



## Klasifikasi Ikan Tuna Layak Ekspor Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network*

A M Fajar Maulana Natsir<sup>1</sup>, Andani Achmad<sup>2</sup>, Hazriani<sup>3</sup>

Program Pascasarjana Sistem Komputer, Universitas Handayani Makassar<sup>1,2,3</sup>

Jl. Adyaksa Baru No.1, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, 90231, Indonesia<sup>1,2,3</sup>

Fajarnatsir567@gmail.com\*<sup>1</sup>, andani@unhas.ac.id<sup>2</sup>, hazriani@handayani.ac.id<sup>3</sup>

### Kata Kunci :

Mata Ikan Tuna;  
CNN;  
VGG16.

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode CNN untuk mengklasifikasikan ikan tuna layak ekspor berdasarkan dari mata ikan tuna. model yang digunakan adalah arsitektur VGG-16. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode R&D (Research and Development) untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. VGG16 merupakan model CNN yang memanfaatkan convolutional layer dengan spesifikasi convolutional filter yang kecil (3×3). Dengan ukuran convolutional filter tersebut, kedalaman neural network dapat ditambah dengan lebih banyak lagi convolutional layer. Berdasarkan hasil evaluasi data test menggunakan tabel confusion matrix dengan objek uji sebanyak 55, dengan rincian 30 sampel tuna layak ekspor dan 25 sampel tuna tidak layak ekspor, diperoleh nilai akurasi sebesar 81.9%, nilai precision sebesar 79.4%, dan untuk nilai recall sebesar 90%. aspek yang mempengaruhi hasil akurasi yang diperoleh seperti jarak, posisi/ukuran gambar, Cahaya, serta Kualitas Gambar.

### Keywords

Tuna eyes;  
CNN;  
VGG16.

### ABSTRACT

*This study aims to apply the CNN method to classify tuna as fit for export based on the eyes of the tuna. the model used is the VGG-16 architecture. The research method used is the R&D (Research and Development) method to produce certain products and test the effectiveness of these products. VGG16 is a CNN model that utilizes a convolutional layer with a small (3×3) convolutional filter specification. With the size of the convolutional filter, the depth of the neural network can be added with more convolutional layers. Based on the evaluation results of the test data using the confusion matrix table with 55 test objects, with details of 30 samples of tuna suitable for export and 25 samples of tuna not suitable for export, an accuracy value of 81.9% was obtained, a precision value was 79.4%, and a recall value was 90% .aspects that affect the accuracy results obtained such as distance, image position/size, light, and image quality.*

---Jurnal JISTI @2023---

## PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara penghasil tuna terbesar memiliki banyak potensi untuk menguasai pasar tuna internasional. Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) mencatat, Indonesia memproduksi ikan tuna sebanyak 358.626,16 ton pada 2021. Jumlah tersebut naik 19,22% dibandingkan pada tahun sebelumnya yang sebesar 300.803,5 ton (Shilvina Widi, 2022). Ikan tuna merupakan komoditas pangan yang mudah mengalami penurunan kualitas. Dimana kesegaran ikan tuna merupakan parameter penting



dalam menentukan kualitas ikan dan produk perikanan. Oleh karena, proses penyortiran ikan tuna masih dilakukan secara manual dan membutuhkan bantuan tenaga ahli, sedangkan jumlah ikan yang akan disortir sangat banyak. Hal ini akan menjadi konsekuensi dari lamanya penyortiran dan berdampak pada kesegaran ikan tuna yang akan diproses. Untuk menjaga kesegaran ikan tuna diperlukan proses klasifikasi ikan tuna yang cepat dan otomatis, sehingga kualitas produksi ikan tuna meningkat.

Beberapa penelitian yang berhubungan dengan klasifikasi ikan tuna yang sudah dilakukan dengan berbagai metode, baik dari segi ekstraksi fitur juga sistem klasifikasi. Pada penelitian ini melakukan identifikasi tingkat kesegaran ikan tuna menggunakan metode *Gray Level Co-Occurance* (GLCM) sebagai metode ekstraksi fitur dan *K-Nearest Neighbour* (KNN) digunakan sebagai metode klasifikasi. Penelitian ini menggunakan ekstraksi fitur tekstur sebagai deskripsi untuk membedakan ikan tuna segar dan ikan tuna busuk, dimana berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan dari semua sudut dan kelas yang digunakan mendapatkan hasil akurasi tertinggi sebesar 82,28% (Lamasgi et al., 2022).

Pada penelitian selanjutnya, klasifikasi kesegaran ikan dari citra daging dan sisik ikan. Hasil pengujian sistem kami menunjukkan bahwa akurasi identifikasi untuk daging ikan nila adalah 90% dan 97,5% untuk daging makarel. Untuk sisik, akurasinya mencapai 87,5% untuk sisik nila dan 95% untuk sisik tenggiri (Winiarti et al., 2020).

Terdapat banyak metode yang dapat digunakan dalam melakukan pengolahan citra, salah satu metode yang digunakan adalah metode *Convolutional Neural Network* (CNN). *Convolutional Neural Network* (CNN) merupakan salah satu metode Deep Learning (DL) yang dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengenali sebuah objek pada sebuah citra digital (Akbar et al., 2020). *Deep Learning* merupakan salah satu bidang dari *Machine Learning* (Nugroho et al., 2020). *Convolutional Neural Network* (CNN) merupakan jaringan yang dibuat dengan masukan berupa citra (gambar). Teknik ini dapat membuat fungsi pembelajaran citra menjadi lebih efisien untuk diimplementasikan. Oleh karena itu, peneliti akan memanfaatkan *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mengklasifikasikan ikan tuna layak ekspor dengan data yang di olah dalam bentuk gambar dan bagian yang akan diidentifikasi yaitu mata ikan tuna.

## KAJIAN PUSTAKA

### 1. Citra

Citra merupakan gambar dua dimensi yang dapat dihasilkan melalui proses sampling dari gambar analog yang kontinu menjadi gambar diskrit. Proses sampling tersebut terbagi menjadi dua, yaitu downsampling dan upsampling. Downsampling adalah proses yang akan menghasilkan nilai citra lebih kecil dengan menurunkan jumlah piksel atau resolusi citra spasial. Sedangkan upsampling merupakan kebalikan dengan downsampling, yaitu proses yang dapat menaikkan resolusi gambar atau jumlah piksel gambar (Nabusa, 2019).

### 2. Deep Learning

*Deep Learning* adalah bagian dari Neural Network yang memiliki memiliki arsitektur lebih kompleks dan lebih banyak jumlah layer yang digunakan, sehingga diharapkan mampu menangani permasalahan yang lebih rumit dengan lebih banyak data. *Deep learning* merupakan cabang pembelajaran mesin yang mencoba memodelkan abstraksi data tingkat tinggi menggunakan beberapa lapisan neuron yang terdiri dari struktur kompleks atau transformasi non-liner (Giarsyani, 2020).



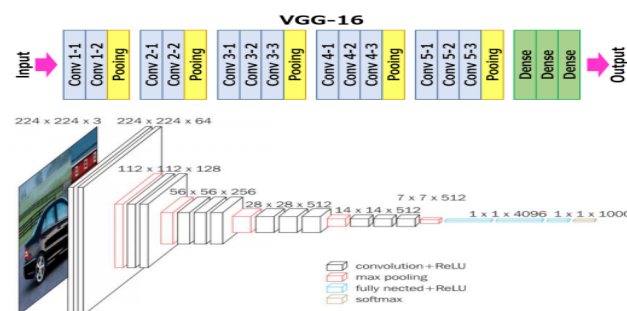
### 3. Transfer Learning

*Transfer learning* adalah metode yang bekerja dengan memanfaatkan arsitektur network yang telah ada. *Transfer learning* melakukan modifikasi dan mengupdate parameter-parameter pada network tersebut. *Transfer learning* menjadikan network yang telah termodifikasi sebagai pembelajaran dengan tugas berbeda. Arsitektur CNN yang digunakan untuk transfer learning telah melakukan pembelajaran terhadap data-data lain, sehingga tidak diperlukan pembelajaran dari awal (Ramadhan et al., 2022).

### 4. Convolutional Neural network

*Convolutional Neural Network* memiliki kemampuan baik dalam menyelesaikan masalah visi komputer karena dapat beroperasi secara konvolusional, yaitu melakukan ekstraksi fitur dari patch masukan lokal yang memungkinkan modularitas representasi dan efisiensi data. CNN merupakan sebuah konstruk matematika yang disusun oleh 3 tipe layer yaitu *Convolution*, *Pooling*, dan *Fully Connected*. *Convolution* dan *Pooling* layer biasa digunakan untuk *feature extraction*. Sedangkan *Fully Connected* layer menempatkan hasil *feature extraction* menjadi hasil akhir keluaran (Ramadhan et al., 2022).

### 5. Arsitektur Visual Geometry Group 16



Gambar 1. Arsitektur Visual Geometry Group 16 (Pravitasari et al., 2020)

Pada Gambar diatas seluruh lapisan konvolusi memiliki ukuran kernel 3x3. Untuk lapisan konvolusi 1 & 2 memiliki jumlah filter 64, lapisan 3 dan 4 konvolusi memiliki 128 filter, lapisan 5,6 dan 7 memiliki 256 filter, lapisan 8 sampai 13 memiliki 512 filter. kemudian untuk proses max-pooling 2 x 2 dilakukan setelah lapisan 2,4,7,10 dan 13. Pada *max-pooling* lapisan terakhir akan terhubung dengan lapisan *fully connected* dan akan terhubung ke *classifier* dalam penentuan *output* ataupun kelas dari citra yang diuji (Rismiyati & Luthfiarta, 2021).

### 6. Tensorflow

*TensorFlow* adalah library yang dikembangkan oleh google dan merupakan salah satu *library* yang paling populer serta banyak digunakan untuk mengembangkan dan menerapkan *Machine Learning* dan algoritma lain yang memiliki banyak operasi matematika untuk dilakukan (Moolayil, 2018).

### 7. Confusion Matrix

Confusion matrix merupakan alat pengukuran yang dapat digunakan untuk menghitung kinerja atau tingkat kebenaran proses klasifikasi. Dengan confusion matrix dapat dianalisa seberapa baik classifier dapat mengenali record dari kelas-kelas yang berbeda. Tabel confusion matrix ditunjukkan pada tabel berikut ini (Normawati & Prayogi, 2021):



Tabel 1 Tabel Confusion Matrix

		Prediksi	
		Positif	Negatif
Aktual	Positif	TP	FN
	Negatif	FP	TN

Keterangan :

- TP (*True Positive*) merupakan banyaknya data yang kelas aktualnya adalah kelas positif dengan kelas prediksinya merupakan kelas positif.
- FN (*False Negative*) merupakan banyaknya data yang kelas aktualnya adalah kelas positif dengan kelas prediksinya merupakan kelas negatif.
- FP (*False Positive*) merupakan banyaknya data yang kelas aktualnya adalah kelas negatif dengan kelas prediksinya merupakan kelas positif.
- TN (*True Negative*) merupakan banyaknya data yang kelas aktualnya adalah kelas negatif dengan kelas prediksinya merupakan kelas negatif.

Dengan dasar tabel *Confusion Matrix* kemudian dapat dilakukan penghitungan nilai akurasi, presisi, dan *recall*.

- Akurasi

Akurasi merupakan metode pengujian berdasarkan tingkat kedekatan antara nilai prediksi dengan nilai aktual. Dengan mengetahui jumlah data yang diklasifikasikan secara benar maka dapat diketahui akurasi hasil prediksi.

Persamaan akurasi ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{TP} + \text{TN}}{\text{TP} + \text{FN} + \text{FP} + \text{TN}} \quad (1)$$

- Presisi

Presisi merupakan metode pengujian dengan melakukan perbandingan jumlah informasi relevan yang didapatkan sistem dengan jumlah seluruh informasi yang terambil oleh sistem baik yang relevan maupun tidak.

Persamaan presisi ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$\text{Presisi} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FP}} \quad (2)$$

- Recall*

*Recall* merupakan metode pengujian yang membandingkan jumlah informasi relevan yang didapatkan sistem dengan jumlah seluruh informasi relevan yang ada dalam koleksi informasi (baik yang terambil atau tidak terambil oleh sistem).

Persamaan *recall* ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$\text{Recall} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FN}} \quad (3)$$



## METODE PENELITIAN

### 1. Tahapan Penelitian



Gambar 2. Diagram Tahapan Penelitian

Tahapan secara garis besar pada penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

- Studi literatur terkait. Pada studi literatur, pencarian penelitian dilakukan terkait dengan klasifikasi ikan tuna layak ekspor menggunakan convolutional neural network.
- Identifikasi kebutuhan penelitian. Pada tahapan ini kebutuhan penelitian disiapkan untuk menunjang penelitian dalam pembuatan aplikasi.
- Rancangan sistem. Pada tahapan ini dilakukan perancangan sistem klasifikasi ikan tuna layak ekspor.
- Implementasi sistem. Pada tahapan ini dilakukan untuk meng- implementasikan proses kerja pada sistem yang sudah dibuat.
- Pengujian dan validasi sistem. Pada tahapan ini dilakukan untuk menguji sistem yang sudah dibuat dan seberapa besar tingkat keberhasilannya.
- Kesimpulan penelitian. Berdasarkan tahapan-tahapan yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan dari penelitian ini.

### 2. Jenis Penelitian

Didalam penelitian ini digunakan jenis penelitian R&D atau *Research and Development*. Metode penelitian dan pengembangan atau dalam bahasa Inggrisnya *Research and Development* adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut.

### 3. Sumber Data

#### a. Data Primer

Data Primer dalam penelitian ini adalah data utama yang akan digunakan sebagai data yang akan diproses dalam sistem ini. Data tersebut adalah dataset mata ikan tuna. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu citra yang diperoleh melalui observasi langsung. Adapun data yang digunakan dalam proses training yang berjumlah 128 data, dimana sebanyak 80% (102) data digunakan untuk data training, dan 20% (26) data digunakan untuk data validasi.

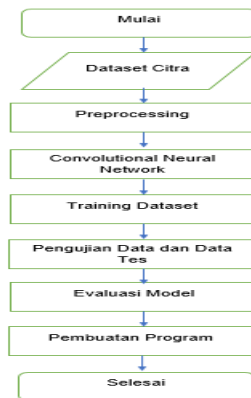
#### b. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini adalah berupa data pelengkap yang terkait dengan data penelitian ini yaitu penelitian-penelitian sejenis yang bisa menjadi rujukan dan panduan.



#### 4. Pengujian Model

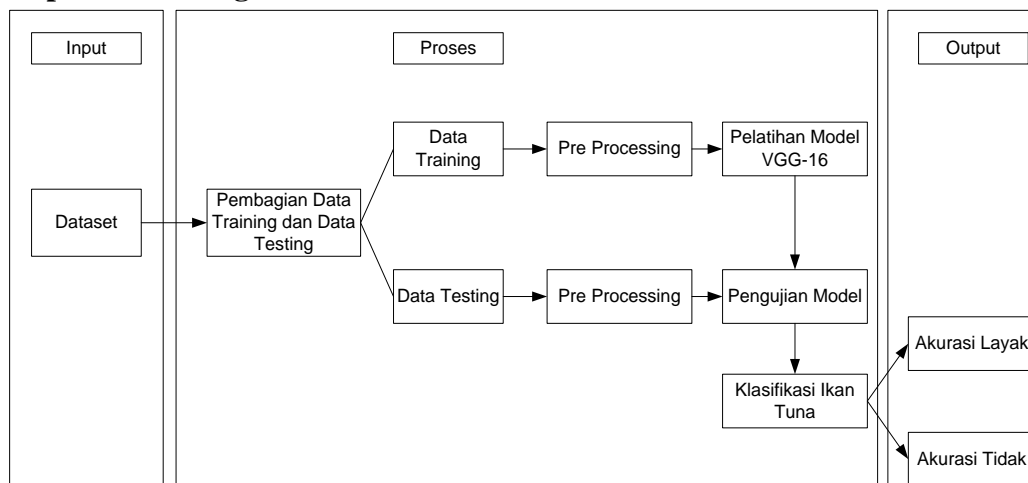
Adapun rancangan sistem yang menggambarkan metode pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3:



Gambar 3. Flowchart sistem secara umum

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Implementasi Algoritma



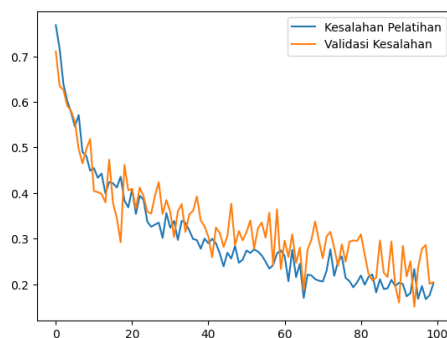
Gambar 4. Pengujian Model

Gambar 4 merupakan pengujian model dimana terdapat tiga proses yaitu input, proses, dan output. Untuk tahap pertama yaitu dengan mempersiapkan dataset dari citra yang akan dijadikan sebagai penelitian, dalam penelitian ini objek yang digunakan adalah ikan tuna dari 2 kelas jenis yang berbeda yaitu ikan tuna layak ekspor dan ikan tuna tidak layak ekspor, kemudian pada tahapan kedua dataset yang sudah terkumpul kemudian dibagi menjadi dua bagian yaitu data training dan data testing dengan perbandingan 80:20 untuk melakukan pengujian model. Untuk menentukan klasifikasi ikan tuna layak ekspor menggunakan model convolution neural network dengan model yang digunakan adalah arsitektur Visual Geometry Group 16 (VGG-16). Kemudian data yang telah dibagi menjadi data training dan data testing dilakukan preprocessing, dalam tahap preprocessing dilakukan proses data augmentation yaitu proses meningkatkan set latihan agar mendapatkan gambar yang berbeda.

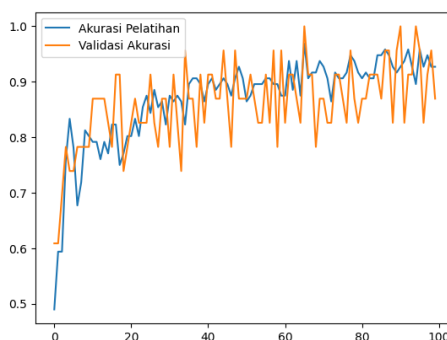
Pengujian Model dilakukan untuk menguji model yang diterapkan pada penelitian ini yaitu



menggunakan model Visual Geometry Group 16 (VGG-16). Model VGG-16 diuji terhadap data yang telah dibagi menjadi data training dan data testing, model tersebut diuji terhadap dataset yang sudah dibuat sebelumnya terdapat 128 gambar dari data layak ekspor dan tidak layak ekspor. Pengukuran akurasi pada pengklasifikasian jenis kupu-kupu ini dilihat dari nilai probabilitas yang diperoleh dari tiap kelas. Akurasi model terhadap citra yang diuji akan baik apabila nilai probabilitas mendekati nilai 1 dimana nilai probabilitas ini terdiri dari rentang 0 hingga 1. Hasil akurasi ditampilkan pada gambar 5 berikut ini:



Gambar 5. Grafik Akurasi dan Validasi



Gambar 6. Grafik Kesalahan Pelatihan dan Validasi Kesalahan

Gambar 5 dan 6 merupakan grafik dari hasil akurasi dan kesalahan data training dan validasi pada saat pembuatan model Akurasi merupakan rasio prediksi benar baik itu positif maupun negatif dari seluruh data tiap kelas yang ada. Sedangkan dari Kesalahan function model dapat mengetahui apakah prediksi sudah tepat atau belum. Dalam pembuatan sebuah model dilakukan dengan tujuan agar nilai kesalahannya rendah.

Dalam pembuatan model ini dilakukan pengukuran nilai kesalahan dengan menggunakan cross entropy loss karena umum digunakan dalam proses klasifikasi. Proses pembuatan model dibangun dengan beberapa parameter lainnya diantaranya epoch = 100, batch size = 48, optimizer = Adam dan fungsi aktivasi ReLU.

## 2. Implementasi Sistem

Tahapan penelitian ini untuk menentukan klasifikasi ikan tuna layak ekspor menggunakan Model Convolutional Neural Network. Penelitian ini memodifikasi model VGG 16, untuk fase pelatihan model menggunakan bahasa pemrograman python untuk membuat model dan dibantu dengan library tensorflow yang merupakan salah satu library Python yang sangat terkenal untuk membuat model Deep Learning. Pembuatan model dilakukan dengan IDE Jupyter Notebook pada Google Collaboratory. Pada Google Collaboratory disediakan GPU yang dapat digunakan oleh pengguna secara



gratis dengan beberapa batasan. Model yang telah dibuat dikonversi menggunakan TensorFlow Lite, setelah dikonversi file modelnya di download kemudian di import untuk di implementasikan pada Smartphone Android untuk dapat melakukan klasifikasi secara langsung menggunakan Perangkat android. Berikut ini merupakan Implementasi dari aplikasi:

a. Menu Splash Aplikasi



Gambar 7. Menu Splash

merupakan menu Splash Aplikasi pada saat aplikasi pertama kali dijalankan tampil menu splash 4.10 detik untuk dapat menampilkan menu utama aplikasi klasifikasi Ikan Tuna menggunakan perangkat android.

b. Menu Utama



Gambar 8. Menu Utama

merupakan menu utama aplikasi tampil sesaat setelah tampilan menu splash, dalam menu utama ini terdapat beberapa menu diantaranya menu deteksi ikan tuna dengan kamera, menu deteksi ikan tuna dari galeri, menu bantuan, dan menu Tentang Aplikasi



Gambar 9. Menu Deteksi Mata Ikan

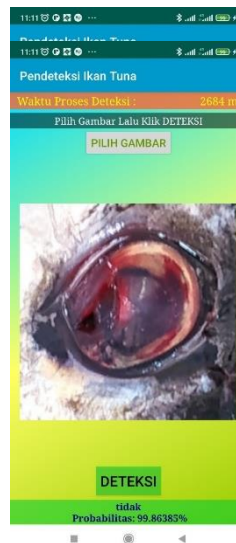




c. Menu Deteksi Ikan Tuna Dengan Kamera

merupakan menu deteksi menggunakan kamera dimana pada gambar tersebut menampilkan output berupa jenis mata ikan tuna yang layak ekspor dengan menampilkan hasil akurasi 90.92% dari proses training dimana Akurasi model terhadap citra yang diuji akan baik apabila nilai probabilitas mendekati nilai 1 dimana nilai probabilitas ini terdiri dari rentang 0 hingga 1. Apabila ingin mengetahui jenis lainnya pengguna hanya perlu memilih gambar lain dengan menekan tombol deteksi kemudian sistem akan memprediksi termasuk ke dalam jenis kelas apakah ikan tuna yang diuji.

d. Deteksi Ikan Tuna Dari Galeri



Gambar 10. Deteksi Ikan Tuna Dari Galeri

merupakan menu deteksi menggunakan pilihan dari galeri dimana pada gambar tersebut menampilkan output berupa jenis mata ikan tuna yang tidak layak ekspor dengan menampilkan hasil probabilitas 99.86% dari proses training. Apabila ingin mengetahui jenis lainnya pengguna hanya perlu memilih gambar lain dengan menekan tombol pilih gambar kemudian sistem akan memprediksi termasuk ke dalam jenis kelas apakah ikan tuna yang diuji.

e. Menu Bantuan Aplikasi



Gambar 11. Menu Bantuan Aplikasi

merupakan menu bantuan aplikasi dalam men ini terdapat penjelasan cara kerja aplikasi dengan penjelasan cara penggunaan aplikasi.



f. Menu Tentang Aplikasi

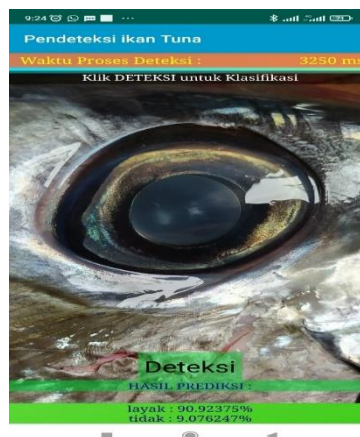


Gambar 12. Menu Tentang Aplikasi

merupakan menu Tentang Aplikasi dimana dalam tampilan ini menjelaskan deskripsi dari aplikasi seperti penggunaan metode dengan model modifikasi serta penjelasan pengimplementasian dalam bentuk perangkat android

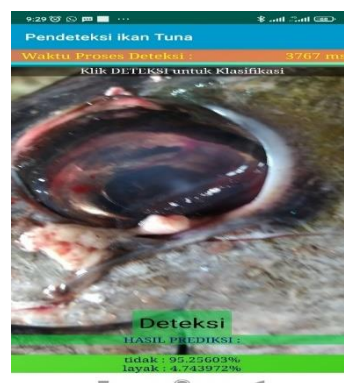
### 3. Pengujian Aplikasi dengan menggunakan Perangkat Android

Tahap ini akan dilakukan pengujian terhadap data dan sistem untuk mengetahui kemampuan sistem yang dibangun dalam mendeteksi objek mata ikan tuna layak ekspor dan tidak layak ekspor. Berikut contoh pendeteksian objek oleh system.



Gambar 13. Deteksi objek mata ikan tuna layak ekspor

Pada gambar 13 dapat dilihat bahwa sistem dapat mendeteksi mata ikan tuna layak ekspor dengan hasil prediksi layak dengan nilai akurasi 90.92%.



Gambar 14. Deteksi objek mata ikan tuna tidak layak ekspor



Pada gambar 14 dapat dilihat bahwa sistem dapat mendeteksi mata ikan tuna tidak layak ekspor dengan hasil prediksi tidaklayak dengan nilai akurasi 95.25%.

Pengujian secara realtime dilakukan dengan objek uji sebanyak 55, dengan rincian 30 sampel tuna layak ekspor dan 25 sampel tuna tidak layak ekspor (rincian sampel uji tertera pada lampiran ). Adapun hasil pengujian akurasi sistem menggunakan confusion matrix yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. confusion matrix hasil pengujian

	Prediksi		Total
	Layak	Tidak Layak	
Aktual Layak	27	3	30
Aktual Tidak Layak	7	18	25

$$\text{Akurasi} = \frac{27+18}{27+7+3+18} = 0.819$$

$$\text{Presisi} = \frac{27}{27+7} = 0.794$$

$$\text{Recall} = \frac{27}{27+3} = 0.9$$

Berdasarkan hasil evaluasi data test menggunakan tabel confusion matrix, diperoleh nilai akurasi sebesar 81.9%, nilai precision sebesar 79.4%, dan untuk nilai recall sebesar 90%.

### SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan Hasil Penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti telah dapat dilakukan klasifikasi ikan tuna layak ekspor menggunakan model convoluiton neural network dengan model yang digunakan adalah arsitektur Visual Geometry Group 16 (VGG-16) Berdasarkan hasil evaluasi data test menggunakan tabel confusion matrix, diperoleh nilai akurasi sebesar 81.9%, nilai precision sebesar 79.4%, dan untuk nilai recall sebesar 90%. Untuk penelitian selanjutnya penulis menyarankan dengan menambah jumlah inputan data training atau dataset karena jumlah data training atau dataset memberi kontribusi untuk mempengaruhi hasil akurasi dan Untuk penelitian lebih lanjut dapat menggunakan beberapa variasi algoritma CNN lainnya sehingga menghasilkan akurasi yang lebih baik lagi seperti membandingkan VGG -16 dengan VGG-19.

### DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. J., Sardjono, M. W., Cahyanti, M., & Swedia, E. R. (2020). Perancangan Aplikasi Mobile Untuk Klasifikasi Sayuran Menggunakan Deep Learning Convolutional Neural Network. *Sebatik*, 24(2), 300–306. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v24i2.1134>



- Giarsyani, N. (2020). Komparasi Algoritma Machine Learning dan Deep Learning untuk Named Entity Recognition : Studi Kasus Data Kebencanaan. *Indonesian Journal of Applied Informatics*, 4(2), 138. <https://doi.org/10.20961/ijai.v4i2.41317>
- Lamasgi, Z. Y., Serwin, Lasena, Y., & Husdi. (2022). *Identifikasi Tingkat Kesegaran Ikan Tuna. 2021*, 1–76.
- Moolayil, J. (2018). Learn Keras for Deep Neural Networks: A Fast-Track Approach to Modern Deep Learning with Python. In *Learn Keras for Deep Neural Networks: A Fast-Track Approach to Modern Deep Learning with Python*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4240-7>
- Nabusa, Y. N. (2019). Pengolahan Citra Digital Perbandingan Metode Histogram Equalization Dan Spesification Pada Citra Abu-Abu. *J-Icon*, 7(1), 87–95.
- Normawati, D., & Prayogi, S. A. (2021). Implementasi Naïve Bayes Classifier Dan Confusion Matrix Pada Analisis Sentimen Berbasis Teks Pada Twitter. *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, 5(2), 697–711.
- Nugroho, P. A., Fenriana, I., & Arijanto, R. (2020). Implementasi Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network ( Cnn ) Pada Ekspresi Manusia. *Algor*, 2(1), 12–21.
- Pravitasari, A. A., Iriawan, N., Almuahyar, M., Azmi, T., Irhamah, Fithriasari, K., Purnami, S. W., & Ferriastuti, W. (2020). UNet-VGG16 with transfer learning for MRI-based brain tumor segmentation. *Telkonnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 18(3), 1310–1318. <https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.v18i3.14753>
- Ramadhan, M., Mulyana, D. I., & Yel, M. B. (2022). Optimasi Algoritma CNN Menggunakan Metode Transfer Learning Untuk Klasifikasi Citra X-Ray Paru-Paru Pneumonia dan Non-Pneumonia. *Jurnal Teknik Informatika Kaputama (JTIK)*, 6(2), 670–6679. <http://jurnal.kaputama.ac.id/index.php/JTIK/article/view/883>
- Rismiyati, R., & Luthfiarta, A. (2021). VGG16 Transfer Learning Architecture for Salak Fruit Quality Classification. *Telematika*, 18(1), 37. <https://doi.org/10.31315/telematika.v18i1.4025>
- Shilvina Widi. (2022). *Indonesia Produksi Ikan Tuna Sebanyak 358.626 Ton pada 2021*. Dataindonesia.Id. <https://dataindonesia.id/agribisnis-kehutanan/detail/indonesia-produksi-ikan-tuna-sebanyak-358626-ton-pada-2021>
- Winiarti, S., Indikawati, F. I., Oktaviana, A., & Yuliansyah, H. (2020). Consumable Fish Classification Using k-Nearest Neighbor. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 821(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/821/1/012039>