

Deteksi Tingkat Kesegaran Ikan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network Dengan Parameter Mata dan Warna Insang

Michael Christiawan, Leo Willyanto Santoso, Djeni Haryadi Setiabudi
Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto 121 – 131 Surabaya 60236
Telp. (031) – 2983455, Fax. (031) – 8417658

E-Mail: michaelchris1234@gmail.com, leow@petra.ac.id, djonihs@petra.ac.id

ABSTRAK

Indonesia punya hasil laut yang sangat melimpah. Badan Pusat Statistik mencatat di tahun 2017 total produksi ikan budidaya di Indonesia yaitu 16.114.991 ton [2] dan total produksi ikan tangkap mencapai 7.361.116 ton di tahun 2018 [3]. Namun terkadang ketika sampai di tangan konsumen, ikan sudah menurun tingkat kesegarannya. Jadi dibutuhkan alat atau aplikasi untuk mengetahui tingkat kesegaran ikan agar konsumen bisa merasakan manfaat ikan segar. Penelitian Navotas, et al. [6], menggunakan *Artificial Neural Network* untuk menentukan tingkat kesegaran 3 jenis ikan. Akurasi lebih dari 90%. Tetapi peneliti menggunakan alat bantu untuk mengambil gambar insang dan mata ikan. Selain itu, peneliti juga tidak mendeteksi jenis ikan apa yang dideteksi tingkat kesegarannya.

Dalam skripsi ini, metode yang digunakan adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk klasifikasi 4 jenis ikan dan tingkat kesegarannya. Lalu model Detectron2 digunakan untuk mendeteksi posisi mata. Dan untuk mendeteksi posisi insang digunakan masking. Gambar yang digunakan adalah hasil foto kamera *smartphone*.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa model CNN sudah bisa membedakan mata ikan segar dan tidak segar tetapi untuk ikan kerapu model masih salah dalam mendeteksi, sehingga akurasi 75%. Lalu untuk insang, model juga kadang salah mendeteksi tingkat kesegarannya disebabkan karena perbedaan insang segar, cukup segar, dan tidak segar memang sedikit. Akurasi model dalam mendeteksi tingkat kesegaran insang adalah 25%.

Kata Kunci: *Convolutional Neural Network*, deteksi, kesegaran ikan

ABSTRACT

The sea resources of Indonesia are very abundant. According to Indonesia Central Bureau of Statistics, in 2017, there are 16.114.991 tons of farmed fish production [2] and 7.361.116 tons of catch fish production in 2018 [3]. But sometimes when it's already delivered, the freshness level is already decreasing, so we need a tool or an app to determine the level of fish freshness. Navotas, et al. [6] research use Artificial Neural Network to determine the fish freshness from 3 kind of fish. They got more than 90% accuracy. But they use a tool to take fish eye and gill picture. They also not classifying what kind of fish that is being detected.

In this research, Convolutional Neural Network (CNN) is used for fish and freshness classification from 4 kind of fish. Detectron2

model is used to detect the fish eye position. Masking is used for detecting the gill. The picture taken with smartphone camera only.

The CNN model is already succeed in classifying the fresh and stale fish eye, except for the grouper fish, so the accuracy is 75%. But the CNN model isn't good enough to classify the fresh and stale gills, because there is only a slight difference between the fresh, quite fresh, and stale gills. The accuracy for gill freshness model is 25%.

Keywords: *Convolutional Neural Network, detection, fish freshness*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim terbesar di dunia. Dengan 17504 pulau dan luas total perairan 6.400.000 km² [8] tentu hasil laut Indonesia sangat berlimpah. Menurut Badan Pusat Statistik, total produksi ikan tangkap di Indonesia tahun 2018 mencapai 7.361.116 ton [3] dan total produksi ikan budidaya mencapai 16.114.991 ton di tahun 2017 [2]. Ikan yang baik adalah ikan yang masih segar, sehingga ketika dikonsumsi dapat memberikan kandungan protein tinggi yang dibutuhkan oleh tubuh manusia. Penanganan dan sanitasi yang baik sangat diperlukan untuk tetap menjaga kesegaran ikan, makin lama berada di udara terbuka maka makin menurun kesegarannya. Banyak masyarakat yang tidak mengetahui dan tidak dapat memilih ikan mana yang masih segar, sehingga dibutuhkan suatu aplikasi yang memudahkan masyarakat mengetahui tingkat dan kualitas kesegaran ikan.

Mengutip dari Kompas, ada 9 ciri-ciri yang bisa dilihat untuk mengetahui tingkat kesegaran ikan, yaitu: kenampakan, warna mata, bau, sisik, warna insang, dubur, tekstur daging, dan tubuh [8]. Dari ciri-ciri tersebut yang paling mudah untuk dilihat adalah warna mata dan insang. Jika warna mata bening dan masih menonjol maka ikan tersebut masih segar. Kemudian, jika insang masih berwarna merah cerah maka ikan tersebut dapat dikatakan masih segar.

Di Indonesia, penelitian untuk deteksi kesegaran ikan sudah pernah dilakukan. Hasil akurasi juga tinggi. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Prayogi, Wibisono, & Abror [13] tentang deteksi kesegaran ikan bandeng berbasis pengolahan citra digital. Penelitian ini menggunakan mata ikan bandeng sebagai indikator kesegarannya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Support Vector Machine* (SVM). Hasilnya sangat memuaskan, dari 3 macam *K-Fold Validation* yang digunakan, rata-rata akurasi mencapai 98,2%. Ada juga penelitian yang dilakukan oleh Sarimin, et al., [9] tentang implementasi HSV dan GLCM untuk deteksi kesegaran ikan bawal menggunakan *Radial Basis*

Function berbasis Android. Penelitian ini juga menggunakan mata ikan bawal untuk dijadikan indikator kesegaran. Hasil dari penelitian ini menunjukkan tingkat akurasi sebesar 50%. Selain itu, penelitian tentang aplikasi penentuan tingkat kesegaran ikan selar berbasis citra digital dengan metode kuadrat terkecil yang dilakukan oleh Bee, Weku, & Rindengan [10] menunjukkan akurasi dari pengujian 150 gambar mencapai 83,333%. Namun untuk melakukan pengujian, peneliti harus memotong gambar ikan secara manual lalu mengubahnya ke format .png. Dari ketiga penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa metode-metode yang ada hanya bisa diimplementasikan di 1 jenis ikan saja dan hanya melihat mata ikan untuk menentukan tingkat kesegarannya. Namun ada juga penelitian yang dilakukan oleh Navotas, et al., [6] tentang *Fish Identification And Freshness Classification Through Image Processing Using Artificial Neural Network* yang bisa menentukan tingkat kesegaran ikan dari 3 jenis ikan yang berbeda. Parameter yang dijadikan dasar dalam penelitian ini ada 2, yaitu mata dan warna insang. Tingkat akurasinya juga tinggi, untuk ikan jenis *milkfish* saja peneliti bisa mendapatkan akurasi sebesar 90%. Akurasi untuk jenis ikan lainnya juga lebih dari 90%. Namun dalam penelitian ini, proses pengambilan gambarnya dibantu dengan alat yang bisa langsung mengambil gambar mata dan insang ikan. Hal ini dirasa kurang efektif, karena harus membawa alat itu ketika akan membeli ikan dan kita ingin tahu tingkat kesegarannya. Selain itu hanya ada 3 jenis ikan yang bisa dideteksi. Maka dari itu, dalam skripsi ini akan dibahas mengenai deteksi kesegaran ikan dengan melihat 2 bagian ikan, yaitu insang dan matanya, yang diambil gambarnya secara langsung menggunakan kamera *smartphone*, tanpa alat bantuan lain. Dan ada 4 jenis ikan yang akan dideteksi tingkat kesegarannya, yaitu bandeng, gurame, kerapu, dan nila. Sebelum dideteksi tingkat kesegarannya, akan dilakukan juga proses klasifikasi untuk menentukan jenis ikannya.

2. TINJAUAN STUDI

Pada penelitian yang dilakukan Prayogi, Wibisono, & Abror [13] menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) kernel RBF dengan nilai parameter γ 0,1, lalu $error$ 0,1 dan $degree$ sebesar 1. Selain itu untuk menentukan apakah warna mata ikan bandeng sudah merah dilakukan ekstrak *channel* warna *red* pada sistem warna RGB di foto ikan tersebut. Hasil dari penelitian ini menunjukkan rata-rata akurasi sebesar 98,2% untuk 3 pengujian dengan *K-Fold* yang berbeda-beda. Semakin tinggi *K-Fold* yang digunakan semakin tinggi pula akurasinya. Beberapa citra bandeng yang salah deteksi disebabkan karena pencahayaan dan tidak adanya pendarahan di daerah mata atau kepala.

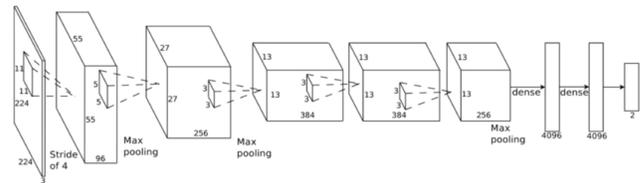
Penelitian yang dilakukan Sarimin, et al., [9] menggunakan metode *Hue Saturation Value* (HSV) dan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) untuk *feature extraction*, metode *K-Means* untuk pengelompokan, dan salah satu metode Jaringan Saraf Tiruan (JST) yaitu *Radial Basis Function* (RBF) untuk pengenalan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan tingkat akurasi sebesar 50% dari 12 percobaan. Hal ini disebabkan karena pencahayaan dalam foto tidak tetap [9].

Pada penelitian yang dilakukan Bee, Weku, & Rindengan [4] menggunakan metode regresi dengan kuadrat terkecil. Hasil dari penelitian ini menunjukkan tingkat akurasi dari pengujian 150 gambar mencapai 83,333% [4]. Namun, untuk melakukan pengujian, peneliti harus memotong gambar mata ikan secara manual lalu mengubahnya ke format .png. Ada 4 *output* yang

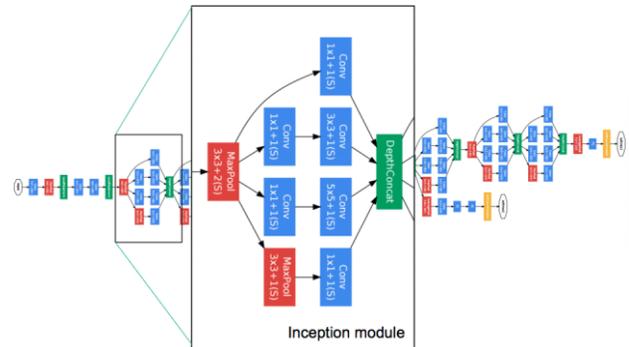
dihasilkan oleh aplikasi, yaitu nilai *Y*, persentase ketidaksegaran ikan, tingkat kesegaran ikan, dan berapa lama ikan itu mati.

3. METODOLOGI

3.1 Convolutional Neural Network



Gambar 1. Arsitektur AlexNet



Gambar 2. Arsitektur GoogLeNet / Inception

Convolutional Neural Network (CNN) adalah salah satu jenis *Artificial Neural Network* yang sering digunakan untuk *image processing*. CNN terdiri dari *neuron* yang memiliki *weight*, *bias*, dan *activation function*, CNN terbagi atas *feature extraction layer* dan *fully-connected layer* [1]. Hal yang membuat CNN sering digunakan untuk masalah-masalah *image processing* terlihat dengan adanya kompetisi *ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge* (ILSVRC) [10]. Salah satu model CNN yang sering dipakai dan mempunyai akurasi tinggi adalah AlexNet seperti Gambar 1. Model AlexNet memiliki *error rate* 15,3% dibanding model tradisional yang memiliki *error rate* 26,2% [11]. Tapi seiring berkembangnya waktu, model AlexNet ini perlahan-lahan mulai tergantikan dengan arsitektur baru seperti GoogLeNet / Inception seperti Gambar 2. Model ini mempunyai *error rate* 6,67% saja, jauh lebih baik dibandingkan model AlexNet.

3.2 Kesegaran Ikan

Mengutip dari Kompas, ada 9 ciri ikan segar yaitu: kenampakan, warna mata, bau, sisik, warna insang, dubur, tekstur daging, dan tubuh [7]. Kenampakan ikan segar yaitu cerah, terang, tidak berlendir, dan masih mengkilat. Warna mata ikan segar masih cerah, tidak berlendir, dan masih menonjol keluar. Bau ikan segar tidak menyengat, tidak asam, dan tidak busuk. Sisik ikan segar tampak cerah dan melekat kuat jika dipegang. Mulut ikan segar masih terkatup. Dubur ikan segar masih berwarna merah jambu dan pucat. Jika ditekan, daging ikan segar masih kenyal dan dalam kondisi lentur. Dan apabila ikan segar dimasukkan ke dalam air akan tenggelam sedangkan ikan yang tidak segar akan terapung.

3.3 Detectron2

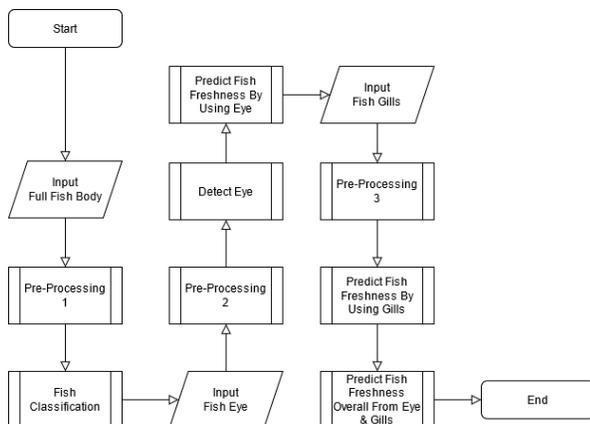
Detectron2 adalah salah satu *library Artificial Intelligence* dalam Python yang berbasis PyTorch. Sejak pertama kali dirilis pada tahun 2018, Detectron2 menjadi salah satu *project* Facebook AI Research (FAIR) yang banyak digunakan untuk *object detection*

[5]. Dalam skripsi ini, Detectron2 digunakan untuk mendeteksi posisi mata ikan kemudian mata ikan tersebut akan di-*crop* untuk dideteksi tingkat kesegarannya.

3.4 Masking

Masking adalah proses menyembunyikan atau menutupi suatu objek dengan objek lain, sehingga objek yang menutupi terlihat transparan dan menyatu dengan objek yang ditutupi [12]. Dalam skripsi ini, *masking* dilakukan untuk mengambil daerah insang ikan. *Masking* dilakukan dengan cara mencari daerah dengan *range* warna tertentu kemudian dilakukan proses *bitwise and* untuk menggabungkan hasil *masking* dengan gambar aslinya. Tetapi, karena warna insang tiap jenis ikan berbeda-beda, sebelumnya akan dilakukan kalibrasi terlebih dahulu menggunakan *trackbar* dalam OpenCV, sehingga *range value* yang digunakan bisa cocok dengan jenis ikan yang akan dideteksi insangnya.

3.5 Desain Sistem



Gambar 3. Flowchart Alur Sistem

Pre-processing 1

Tahap *pre-processing 1* bertujuan untuk membuat bahan *training* model CNN agar bisa mendeteksi jenis ikan. Seperti pada Gambar 3, setelah mendapat *input* gambar tubuh ikan secara keseluruhan, pertama-tama dilakukan *resize* gambar sehingga ukurannya menjadi 200 x 200 *pixels* tanpa mengubah *aspect ratio* asli dari gambar tersebut. Sisa *space* dari gambar yang sudah di-*resize* akan diberi warna hitam. Kemudian, gambar yang melewati tahap *resize* ini akan diubah menjadi *array* dan dimasukkan ke *array* yang sesuai dengan jenis ikannya. Setelah itu *array* dari semua jenis ikan akan digabung dalam 1 *array* dan *array* tersebut akan di-*scale* dengan cara dibagi dengan 255. *Array* ini akan dijadikan bahan *training* untuk model CNN.

Fish Classification

Seperti yang sudah dijelaskan pada tahap *pre-processing 1*, *array* gabungan akan dijadikan bahan *training* untuk model CNN supaya bisa mengklasifikasikan jenis ikan. Selain *array* gabungan tersebut, akan dibuat juga *array* yang menunjukkan kategori ikan tersebut dari *array* gambar jenis ikan yang sebelumnya sudah dibuat sesuai jenisnya. *Array* 1,0,0,0 menunjukkan kategori ikan bandeng, *array* 0,1,0,0 menunjukkan kategori ikan gurame, dan seterusnya. Kemudian *array* tersebut juga akan digabung menjadi 1 *array*. Tabel 1 adalah arsitektur dari model CNN yang digunakan untuk mendeteksi jenis ikan.

Tabel 1. Model CNN Untuk *Fish Classification*

Type	Filters	Size	Output
Conv2D (1)	16	3x3	198x198
MaxPooling2D (1)	-	2x2	99x99
Dropout (1)	-	0.2	99x99
Conv2D (2)	32	3x3	97x97
MaxPooling2D (2)	-	2x2	48x48
Dropout (2)	-	0.2	48x48
<i>Flatten</i>			
Dense (1)	-	1024	-
Dropout	-	0.2	-
Dense (2)	-	512	-
Dropout	-	0.2	-
Dense (3)	-	4	-

Pre-processing 2

Tahap *pre-processing 2* bertujuan untuk membuat bahan *training* bagi Detectron2 agar bisa mendeteksi mata ikan. Setelah mendapat *input* gambar *close-up* mata ikan, pertama-tama dilakukan proses *resize* gambar menjadi 1000 x 1000 *pixels* tanpa mengubah *aspect ratio* asli gambar sehingga gambar tidak terdistorsi. Gambar di-*resize* dengan ukuran cukup besar agar ketika sudah berhasil dideteksi matanya, kemudian mata itu di-*crop*, gambar matanya tidak menjadi *pixelated* / *blur*. Kemudian akan dilakukan proses *labeling* menggunakan *software* LabelImg dengan cara memberi *bounding box* pada mata ikan dari gambar yang sudah di-*resize*. Hasil *labeling* menggunakan LabelImg ini berupa *file XML* yang berisi nama *file*, lebar dan tinggi gambar, nama *class*, dan koordinat *bounding box* yang terdiri dari *xmin*, *ymin*, *xmax*, dan *ymax*. Karena tiap gambar menghasilkan 1 *file XML*, maka *file XML* akan diubah menjadi *file CSV* yang berisi semua rincian dari *file XML* tersebut. *File CSV* ini akan digunakan sebagai bahan *training* untuk Detectron2 yang berperan sebagai *object detector* untuk mata ikan.

Detect Eye

Untuk mendeteksi mata ikan, dilakukan dengan Detectron2. Pertama-tama *file CSV* dari hasil *pre-processing 2* akan diubah menjadi format *DatasetCatalog* agar dapat dikenali oleh Detectron2, kemudian barulah dilakukan *training*. Untuk modelnya menggunakan *pre-trained models* yang sudah disediakan oleh Detectron2 yaitu model *zoo* menggunakan konfigurasi *faster_rcnn_R_101_FPN_3x*. Model ini akan di-*tuning* menggunakan *dataset* dari tahap *pre-processing 2* yang sudah diubah menjadi format *DatasetCatalog*. Model yang sudah di-*training* akan digunakan untuk membuat *dataset*. Semua gambar *close-up* mata ikan akan dimasukkan ke dalam model Detectron2 untuk dideteksi posisi matanya. Kemudian, apabila berhasil terdeteksi, posisi mata tersebut akan di-*crop* berdasarkan *bounding box*-nya. Hasil *crop* inilah yang akan digunakan sebagai *dataset training* untuk deteksi tingkat kesegaran mata.

Predict Fish Freshness By Using Eye

Dataset untuk gambar *close-up* mata ikan akan dimasukkan ke model Detectron2 untuk dideteksi matanya (*inference*). Setelah berhasil dideteksi matanya, *bouding box* dari mata tersebut akan di-*crop* dan di-*resize* menjadi 200 x 200 *pixels* tanpa mengubah *aspect ratio* asli gambar sehingga gambar tidak terdistorsi. Gambar ini akan dikelompokkan menjadi 3 kategori, yaitu segar, cukup segar, dan tidak segar. Untuk kategori segar, gambar yang dipakai adalah gambar mata ikan dari pertama kali diambil hingga 2 jam setelah ikan mati. Untuk kategori cukup segar, gambar yang dipakai adalah gambar mata ikan 3 jam hingga 5 jam setelah mati. Dan untuk kategori tidak segar, gambar yang dipakai adalah gambar mata ikan 6 jam hingga hari kedua setelah mati. Kategori ini nantinya akan diberi nilai 0-2 mulai dari yang tidak segar hingga yang segar. Setelah dikelompokkan, gambar akan diubah menjadi *array* dan dimasukkan ke *array* yang sesuai dengan kategori tingkat kesegarannya. Setelah itu *array* dari semua kategori tingkat kesegaran akan digabung dalam 1 *array* dan *array* tersebut akan di-*scale* dengan cara dibagi dengan 255. *Array* ini akan dijadikan bahan *training* untuk model CNN. Dibuat juga *array* yang menunjukkan tingkat kesegaran ikan dari *array* yang sebelumnya sudah dibuat. *Array* 1,0,0 menunjukkan kategori segar, *array* 0,1,0 menunjukkan kategori cukup segar, dan *array* 0,0,1 untuk kategori tidak segar. Kemudian *array* tersebut juga akan digabung menjadi 1 *array*. Untuk model CNN yang digunakan, strukturnya sama dengan model CNN yang digunakan untuk klasifikasi jenis ikan.

Pre-processing 3

Gambar *close-up* insang ikan, pertama-tama diberi *Gaussian Blur* dengan *kernel size* 3 x 3. Tujuan gambar diberi *Gaussian Blur* adalah untuk mengurangi *noise*. Lalu *color space* gambarnya akan diubah menjadi HSV. Setelah diubah menjadi HSV, akan dicari daerah dengan *range* merah pada HSV. Karena *range* merah insang tiap-tiap ikan berbeda, sebelumnya dilakukan proses kalibrasi / penyesuaian untuk *range* merah ikan tersebut menggunakan *trackbar* yang berisi batas atas dan bawah untuk masing-masing *channel* HSV. *Value* dari masing-masing *trackbar* itulah yang kemudian menjadi *range* untuk proses *masking*. Kemudian, proses *masking* dilakukan menggunakan *bitwise and* antara hasil daerah *range* merah dan gambar aslinya. Tabel 2 menunjukkan *range value* untuk *masking* tiap jenis ikan.

Tabel 2. Range Value Untuk Masking Tiap Jenis Ikan

No	Jenis Ikan	Hue	Saturation	Value
1	Bandeng	130 - 179	55 - 255	0 - 255
2	Gurame	118 - 179	84 - 255	0 - 255
3	Kerapu	136 - 179	87 - 255	0 - 255
4	Nila	113 - 179	76 - 255	0 - 255

Predict Fish Freshness By Using Gills

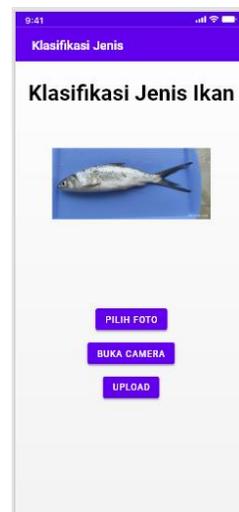
Dataset insang akan di-*masking* satu persatu seperti pada tahap *pre-processing* 3. Lalu akan disimpan dengan format .png. Gambar *masking* ini akan dikelompokkan menjadi 3 kategori, yaitu segar, cukup segar, dan tidak segar. Sama seperti proses *predict fish freshness by using eye*, untuk kategori segar, gambar yang dipakai adalah gambar insang ikan dari pertama kali diambil hingga 2 jam setelah ikan mati. Untuk kategori cukup segar,

gambar yang dipakai adalah gambar insang ikan 3 jam hingga 5 jam setelah mati. Dan untuk kategori tidak segar, gambar yang dipakai adalah gambar insang ikan 6 jam setelah mati. Data untuk insang ikan di hari kedua tidak dipakai karena ikan sudah dimasukkan *freezer* dan warna insangnya berubah karena air. Data yang sudah dikelompokkan juga akan diubah menjadi *array* seperti pada proses *predict fish freshness by using eye*. Proses selanjutnya sama dengan proses *predict fish freshness by using eye*, hanya berbeda *dataset* saja.

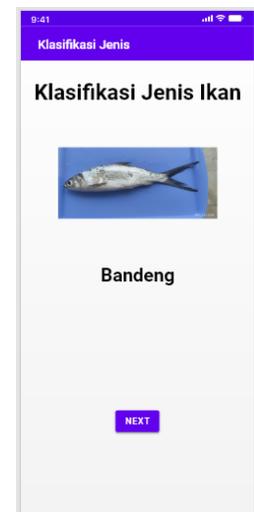
Predict Fish Freshness Overall From Eye & Gills

Tiap kategori tingkat kesegaran akan diberi nilai tertentu. Kategori segar bernilai 2, cukup segar bernilai 1, dan tidak segar bernilai 0. Jadi nilai maksimum jika mata dan insang segar adalah 4. Nilai tingkat kesegaran mata dan insang akan dijumlah kemudian dibagi dengan skor maksimum yaitu 4 lalu dikali dengan 100 untuk menentukan persentase tingkat kesegaran ikan secara keseluruhan.

3.6 User Interface



Gambar 4. Halaman Pertama Aplikasi



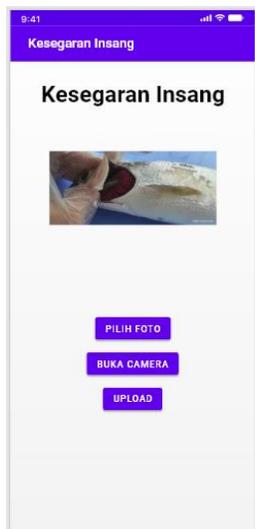
Gambar 5. Hasil Klasifikasi Jenis



Gambar 6. Halaman Kedua Aplikasi



Gambar 7. Hasil Klasifikasi Tingkat Kesegaran Mata



Gambar 8. Halaman Ketiga Aplikasi



Gambar 9. Hasil Klasifikasi Tingkat Kesegaran Insang



Gambar 10. Halaman Keempat Aplikasi

Aplikasi yang dibuat memiliki 4 halaman. Di halaman pertama seperti pada Gambar 4, *user* diminta untuk memasukkan gambar tubuh ikan secara keseluruhan untuk dideteksi jenisnya. *User* bisa memilih foto dari galeri atau membuka kamera untuk memasukkan gambar tubuh ikan. Kemudian *user* bisa menekan tombol 'Upload' untuk memproses gambar tersebut. Setelah itu pada Gambar 5, *user* bisa mengetahui jenis ikan dari gambar yang sudah di-upload lalu *user* bisa menekan tombol 'Next' untuk mengetahui tingkat kesegaran ikan berdasarkan matanya. Gambar 6 menunjukkan halaman kedua. Sama seperti halaman pertama, *user* juga bisa memilih foto dari galeri atau membuka kamera untuk memasukkan gambar *close-up* mata ikan lalu menekan tombol 'Upload' untuk memproses gambar tersebut. Seperti pada Gambar 7 *user* bisa melihat hasil untuk tingkat kesegaran ikan berdasarkan matanya. Lalu *user* bisa menekan tombol 'Next' untuk mengetahui tingkat kesegaran ikan berdasarkan insangnya. Gambar 8 menunjukkan halaman ketiga. *User* bisa memilih foto dari galeri atau membuka kamera untuk memasukkan gambar *close-up* insang ikan lalu menekan tombol 'Upload' untuk memproses gambar tersebut. Lalu pada Gambar 9 *user* bisa

melihat tingkat kesegaran ikan berdasarkan insangnya. Lalu *user* bisa menekan tombol 'Next' untuk mengetahui tingkat kesegaran ikan secara keseluruhan. Pada Gambar 10, ada informasi mengenai jenis ikan, tingkat kesegaran berdasarkan mata dan insangnya, serta tingkat kesegaran ikan tersebut secara keseluruhan.

4. PENGUJIAN

Pengujian aplikasi dilakukan secara keseluruhan, mulai dari pengujian deteksi jenis ikan hingga deteksi tingkat kesegaran berdasarkan matanya dan insangnya. Untuk akurasi, hasilnya akan dibandingkan dengan penglihatan manusia secara *manual* (*sensory evaluation*). Data yang digunakan untuk pengujian adalah data baru yang diambil fotonya secara langsung di *supermarket* menggunakan kamera *smartphone*, maupun data lain yang tidak digunakan sebagai bahan *training*.

4.1 Pengujian Klasifikasi Jenis Ikan

Ada 20 gambar ikan yang termasuk dalam jenis ikan bandeng, gurame, kerapu, ataupun nila yang dijadikan pengujian. Dari 20 gambar, ada 2 gambar ikan yang salah dideteksi jenisnya. Jadi akurasi keseluruhannya 90%. *Confusion matrix* untuk pengujian klasifikasi jenis ikan bisa dilihat pada Gambar 11. Dari *confusion matrix* tersebut, *precision* secara keseluruhan adalah 0.9. Untuk *recall* secara keseluruhan bernilai 0.928571. Dan untuk *F1-Score* secara keseluruhan adalah 0.914063.

		Prediksi				
		Bandeng	Gurame	Kerapu	Nila	
Aktual	Bandeng	5	0	0	0	Precision = 0.9 Recall = 0.928571 F1-Score = 0.914063
	Gurame	0	5	0	0	
	Kerapu	0	1	4	0	
	Nila	0	1	0	4	

Gambar 11. *Confusion Matrix* Untuk Pengujian Klasifikasi Jenis Ikan

4.2 Pengujian Deteksi Tingkat Kesegaran Mata

Ada 2 gambar *close-up* mata ikan dari masing-masing jenis ikan untuk diuji tingkat kesegarannya. Hasil deteksi tingkat kesegaran dari aplikasi akan dibandingkan dengan deteksi tingkat kesegaran mata ikan secara *manual* (*sensory evaluation*). Dari hasil pengujian, menunjukkan bahwa model sudah bisa mendeteksi tingkat kesegaran mata ikan dengan benar, kecuali untuk ikan kerapu. Hal ini disebabkan karena warna mata ikan kerapu segar dan tidak segar sama hitamnya. Gambar 12 menunjukkan *confusion matrix* untuk pengujian tingkat kesegaran mata dari model yang sesuai dengan jenis ikan. Dari *confusion matrix* tersebut, *precision* secara keseluruhan adalah 0.833333. Untuk *recall* secara keseluruhan bernilai 0.866667. Dan untuk *F1-Score* secara keseluruhan adalah 0.849673. Model CNN yang digunakan adalah model CNN yang di-*training* sesuai jenisnya. Jadi hasil klasifikasi jenis ikan, akan digunakan sebagai penentu untuk model mana yang harus dipakai. Total ada 4 model CNN untuk deteksi tingkat kesegaran mata, yaitu model untuk bandeng, gurame, kerapu, dan nila.

		Prediksi			Precision	Recall	F1-Score
		Segar	Cukup Segar	Tidak Segar			
Aktual	Segar	2	0	2	0.833333	0.866667	0.849673
	Cukup Segar	0	1	0			
	Tidak Segar	0	0	3			

Gambar 12. Confusion Matrix Pengujian Tingkat Kesegaran Mata Model Sesuai Jenis Ikan

4.3 Pengujian Deteksi Tingkat Kesegaran Insang

Ada 2 gambar *close-up* insang ikan dari masing-masing jenis ikan untuk diuji tingkat kesegarannya. Hasil deteksi tingkat kesegaran dari aplikasi akan dibandingkan dengan deteksi tingkat kesegaran ikan secara *manual* (*sensory evaluation*). Beberapa gambar sudah berhasil dideteksi dengan benar tingkat kesegarannya. Tetapi ada beberapa yang salah dideteksi oleh aplikasi dengan perbedaan 1 tingkat kesegaran. Hal ini disebabkan karena warna insang ikan segar, cukup segar, dan tidak segar, perbedaannya sedikit. Selain itu, faktor pencahayaan juga memengaruhi warna insang ikan, jadi model salah dalam mendeteksi. Gambar 13 menunjukkan *confusion matrix* untuk pengujian tingkat kesegaran insang dari model yang sesuai dengan jenis ikan. Dari *confusion matrix* tersebut, *precision* secara keseluruhan adalah 0.4. Untuk *recall* secara keseluruhan bernilai 0.33. Dan untuk *F1-Score* secara keseluruhan adalah 0.36.

		Prediksi			Precision	Recall	F1-Score
		Segar	Cukup Segar	Tidak Segar			
Aktual	Segar	1	4	0	0.4	0.333333	0.363636
	Cukup Segar	1	0	1			
	Tidak Segar	0	0	1			

Gambar 13. Confusion Matrix Pengujian Tingkat Kesegaran Insang Model Sesuai Jenis Ikan

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pengamatan dan pengujian pada sistem dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- Berdasarkan hasil pengujian, model CNN yang telah dibuat sudah bisa membedakan jenis ikan. Total ada 20 gambar untuk pengujian. Tingkat akurasi model CNN dalam mendeteksi jenis adalah 90% karena dari 20 gambar, ada 2 gambar ikan yang salah dideteksi jenisnya.
- Model sudah bisa mendeteksi tingkat kesegaran mata ikan dengan benar, kecuali untuk model kerapu ada yang masih salah deteksi tingkat kesegaran matanya, karena warna matanya sama-sama hitam untuk kerapu segar, cukup segar, dan tidak segar.
- Dalam mendeteksi tingkat kesegaran insang, terkadang model masih salah dalam mendeteksi, disebabkan karena perbedaan insang ikan segar, cukup segar, dan tidak segar memang sedikit. Namun jika diberi toleransi kesalahan satu tingkat, misalnya ikan yang seharusnya segar dikatakan cukup segar, dapat ditarik kesimpulan bahwa model CNN sudah cukup baik dalam mendeteksi tingkat kesegaran insang ikan. Sebab berdasarkan hasil pengujian,

perbandingan antara hasil deteksi aplikasi dan deteksi *manual*, perbedaannya hanya satu tingkat.

- Tingkat pencahayaan juga mempengaruhi hasil deteksi tingkat kesegaran ikan, seperti yang terjadi pada insang kerapu yang warnanya menjadi cenderung merah muda karena cahaya. Hal ini menyebabkan hasil deteksi menjadi kurang sesuai.
- Ternyata, *epoch* terakhir tidak selalu menghasilkan akurasi tertinggi dan *loss* terendah. Di beberapa model juga ada yang akurasi tertingginya berada di *epoch* tertentu tetapi *loss* terendahnya berada di *epoch* yang lain.
- *Learning rate default* dari Adam *optimizer*, yaitu 0.001 juga sudah cukup menghasilkan akurasi dan *loss* yang bagus.

Dengan kesimpulan di atas, ada beberapa hal yang dijadikan sebagai saran dalam penelitian selanjutnya antara lain:

- Penambahan jenis ikan yang bisa dideteksi tingkat kesegarannya.
- Memperbanyak *dataset*, baik *dataset* untuk deteksi jenis ikan maupun *dataset* tingkat kesegaran ikan berdasarkan mata dan insangnya.
- Cara untuk deteksi posisi insang sebaiknya diubah, karena apabila ada daerah dalam gambar insang ikan yang juga berwarna merah, maka *masking* juga akan memasukkan daerah tersebut sebagai insang. Cara lain yang mungkin bisa digunakan adalah menggunakan *instance segmentation*, yaitu dengan melakukan *labeling* insang ikan kemudian membuat model untuk di-*training* supaya bisa mendeteksi posisi insang.
- *Deployment* model dan API di *cloud*.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Yanuar, "Fully-Connected Layer CNN dan Implementasinya," 25 June 2018. [Online]. Available: <https://machinelearning.mipa.ugm.ac.id/2018/06/25/fully-connected-layer-cnn-dan-implementasinya/>.
- [2] Badan Pusat Statistik, "Produksi Perikanan Budidaya Menurut Provinsi dan Jenis Budidaya, 2000-2018," 3 November 2020. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/statictable/2009/10/05/1706/produksi-perikanan-budidaya-menurut-provinsi-dan-jenis-budidaya-2000-2018.html>.
- [3] Badan Pusat Statistik, "Produksi Perikanan Tangkap Menurut Provinsi dan Jenis Penangkapan, 2000-2018," 3 November 2020. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/statictable/2009/10/05/1705/produksi-perikanan-tangkap-menurut-provinsi-dan-jenis-penangkapan-2000-2018.html>.
- [4] D. Bee, W. Weku and A. Rindengan, "Aplikasi Penentuan Tingkat Kesegaran Ikan Selar Berbasis Citra Digital Dengan Metode Kuadrat Terkecil," *d'Cartesian: Jurnal Matematika dan Aplikasi*, pp. 121-130, 2016.
- [5] Facebook, "Detectron2: A PyTorch-based modular object detection library," 10 October 2019. [Online]. Available: <https://ai.facebook.com/blog/-detectron2-a-pytorch-based-modular-object-detection-library/>.
- [6] I. C. Navotas, C. N. V. Santos, E. J. M. Balderrama, F. E. B. Candido, A. J. E. Villacanas and J. S. Velasco, "Fish Identification And Freshness Classification Through Image

- Processing Using Artificial Neural Network," *ARPN Journal of Engineering and Applied Science*, pp. 4912-4922, 2018.
- [7] Kompas, "9 Ciri-ciri Ikan Segar dan Layak Dikonsumsi," 19 May 2020. [Online]. Available: <https://health.kompas.com/read/2020/05/19/100000168/9-ciri-ciri-ikan-segar-dan-layak-dikonsumsi?page=all#page2>.
- [8] Menko Maritim, "Menko Maritim Luncurkan Data Rujukan Wilayah Kelautan Indonesia," 10 August 2018. [Online]. Available: <https://maritim.go.id/menko-maritim-luncurkan-data-rujukan-wilayah-kelautan-indonesia/>.
- [9] M. Sarimin, M. Bettiza, N. Hayaty and S. Nugraha, "Implementasi HSV dan GLCM untuk Deteksi Kesegaran," *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian*, pp. 1-7, 2019.
- [10] O. Russakovsky, J. Deng, H. Su, J. Krause, S. Satheesh, S. Ma, Z. Huang, A. Karpathy, A. Khosla, M. Bernstein and A. Berg, "ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge," *International Journal of Computer Vision*, pp. 211-252, 2015.
- [11] S. Das, "CNN Architectures: LeNet, AlexNet, VGG, GoogLeNet, ResNet and more...", 16 November 2017. [Online]. Available: <https://medium.com/analytics-vidhya/cnns-architectures-lenet-alexnet-vgg-googlenet-resnet-and-more-666091488df5>.
- [12] V. M. Utama, R. Magdalena and I. Wijayanto, "Identifikasi Objek Dominan Citra Menggunakan Metode Markov Random Field," *e-Proceeding of Engineering : Vol.5, No.3 Desember 2018*, pp. 4859-4865, 2018.
- [13] Y. R. Prayogi, C. L. Wibisono and A. H. Abror, "Deteksi Kesegaran Ikan Bandeng Berbasis Pengolahan Citra Digital," *Riset dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, pp. 53-57, 2019.