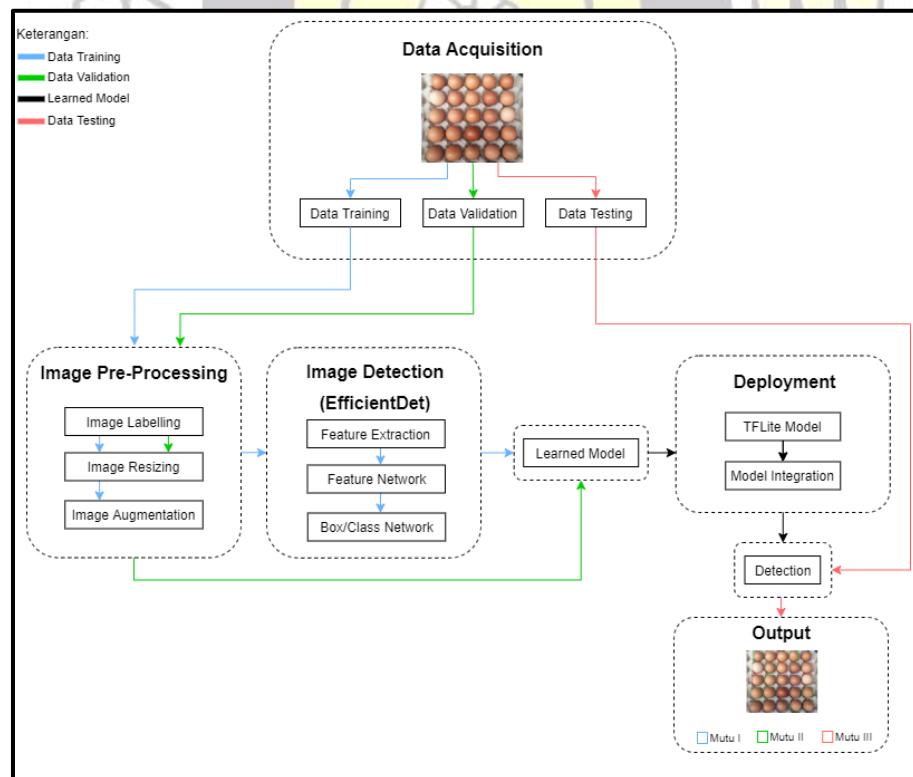
Jumlah data yang digunakan untuk penelitian ini sebanyak 247 citra, dimana setiap citra menampilkan 30 butir telur ayam ras dengan kualitas yang berbeda-beda. Contoh citra yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1. Telur yang dikelilingi dengan kotak hijau ditandai sebagai Mutu I, telur yang dikelilingi dengan kotak biru ditandai sebagai Mutu II, dan telur yang dikelilingi dengan kotak merah ditandai sebagai Mutu III. Selanjutnya, keseluruhan citra tersebut akan dibagi ke dalam dua bagian, yaitu 152 citra ke dalam Data *Training* dan 95 citra ke dalam Data *Validation*.



**Gambar 3.1** Contoh Citra

### 3.2. Analisis Sistem

Tahap pertama yang dilakukan pada penelitian ini ialah mengumpulkan data citra telur ayam ras dengan mutu berbeda-beda yang diletakkan pada nampang telur. Data tersebut akan dibagi ke dalam dua bagian, yaitu data latih (*training*) dan data validasi (*validation*). Selanjutnya, data citra akan diolah sebelum digunakan pada proses pelatihan model. Tahap ini terdiri dari tiga proses, yaitu *labelling*, *resizing*, dan *augmentation*. *Labelling* dilakukan untuk memberikan *bounding box* dan nama kelas pada setiap butir telur di suatu citra. Selanjutnya, seluruh ukuran citra pada Data *Training* dan Data *Validation* akan diubah menjadi satu ukuran yang sama. Terakhir, pada Data *Training* akan dilakukan proses *augmentation* untuk menambah variasi data. Lalu, proses pelatihan model akan dilakukan menggunakan Data *Training* untuk mempelajari dan mengenali objek-objek sesuai klasnya. Setelah proses pelatihan model selesai, model akan dievaluasi menggunakan Data *Validation*. Model terbaik kemudian dikonversi ke format *tflite* agar dapat digunakan pada sistem *android*. Tahap terakhir ialah menguji kinerja model di lingkungan *android* dengan menggunakan Data *Testing*. Seluruh tahapan pada penelitian ini disajikan secara visual pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Arsitektur Umum

Penjelasan lebih lanjut mengenai arsitektur umum, sebagai berikut.

### 3.2.1. Data acquisition

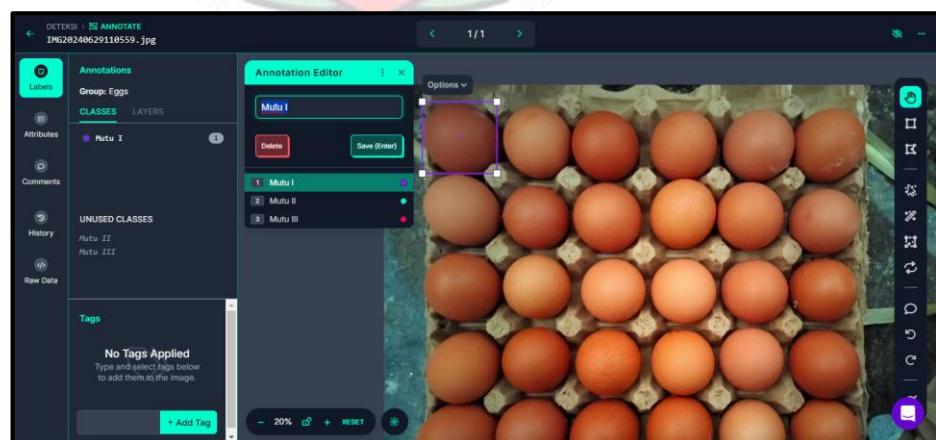
Tahap pertama yang dilakukan dalam pembuatan sistem ialah mengumpulkan data citra telur ayam ras yang diletakkan pada nampan telur untuk dijadikan sebagai *input* aplikasi. Pengambilan citra menggunakan kamera *android* beresolusi 13 MP dengan jarak fokus  $\pm 15\text{ cm}$  agar seluruh bagian atas telur dapat terlihat dengan jelas. Citra tersebut terdiri dari tiga tingkatan kualitas, yaitu Mutu I sebagai kualitas yang terbaik, Mutu II sebagai kualitas yang baik, dan Mutu III sebagai kualitas yang tidak baik. Data tersebut divalidasi oleh Rizky Pratama, Kepala Staff Gudang PT. Sahabat Jaya Farm, yang memiliki pengalaman selama tiga tahun dalam proses penyortiran telur. Selanjutnya, data tersebut akan dibagi ke dalam dua bagian, yaitu Data *Training* dan Data *Validation*. Data *Training* digunakan pada proses pelatihan model sedangkan Data *Validation* digunakan pada proses evaluasi model.

### 3.2.2. Image pre-processing

Pada tahap selanjutnya, data yang berada di Data *Training* dan Data *Validation* akan diolah untuk memudahkan proses ke tahap selanjutnya dengan menggunakan Aplikasi *Roboflow*. Beberapa tahapan yang dilakukan pada bagian ini, sebagai berikut.

#### 3.2.2.1. Image labelling

Proses ini dilakukan untuk menyertakan *bounding box* dan kelas pada citra yang akan diproses pada pelatihan model. *Bounding box* merupakan kotak pembatas pada satu objek dengan objek lainnya. Hal ini bertujuan agar model dapat mengenal keseluruhan pada objek yang akan dideteksi nantinya dengan baik tanpa tumpang tindih dengan objek lainnya. Proses *image labelling* menggunakan Fitur *Annotate* pada Aplikasi *Roboflow* dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Proses *Labelling*

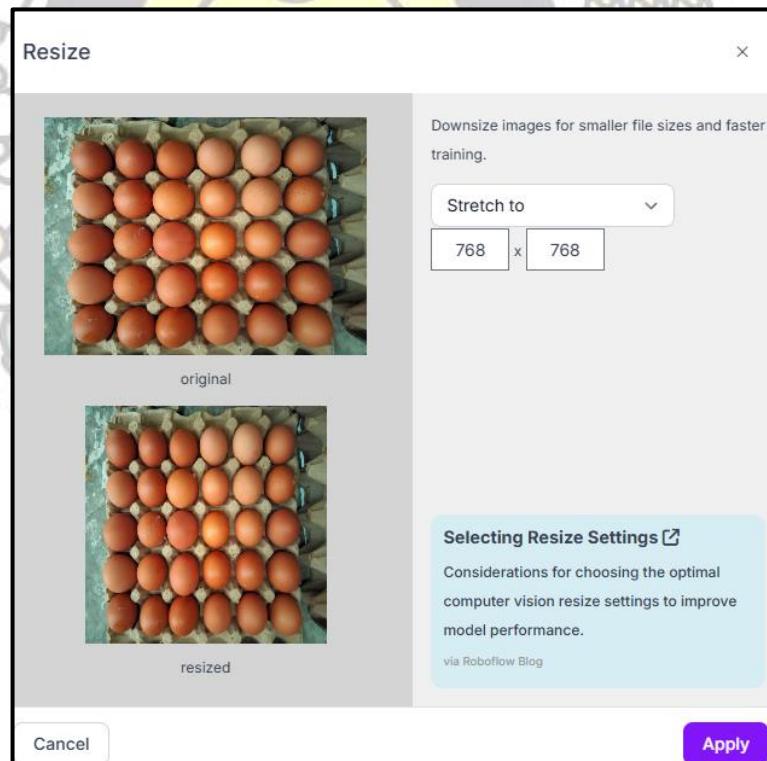
Hasil dari proses *image labelling* menghasilkan 7.411 *bounding box* yang disertakan pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Jumlah *Bounding Box* pada Proses *Image Labelling*

Jenis Kualitas Telur	Jumlah <i>Bounding Box</i>
Mutu I	2560
Mutu II	2493
Mutu III	2358

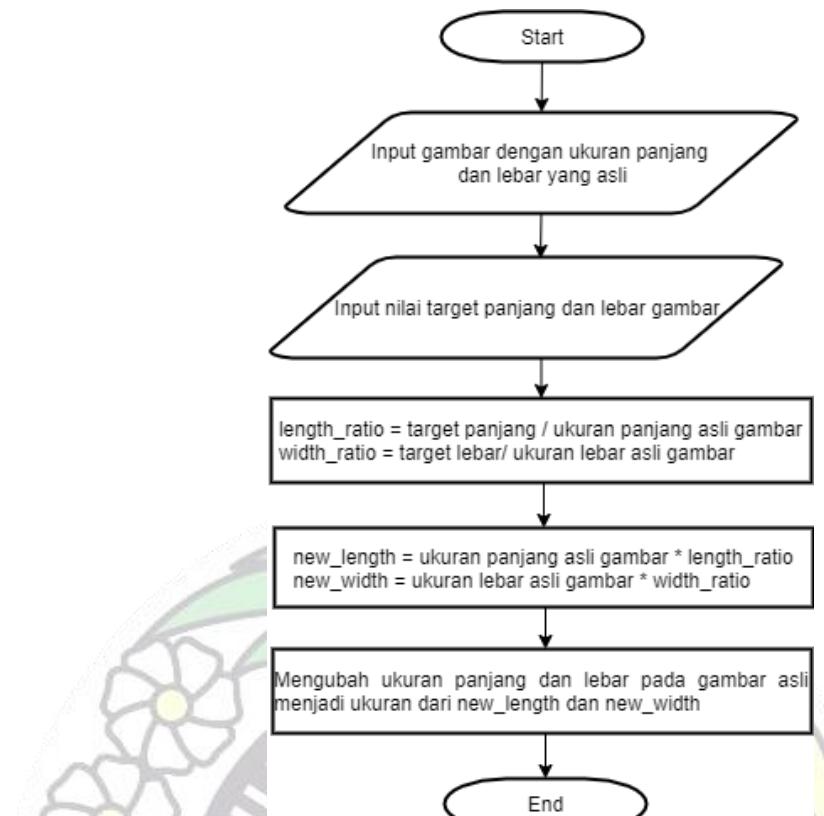
### 3.2.2.2. *Image resizing*

Proses selanjutnya adalah mengubah seluruh ukuran citra. Ukuran citra pada Data Training dan Data Validation akan diubah menjadi 768x768 piksel. Hal tersebut bertujuan agar model dapat dilatih dari berbagai variasi data tanpa terpengaruh dari ukuran yang berbeda dan meningkatkan efisiensi kinerja pelatihan model serta penggunaan memori.



**Gambar 3.4** Proses *Resizing*

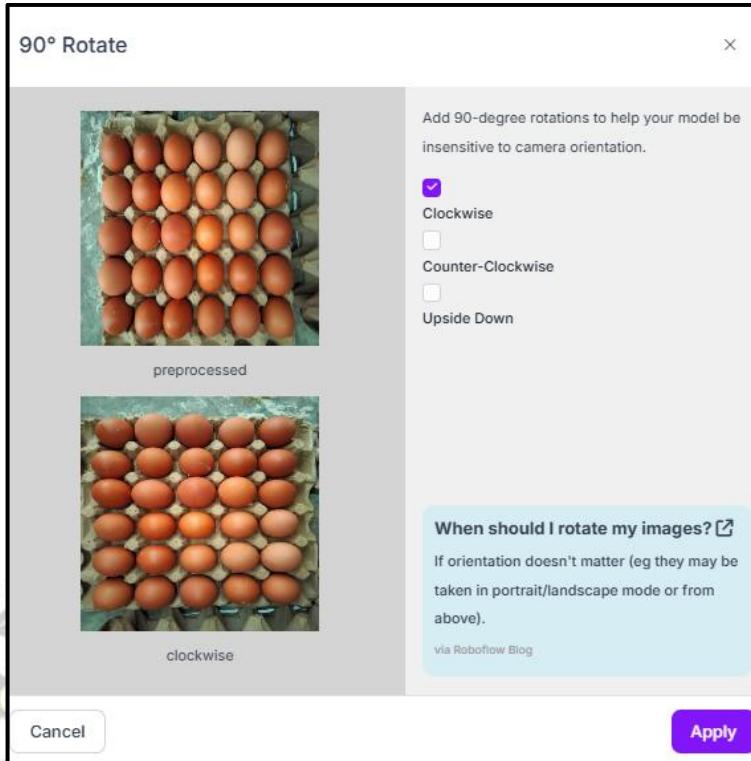
Proses untuk melakukan *Resizing* dapat dilihat di *flowchart* yang divisualisasi pada Gambar 3.5.



**Gambar 3.5 Flowchart Proses Resizing**

### 3.2.2.3. *Image augmentation*

Proses ini dilakukan untuk meningkatkan variasi dan jumlah pada Data Training. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan keberagaman pada data sehingga model dapat mengenal objek dengan situasi yang berbeda. Pada penelitian ini, penulis melakukan augmentasi data berupa rotasi sebesar  $90^\circ$ . Proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.6.



**Gambar 3.6 Proses Augmentation**

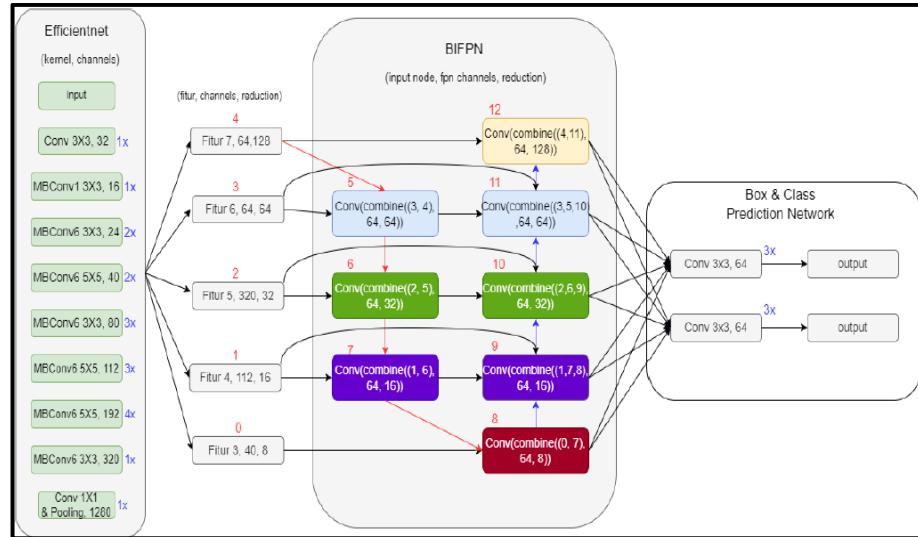
### 3.2.3. Image detection

Tahap ini dilakukan untuk mendeteksi citra yang telah dilakukan pra-pemrosesan menggunakan Metode *EfficientDet*. Hal ini bertujuan agar model dapat mengenali fitur penting yang dimiliki oleh citra lalu membedakan citra tersebut sesuai dengan kelasnya.

Beberapa proses yang dilakukan pada bagian ini, sebagai berikut.

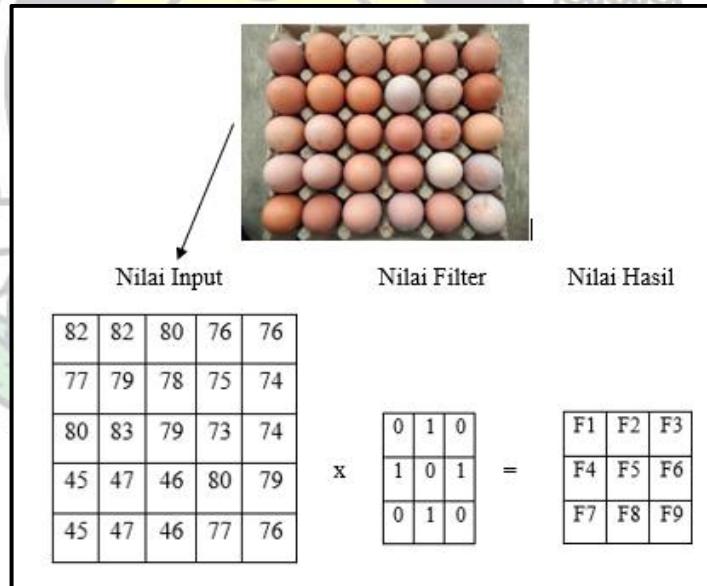
#### 3.2.3.1. Feature extraction

Tahap *Feature extraction* merupakan proses untuk mengenali fitur-fitur penting pada citra yang telah dilakukan pra-pemrosesan. Tahap ini menggunakan *EfficientNet* yang terdiri dari satu lapisan *pooling* dan tujuh *block MBConv* (*Mobile Bottleneck Convolutional*) yang terlihat pada Gambar 3.7.



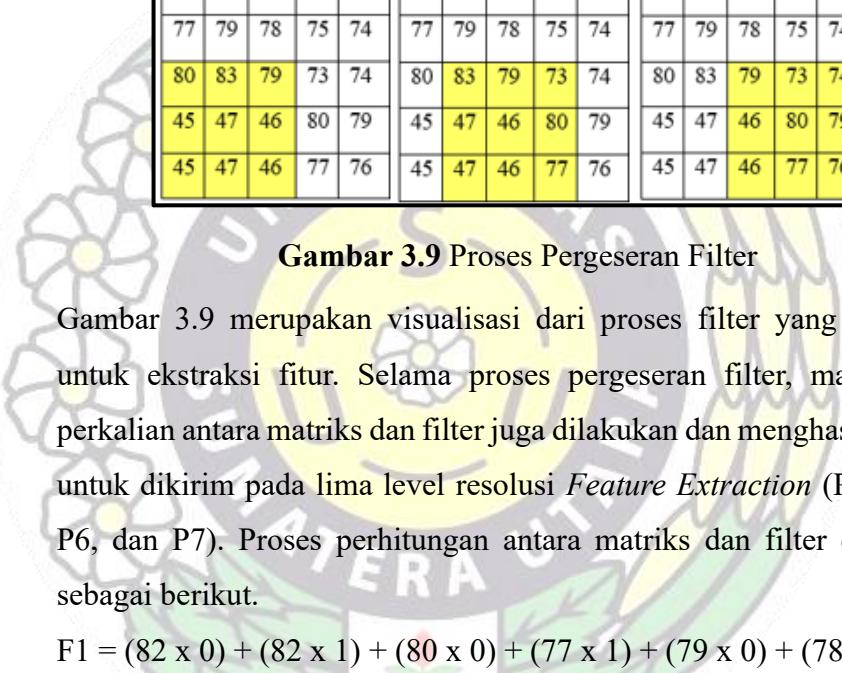
**Gambar 3.7 Feature Extraction**

*Block MBConv* akan menggunakan fungsi aktivasi *ReLU* untuk melakukan ekstraksi fitur-fitur pada objek yang telah *di-input* dengan mengalikan bobot pada setiap piksel pada objek dan menjumlahkannya. Ilustrasi perhitungan *feature extraction* dapat dilihat pada Gambar 3.8.



**Gambar 3.8 Perhitungan Feature Extraction**

*EfficientNet* menggunakan filter dengan ukuran  $3 \times 3$  dan *stride* sebesar 1. *Stride* merupakan total pergeseran filter pada matriks *input* pada setiap langkahnya. Proses pergeseran filter dapat dilihat pada Gambar 3.9.



82	82	80	76	76
77	79	78	75	74
80	83	79	73	74
45	47	46	80	79
45	47	46	77	76

82	82	80	76	76
77	79	78	75	74
80	83	79	73	74
45	47	46	80	79
45	47	46	77	76

82	82	80	76	76
77	79	78	75	74
80	83	79	73	74
45	47	46	80	79
45	47	46	77	76

82	82	80	76	76
77	79	78	75	74
80	83	79	73	74
45	47	46	80	79
45	47	46	77	76

82	82	80	76	76
77	79	78	75	74
80	83	79	73	74
45	47	46	80	79
45	47	46	77	76

**Gambar 3.9 Proses Pergeseran Filter**

Gambar 3.9 merupakan visualisasi dari proses filter yang dilakukan untuk ekstraksi fitur. Selama proses pergeseran filter, maka proses perkalian antara matriks dan filter juga dilakukan dan menghasilkan nilai untuk dikirim pada lima level resolusi *Feature Extraction* (P3, P4, P5, P6, dan P7). Proses perhitungan antara matriks dan filter dijelaskan, sebagai berikut.

$$F1 = (82 \times 0) + (82 \times 1) + (80 \times 0) + (77 \times 1) + (79 \times 0) + (78 \times 1) + (80 \times 0) + (83 \times 1) + (79 \times 0) = 82 + 77 + 78 + 83 = 320$$

$$F2 = (82 \times 0) + (80 \times 1) + (76 \times 0) + (79 \times 1) + (78 \times 0) + (75 \times 1) + (83 \times 0) + (79 \times 1) + (73 \times 0) = 80 + 79 + 75 + 79 = 313$$

$$F3 = (80 \times 0) + (76 \times 1) + (76 \times 0) + (78 \times 1) + (75 \times 0) + (74 \times 1) + (79 \times 0) + (73 \times 1) + (74 \times 0) = 76 + 78 + 74 + 73 = 301$$

$$F4 = (77 \times 0) + (79 \times 1) + (78 \times 0) + (80 \times 1) + (83 \times 0) + (79 \times 1) + (45 \times 0) + (47 \times 1) + (46 \times 0) = 79 + 80 + 79 + 47 = 285$$

$$F5 = (79 \times 0) + (78 \times 1) + (75 \times 0) + (83 \times 1) + (79 \times 0) + (73 \times 1) + (47 \times 0) + (46 \times 1) + (80 \times 0) = 78 + 83 + 73 + 46 = 280$$

$$F6 = (78 \times 0) + (75 \times 1) + (74 \times 0) + (79 \times 1) + (73 \times 0) + (74 \times 1) + (46 \times 0) + (80 \times 1) + (79 \times 0) = 75 + 79 + 74 + 80 = 308$$

$$F7 = (80 \times 0) + (83 \times 1) + (79 \times 0) + (45 \times 1) + (47 \times 0) + (46 \times 1) + (45 \times 0) + (47 \times 1) + (46 \times 0) = 83 + 45 + 46 + 47 = 221$$

$$F8 = (83 \times 0) + (79 \times 1) + (73 \times 0) + (47 \times 1) + (46 \times 0) + (80 \times 1) + (47 \times 0) + (46 \times 1) + (77 \times 0) = 79 + 47 + 80 + 46 = 252$$

$$F9 = (79 \times 0) + (73 \times 1) + (74 \times 0) + (46 \times 1) + (80 \times 0) + (79 \times 1) + (46 \times 0) + (77 \times 1) + (76 \times 0) = 73 + 46 + 79 + 77 = 275$$

### 3.2.3.2. Feature network

Hasil ekstraksi fitur pada P3, P4, P5, P6, dan P7 akan dikirim ke Tahap *Feature Network* untuk mempelajari struktur pada citra dengan lebih baik dan merepresentasikan ciri yang menonjol pada citra menggunakan *BiFPN* (*Bi-directional Feature Pyramid Networks*). Proses penggerjaan pada tahap ini dilakukan dengan melakukan *upsampling* (tanda panah merah) dan *downsampling* (tanda panah biru) yang dapat dilihat pada Gambar 3.7. Proses *upsampling* merupakan proses memperbesar dimensi fitur yang telah diekstraksi dengan bekerja dari atas ke bawah sedangkan *downsampling* merupakan proses memperkecil dimensi fitur dengan bekerja dari bawah ke atas. Selanjutnya, hasil dari masing-masing proses ini akan digabung dan akan digunakan pada Tahap *Box/Class Network*.

### 3.2.3.3. Box/class network

Tahap ini akan dilakukan pengambilan hasil dari tahap sebelumnya sebagai *input* lalu melakukan prediksi pada *bounding box* dan kelas dari objek.

### 3.2.4. Learned model

Setelah melalui Tahap *Image Detection*, model siap untuk digunakan dalam mendekripsi objek. Namun, pada tahap ini diperlukan penggunaan Data *Validation* untuk mengukur akurasi model dalam deteksi objek ke dalam kelas yang tepat. Model dengan performa terbaik akan digunakan untuk proses deteksi pada lingkungan *android*. Proses pelatihan model menggunakan Algoritma *EfficientDet* dapat diterapkan menggunakan *pseudocode* berikut ini.

```

install packages
import libraries
DEFINE data_train as trainData with resizing, augmentation parameters
DEFINE data_validation as validationData with resizing parameter
DEFINE model_pre_trained
CREATE train_generator by applying data_train, model_pre_trained
CREATE validation_generator by applying data_validation, loss metrics
SET number_of_epochs, batch_size
TRAIN model using train_generator
VALIDATION model using validation_generator

```

### 3.2.5. Deployment

Pada tahap ini, *learned model* akan diubah menjadi format *tflite*. Selanjutnya, hasil dari proses tersebut akan diintegrasikan ke sistem *android* sehingga model dapat berjalan pada aplikasi berbasis *android*.

### 3.2.6. Testing process

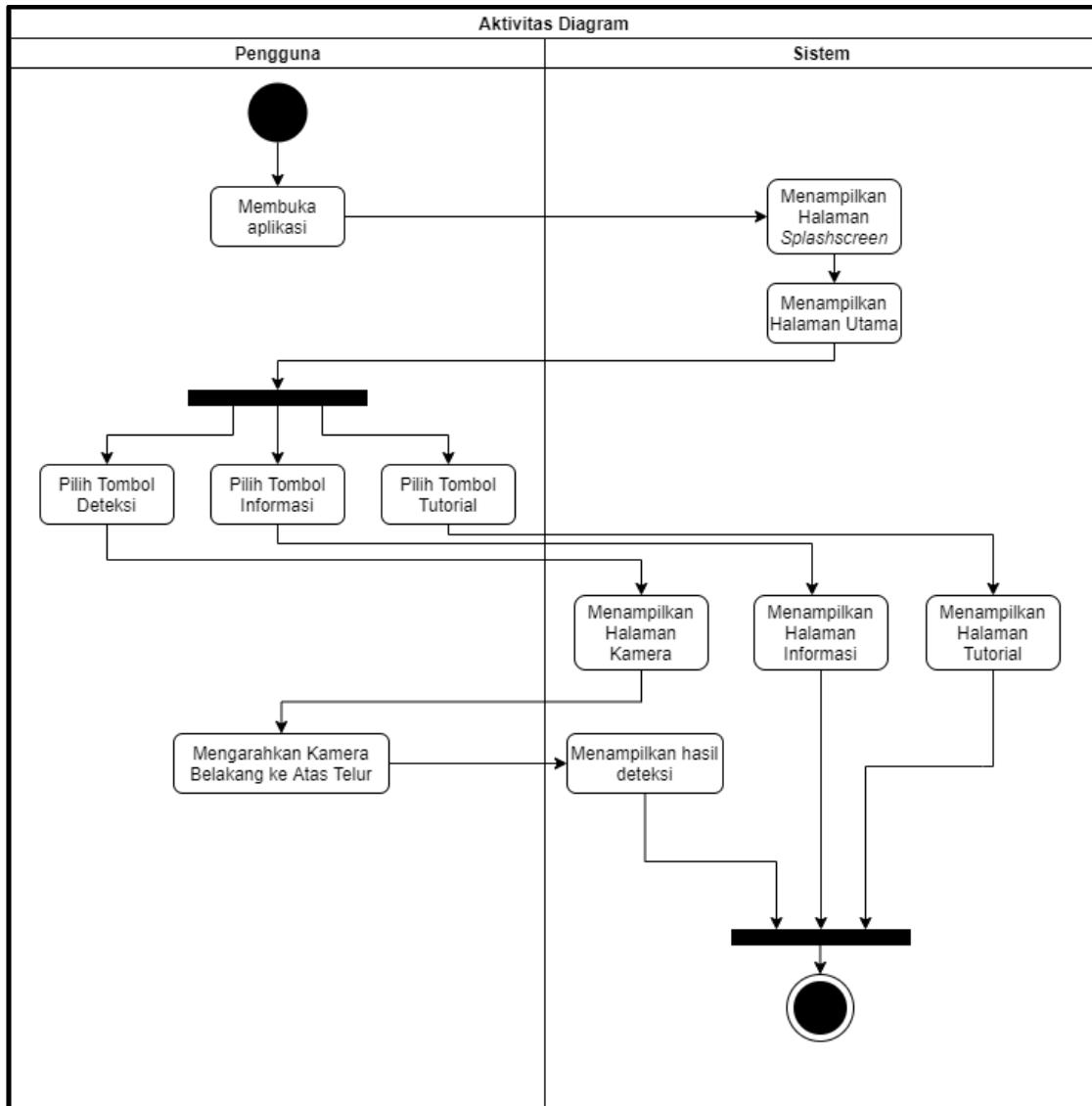
Tahap ini dilakukan untuk menguji model yang telah diintegrasikan ke dalam aplikasi berbasis *android* menggunakan Data *Testing*. Hal ini bertujuan untuk menegaskan bahwa model dapat mengenali dan mendeteksi objek dengan baik. Hasil dari tahap ini akan mendeteksi setiap butir telur ayam ras ke dalam Mutu I, Mutu II, atau Mutu III dengan menampilkan *bounding box*, nama kelas, dan persentase keakuratan sistem.

### 3.2.7. Output

Tahap ini akan menghasilkan keluaran berupa citra telur ayam ras yang telah ditandai menggunakan *bounding box*, nama kelas, dan persentase keakuratan sistem pada setiap butir telurnya.

## 3.3. Perancangan Sistem

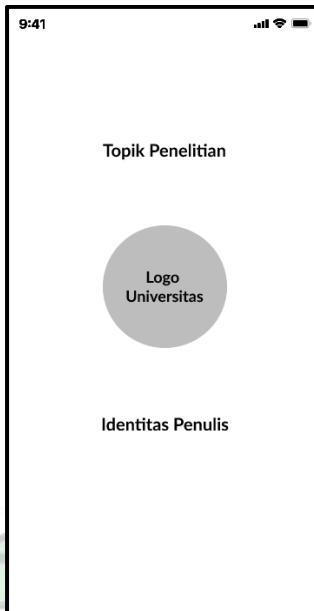
Tahap perancangan sistem dilakukan untuk membuat rancangan sebuah aplikasi yang menghubungkan antara pengguna dan sistem. Tujuan dari tahap tersebut adalah memberikan pemahaman kepada pengguna terhadap keseluruhan fitur pada aplikasi yang akan dikembangkan. Rancangan sistem pada penelitian ini dapat dilihat berdasarkan Diagram Aktivitas pada Gambar 3.10.



**Gambar 3.10** Diagram Aktivitas

### 3.3.1. Rancangan tampilan halaman splash screen

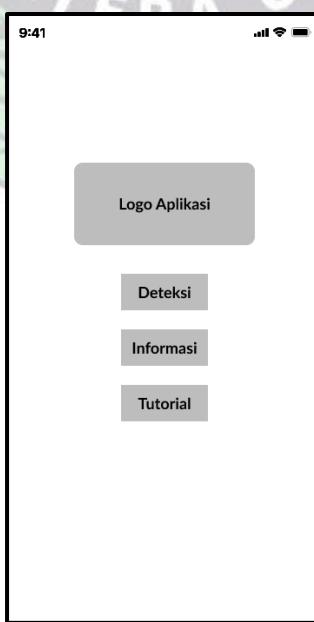
Halaman *Splash Screen* merupakan tampilan pertama yang disajikan saat pengguna membuka aplikasi. Halaman ini menampilkan tema dari penelitian yang dilakukan, logo universitas, dan identitas dari penulis. Rancangan tampilan Halaman *Splash Screen* dapat dilihat pada Gambar 3.11.



**Gambar 3.11 Rancangan Halaman *Splash Screen***

### 3.3.2. Rancangan halaman utama

Halaman Utama akan menampilkan logo dari aplikasi dan tiga tombol utama. Tombol “Deteksi” digunakan untuk mendeteksi kualitas telur ayam ras berdasarkan warna menggunakan kamera belakang dari *smartphone* yang digunakan. Selanjutnya, Tombol “Informasi” bertujuan untuk menampilkan informasi dari kualitas telur ayam ras. Terakhir, Tombol “Tutorial” bertujuan untuk menampilkan panduan bagi pengguna untuk menggunakan aplikasi. Rancangan tampilan Halaman Utama dapat dilihat pada Gambar 3.12.



**Gambar 3.12 Rancangan Halaman Utama**

### 3.3.3. Rancangan halaman deteksi

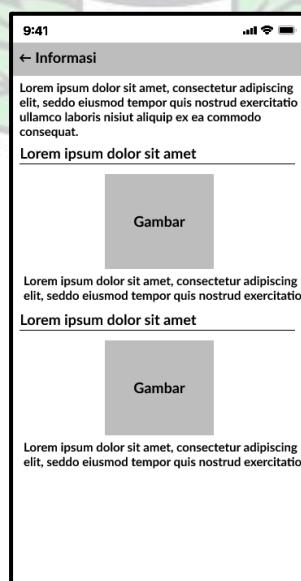
Ketika pengguna klik Tombol “Deteksi” pada Halaman Utama, kamera belakang *smartphone* akan diaktifkan secara otomatis. Selanjutnya, pengguna dapat mengarahkan kamera tersebut ke atas objek yang akan didetect. Rancangan tampilan Halaman Deteksi dapat dilihat pada Gambar 3.13.



**Gambar 3.13** Rancangan Halaman Deteksi

### 3.3.4. Rancangan halaman informasi

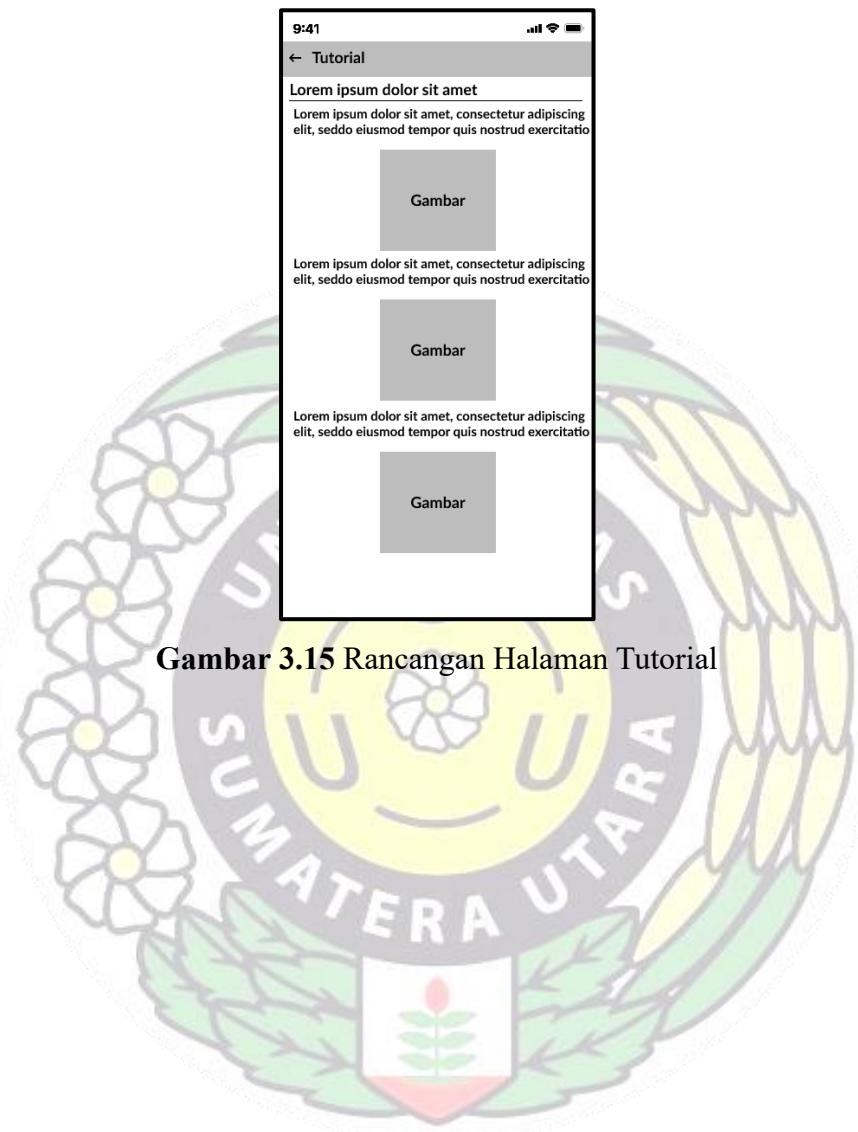
Ketika pengguna klik Tombol “Informasi” pada Halaman Utama, pengguna akan diarahkan ke halaman yang berisi informasi mengenai kualitas telur ayam ras. Rancangan tampilan Halaman Informasi dapat dilihat pada Gambar 3.14.



**Gambar 3.14** Rancangan Halaman Informasi

### 3.3.5. Rancangan halaman tutorial

Ketika pengguna klik Tombol “Tutorial” pada Halaman Utama, pengguna akan diarahkan ke halaman yang berisi panduan penggunaan aplikasi yang dapat diterapkan oleh pengguna. Rancangan tampilan Halaman Tutorial dapat dilihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Rancangan Halaman Tutorial

## BAB 4

### IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

#### 4.1. Implementasi Sistem

Pengembangan model untuk mendeteksi kualitas telur ayam ras berbasis Algoritma *EfficientDet* akan dilakukan menggunakan bahasa pemrograman *Python*. Selanjutnya, model yang telah dilatih akan diterapkan ke dalam aplikasi *android* menggunakan bahasa pemrograman *Kotlin*. Pengembangan model dan aplikasi akan menggunakan perangkat lunak dan perangkat keras, sebagai berikut.

##### 4.1.1. Perangkat keras dan perangkat lunak

Perangkat keras yang digunakan penulis untuk mengembangkan sistem pendekripsi kualitas telur ayam ras adalah Lenovo V14 ADA dengan spesifikasi, sebagai berikut.

- 1) Processor: AMD Ryzen 3 3250U with Radeon Graphics ~2.6GHz
- 2) Storage: 512 GB SSD
- 3) RAM: 8 GB
- 4) Sistem operasi: Windows 11 Home Single Language 64-bit

Komponen perangkat lunak yang digunakan penulis untuk mengembangkan sistem pendekripsi kualitas telur ayam ras, sebagai berikut.

- 1) Google Colab System RAM 53 GB T4 GPU
- 2) Android Studio Giraffe
- 3) Python3 version 3.9.20
- 4) Tensorflow version 2.6.0

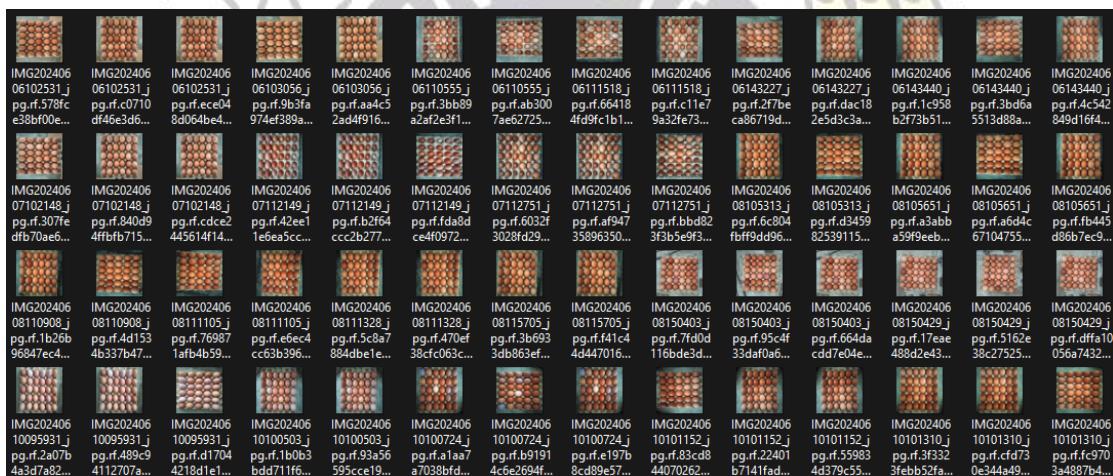
Perangkat *mobile* yang digunakan untuk menguji kinerja aplikasi yang telah dikembangkan secara *real-time* dan *non real-time* adalah OPPO A53 dengan spesifikasi, sebagai berikut.

- 1) OS Version: Android 12
- 2) CPU: Octa-core (4x1.8 GHz Kryo 240 & 4x1.6 GHz Kryo 240)

### 3) Kamera: 13 MP

#### 4.2. Implementasi Data

Data citra telur ayam ras yang diletakkan pada nampan telur diperoleh dengan cara pengambilan gambar secara langsung dari Gudang Produksi Telur PT. Sahabat Jaya Farm. Total data yang dipakai untuk penelitian ini sebanyak 247 citra dengan pembagian 152 citra ke dalam Data *Training* dan 95 citra ke dalam Data *Validation*. Selanjutnya, data citra akan melalui tahap *image pre-processing*, yaitu *labelling*, *resizing*, dan *augmentation* berupa rotasi sebesar 90°. Setelah augmentasi dilakukan pada Data *Training*, maka total citra pada Data *Training* berjumlah 381 citra. Selanjutnya, citra pada Data *Training* akan digunakan sebagai *input* pada model yang akan dilatih. Contoh citra yang digunakan pada pelatihan model dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Citra Telur Ayam Ras

#### 4.3. Implementasi Model

Pengembangan model *EfficientDet* untuk mendeteksi kualitas telur ayam ras diimplementasi menggunakan *Google Colab*. *Google Colab* merupakan *platform* yang disediakan oleh Google untuk melatih model tanpa meng-*install* perangkat lunak tambahan di komputer.

Pelatihan sistem menggunakan beberapa model *pre-trained* yang tersedia pada *EfficientDet*, yaitu *EfficientDet D2* dan *EfficientDet D3*. Selanjutnya, model dilatih menggunakan 476 citra telur ayam ras dengan pembagian 80% data latih dan 20% data

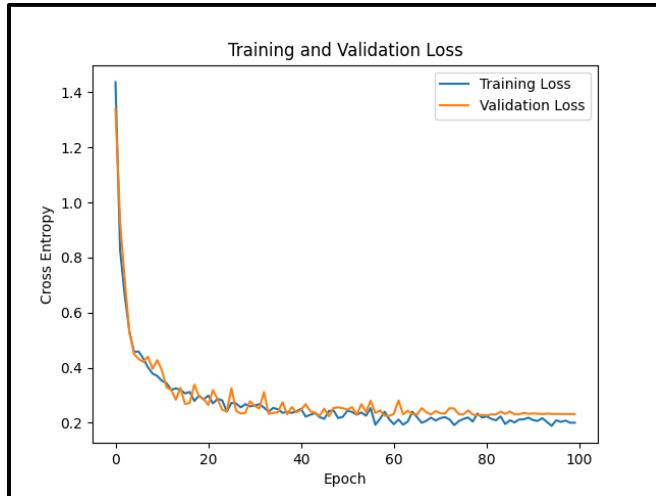
validasi dengan *batch size*, *epoch*, dan *model pre-trained* yang berbeda. Hasil pelatihan model dengan *batch size*, *epoch*, dan *model pre-trained* yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Hasil Evaluasi Pelatihan Model

Model <i>pre-trained</i>	Epoch	Batch Size	Train Loss	Validation Loss	mAP	AR
<i>EfficientDet D2</i>	5	2	0,73	0,56	0,39	0,67
	100	16	0,20	0,23	0,86	0,87
	100	32	0,20	0,27	0,85	0,86
	150	40	0,16	0,30	0,82	0,85
<i>EfficientDet D3</i>	100	16	0,19	0,28	0,84	0,87
	100	32	0,19	0,30	0,83	0,73

Pada pelatihan model pertama menghasilkan evaluasi mAP dan AR masing-masing sebesar 39% dan 67%. Lalu, pada pelatihan model kedua menghasilkan evaluasi mAP dan AR masing-masing sebesar 86% dan 87%. Selanjutnya, pada model ketiga menghasilkan evaluasi mAP dan AR masing-masing sebesar 85% dan 86%. Lalu, pada model keempat menghasilkan evaluasi mAP dan AR masing-masing sebesar 82% dan 85%. Lalu, pada model kelima menghasilkan evaluasi mAP dan AR masing-masing sebesar 84% dan 87%. Terakhir, pada model keenam menghasilkan evaluasi mAP dan AR masing-masing sebesar 83% dan 73%.

Dari hasil evaluasi pelatihan tersebut, didapatkan bahwa pelatihan pertama menghasilkan model dengan akurasi yang paling buruk. Hal ini dikarenakan sedikitnya *epoch* dan *batch size* yang digunakan sehingga model tidak dapat belajar dengan maksimal pada dataset yang diberikan. Selanjutnya, pelatihan keempat mengalami *overfitting* karena model mempelajari citra pada data *training* terlalu detail, sehingga saat proses validasi, model tidak dapat memprediksi dengan baik. Hal tersebut ditunjukkan pada kesenjangan nilai pada *train loss* dan *validation loss* yang besar, yaitu sebanyak 0,14. Oleh karena itu, penulis memilih model pada pelatihan kedua karena memiliki akurasi yang terbaik dan kesenjangan pada *Train Loss* dan *Validation Loss* sangat kecil serta penurunan yang cukup stabil selama proses pelatihan. seperti yang tertera pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2** Grafik Loss pada *Batch Size 16*

#### 4.4. Implementasi Rancangan Antarmuka

Pada penelitian ini terdapat dua implementasi rancangan antarmuka, yaitu rancangan antarmuka secara *real-time* dan *non real-time*, yang akan diterapkan sebagai berikut.

##### 4.4.1. Tampilan halaman *splash screen*

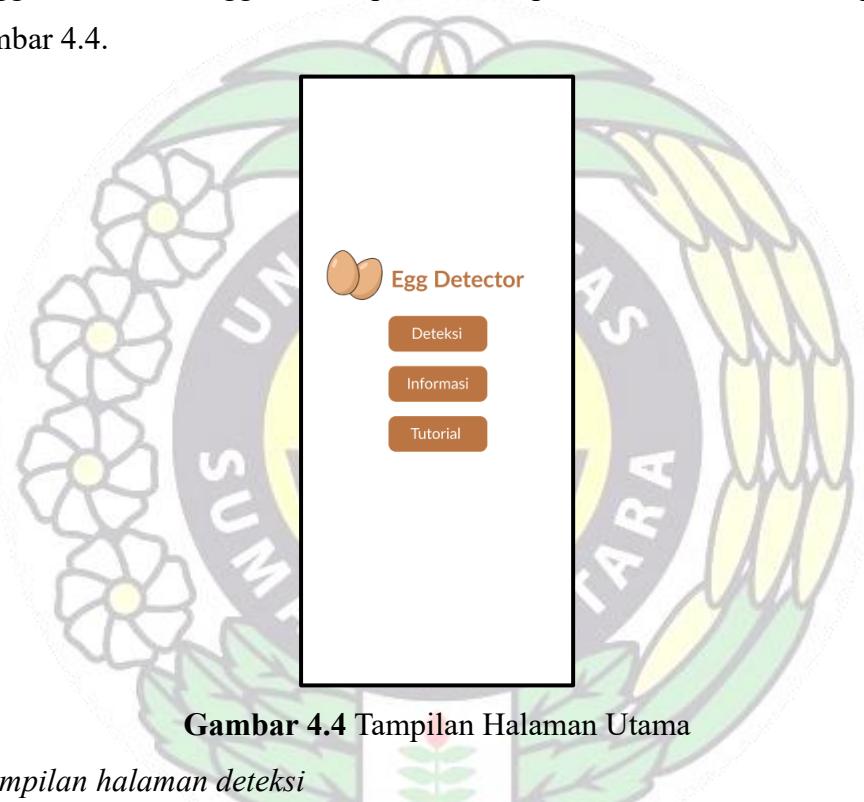
Ketika aplikasi dijalankan, Halaman *Splash Screen* akan ditampilkan kepada pengguna. Halaman ini memuat tema dari penelitian yang dilakukan, logo universitas, identitas penulis, dan instansi penulis. Halaman ini akan ditampilkan selama tiga detik lalu pengguna akan diarahkan ke Halaman Utama secara otomatis. Tampilan Halaman *Splash Screen* dapat dilihat pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3** Tampilan Halaman *Splash Screen*

#### 4.4.2. Tampilan halaman utama

Halaman Utama menyediakan tiga tombol, meliputi Tombol Deteksi, Informasi, dan Tutorial, sebagai navigasi pengguna pada aplikasi. Tombol “Deteksi” bertujuan untuk mengarahkan pengguna ke halaman yang memungkinkan pengguna untuk mendeteksi kualitas telur ayam ras berdasarkan warna kerabang telur. Kedua, Tombol “Informasi” bertujuan untuk mengarahkan pengguna ke halaman yang berisi informasi mengenai kualitas telur ayam ras berdasarkan Standar Nasional Indonesia. Ketiga, Tombol “Tutorial” bertujuan untuk mengarahkan pengguna ke halaman yang berisi panduan bagi pengguna untuk menggunakan aplikasi. Tampilan Halaman Utama dapat dilihat pada Gambar 4.4.



**Gambar 4.4** Tampilan Halaman Utama

#### 4.4.3. Tampilan halaman deteksi

Penelitian ini terdapat perbedaan tampilan Halaman Deteksi pada sistem secara *real-time* dan *non real-time*, yang dijelaskan sebagai berikut.

##### 4.4.3.1. Tampilan halaman deteksi secara *real-time*

Saat pengguna klik Tombol “Deteksi” pada Halaman Utama di sistem secara *real-time*, aplikasi akan meminta izin akses kamera *smartphone*. Selanjutnya, pengguna dapat mengarahkan kamera tersebut ke atas telur ayam ras untuk memulai proses deteksi. Kemudian, sistem akan menampilkan *bounding box* di sekitar objek yang terdeteksi. Pada bagian bawah terdapat menu *swipe up* untuk menampilkan *inference time*.

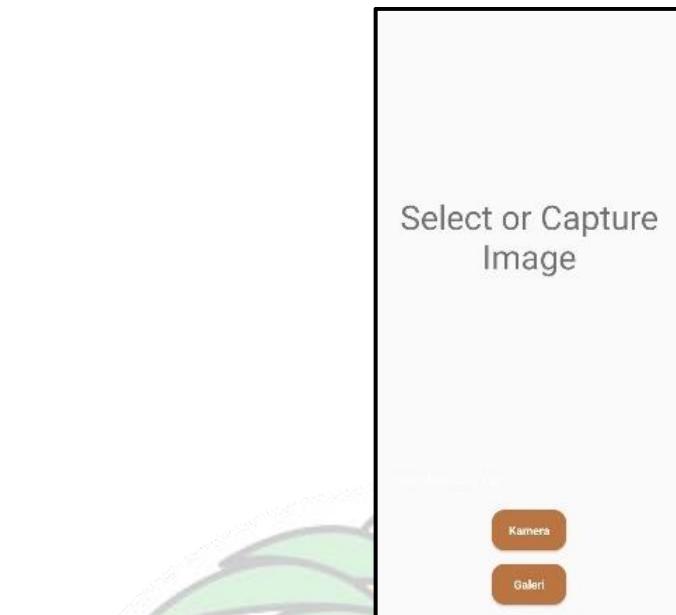
Tampilan Halaman Deteksi secara *real-time* dapat dilihat pada Gambar 4.5.



**Gambar 4.5** Tampilan Halaman Deteksi secara *Real-Time*

#### 4.4.3.2. *Tampilan halaman deteksi secara non real-time*

Ketika pengguna klik Tombol “Deteksi” pada Halaman Utama di sistem secara *non real-time*, pengguna akan diarahkan ke halaman yang menampilkan dua tombol, yaitu Tombol “Kamera” dan “Galeri”. Tampilan halaman deteksi secara *non real-time* dapat dilihat pada Gambar 4.6.



**Gambar 4.6** Tampilan Halaman Deteksi secara *Non Real-Time*

Jika pengguna klik Tombol “Kamera”, aplikasi akan meminta izin akses kamera *smartphone* untuk memulai deteksi. Selanjutnya, pengguna dapat menjalankan fungsi deteksi dengan mengambil gambar telur ayam ras secara langsung. Kemudian, sistem akan menampilkan hasil deteksi dengan menampilkan *bounding box* di sekitar objek yang terdeteksi, nama kelas, dan akurasi. Hasil deteksi dari pengambilan gambar secara langsung menggunakan kamera dapat dilihat pada Gambar 4.7.



**Gambar 4.7** Tampilan Hasil Deteksi dari Penggunaan Kamera

Jika pengguna klik Tombol “Galeri”, aplikasi akan meminta izin akses ke galeri *smartphone* untuk memulai deteksi. Selanjutnya, pengguna dapat mengambil foto dari galeri untuk menjalankan fungsi deteksi. Lalu, sistem akan menampilkan hasil deteksi berupa *bounding box* di sekitar objek yang terdeteksi, nama kelas, dan akurasi. Hasil deteksi dari pengambilan gambar pada galeri *smartphone* dapat dilihat pada Gambar 4.8.



**Gambar 4.8** Tampilan Hasil Deteksi dari Galeri *Smartphone*

#### 4.4.4. Tampilan halaman informasi

Jika pengguna klik Tombol “Informasi” pada Halaman Utama, aplikasi akan menyajikan halaman yang berisi informasi mengenai tiga kategori dari kualitas telur ayam ras berdasarkan Standar Nasional Indonesia. Tampilan Halaman Informasi dapat dilihat pada Gambar 4.9.



**Gambar 4.9** Tampilan Halaman Informasi

#### 4.4.5. Tampilan halaman tutorial

Penelitian ini terdapat perbedaan tampilan Halaman Tutorial pada sistem secara *real-time* dan *non real-time*, yang dijelaskan sebagai berikut.

##### 4.4.5.1. Tampilan halaman tutorial secara *real-time*

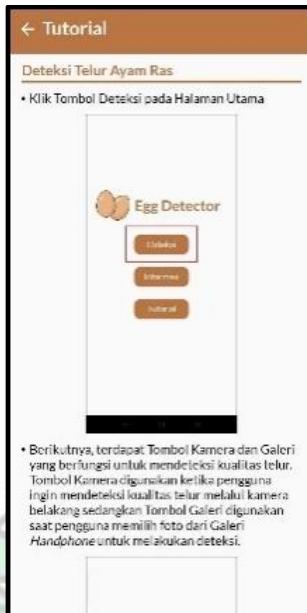
Ketika pengguna klik Tombol “Tutorial” pada Halaman Utama di sistem secara *real-time*, aplikasi akan menyajikan panduan penggunaan aplikasi yang dapat diterapkan oleh pengguna. Panduan yang ditampilkan, meliputi tutorial untuk mendeteksi telur ayam ras secara *real-time*, melihat informasi kualitas telur ayam ras, dan menggunakan aplikasi. Tampilan halaman tutorial secara *real-time* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



**Gambar 4.10** Tampilan Halaman Tutorial pada Sistem secara *Real-time*

#### 4.4.5.2. *Tampilan halaman tutorial secara non real-time*

Ketika pengguna klik Tombol “Tutorial” pada Halaman Utama di sistem secara *non real-time*, aplikasi akan menyajikan panduan penggunaan aplikasi yang dapat diterapkan oleh pengguna. Panduan yang ditampilkan, meliputi tutorial untuk mendeteksi telur ayam ras secara langsung dari kamera atau mengambil gambar dari galeri, melihat informasi kualitas telur ayam ras, dan menggunakan aplikasi. Tampilan halaman tutorial secara *real-time* dapat dilihat pada Gambar 4.11.



**Gambar 4.11** Tampilan Halaman Tutorial pada Sistem secara *Non Real-Time*

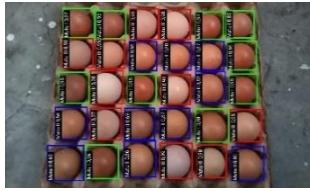
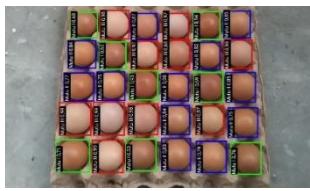
## 4.5. Pengujian Sistem

Tahap pengujian sistem dilakukan untuk mengukur kinerja model yang diterapkan pada sistem dalam deteksi kualitas telur ayam ras berdasarkan warna kerabang. Pada penelitian ini, pengujian sistem dilakukan pada sistem secara *real-time* dan *non real-time* untuk mengetahui sistem mana yang lebih efektif dalam mendeteksi kualitas telur ayam ras berdasarkan warna kerabang. Pada sistem secara *real-time* akan menggunakan lima citra telur ayam ras yang diletakkan pada nampan telur sedangkan sistem secara *non real-time* akan menggunakan 48 citra telur ayam ras yang diletakkan pada nampan telur sebagai data uji. Hasil pengujian pada sistem secara *real-time* dan *non real-time* dijelaskan, sebagai berikut.

### 4.5.1. Pengujian pada sistem secara *real-time*

Pengujian pada sistem secara *real-time* menggunakan lima citra sebagai data uji, dijelaskan sebagai berikut.

**Tabel 4.2 Pengujian Deteksi Kualitas Telur Ayam Ras secara *Real-Time***

No	Gambar	Aktual	Prediksi	Status
1		I, I, III, III, I, II	I, I, III, III, I, <b>I</b>	Benar: 28
		III, III, II, II, II, I	III, III, II, II, II, I	Salah: 2
		I, III, I, III, II, I	I, III, I, III, II, I	
		II, III, I, II, I, III	II, III, <b>II</b> , II, I, III	
		II, I, II, III, III, II	II, I, II, III, III, II	
2		I, I, II, II, III, III	I, I, II, II, III, III	Benar: 29
		I, I, II, II, III, III	I, I, II, II, III, III	Salah: 1
		I, I, II, II, III, III	I, I, II, II, III, III	
		I, I, II, II, III, III	I, I, II, II, III, III	
		I, II, II, II, III, III	I, II, II, II, III, III	
3		I, I, I, II, III, III	I, I, <b>II</b> , II, III, III	
		III, I, II, I, III, II	III, I, II, I, III, II	Benar: 29
		I, III, II, II, III, II	I, III, II, II, III, II	Salah: 1
		I, II, I, III, I, I	I, II, I, III, I, I	
		III, II, II, II, I, III	III, II, II, <b>III</b> , I, III	
4		I, III, I, II, III, III	I, III, I, II, III, III	
		I, I, I, I, II, I	I, I, I, I, <b>III</b> , I	Benar: 29
		II, III, II, III, II, III	II, III, II, III, II, III	Salah: 1
		III, I, I, II, III, II	III, I, I, II, III, II	
		II, III, II, III, I, II	II, III, II, III, I, II	
5		I, III, III, I, II, III	I, III, III, I, II, III	
		I, III, II, III, I, II	I, III, II, III, I, II	Benar: 28
		II, I, III, III, II, III	II, I, III, III, II, III	Salah: 2
		I, II, I, II, I, II	<b>II</b> , II, I, II, I, II	
		III, III, III, II, III, I	III, III, III, II, III, <b>II</b>	
		I, III, I, II, II, I	I, III, I, II, II, I	

Pengujian pada sistem secara *real-time* menggunakan lima citra sebagai data uji seperti yang tertera pada Tabel 4.2. Keseluruhan telur ayam ras yang dideteksi berjumlah 150 butir dengan masing-masing 50 butir dari Mutu I, Mutu II, dan Mutu III.

Pada pengujian sistem ini terdapat tujuh kesalahan sistem dalam mendeteksi, diantaranya empat kesalahan dalam mendeteksi telur dengan Mutu I dan tiga kesalahan dalam mendeteksi telur dengan Mutu II. Berikut hasil pengujian sistem secara *real-time* yang divisualisasi dalam bentuk *Confusion matrix*.

**Tabel 4.3** *Confusion Matrix* pada Hasil Pengujian secara *Real-Time*

		<b>Aktual</b>			<b>Total</b>
		<b>Mutu I</b>	<b>Mutu II</b>	<b>Mutu III</b>	
<b>Prediksi</b>	<b>Mutu I</b>	46	1	0	47
	<b>Mutu II</b>	4	47	0	51
	<b>Mutu III</b>	0	2	50	52
<b>Total</b>		50	50	50	150

*Confusion matrix* pada Tabel 4.3 menghasilkan tiga jenis nilai untuk menggambarkan hasil performa sistem dalam mendeteksi kualitas telur ayam ras secara *real-time*, diantaranya *True Positive* (TP), *False Positive* (FP), dan *False Negative* (FN), dengan penjelasan sebagai berikut.

**Tabel 4.4** Perhitungan *Confusion Matrix* pada Hasil Pengujian Sistem secara *Real-Time*

	<b>TP</b> <i>(True Positive)</i>	<b>FP</b> <i>(False Positive)</i>	<b>FN</b> <i>(False Negative)</i>
	<b>Mutu I</b>	<b>Mutu II</b>	<b>Mutu III</b>
<b>Mutu I</b>	46	1	4
<b>Mutu II</b>	47	4	3
<b>Mutu III</b>	50	2	0
<b>Total</b>	143	7	7

Pada Tabel 4.4 dijabarkan bahwa 143 data diklasifikasikan sebagai *True Positive* (TP), tujuh data diklasifikasi sebagai *False Positive* (FP), dan tujuh data diklasifikasi sebagai *False Negative* (FN). Selanjutnya, hasil dari perhitungan tersebut akan digunakan untuk menghitung nilai *precision*, *recall*, dan *F-1 Score*, dengan penjelasan sebagai berikut.

*a. Precision*

Rumus untuk menghitung nilai *precision* dapat dilihat pada Persamaan (2.5).

$$\text{Precision Mutu I} = \frac{46}{46+1} = 0,97$$

$$\text{Precision Mutu II} = \frac{47}{47+4} = 0,92$$

$$\text{Precision Mutu III} = \frac{50}{50+2} = 0,96$$

*b. Recall*

Rumus untuk menghitung nilai *recall* dapat dilihat pada Persamaan (2.6).

$$\text{Recall Mutu I} = \frac{46}{46+4} = 0,92$$

$$\text{Recall Mutu II} = \frac{47}{47+3} = 0,94$$

$$\text{Recall Mutu III} = \frac{50}{50+0} = 1$$

*c. F-1 Score*

Rumus untuk menghitung nilai *F-1 Score* dapat dilihat pada Persamaan (2.7).

$$\text{F-1 Score Mutu I} = 2 \times \frac{0,97 \times 0,92}{0,97 + 0,92} = 0,94$$

$$\text{F-1 Score Mutu II} = 2 \times \frac{0,92 \times 0,94}{0,92 + 0,94} = 0,93$$

$$\text{F-1 Score Mutu III} = 2 \times \frac{0,96 \times 1}{0,96 + 1} = 0,97$$

Hasil perhitungan nilai *precision*, *recall*, dan *f-1 score* dirangkum pada Tabel 4.5, sebagai berikut.

**Tabel 4.5** Nilai *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score* pada Sistem secara *Real-Time*

Class	Precision	Recall	F1-Score
<b>Mutu I</b>	0,97	0,92	0,94
<b>Mutu II</b>	0,92	0,94	0,93
<b>Mutu III</b>	0,96	1	0,97

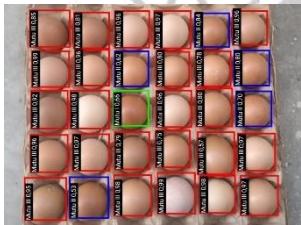
Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka diperoleh nilai akurasi sistem secara *real-time* dengan perhitungan rumus pada Persamaan (2.4).

$$\text{Accuracy} = \frac{143}{150} \times 100\% = 95,33\%$$

Sistem untuk mendeteksi kualitas telur ayam ras berdasarkan warna kerabang menggunakan Metode *EfficientDet* secara *real-time* dapat melakukan tugasnya dengan akurasi sebesar 95,33%. Kesalahan sistem dalam mendeteksi berkisar 4,67% yang diakibatkan dari beberapa faktor, meliputi kesalahan mendeteksi warna pada kualitas

telur ayam ras yang disebabkan perbedaan warna yang tidak terlalu signifikan antara Mutu I dengan Mutu II dan intensitas cahaya yang digunakan saat pengambilan citra. Selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan intensitas cahaya yang berbeda-beda dengan citra yang sama dirangkum pada Tabel 4.6. Pada intensitas cahaya dengan tingkat  $\pm 500$  lux, sistem dapat mendeteksi kualitas telur ayam ras dengan baik. Tetapi pada intensitas cahaya dengan tingkat  $\pm 1000$  lux, sistem tidak dapat mendeteksi kualitas telur ayam ras dengan optimal.

**Tabel 4.6** Pengujian berdasarkan Intensitas Cahaya pada Sistem secara *Real-Time*

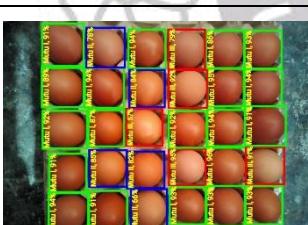
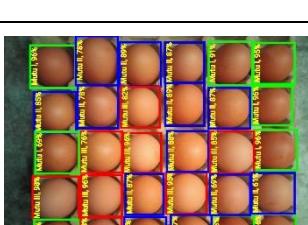
No.	Citra	Nilai Lux (lx)	Hasil
1		$\pm 500$ lux	Mendeteksi sebagian besar dengan benar
2		$\pm 1000$ lux	Mendeteksi sebagian besar dengan salah

Dari pengujian yang telah dilakukan, ditemukan faktor-faktor yang dapat memengaruhi kinerja aplikasi dalam penerapan model, meliputi kemiripan warna telur ayam ras dan intensitas cahaya saat menangkap gambar telur dari kamera. Selain itu, pergerakan tangan selama memegang *smartphone* tetap di atas objek memengaruhi pantulan cahaya dan posisi *bounding box* di sekitar objek sehingga kategori yang dihasilkan pada *bounding box* dapat berubah-ubah pada beberapa butir telur selama proses deteksi. Oleh karena itu, penulis menerapkan sistem secara *non real-time* untuk mengatasi kendala tersebut dengan penjelasan sebagai berikut.

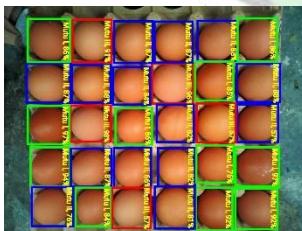
#### 4.5.2. Pengujian pada sistem secara *non real-time*

Pengujian pada sistem secara *non real-time* menggunakan 48 citra sebagai data uji, dijelaskan sebagai berikut.

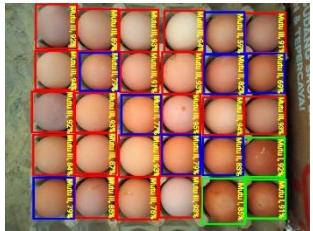
**Tabel 4.7** Pengujian Deteksi Kualitas Telur Ayam Ras secara *Non Real-Time*

No	Gambar	Aktual	Prediksi	Status
1		I, I, II, III, II, I	I, II, II, III, III, III	Benar: 26
		I, II, I, II, I, I	I, II, I, I, I, I	Salah: 4
		II, II, II, II, II, II	II, II, II, II, II, II	
		II, II, II, I, II, I	II, II, II, I, II, I	
		I, I, I, III, I, I	I, I, I, III, I, I	
2		II, III, II, II, I, I	II, III, II, II, I, I	Benar: 29
		I, II, II, III, II, II	I, II, II, III, II, II	Salah: 1
		II, II, III, II, II, III	III, II, III, II, II, III	
		II, I, II, III, II, I	II, I, II, III, II, I	
		III, III, II, II, I, II	III, III, II, II, I, II	
3		I, I, I, II, I, I	I, I, I, II, I, I	Benar: 29
		I, I, II, III, II, I	I, I, II, III, II, I	Salah: 1
		II, II, III, II, III, II	II, II, III, III, III, II	
		I, I, I, II, I, II	I, I, I, II, I, II	
		I, II, II, I, I, I	I, II, II, I, I, I	
4		I, II, I, III, I, I	I, II, I, III, I, I	Benar: 29
		I, I, II, III, I, I	I, I, II, III, I, I	Salah: 1
		I, I, II, I, I, I	I, I, III, I, I, I	
		I, II, II, III, I, III	I, II, II, III, I, III	
		I, I, II, I, I, I	I, I, II, I, I, I	
5		I, I, II, III, II, I	I, I, II, III, II, I	Benar: 28
		II, I, II, II, III, III	II, I, II, II, III, III	Salah: 2
		II, I, III, III, II, I	I, I, III, III, II, I	
		II, III, II, II, I, II	I, III, II, II, I, II	
		I, II, II, II, II, II	I, II, II, II, II, II	
6		I, II, II, II, I, I	I, II, II, II, I, I	Benar: 29
		II, II, III, II, II, I	II, II, III, II, II, I	Salah: 1
		I, III, III, II, III, I	I, III, III, II, III, I	
		III, III, II, III, III, II	III, III, II, III, II, II	
		I, III, II, II, I, I	I, III, II, II, I, I	

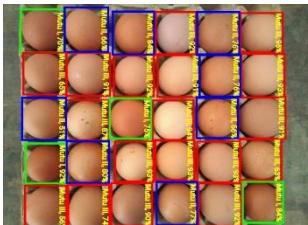
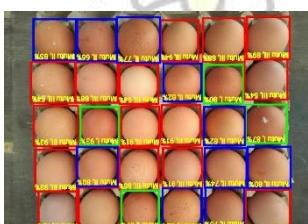
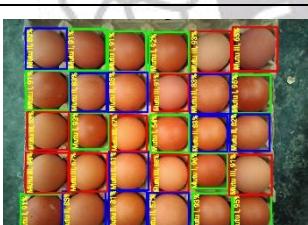
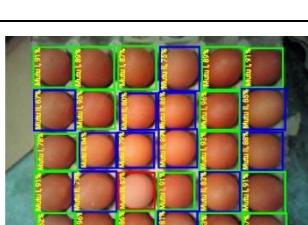
**Tabel 4.7 Pengujian Deteksi Kualitas Telur Ayam Ras secara *Non Real-Time* (Lanjutan)**

7		II, I, I, I, I, I	II, I, II, I, I, I	Benar: 29
		III, II, III, II, I, II	III, II, III, II, I, II	Salah: 1
		I, I, II, III, II, II	I, I, II, III, II, II	
		I, I, I, III, I, I	I, I, I, III, I, I	
		I, II, I, II, I, I	I, II, I, II, I, I	
8		III, II, III, II, II, I	III, II, III, II, II, I	Benar: 29
		II, II, II, II, II, I	II, II, II, II, II, I	Salah: 1
		II, II, II, II, III, I	II, II, II, II, III, I	
		I, I, I, II, II, I	I, I, II, II, II, I	
		II, II, II, II, II, I	II, II, II, II, II, I	
9		II, I, I, II, I, I	II, I, I, II, I, I	Benar: 26
		III, III, I, II, I, I	III, III, I, II, I, I	Salah: 4
		III, II, II, I, I, II	II, II, II, I, I, II	
		I, I, II, I, I, I	II, II, I, I, I, I	
		I, I, I, II, I, I	I, I, I, II, I, I	
10		I, I, II, I, II, I	I, I, II, I, II, I	Benar: 28
		I, III, II, III, I, II	I, III, II, III, I, II	Salah: 2
		II, II, I, II, I, II	II, II, I, II, II, II	
		I, II, I, II, III, II	I, II, II, III, II	
		I, I, I, I, II, I	I, I, I, I, II, I	
11		I, III, II, II, II, I	I, III, II, II, II, I	Benar: 28
		II, II, II, III, I, II	II, II, II, III, I, II	Salah: 2
		I, III, I, II, II, I	I, III, I, II, III, II	
		I, II, II, II, I, I	I, II, II, II, I, I	
		II, I, III, II, I, I	II, I, III, II, I, I	

**Tabel 4.7 Pengujian Deteksi Kualitas Telur Ayam Ras secara *Non Real-Time* (Lanjutan)**

12		III, III, III, III, III, III	III, III, III, III, II, III	Benar: 29
		III, II, III, III, II, II	III, II, III, III, II, II	Salah: 1
		III, III, II, III, III, III	III, III, II, III, III, III	
		III, III, III, II, II, I	III, III, III, II, II, I	
		II, III, III, III, I, I	II, III, III, III, I, I	
13		I, II, III, III, III, II	I, II, III, III, III, II	Benar: 29
		II, II, II, III, III, I	II, II, II, III, III, I	Salah: 1
		III, III, III, III, III, III	III, III, III, III, III, III	
		III, III, III, III, III, III	III, III, III, III, III, III	
		II, III, III, III, III	II, II, III, III, III, III	
14		III, III, III, II, III, III	III, III, III, II, III, III	Benar: 29
		III, III, III, III, III, III	III, III, II, III, III, III	Salah: 1
		I, II, III, III, II, III	I, II, III, III, II, III	
		III, II, I, III, III, III	III, II, I, III, III, III	
		III, III, III, I, III, III	III, III, III, I, III, III	
15		III, I, III, I, II, II	III, I, III, I, II, II	Benar: 28
		I, III, II, II, II, I	I, III, II, III, II, I	Salah: 2
		III, II, III, II, III, III	III, II, II, III, III	
		III, I, III, III, III, I	III, I, III, III, III, I	
		III, I, III, III, III, III	III, I, III, III, III, III	
16		III, III, III, III, III, I	III, III, II, III, III, I	Benar: 28
		III, III, III, III, III, II	II, III, III, III, III, II	Salah: 2
		III, III, II, II, II, III	III, III, II, II, II, III	
		III, III, III, III, III, III	III, III, III, III, III, III	
		II, III, II, III, II, III	II, III, II, III, II, III	
17		III, III, II, III, III, I	III, III, II, III, III, I	Benar: 29
		III, III, III, II, I, III	III, III, III, II, I, III	Salah: 1
		III, III, III, III, II, III	III, III, III, III, II, III	
		III, II, III, III, III, III	III, II, III, III, III, III	
		I, II, III, II, III, II	I, II, III, II, II, II	

**Tabel 4.7 Pengujian Deteksi Kualitas Telur Ayam Ras secara *Non Real-Time* (Lanjutan)**

18		II, III, III, III, III, III	II, III, III, III, I, III	Benar: 27
		II, II, III, III, III, III	I, II, III, III, III, III	Salah: 3
		II, III, II, II, II, II	III, III, II, II, II, II	
		III, III, III, II, III, II	III, III, III, II, III, II	
		II, III, III, III, III, I	II, III, III, III, III, I	
19		I, II, II, III, II, III	I, II, II, III, II, III	Benar: 28
		II, III, III, III, II, III	III, III, III, II, III	Salah: 2
		II, III, II, III, II, III	II, III, I, III, II, III	
		I, II, III, III, III, III	I, II, III, III, III, III	
		III, III, III, II, III, I	III, III, III, II, III, I	
20		II, II, II, III, III, III	II, II, II, III, III, III	Benar: 28
		III, III, III, II, I, III	III, III, III, II, I, III	Salah: 2
		III, I, III, III, II, I	III, I, III, III, II, I	
		III, II, III, III, III, II	III, II, III, III, II, II	
		III, III, II, II, III, III	III, III, I, II, II, III	
21		II, I, I, I, III, I	II, I, I, I, III, III	Benar: 28
		I, II, II, III, II, I	I, II, II, III, II, I	Salah: 2
		III, I, II, I, II, II	III, I, III, I, II, II	
		III, III, II, III, I, III	III, III, II, III, I, III	
		I, II, II, II, I, I	I, II, II, II, I, I	
22		II, I, I, II, II, I	II, I, I, II, II, I	Benar: 26
		II, I, I, III, II, I	II, I, II, III, II, II	Salah: 4
		I, I, II, III, II, I	I, I, II, III, II, I	
		I, I, III, III, II, I	II, II, III, III, II, I	
		I, II, II, II, I, II	I, II, II, II, I, II	
23		I, I, I, II, I, I	I, I, I, II, I, I	Benar: 29
		I, I, II, II, I, II	II, I, II, II, I, II	Salah: 1
		I, II, II, II, I, II	I, II, II, II, I, II	
		I, II, III, I, II, I	I, II, III, I, II, I	
		I, I, I, II, I, I	I, I, I, II, I, I	

**Tabel 4.7 Pengujian Deteksi Kualitas Telur Ayam Ras secara *Non Real-Time* (Lanjutan)**

24		I, I, II, II, II, I	I, I, II, II, II, I	Benar: 29
		I, I, II, I, I, I	I, I, II, I, I, I	Salah: 1
		III, II, I, II, II, I	II, II, I, II, II, I	
		I, II, II, II, I, I	I, II, II, II, I, I	
		I, I, II, II, I, I	I, I, II, II, I, I	
25		I, I, II, I, II, I	I, I, II, I, II, I	Benar: 30
		III, III, II, III, II, I	III, III, II, III, II, I	Salah: 0
		I, II, II, I, I, I	I, II, II, I, I, I	
		I, I, III, III, II, I	I, I, III, III, II, I	
		I, I, I, I, I, I	I, I, I, I, I, I	
26		III, III, III, III, II, III	III, III, III, III, II, III	Benar: 30
		III, III, III, III, II, II	III, III, III, III, II, II	Salah: 0
		III, III, II, I, II, II	III, III, II, I, II, II	
		III, III, III, II, I, III	III, III, III, II, I, III	
		I, I, II, III, I, I	I, I, II, III, I, I	
27		I, III, II, II, I, I	I, III, II, II, I, I	Benar: 30
		II, I, III, II, III, I	II, I, III, II, III, I	Salah: 0
		III, II, III, II, II, I	III, II, III, II, II, I	
		I, II, III, II, III, II	I, II, III, II, III, II	
		I, II, I, I, III, I	I, II, I, I, III, I	
28		II, III, III, II, III, I	II, III, III, II, III, I	Benar: 30
		II, III, III, III, III, III	II, III, III, III, III, III	Salah: 0
		I, II, III, III, II, III	I, II, III, III, II, III	
		I, II, II, III, I, III	I, II, II, III, I, III	
		I, I, II, I, I, III	I, I, II, I, I, III	
29		I, III, II, II, I, III	I, III, II, II, I, III	Benar: 30
		I, I, II, III, III, I	I, I, II, III, III, I	Salah: 0
		I, I, III, I, III, II	I, I, III, I, III, II	
		II, II, I, III, II, II	II, II, I, III, II, II	
		I, III, I, III, II, I	I, III, I, III, II, I	

**Tabel 4.7 Pengujian Deteksi Kualitas Telur Ayam Ras secara *Non Real-Time* (Lanjutan)**

30		I, III, II, I, I, I	I, III, II, I, I, I	Benar: 30
		II, III, II, II, I	II, III, II, II, I	Salah: 0
		II, III, III, III, II, III	II, III, III, II, III	
		III, III, II, III, I, I	III, III, II, III, I, I	
		III, III, III, II, I, I	III, III, III, II, I, I	
31		III, III, III, I, I, I	III, III, III, I, I, I	Benar: 30
		II, III, II, III, I, I	II, III, II, III, I, I	Salah: 0
		III, I, II, III, II, I	III, I, II, III, II, I	
		III, I, III, II, I, I	III, I, III, II, I, I	
		I, I, III, III, II, I	I, I, III, III, II, I	
32		I, I, I, III, I, I	I, I, I, III, I, I	Benar: 30
		I, III, III, I, II, III	I, III, III, I, II, III	Salah: 0
		III, III, II, III, II, I	III, III, II, III, II, I	
		I, II, II, II, I, II	I, II, II, II, I, II	
		I, III, II, II, III, I	I, III, II, II, III, I	
33		I, I, II, III, II, III	I, I, II, III, II, III	Benar: 30
		I, III, III, III, I, I	I, III, III, III, I, I	Salah: 0
		II, III, III, II, III, III	II, III, III, II, III, III	
		I, I, II, III, I, III	I, I, II, III, I, III	
		I, III, III, I, III, I	I, III, III, I, III, I	
34		II, II, I, II, I, I	II, II, I, II, I, I	Benar: 30
		II, II, II, III, III, I	II, II, II, III, III, I	Salah: 0
		II, I, II, III, I, III	II, I, II, III, I, III	
		I, II, III, II, II, II	I, II, III, II, II, II	
		I, II, II, I, II, I	I, II, II, I, II, I	
35		I, I, I, II, I, I	I, I, I, II, I, I	Benar: 30
		I, I, III, I, III, I	I, I, III, I, III, I	Salah: 0
		II, II, III, II, II, III	II, II, III, II, II, III	
		III, II, II, III, III, II	III, II, II, III, III, II	
		I, III, II, II, II, I	I, III, II, II, II, I	

**Tabel 4.7 Pengujian Deteksi Kualitas Telur Ayam Ras secara *Non Real-Time***  
**(Lanjutan)**

36		I, I, III, II, II, I	I, I, III, II, II, I	Benar: 30
		II, II, II, II, II, I	II, II, II, II, II, I	Salah: 0
		II, II, III, II, II, I	II, II, III, II, II, I	
		I, III, II, II, III, I	I, III, II, II, III, I	
		I, I, III, II, III, I	I, I, III, II, III, I	
37		II, III, III, I, I, I	II, III, III, I, I, I	Benar: 30
		I, II, II, II, III, II	I, II, II, II, III, II	Salah: 0
		I, II, III, II, III, I	I, II, III, II, III, I	
		II, II, II, II, II, I	II, II, II, II, II, I	
		II, I, III, II, III, I	II, I, III, II, III, I	
38		I, I, II, I, I, I	I, I, II, I, I, I	Benar: 30
		I, II, II, III, II, II	I, II, II, III, II, II	Salah: 0
		I, II, III, III, II, II	I, II, III, III, II, II	
		I, II, I, III, I, I	I, II, I, III, I, I	
		I, I, I, III, I, I	I, I, I, III, I, I	
39		I, I, I, II, I, I	I, I, I, II, I, I	Benar: 30
		I, II, II, II, II, I	I, II, II, II, II, I	Salah: 0
		I, II, II, II, II, I	I, II, II, II, II, I	
		III, I, II, II, I, I	III, I, II, II, I, I	
		I, I, I, II, I, I	I, I, I, II, I, I	
40		I, I, II, II, I, I	I, I, II, II, I, I	Benar: 30
		II, I, II, I, II, I	II, I, II, I, II, I	Salah: 0
		I, II, III, III, I, II	I, II, III, III, I, II	
		I, II, I, I, II, II	I, II, I, I, II, II	
		I, II, I, II, II, I	I, II, I, II, II, I	
41		I, I, I, II, I, I	I, I, I, II, I, I	Benar: 30
		I, I, II, II, I, I	I, I, II, II, I, I	Salah: 0
		I, I, II, II, I, I	I, I, II, II, I, I	
		II, III, III, I, II, II	II, III, III, I, II, II	
		I, I, II, I, I, I	I, I, II, I, I, I	

**Tabel 4.7 Pengujian Deteksi Kualitas Telur Ayam Ras secara *Non Real-Time* (Lanjutan)**

42		I, I, II, I, II, I	I, I, II, I, II, I	Benar: 30
		II, II, II, III, III, I	II, II, II, III, III, I	Salah: 0
		II, III, III, III, I, I	II, III, III, III, I, I	
		I, I, I, II, II, II	I, I, I, II, II, II	
		I, I, I, II, II, I	I, I, I, II, II, I	
43		III, III, I, I, II, III	III, III, I, I, II, III	Benar: 28
		III, III, III, III, II, III	III, III, <b>II</b> , III, II, III	Salah: 2
		III, I, II, III, III, III	III, I, II, III, III, III	
		II, II, III, III, III, II	II, II, III, III, III, II	
		III, III, III, III, III, III	III, III, III, III, <b>III</b> , III	
44		I, II, II, II, III, I	I, II, II, II, <b>III</b> , <b>II</b>	Benar: 29
		II, III, III, III, III, III	II, III, III, III, III, III	Salah: 1
		III, III, III, III, III, III	III, III, III, III, III, III	
		III, III, II, III, III, II	III, III, II, III, III, II	
		II, III, III, III, III, II	II, III, III, III, III, II	
45		I, II, II, II, III, III	I, II, II, II, III, III	Benar: 29
		II, III, III, II, II, III	II, III, III, II, II, III	Salah: 1
		I, II, III, III, II, III	I, II, III, III, <b>III</b> , III	
		II, II, III, III, III, III	II, II, III, III, III, III	
		I, III, III, III, II, III	I, III, III, III, II, III	
46		III, III, II, III, III, III	III, III, II, III, III, III	Benar: 29
		III, III, III, I, III, III	III, III, III, I, III, III	Salah: 1
		II, II, III, III, III, III	II, II, III, III, III, III	
		I, II, III, III, II, III	I, II, <b>II</b> , III, II, III	
		I, II, III, III, III, III	I, II, III, III, III, III	
47		I, III, III, III, III, I	I, III, III, III, III, I	Benar: 29
		II, II, II, III, III	II, II, II, III, III	Salah: 1
		II, II, III, III, III, III	II, <b>III</b> , III, III, III, III	
		I, II, III, III, III, III	I, II, III, III, III, III	
		II, III, III, III, III, III	II, III, III, III, III, III	

**Tabel 4.7** Pengujian Deteksi Kualitas Telur Ayam Ras secara *Non Real-Time*  
(Lanjutan)

48		II, I, III, III, I, II	II, I, III, III, I, II	Benar: 30
		II, II, II, II, II, I	II, II, II, II, II, I	Salah: 0
		II, II, II, II, II, I	II, II, II, II, II, I	
		I, I, II, II, I, I	I, I, II, II, I, I	
		I, II, I, II, II, I	I, II, I, II, II, I	

Pengujian pada sistem secara *non real-time* menggunakan 48 citra sebagai data uji seperti yang tertera pada Tabel 4.7. Keseluruhan telur ayam ras yang dideteksi berjumlah 1.440 butir dengan masing-masing 486 butir dari Mutu I, 480 Mutu II, dan 474 Mutu III. Pada pengujian sistem ini terdapat 43 kesalahan sistem dalam mendekripsi, diantaranya 13 kesalahan dalam mendekripsi telur Mutu I, 17 kesalahan dalam mendekripsi telur Mutu II, dan 13 kesalahan dalam mendekripsi telur Mutu III. Berikut hasil pengujian sistem secara *non real-time* yang divisualisasi dalam bentuk *Confusion matrix*.

**Tabel 4.8** *Confusion Matrix* pada Hasil Pengujian secara *Non Real-Time*

		Aktual			Total
		Mutu I	Mutu II	Mutu III	
Prediksi	Mutu I	470	7	1	480
	Mutu II	14	461	12	486
	Mutu III	2	12	461	474
Total		486	480	474	1.440

*Confusion matrix* pada Tabel 4.8 menghasilkan tiga jenis nilai untuk menggambarkan hasil performa sistem dalam mendekripsi kualitas telur ayam ras secara *non real-time*, diantaranya *True Positive* (TP), *False Positive* (FP), dan *False Negative* (FN), dengan penjelasan sebagai berikut.

**Tabel 4.9** Perhitungan *Confusion Matrix* pada Hasil Pengujian Sistem secara *Non Real-Time*

	<b>TP</b> <i>(True Positive)</i>	<b>FP</b> <i>(False Positive)</i>	<b>FN</b> <i>(False Negative)</i>
<b>Mutu I</b>	470	8	16
<b>Mutu II</b>	461	26	19
<b>Mutu III</b>	461	14	13
<b>Total</b>	1.392	48	48

Pada Tabel 4.9 dijabarkan bahwa 1.392 data diklasifikasikan sebagai *True Positive* (TP), 48 data diklasifikasi sebagai *False Positive* (FP), dan 48 data diklasifikasi sebagai *False Negative* (FN). Selanjutnya, hasil dari perhitungan tersebut akan digunakan untuk menghitung nilai *precision*, *recall*, dan *F-1 Score*, dengan penjelasan sebagai berikut.

#### d. *Precision*

Rumus untuk menghitung nilai *precision* dapat dilihat pada Persamaan (2.5).

$$\text{Precision Mutu I} = \frac{470}{470+8} = 0,98$$

$$\text{Precision Mutu II} = \frac{461}{461+26} = 0,94$$

$$\text{Precision Mutu III} = \frac{461}{461+13} = 0,97$$

#### e. *Recall*

Rumus untuk menghitung nilai *recall* dapat dilihat pada Persamaan (2.6).

$$\text{Recall Mutu I} = \frac{470}{470+16} = 0,96$$

$$\text{Recall Mutu II} = \frac{461}{461+19} = 0,96$$

$$\text{Recall Mutu III} = \frac{461}{461+13} = 0,97$$

#### f. *F-1 Score*

Rumus untuk menghitung nilai *F-1 Score* dapat dilihat pada Persamaan (2.7).

$$\text{F-1 Score Mutu I} = 2 \times \frac{0,98 \times 0,96}{0,98 + 0,96} = 0,96$$

$$\text{F-1 Score Mutu II} = 2 \times \frac{0,94 \times 0,96}{0,94 + 0,96} = 0,94$$

$$\text{F-1 Score Mutu III} = 2 \times \frac{0,97 \times 0,97}{0,97 + 0,97} = 0,97$$

Hasil perhitungan nilai *precision*, *recall*, dan *f-1 score* dirangkum pada Tabel 4.10 sebagai berikut.

**Tabel 4.10** Nilai *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score* pada Sistem secara *Non Real-Time*

<b>Class</b>	<b>Precision</b>	<b>Recall</b>	<b>F1-Score</b>
<b>Mutu I</b>	0,98	0,96	0,96
<b>Mutu II</b>	0,94	0,96	0,94
<b>Mutu III</b>	0,97	0,97	0,97

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka diperoleh nilai akurasi sistem secara *non real-time* dengan perhitungan rumus pada Persamaan (2.4).

$$\text{Accuracy} = \frac{1.392}{1.440} \times 100\% = 96,66\%$$

Sistem untuk mendeteksi kualitas telur ayam ras berdasarkan warna kerabang menggunakan Metode *EfficientDet* secara *non real-time* dapat melakukan tugasnya dengan akurasi sebesar 96,66%. Kesalahan sistem dalam mendeteksi berkisar 3,34% yang diakibatkan dari beberapa faktor, meliputi kesalahan mendeteksi warna pada kualitas telur ayam ras yang disebabkan perbedaan warna yang tidak terlalu signifikan pada telur dan intensitas cahaya yang digunakan saat pengambilan citra.

Selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan intensitas cahaya yang berbeda-beda yang dirangkum pada Tabel 4.11. Pada intensitas cahaya dengan tingkat  $\pm 500$  lux, sistem dapat mendeteksi kualitas telur ayam ras dengan baik. Tetapi pada intensitas cahaya dengan tingkat  $\pm 1000$  lux, sistem tidak dapat mendeteksi kualitas telur ayam ras dengan optimal.

**Tabel 4.11** Pengujian berdasarkan Intensitas Cahaya pada Sistem secara *Non Real-Time*

<b>No.</b>	<b>Gambar</b>	<b>Nilai Lux (lx)</b>	<b>Hasil</b>
1		$\pm 500$ lux	Mendeteksi keseluruhan dengan benar
2		$\pm 1000$ lux	Mendeteksi sebagian dengan benar

Dari pengujian yang telah dilakukan, ditemukan faktor-faktor yang dapat memengaruhi kinerja aplikasi dalam penerapan model, meliputi kemiripan warna telur ayam ras dan intensitas cahaya saat menangkap gambar telur dari kamera *android*.



## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diperoleh terhadap sistem deteksi kualitas telur ayam ras menggunakan Algoritma *EfficientDet*, sebagai berikut.

1. Algoritma *EfficientDet* dapat mendeteksi tiga kualitas telur ayam ras, yaitu Mutu I, Mutu II, dan Mutu III.
2. Dari proses pelatihan Model *EfficientDet* didapatkan bahwa pelatihan model dengan data yang telah dilakukan tahap pra-pemrosesan serta parameter *epoch* 100 dan *batch size* 16 pada penggunaan model *pre-trained EfficientDet D2*, menghasilkan model dengan hasil mAP 0,86 dan AR 0,87.
3. Model yang diterapkan pada sistem *android* dapat mendeteksi kualitas telur ayam ras berdasarkan warna kerabang dengan mencapai akurasi 96,66%.
4. Berdasarkan pengujian sistem yang telah dilakukan, kondisi optimal sistem dalam mendeteksi kualitas telur ayam ras dapat dilakukan pada intensitas cahaya  $\pm 500$  lux.
5. Beberapa faktor yang menyebabkan kesalahan prediksi sistem terhadap citra dikarenakan kurang optimalnya pencahayaan dan perbedaan warna pada telur ayam ras yang tidak signifikan. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan sistem untuk mendeteksi kualitas telur ayam ras secara *non real-time*.

## 5.2. Saran

Beberapa saran yang bisa digunakan sebagai langkah pengembangan pada penelitian selanjutnya, ialah:

1. Pada penelitian selanjutnya diharapkan untuk memperbanyak data dan meningkatkan pelatihan model pada telur ayam ras sehingga hasil deteksi dapat mencapai tingkat akurasi yang lebih baik terkhususnya pada sistem untuk mendeteksi kualitas telur ayam ras secara *real-time*.
2. Menggunakan metode yang berbeda pada pengembangan sistem untuk membandingkan hasil yang telah diperoleh dari Algoritma *EfficientDet*.
3. Menggunakan teknik pengolahan citra digital yang berfokus pada warna objek.



## DAFTAR PUSTAKA

- Amanda, A. N., Jaya, I., & Purnamasari, F. (2024). Classification of chicken egg quality using faster region convolutional neural network. *AIP Conference Proceedings*, 2987(1), 020061. <https://doi.org/10.1063/5.0199560>
- Andrian, R., Junaidi, A., & Indah Lestari, D. (2022). Aplikasi Pengukuran Luas Daun Tanaman Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Android. *Jurnal Agrotropika*, 21(2), 115–123.
- Badan Standardisasi Nasional (2023). SNI 3926:2023 Telur Ayam Konsumsi. Badan Standardisasi Nasional. 1-8.
- Bryan Caguioa, J. D., Nodnylson Guinto, R. E., Reuben Mesias, L. T., & De Goma, J. C. (2022). Duck Egg Quality Classification Based on its Shell Visual Property Through Transfer Learning Using ResNet-50. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Istanbul*.
- Dijaya, R. (2023). Buku Ajar Pengolahan Citra Digital. UMSIDA PRESS. <https://doi.org/https://doi.org/10.21070/2023/978-623-464-075-5>
- Firdaus, M. R. (2021). Penerapan Algoritma Convolutional Neural Network dalam Klasifikasi Telur Ayam Fertil dan Infertil Berdasarkan Hasil Candling. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 5(4), 563. <https://doi.org/10.32493/informatika.v5i4.8556>
- Ibrahim, N., Sa'idah, S., Hidayat, B., & Darana, S. (2022). Klasifikasi Grade Telur Ayam Negeri secara non- Invasive menggunakan Convolutional Neural Network. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 10(2), 297. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v10i2.297>
- Idris, M. 2020. Waspadai Telur Ayam Infertil yang Dijual Murah di Pasar, Ini Cirinya. *Kompas.com*, 13 Juni 2020 (diakses 23 Desember 2024)
- Jia, J., Fu, M., Liu, X., & Zheng, B. (2022). Underwater Object Detection Based on Improved EfficientDet. *Remote Sensing*, 14(18). <https://doi.org/10.3390/rs14184487>

- Koodtalang, W., Sangsuwan, T., & Rerkratn, A. (2020). Non-destructive Fertility Detection of Multiple Chicken Eggs Using Image Processing and Convolutional Neural Network. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 895(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/895/1/012013>
- Li, Q., Shao, Z., Zhou, W., Su, Q., & Wang, Q. (2023). MobileOne-YOLO: Improving the YOLOv7 network for the detection of unfertilized duck eggs and early duck embryo development – a novel approach. *Computers and Electronics in Agriculture*, 214. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108316>
- Majdalawieh, M., Khan, S., & Islam, M. T. (2023). Using Deep Learning Model to Identify Iron Chlorosis in Plants. *IEEE Access*, 11, 46949- 46955. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3273607>
- Maulida, N. (2022). *Klasifikasi Penurunan Kualitas Telur Ayam Ras berdasarkan Warna Kerabang Telur menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN)* [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Muhammad, F., Yusriani, & Dewi, S. (2020). Efektivitas Cangkang Telur Ayam Negeri (*Gallus Gallus Domesticus*) Sebagai Adsorben Terhadap Daya Jerap Logam Berat Merkuri ( $Hg^{2+}$ ). *Jurnal TechLINK*, 4(2). <https://databoks.katadata.co.id/datapublic/2018/07/27/konsumsi-telur-ayam-ras-diprediksi->
- Mulatu, H. (2023). Review of Factors Affecting Egg Quality and Its Effect. *Article in Journal of Animal Health*. <https://doi.org/10.47604/jah>
- Ningsih, S. A., Sutiani, R. A., Made, N., Ulandari, S., Saputra, R. A., Informatika, T., Teknik, F., & Oleo, U. H. (2024). Penerapan Algoritma YOLO untuk Mendeteksi Kualitas Telur Ayam Berdasarkan Warna Cangkang. *Jurnal METHODIKA*, 10.
- Nurdiyansyah, F., Fatriana Kadir, S., Akbar, I., & Ursaputra, L. (2024). Penerapan Convolutional Neural Network untuk Deteksi Kualitas Telur Ayam Ras berdasarkan Warna Cangkang. *Jurnal MNEMONIC*, 7(1).
- Sharaf Eddin, A., Ibrahim, S. A., & Tahergorabi, R. (2019). Egg quality and safety with an overview of edible coating application for egg preservation. In *Food Chemistry* (Vol. 296, pp. 29- 39). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.182>
- Tan, M., Pang, R., & Le, Q. V. (2020). EfficientDet: Scalable and efficient object detection. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer*

- Vision and Pattern Recognition*, 10778– 10787. <https://doi.org/10.1109/CVPR42600.2020.01079>
- Worang, P., Sondakh, E. H. B., Palar, C. K. M., Rumondor, D. B. J., & Wahyuni, I. (2022). Kualitas telur ayam ras yang dijual di pasar tradisional dan pasar modern Kota Manado. *Zootec*, 42(1), 852–2626.
- Yamak, U. S., Sarica, M., Erensoy, K., & Ayhan, V. (2021). The effects of storage conditions on quality changes of table eggs. *Journal Fur Verbraucherschutz Und Lebensmittelsicherheit*, 16(1), 71–81. <https://doi.org/10.1007/s00003-020-01299-6>

- Zhu, X., Chen, F., Zhang, X., Zheng, Y., Peng, X., & Chen, C. (2024). Detection the maturity of multi-cultivar olive fruit in orchard environments based on Olive-EfficientDet. *Scientia Horticulturae*, 324. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.12607>

