

ANALISIS KESEGARAN IKAN MUJAIR DAN IKAN NILA DENGAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Cakra^{*1}, Syafruddin Syarif², Hamdan Gani³, Andi Patombongi⁴, Andi Muh. Islah

^{1,3}Universitas Handayani Makassar, ²Universitas Hasanuddin, ³Politeknik ATI Makassar, ^{1,4}STMIK Catur Sakti Kendari

e-mail : ^{*1}ctjantong@gmail.com, ²ssyariftuh376@gmail.com, ³hamdangani@atim.ac.id, ⁴andipatombongi@caturasaki.ac.id

Dalam riset ini, kami melakukan eksperimen implementasi klasifikasi kesegaran ikan mujair dan ikan nila (segar dan tidak segar) berdasarkan mata ikan menggunakan transfer learning dari enam CNN, yaitu Resnet, Alexnet, Vgg-16, Squeezenet, Densenet dan Inception. Dari hasil eksperimen klasifikasi dua kelas kesegaran ikan mujair menggunakan 451 citra menunjukkan bahwa VGG mencapai kinerja terbaik dibanding arsitektur lainnya dimana akurasi klasifikasi mencapai 73%. Dengan akurasi lebih tinggi dibanding arsitektur lainnya maka Resnet relatif lebih tepat digunakan untuk klasifikasi dua kelas kesegaran ikan Mujair, sedangkan ikan nila dengan menggunakan 574 citra menunjukkan bahwa VGG mencapai kinerja lebih baik dibanding arsitektur lainnya dengan akurasi klasifikasi mencapai 57,9%, dengan demikian maka VGG relatif lebih tepat digunakan untuk klasifikasi dua kelas kesegaran ikan Nila.

Kata Kunci : citra, identifikasi kesegaran ikan, mujar, nila, klasifikasi, convolutional neural network transfer learning.

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim yang terbagi atas pulau-pulau dan sebagian wilayahnya merupakan perairan yang cukup luas dengan hasil perikanan yang begitu banyak dimana kondisi ini membuat banyak orang memanfaatkan ikan untuk diolah menjadi berbagai bahan makanan. Dimana potensi yang cukup luas terdapat di laut Indonesia berupa sumber daya alam yang melimpah, termasuk didalamnya terdapat banyak spesies ikan khususnya ikan yang dapat dikonsumsi. Dimana ikan mengandung protein tinggi dan asam lemak omega3 guna perkembangan otak. Tidak hanya itu ikan juga kaya akan vitamin dan mineral yang sangat dibutuhkan tubuh dan harganya jauh lebih, murah dibandingkan dengan sumber protein lain. [1]

Ikan merupakan salah satu sumber protein hewani yang baik bagi manusia, apalagi masyarakat Indonesia, ikan menjadi lauk yang sangat diminati. Dari kelompok ikan yang menjadi pilihan masyarakat, ikan mujair dan ikan nila adalah salah satu jenis ikan yang dikonsumsi sebagai lauk

makanan. Ikan mujair didefinisikan salah satu komoditas perikanan air tawar. Ikan mujair adalah salah satu komoditas ikan air tawar yang mudah hidup dan beradaptasi serta dikembangkan di berbagai kondisi. Ikan dengan nama latin Oreochromis mossambicus ini mampu bertahan hidup di rentang habitat yang luas, yaitu pada kondisi air berkadar garam tinggi hingga tingkat salinitas rendah. Ikan mujair mudah mengalami pembusukan maka faktor utama harus mendapatkan perhatian pada hasil perikanan sebelum di konsumsi adalah dengan cara mempertahankan nilai kesegaran ikan. Untuk mempertahankan nilai kesegaran ikan sebaiknya dengan cara menghambat atau menghentikan kegiatan enzim dan mikroorganisme yang terdapat pada tubuh ikan serta menghindari kontaminasi. Pada waktu ikan masih hidup, insang dan isi perutnya sudah memiliki bakteri. Bakteri ini akan bertambah berlipat ganda pada tingkat akhir autolisis. [2]

Ikan nila merupakan salah satu komoditas perikanan yang memiliki kandungan protein tinggi dibandingkan ikan mas dan belut. Selain mudah dibudidayakan, ikan nila sudah cukup dikenal di kalangan masyarakat luas. Daging yang tebal dan tidak terlalu banyak duri menjadi salah satu alasan masyarakat gemar mengkonsumsi ikan nila. Salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan konsumsi protein adalah dengan meningkatkan konsumsi ikan, dimana ikan nila merupakan salah satu jenis ikan yang sering dikonsumsi oleh masyarakat. Ikan nila juga dikenal sebagai sumber protein yang memiliki kandungan protein lebih banyak dibandingkan dengan daging atau tahu dan tempe. Ikan juga dinilai memiliki gizi penting lainnya. [3]

Hasil survey konsumsi makanan masyarakat Indonesia oleh Badan Pusat Statistik (BPS), ikan menempati peringkat keempat setelah makanan dan minuman jadi, rokok, dan padi-padian. Lebih dalam lagi, dibandingkan dengan daging dan telur, konsumsi ikan jauh lebih tinggi, rata-rata per kapita sebulan sebesar Rp 35.110,- Rp 27.912,- dan Rp 21.157,- masing-masing untuk ikan, telur dan daging. Hal ini membuktikan bahwa untuk lauk, masyarakat Indonesia lebih gemar ikan daripada lauk lainnya. Hal ini didukung oleh tingkat kebutuhan ikan nasional, data dari BPS tahun 2017 menyebutkan bahwa

kebutuhan produksi ikan nasional sebesar 10.38 juta ton (Kelautan dan Perikanan). [4]

Telah dilakukan beberapa diantaranya penelitian tentang pengolahan citra digital. Penelitian oleh Sari dan Haryanto (2016), yang membahas penentuan sebuah kualitas pada ikan-ikan bandeng dengan algoritma Naïve Bayes dimana data yang dipakai 120 data dan akurasi 80%. [5] Selanjutnya penelitian rindengan dan Mananohas (2017) dengan membahas penentuan tingkat kesegaran ikan dengan metode curve fitting berbasis citra digital mata ikan dengan menggunakan 100 data dan mendapatkan akurasi 83%. [6]. Ada juga Kinanthi, Asmara dan Mentari (2018), mengenai deteksi ikan bandeng berformalin berdasarkan citra menggunakan metode naive bayes classifier dimana data 144 dengan akurasi 94,4%. [7]. Selanjutnya penelitian Nikolaus(2019) tentang identifikasi kesegaran ikan menggunakan K-Nearst Neighbor dan data yang dipakai ada 100 data dan tingkat akurasi 90%. [8]. Dan ada juga penelitian Prasetyo, Purbaningtyas, Adityo, Prabowo dan Ferdiansyah (2021) tentang klasifikasi kesegaran ikan bandeng pada citra mata dengan perbandingan Convolution Neural Network (CNN) menggunakan 154 data dengan akurasi 97%. [4]

Kebaharuan dari proposal tesis ini adalah identifikasi kesegaran ikan mujair dan ikan nila melalui citra mata ikan yang diolah menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) mengimplementasikan enam model deep learning dengan pendekatan transfer learning sehingga tidak dilakukan pelatihan model dari awal. Pendekatan transfer learning digunakan dengan pertimbangan jumlah dataset yang sedikit. Transfer learning adalah pendekatan yang menggunakan model yang telah dilatih (pre-trained) dengan sebuah dataset dan digunakan kembali pada dataset yang baru dengan menyesuaikan beberapa parameter.[9]

II. LANDASAN TEORI

A. Dataset

Dataset pada penelitian ini menggunakan image foto mata ikan mujair dan ikan nila, data yang dipakai merupakan data sekunder citra mata ikan yang diambil dari dataset penelitian sebelumnya (Eko Prasetyo et al 2021). Pada penelitian ini saya menggunakan 2 jenis ikan (ikan mujair dan ikan nila). Data yang diperoleh pada ikan mujair ada 289 mata ikan yang segar (a1) dan 162 mata ikan yang tidak segar (a2) untuk total data yang diperoleh pada ikan mujair 451 citra mata ikan. Untuk Ikan nila diperoleh data 328 mata ikan segar (b1) dan 246 mata ikan yang tidak segar (b2) total data data yang diperoleh pada ikan nila 574 citra mata ikan.

Data yang digunakan untuk pengujian pada ikan mujair sebanyak 100 citra, dan 351 citra untuk data pelatihan. Data yang digunakan untuk pengujian pada ikan nila sebanyak 100 citra, dan 471 citra digunakan untuk data penelitian.

B. Jenis Penelitian

Jenis penelitian pada proposal ini adalah analisis kesegaran ikan mujair dan ikan nila berdasarkan mata ikan menggunakan perbandingan enam arsitektur Convolutional Neural Network (CNN), yaitu Resnet, Alexnet, Vgg-16, SqueezeNet, Densenet, Inception. Dengan menerima input berupa data gambar, menentukan aspek atau obyek apa saja dalam sebuah gambar yang bisa digunakan mesin untuk “belajar” mengenali gambar, dan membedakan antara satu gambar dengan yang lainnya

C. Input Data Citra

Data citra yang dipakai pada penelitian ini menggunakan 2 jenis ikan (ikan mujair dan ikan nila) dimana data ini akan dibagi menjadi 2 data (data testing dan training). Untuk Data testing ikan mujair ada 100 citra dan data training ikan mujair ada 451 citra. Untuk Data testing ikan nila ada 100 citra dan data training nila mujair ada 574 citra.

D. Pre-Processing

a. Resize

Penelitian ini memerlukan tahapan untuk menyeragamkan ukuran- ukuran citra yang ada. Tahap resize kali ini mengubah ukuran citra yang ada menjadi ukuran 28x28 pixel agar jumlah pixel yang ditemukan tidak banyak dan mengganggu pengolahan citra.

b. Grayscale

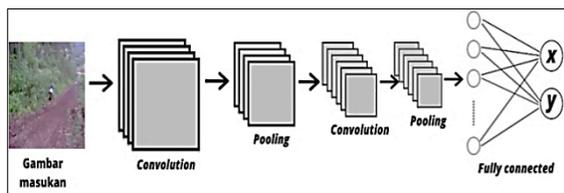
Pada tahap grayscale ini, warna citra yang ada diubah ke abu-abu, karena banyaknya informasi pada tiap-tiap pixel di gambar/citra grayscale dibandingkan dari gambar/citra berwarna. Proses grayscale (red,blue,green) akan dikali dengan konstanta berjumlah. [10]

E. Kerangka Pikir

Dalam penelitian ini, saya membandingkan performa beberapa model deep learning Convolutional Neural Network untuk klasifikasi kesegaran ikan pada citra mata. Perbandingan performa tersebut bertujuan untuk memperoleh model dengan performa terbaik dalam mendeteksi kesegaran ikan pada citra mata. Melakukan transfer learning dari arsitektur CNN yang sudah dilatih sebelumnya (pre-trained CNN) untuk menyelesaikan masalah klasifikasi kesegaran ikan berdasarkan mata. Pendekatan transfer learning ini tepat digunakan pada kasus ini dimana jumlah citra pada dataset ikan mujair adalah 451 citra dan jumlah citra pada dataset ikan nila adalah 574. Arsitektur CNN umumnya terdiri dari dua bagian utama, bagian pertama adalah konvolusi dan ekstraksi fitur, bagian kedua adalah klasifikasi. Bagian konvolusi inilah yang biasanya ditransfer untuk menyelesaikan kasus lainnya.

Pada bagian konvolusi selalu menggunakan mask (W_1, \dots, W_n) pada tiap layer untuk melakukan filter pada tiap tahap konvolusi. Diakhir bagian konvolusi, model disambung dengan layer klasifikasi untuk melakukan klasifikasi citra (bisa menggunakan fully-connected layer atau metode klasifikasi lainnya) menjadi sejumlah kelas

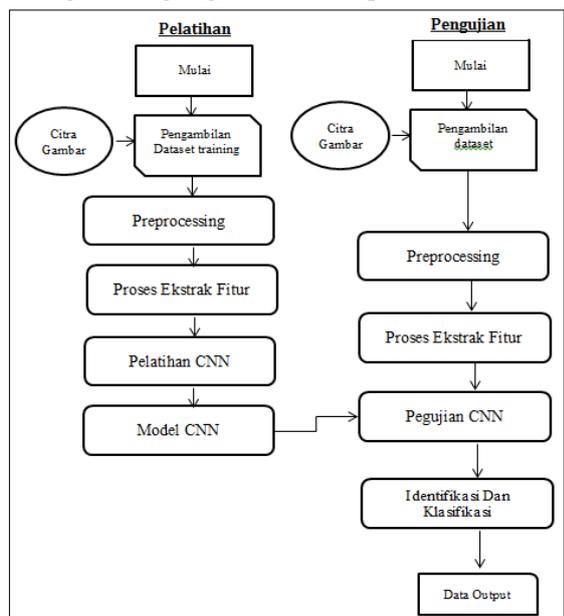
dataset. Pada penelitian ini saya menggunakan klasifikasi dua kelas : segar dan tidak segar. Kerangka kerja klasifikasi kesegaran ikan bandeng menggunakan transfer learning CNN ditunjukkan pada Gambar 2.1. Sistem dimulai dengan arsitektur CNN yang sudah dilatih menggunakan dataset Imagenet (dataset dengan jutaan jumlah data dan ribuan kelas). Arsitektur ini banyak dikembangkan oleh peneliti lain sebelumnya, seperti Xception, ResNet, VGG, atau MobileNet. Kemudian pre-trained CNN tersebut dipindahkan ke arsitektur yang kami kembangkan untuk dilatih menggunakan dataset mata ikan. [4]



Gambar 2.1 Arsitektur CNN secara umum

F. Flowchart

Flowchart atau bagan alur adalah diagram yang menampilkan langkah-langkah dan keputusan untuk melakukan sebuah proses dari suatu program. Setiap langkah digambarkan dalam bentuk diagram dan dihubungkan dengan garis atau arah panah.



Flowchart

III. METODE PENELITIAN

A. Hasil Eksperimen Pelatihan

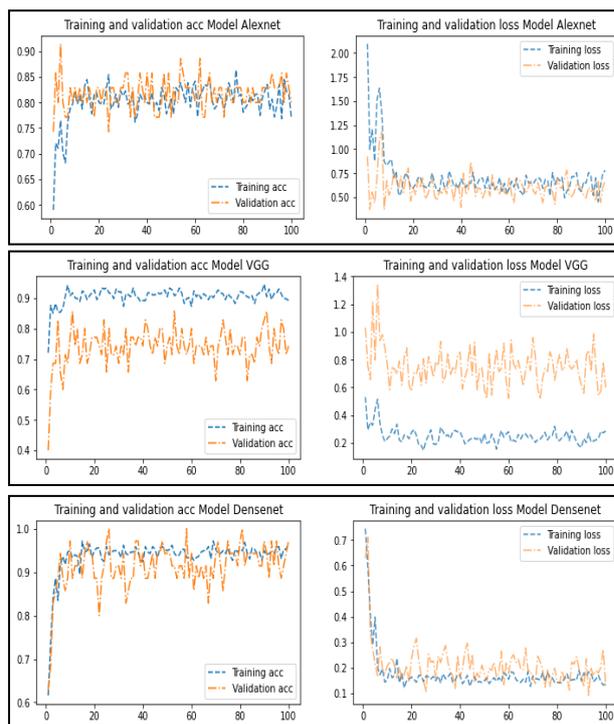
Dalam riset ini, saya melakukan percobaan dengan eksperimen implementasi klasifikasi kesegaran ikan (segar dan tidak segar) berdasarkan mata ikan menggunakan dua data (jenis ikan) yaitu ikan mujair dan ikan nila dengan perbandingan enam Model Convolutional Neural Network (CNN), yaitu Resnet, Alexnet, VGG-16, Squeezenet, Densenet, dan Inception. Hasilnya dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2. Dalam eksperimen ini kami melakukan

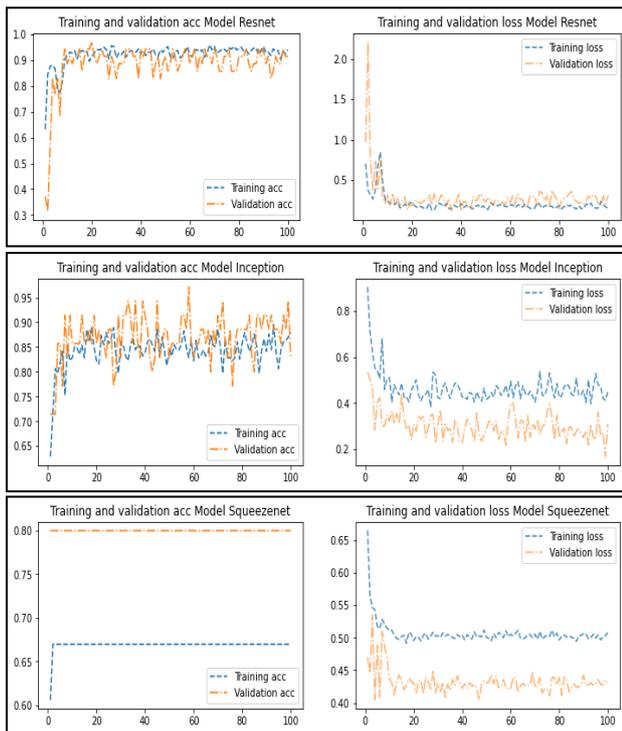
training dan validation menggunakan 100 epoch dengan hyperparameter seperti pada Tabel 3.1

No.	Hyperparameter	Nilai
1	Optimizer	SGD
2	Learning rate	1e-2
3	Loss function	Binary cross entropy
4	Epoch 100	100
5	Batch size	4

Hyperparameter CNN Tabel 3.1

Dari gambar 3.1 tersebut untuk hasil implementasi kesegaran ikan mujair, bahwa Densenet mengalami overfitting dimana grafik akurasi pelatihan terus bergerak naik sejak iterasi pertama. Meskipun akurasi pelatihan selalu naik dan turun tetapi mempunyai kecenderungan naik, sedangkan akurasi validasi tidak dapat naik sejak epoch ke-20. Perilaku akurasi validasi juga naik dan turun tetapi semakin jauh dari akurasi pelatihan sejak epoch ke-20. Grafik proses pelatihan yang ditunjukkan oleh Resnet dan Inception mempunyai pola pergerakan mirip atau bisa dibilang hampir sama, ke dua juga naik dan turun tetapi cenderung naik dari epoch ke epoch selanjutnya. Pola pergerakan kinerja yang ditunjukkan oleh Alexnet agak sedikit lebih baik dibanding kinerja yang ditunjukkan oleh VGG-16 dan Squeezenet, dimana fluktuasi VGG-16 dan Squeezenet sedikit rendah. Hal berbeda yang ditunjukkan oleh Densenet yang dapat mencapai akurasi 100% ketika epoch mencapai sekitar 100. Hasil akhir semua CNN yang kami uji pada ikan mujair dengan proses training menunjukkan bahwa Resnet mencapai kinerja terbaik dengan akurasi mencapai 100%.



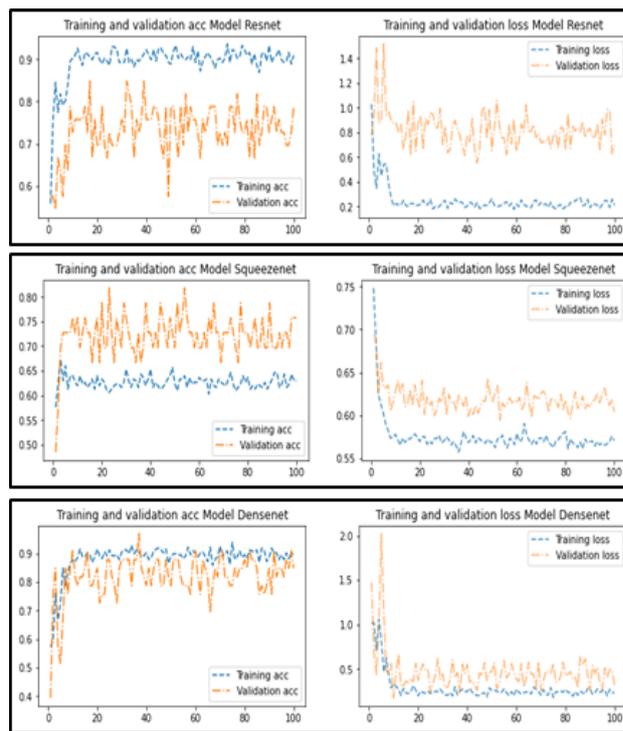
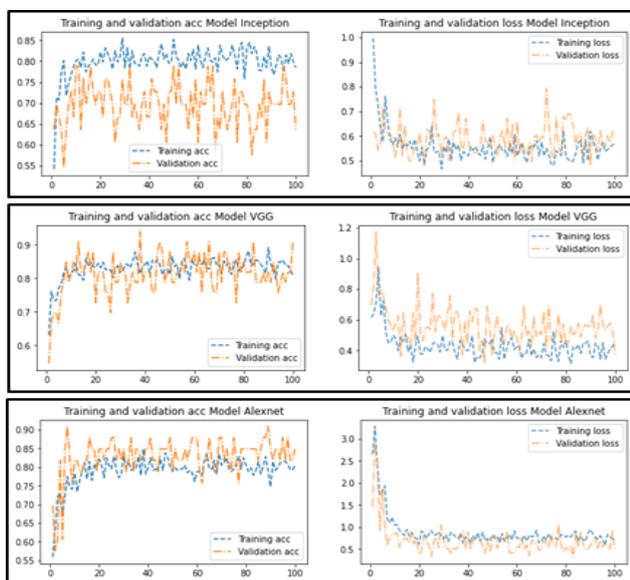


Gambar 3.1 Grafik training dan validation ikan mujair 100 epoch.

Kinerja CNN pada akhir epoch pelatihan pada ikan mujair, seperti disajikan pada Tabel 3.2, dapat diamati bahwa secara urut akurasi pelatihan tertinggi dicapai oleh Densenet, Resnet, Inception, Alexnet , VGG-16 dan Squeezenet masing-masing sebesar 1.00, 0.97, 0.97, 0.91, 0.85 dan 0.80.

No	Arsitektur	Akurasi	
		Training	Validasi
1	DENSENET	0.1355	1.000
2	RESNET-50	0.1537	0.971
3	INCEPTION	0.4475	0.971
4	ALEXNET	0.7780	0.914
5	VGG-16	0.2853	0.857
6	SQUEEZENET	0.5078	0.800

Tabel 3.2. Kinerja diakhir pelatihan ikan mujair



Gambar 3.2 Grafik training dan validation ikan nila 100 epoch

Kinerja CNN pada akhir epoch pelatihan pada ikan nila, seperti disajikan pada Tabel 3.3, dapat diamati bahwa secara urut akurasi pelatihan tertinggi dicapai oleh Densenet, VGG-16, Alexnet, Resnet, Squeezenet, dan Inception masing-masing sebesar 0.97, 0.94, 0.91, 0.85, 0.82 dan 0.79.

No	Arsitektur	Akurasi	
		Training	Validasi
1	DENSENET	0.2307	0.969
2	VGG-16	0.4553	0.939
3	ALEXNET	0.7086	0.909
4	RESNET-50	0.2125	0.848
5	SQUEEZENET	0.5708	0.818
6	INCEPTION	0.5667	0.787

Tabel 3.3. Kinerja diakhir pelatihan ikan nila

B. Hasil Pengujian

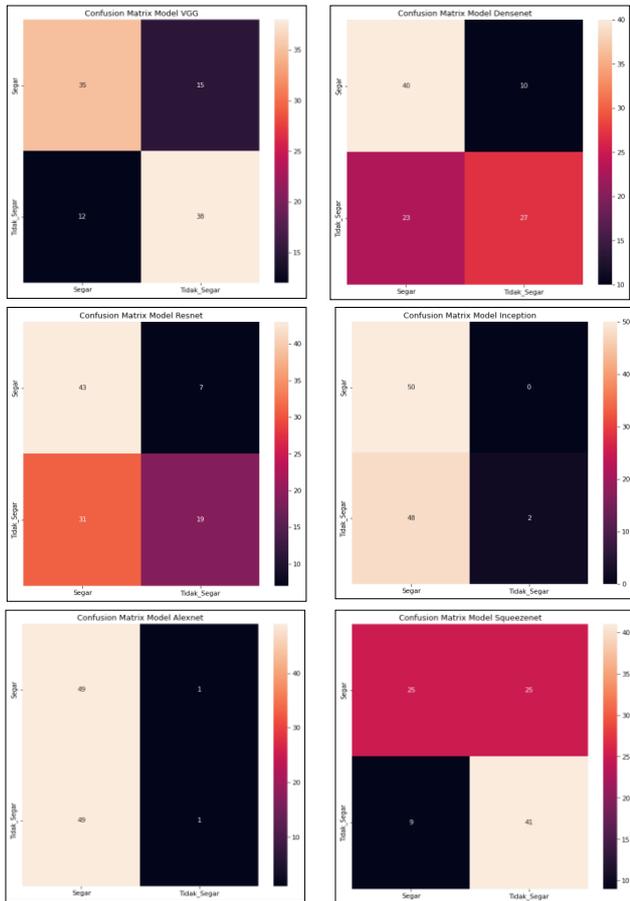
a. Kinerja sistem ikan mujair

Kinerja sistem dengan data uji pada ikan mujair disajikan pada Tabel 3.4, dan dapat dilihat pada gambar 3.3 Confusion Matrix setiap model yang digunakan. Dari hasil yang disajikan pada Tabel 3.4, dan gambar 3.3 data yang digunakan untuk pengujian pada ikan mujair sebanyak 100 citra dengan hasil setiap model pengujian.

Model	Epoch	Test Loss	ACC/ Akurasi	Best Val ACC
VGG-16	100/100 model	1.0557	0.7300	0.730000
Densenet	100/100 model	0.8360	0.6700	0.670000
Resnet-50	100/100	1.3516	0.6200	0.620000

	model			
Inception	100/100 model	1.1870	0.5200	0.520000
Alexnet	100/100 model	8.3341	0.5000	0.500000
Squeezenet	100/100 model	1.0566	0.5000	0.500000

Tabel 3.4. Kinerja proses data uji ikan mujair



Gambar 3.3 Confusion Matrix ikan mujair

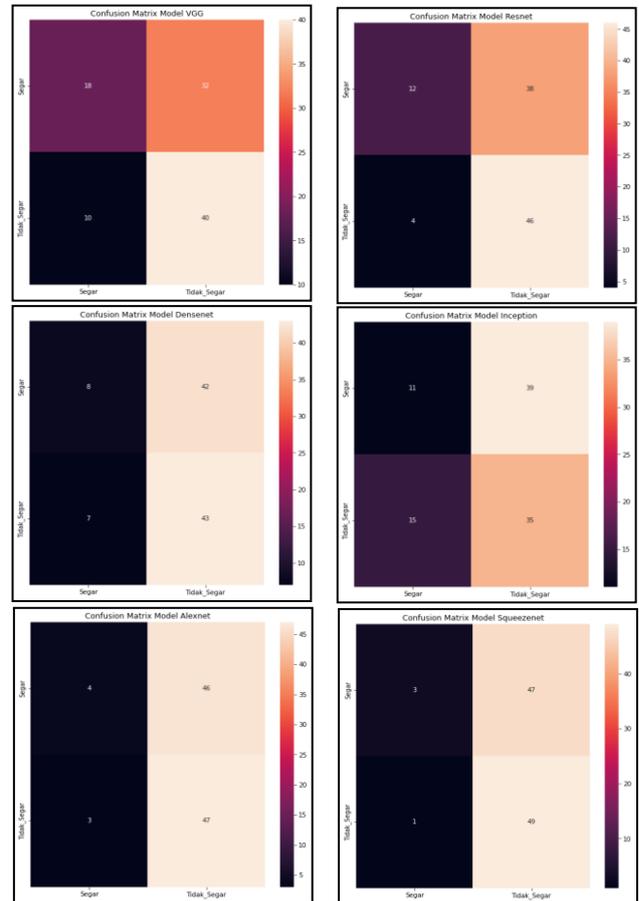
b. Kinerja sistem ikan nila

Kinerja sistem dengan data uji pada ikan nila disajikan pada Tabel 3.5 dan dapat dilihat pada gambar 3.4 Confusion Matrix setiap model yang digunakan. Dari hasil yang disajikan pada Tabel 3.5, dan gambar 3.4 data yang digunakan untuk pengujian pada ikan mujair sebanyak 100 citra dengan hasil setiap model pengujian

Model	Epoch	Test Loss	ACC/Akurasi	Best Val ACC
VGG-16	100/100 model	1.7565	0.5800	0.580000
Resnet	100/100 model	1.2498	0.5800	0.580000
Densenet	100/100 model	0.7640	0.5200	0.520000

Inception	100/100 model	1.4611	0.5100	0.510000
Alexnet	100/100 model	8.1403	0.5100	0.510000
Squeezenet	100/100 model	0.9346	0.4600	0.460000

Tabel 3.5. Kinerja proses data uji ikan nila



Gambar 3.4 Confusion Matrix ikan nila

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Eksperimen Pelatihan

Dalam riset ini, saya melakukan percobaan dengan eksperimen implementasi klasifikasi kesegaran ikan (segar dan tidak segar) berdasarkan mata ikan menggunakan dua data (jenis ikan) yaitu ikan mujair dan ikan nila dengan perbandingan enam Model Convolutional Neural Network (CNN), yaitu Resnet, Alexnet, VGG-16, Squeezenet, Densenet, dan Inception.

untuk hasil implementasi kesegaran ikan mujair, hasil akhir semua CNN yang kami uji pada ikan mujair dengan proses training menunjukkan bahwa Resnet mencapai kinerja terbaik dengan akurasi mencapai 100%.

untuk hasil implementasi kesegaran ikan nila, hasil akhir semua CNN yang kami uji pada ikan nila dengan proses training menunjukkan bahwa Densenet mencapai kinerja terbaik dengan akurasi mencapai 97. %

B. Hasil Pengujian

Kinerja sistem dengan data uji pada ikan mujair menggunakan 100 citra dengan hasil setiap model, yaitu VGG test loss 1.0557 dan akurasi 0.7300, Densenet test loss 0.8360 dan akurasi .6700, Resnet test loss 1.3516 dan akurasi 0.6200, inceptiontest loss 1.1870 dan akurasi 0.5200, alexnet test loss 8.3341 dan akurasi 0.5000, Squeezenet test loss 1.0566 dan akurasi 0.5000, dimana total pengujian selesai dalam 0m 46s model terbaik adalah VGG dengan hasil test loss 1.0557 dan akurasi 73,0%. Sedangkan arsitektur yang mencapai precision terendah pada model Alexnet dan Squeezenet dengan akurasi yang sama 50%. Selanjutnya untuk model Densenet mencapai kinerja precision unggul setelah model VGG dengan akurasi 67%, kemudian diikuti oleh Resnet dan Inception masing-masing sebesar 62% dan 52%.

Kinerja sistem dengan data uji pada ikan nila menggunakan 100 citra dengan hasil setiap model, yaitu VGG test loss 1.7565 dan akurasi 0.5800, Resnet test loss 1.2498 dan akurasi 0.5800, Densenet test loss 0.7640 dan akurasi 0.5200, Inception test loss 1.4611 dan akurasi 0.5100, Alexnet test loss 8.1403 dan akurasi 0.5100, Squeezenet test loss 0.9346 dan akurasi 0.4600, dimana total pengujian selesai dalam 0m 53s model terbaik adalah VGG dengan akurasi 58,0%. Sedangkan arsitektur yang mencapai precision terendah pada model Squeezenet dengan akurasi 46%. Selanjutnya untuk model Resnet mencapai kinerja precision yang sama dengan model VGG dengan akurasi 58%, kemudian diikuti oleh Densenet, Inception dan Squeezenet masing-masing sebesar 52%, 51%, dan 51%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini, kami melakukan eksperimen implementasi klasifikasi kesegaran ikan (segar dan tidak segar) berdasarkan mata yaitu ikan mujair dan ikan nila dengan menggunakan transfer learning dari enam arsitektur CNN, yaitu Resnet, Alexnet, Vgg-16, Squeezenet, Densenet dan Inception.

Dari hasil penelitian tersebut ikan mujair dengan menggunakan 451 citra menunjukkan bahwa VGG mencapai kinerja terbaik dibanding arsitektur lainnya dimana akurasi klasifikasi mencapai 73%. Untuk ikan nila dengan menggunakan 574 citra menunjukkan bahwa VGG mencapai kinerja lebih baik dibanding arsitektur lainnya dengan akurasi klasifikasi mencapai 57,9%.

Dari hasil yang didapatkan arsitektur VGG mencapai kinerja lebih baik dibanding arsitektur CNN lainnya yaitu Resnet, Alexnet, Squeezenet, Densenet dan Inception. dalam menentukan Klasifikasi kesegaran Ikan mujair dan Ikan nila.

Saran yang dapat diberikan guna penelitian selanjutnya adalah :

1. Mencoba mengidentifikasi kesegaran ikan mujair dan ikan nila menggunakan metode- metode selain convolutional neural network untuk membandingkan tingkat akurasi keberhasilan.
2. Mengembangkan penelitian ini dengan menggunakan metode berbeda pada proses preprocessing untuk perbandingan identifikasi yang lebih optimal dari hasil yang telah dipakai pada penelitian ini.
3. penelitian ini buat masih dalam proses pembuktian secara fungsi atau karakteristik penting secara analisis belum dalam kesiapan teknologinya dimana penelitian ini masih dalam proses prinsip dasar untuk pengembangan penelitian selanjutnya (masih dalam level 3 ditahap penelitian).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PPN Sungailiat, "GEMARIKAN (Gemar Memasyarakatkan Makan Ikan)", [Online]. Available: <https://kkip.go.id/djpt/ppnsungailiat/artikel/6676-gemarikan-gemar-memasyarakatkan-makan-ikan-upaya-peningkatan-gizi-sejak-dini>
- [2] M. Yapen, B. E. Kaseger, and N. Taher, "Analisa Kadar Air Dan Uji Organoleptik Pada Ikan Mujair (Oreochromis Mossambicus) Di Pasar Bresehati," *Media Teknol. Has. Perikan.*, vol. 4, no. 1, 2016.
- [3] F. Aini, "Tingkat Konsumsi Ikan Nila di Rumah Tangga Petani Kecamatan Sukaraja Kabupaten Sukabumi," *J. Agrifish*, vol. 1, no. 1, pp. 17–24, 2019.
- [4] E. Prasetyo, R. Purbaningtyas, R. D. Adityo, E. T. Prabowo, and A. I. Ferdiansyah, "Perbandingan Convolution Neural Network Untuk Klasifikasi Kesegaran Ikan Bandeng Pada Citra Mata," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 3, pp. 601–608, 2021.
- [5] R. R. Sari and H. Haryanto, "Penentuan Kualitas Ikan Bandeng Menggunakan Algoritma Naive Bayes Berdasarkan Tekstur Pada Citra".
- [6] A. J. Rindengan and M. Mananohas, "Perancangan Sistem Penentuan Tingkat Kesegaran Ikan Cakalang Menggunakan Metode Curve Fitting Berbasis Citra Digital Mata Ikan," *J. Ilm. Sains*, vol. 17, no. 2, pp. 161–168, 2017.
- [7] N. R. Kinanthi, R. A. Asmara, and M. Mentari, "Deteksi ikan bandeng berformalin berdasarkan citra insang menggunakan metode naive bayes classifier," *SENTIA 2018*, vol. 10, no. 1, 2018.
- [8] N. W. R. Situmorang, "Penerapan Metode K-Nearest Neighbor Dalam Identifikasi Kesegaran Ikan," 2019.
- [9] I. Suhardin, A. Patombongi, and A. Islah, "Mengidentifikasi Jenis Tanaman Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network," *Simtek J. Sist. Inf. dan Tek. Komput.*, vol. 6, no. 2 SE-Articles, Oct. 2021, doi: 10.51876/simtek.v6i2.101.
- [10] C. I. Sianturi, "Identifikasi Kesegaran Ikan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)," 2021.