

Penerapan Metode Convolutional Neural Network untuk Klasifikasi Kualitas Daging Sapi pada Aplikasi Berbasis Android

Phaksi Bangun Asmoro¹, Achmad Solichin²

^{1,2}Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Aug 04, 2023

Revised Oct 31, 2023

Accepted Dec 12, 2023

Keywords:

CNN

Daging Sapi

Citra Digital

Tensorflow

Android

ABSTRACT

The surging demand for beef in Indonesia poses a significant challenge for the food industry, leading to fraudulent practices among meat traders. To meet the high consumer demand and gain higher profits, fresh beef is mixed with spoiled meat. Unfortunately, many consumers are unable to distinguish between fresh and spoiled beef, relying solely on the meat's aroma to determine its quality. However, recognizing spoiled beef requires considering other indicators of spoilage. To address this issue, researchers focused on developing a beef quality classification system using the Convolutional Neural Network (CNN) method. The study involved implementing TensorflowLite on Android devices and training the CNN model with deep learning algorithms to recognize visual patterns in beef images. The Android application provides clear and user-friendly classification results. The developed beef quality classification system achieved remarkable accuracy, with a precision of 97%, a recall of 96%, and an f1-score of 97%. With 100 beef images as test data, the system demonstrated an accuracy rate of 95.69%. This advancement is expected to improve the efficiency and quality of beef processing in Indonesia, ensuring consumers receive genuine and safe products.

Copyright © 2023 Universitas Indraprasta PGRI.
All rights reserved.

Corresponding Author:

Phaksi Bangun Asmoro,

Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi,

Universitas Budi Luhur,

Jl. Ciledug Raya, Petungkang Utara, Jakarta Selatan, 12260, DKI Jakarta.

Email: 1911501052@student.budiluhur.ac.id

1. PENDAHULUAN

Daging sapi merupakan sumber makanan yang sangat nutrisi dan mengandung banyak protein, sehingga banyak orang memilih untuk mengonsumsinya secara rutin. Kandungan nutrisi yang melimpah dalam daging sapi, seperti protein, zat besi, selenium, zinc, vitamin B kompleks, dan omega 3, menjadi alasan utama popularitasnya [1]. Berdasarkan laporan Badan Pusat Statistik (BPS), konsumsi daging sapi/kerbau di Indonesia cenderung stabil selama periode 2017-2021, dengan rata-rata sekitar 0,009 kg per orang per minggu. Meskipun terjadi penurunan konsumsi pada tahun 2012-2014, namun pada tahun 2015 hingga tahun 2022, terjadi peningkatan signifikan hingga 60% dibandingkan tahun sebelumnya [2]. Tingginya permintaan akan daging sapi sehari-hari telah mendorong munculnya praktek penipuan di kalangan pedagang daging. Mereka menggabungkan daging sapi segar dengan yang sudah busuk untuk memperoleh keuntungan yang lebih tinggi dan memenuhi permintaan konsumen.

Selain itu yang menjadi permasalahan utama yang dialami masyarakat adalah sulitnya masyarakat awam untuk menentukan kualitas daging sapi dengan cepat dan akurat [3]. Terdapat beberapa keterbatasan dalam mengidentifikasi daging sapi secara manual, termasuk batasan penglihatan manusia dan perbedaan persepsi dalam menilai kualitas suatu objek. Perbedaan antara daging sapi segar dan busuk tidak selalu terlihat

jasar secara visual, sehingga sulit bagi masyarakat umum untuk membedakannya. Tanda-tanda seperti warna, tekstur, dan serat daging dapat menjadi petunjuk, tetapi masyarakat awam sering kali tidak memiliki pengetahuan yang cukup untuk memahami perbedaan tersebut. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang dapat membedakan antara daging sapi segar dan busuk dengan cepat dan tepat. Salah satu teknologi yang digunakan dalam pengolahan citra adalah menggunakan teknologi *deep learning* yang diimplementasikan di *platform android*.

Perkembangan teknologi informasi saat ini telah memberikan dampak yang signifikan pada proses pengolahan data, terutama data dalam bentuk pengolahan citra digital. Pengolahan citra digital adalah bidang yang memfokuskan pada pembentukan, pengelolaan, dan analisis citra untuk menghasilkan informasi yang dapat dimanfaatkan. Salah satu konsep yang diterapkan dalam pengolahan citra adalah klasifikasi. Klasifikasi citra merupakan proses pengelompokan sejumlah pixel atau elemen gambar dalam citra ke dalam kelas-kelas tertentu, sehingga dapat memberikan deskripsi tentang entitas yang memiliki karakteristik yang dapat dikenali [4].

Penelitian terkait identifikasi dan klasifikasi citra daging sapi sebagaimana disajikan pada Tabel 1 sudah cukup banyak dilakukan, namun masih memiliki beberapa kelemahan. Pertama, dataset yang tidak berfokus pada kualitas daging sapi yang ada di pasaran. Beberapa penelitian seperti pada [2] membandingkan daging sapi dan daging babi. Kelemahan kedua, beberapa penelitian yang berfokus pada kualitas daging sapi seperti pada [3], [5] menggunakan *dataset private* maupun publik masih memiliki performa yang belum optimal. Akurasinya berkisar antara 70-85%. Oleh karena itu, pada penelitian ini diusulkan penerapan metode CNN yang terbukti lebih optimal dan memiliki performa yang lebih baik untuk mendeteksi kualitas daging sapi. Penelitian ini juga mengimplementasikan metode deteksi pada perangkat bergerak sehingga lebih mudah digunakan.

Tabel 1. Penelitian terkait

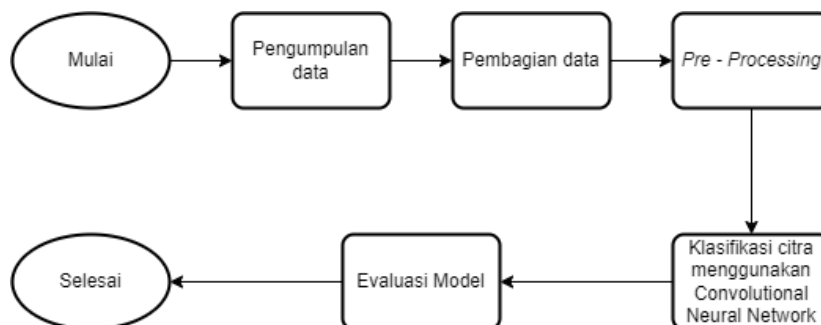
Tahun	Judul	Dataset	Metode	Hasil Penelitian
2018	Sistem Klasifikasi Kualitas Sapi Potong di Kabupaten Semarang Menggunakan Algoritme K-Means Clustering dan Naive Bayes Classifier Berbasis Web [5]	Citra daging sapi yang dibuat sendiri oleh peneliti	<i>K – Means Clustering</i> dan <i>Naïve Bayes</i>	Hasil penelitian ini mempunyai akurasi sebesar 85% .
2019	Penganalisis Kesegaran Daging Sapi Dan Daging Babi Mentah Berdasarkan Klasifikasi Warna Dan Kelembaban [6]	Citra daging sapi dan babi yang dibuat sendiri oleh peneliti.	<i>Humidity Sensor</i>	Penelitian ini menghasilkan akurasi sebesar 81% dalam mengidentifikasi kesegaran daging sapi dan daging babi
2020	Sistem Pendeteksi Kualitas Daging Berbasis Android. [7]	Citra daging sapi yang bersumber dari <i>kaggle</i>	<i>Thresholding</i> dan HSV	Penelitian ini menghasilkan akurasi berkisar antara 70 - 80%
2020	Klasifikasi Kualitas Daging Sapi Berdasarkan Warna[8]	Citra daging sapi segar di pasaran yang dibuat sendiri oleh peneliti	<i>K-NN</i> , Ekualisa Histogram, dan binary	Penelitian dapat mengidentifikasi kualitas kesegaran daging sapi. Tidak dijelaskan mengenai performa metode
2021	Klasifikasi Daging Sapi Berdasarkan Ciri Warna Dengan Metode Otsu dan K-Nearest Neighbor [9]	Citra daging sapi yang dibuat sendiri oleh peneliti.	<i>Otsu</i> dan <i>K -NN</i>	Penelitian ini berhasil mempunyai akurasi sebesar 92%

2021	Sistem Klasifikasi Kesegaran Daging Sapi berdasarkan Citra menggunakan Metode Naïve Bayes berbasis Raspberry Pi [10].	Klasifikasi Daging Sapi Citra Metode berbasis	Citra daging sapi yang dibuat sendiri oleh peneliti.	Naïve Bayes	Penelitian ini berhasil mempunyai akurasi sebesar 95% dengan rata rata komputasi 0,0009094 detik.
2021	Klasifikasi Daging Menggunakan Metode Ekstraksi Tekstur dan KNN [11]	Kesegaran Sapi Metode GLCM	Citra daging sapi yang mempunyai data sebanyak 120 citra	GLCM dan KNN	Hasil penelitian mempunyai akurasi sebesar 82%, <i>Precision</i> sebesar 83%, <i>Recall</i> sebesar 82%, dan <i>F-Measure</i> sebesar 82%
2022	Multiple Linear Regressi pada Fuzzy Neural Network Penentuan Daging Sapi [12]	Regressi Neural (FNN) Kualitas	Observasi lapangan dengan melihat indikator berdasarkan kualitas daging	FNN	Penelitian berhasil mendapatkan akurasi sebesar 99.8%
2022	Klasifikasi Daging Sapi dan Daging Babi Menggunakan Ekstraksi Ciri dan Convolutional Neural Network [13]	Citra Daging Daging Babi Ekstraksi Convolutional Neural Network	Dataset citra citra daging sapi, citra daging babi dan citra daging oplosan.	CNN Efficient – B0 Architecture	Penelitian ini berhasil mendapatkan akurasi sebesar 95.17%
2023	Sistem Keputusan Kualitas Daging Sapi di PD Rumah Potong Hewan Medan Menggunakan Metode AHP Berbasis Web [14]	Pendukung Menentukan Daging Sapi di PD Rumah Potong Hewan Medan Menggunakan Metode AHP Berbasis Web	Dataset observasi langsung.	AHP	Penelitian ini mampu menghasilkan akurasi 80,8%

Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sebuah aplikasi yang membantu masyarakat umum dalam mengenali kualitas daging sapi berdasarkan kesegarannya dengan menggunakan data gambar daging sapi segar dan busuk yang telah dikumpulkan. Setelah itu aplikasi dikembangkan dengan menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) serta memanfaatkan *Framework Tensorflow* dan *library package Keras* sebagai alat bantu pembuatan machine learning. Untuk membuat aplikasi yang dapat dijalankan di perangkat android, digunakannya juga framework *TensorflowLite* dan *software Android Studio* sebagai *Integrated Development Environment (IDE)*

2. METODE

Sebagai panduan untuk mencapai tujuan penelitian, metodologi dilakukan secara berurutan. Tahap penelitian yang akan dilakukan dijelaskan dalam Gambar 1.



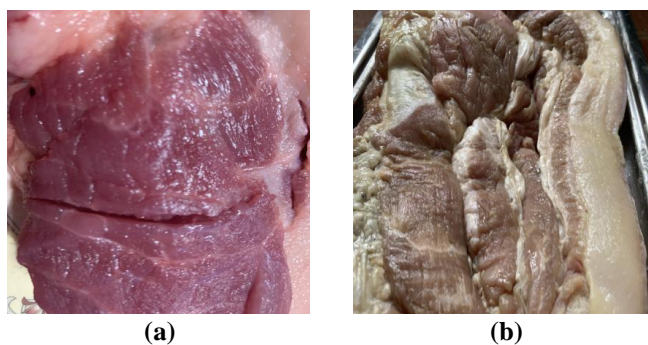
Gambar 1. Alur Penelitian

Penelitian dimulai dengan pengumpulan data berupa daging segar dan busuk sebanyak 750 data untuk setiap masing masing kelasnya yang didapatkan dari *website kaggle*. Setelah itu data dibagi menjadi tiga dataset yaitu *training*, *validation*, dan *testing*. Sebelum *dataset* dilatih, *dataset* tersebut terlebih dahulu mengalami pra-pemrosesan dengan menggunakan teknik augmentasi citra dan penyesuaian ukuran citra. Hal ini dilakukan agar data yang sudah melalui tahap pra-pemrosesan dapat digunakan untuk melatih model. Selanjutnya, melakukan implementasi model dengan mengatur konfigurasi model CNN menggunakan *optimizer Adam*. Model tersebut akan dilatih untuk dapat mengklasifikasikan kualitas daging sapi berdasarkan data citra. Setelah model selesai dilatih, tahap terakhir akan dilakukan evaluasi untuk mengetahui tingkat akurasi dari hasil prediksi model terhadap data citra daging sapi.

2.1 Pengumpulan Data

Data penelitian yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dengan dua cara. Pertama, berasal dari dataset citra daging publik yang tersedia di Kaggle. Kedua, berasal dari dataset yang direkam oleh peneliti. Dataset publik yang digunakan dikembangkan oleh O. Ulucan, D. Karakaya, dan Turkan merupakan proyek kolaborasi di Universitas Ekonomi Izmir [15]. Tujuan proyek ini adalah untuk mengembangkan sistem penilaian kualitas daging berdasarkan *deep learning*. Resolusi gambar yang digunakan adalah 1280 x 720 dengan menggunakan kamera ponsel. Total 1896 gambar berhasil dikumpulkan, terdiri dari 948 gambar untuk setiap kelas. Data ini dibagi menjadi tiga dataset, yaitu *training*, *validation*, dan *testing*. Dataset *training* terdiri dari 900 citra, *dataset validation* terdiri dari 600 citra, dan dataset testing terdiri dari 300 citra. Setiap dataset memiliki dua kelas, yaitu daging segar dan daging busuk.

Untuk mendapatkan dan memperoleh data uji, dilakukan perekaman data uji. Dataset didapatkan dengan cara memfoto daging sapi dengan menggunakan kamera handphone yang difoto pada setiap jamnya untuk melihat proses pembusukan. Lama waktu pembuatan dataset sendiri memakan waktu selama 2 hari dan data yang dihasilkan pada dataset ini sebanyak 100 data dengan ukuran pixel sebesar 1280 x 720. Gambar 2 menyajikan contoh citra asli daging sapi yang segar dan busuk. Daging segar memiliki ciri warna kemerahan dan terlihat lebih cerah, sementara daging busuk memiliki warna kehitam-hitaman dan terlihat lebih pucat.



Gambar 2. (a) Daging Segar, (b) Daging Busuk

2.2 Pembagian Data

Dalam penelitian ini, digunakan teknik Split Validation untuk membagi data menjadi dua bagian secara acak [16], yaitu data latih dan data uji. Data tersebut akan dibagi menjadi tiga dataset, yaitu dataset latihan, dataset validasi, dan dataset pengujian, dengan perbandingan masing-masing sebesar 80%, 10%, dan 10%. Jadi, terdapat 1440 data pada dataset latihan, 180 data pada dataset validasi, dan 180 data pada dataset pengujian. Rincian hasil pemisahan data dapat dilihat pada Tabel 2

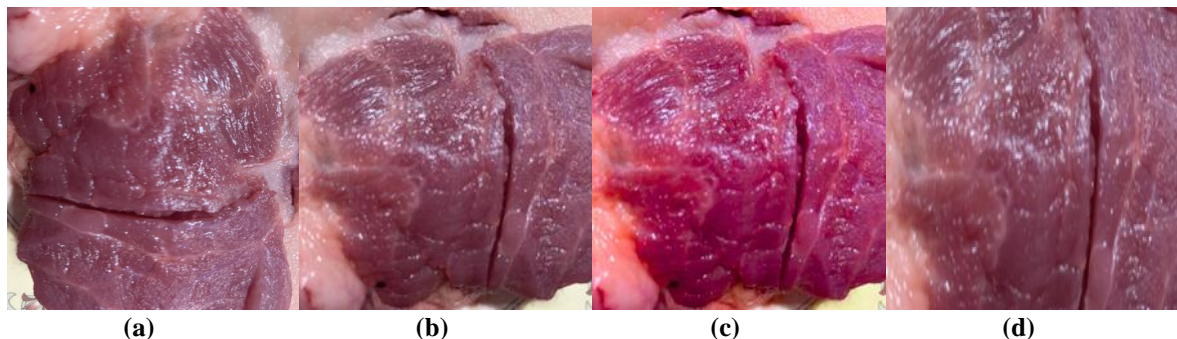
Tabel 2. Hasil Pembagian Data

Nama Folder	Besaran Data%	Jumlah Data
<i>Training</i>	80%	1440
<i>Validation</i>	10%	180
<i>Testing</i>	10%	180
Total	100%	1800

2.3 Preprocessing

Setelah data terkumpul, citra-citra disesuaikan ukurannya dari yang sebelumnya berukuran 1280×720 menjadi 224×224 [17]. Setelah itu, dilakukan augmentasi data untuk memperbanyak citra yang digunakan dalam tahap pelatihan sehingga dapat mengoptimalkan kinerja metode CNN. Augmentasi adalah proses mengubah atau memodifikasi gambar dengan cara tertentu sehingga komputer masih dapat mengenali perubahan tersebut sebagai gambar yang sama [11]. Augmentasi data merupakan suatu teknik yang digunakan dalam pengolahan data untuk menciptakan variasi atau modifikasi pada dataset pelatihan guna meningkatkan kinerja model pembelajaran mesin. Dalam konteks penerapan metode Convolutional Neural Network (CNN) untuk klasifikasi kualitas daging sapi pada aplikasi berbasis Android, augmentasi data memiliki beberapa tujuan utama. Pertama, augmentasi data digunakan untuk menangani ketidakseimbangan dalam dataset, khususnya jika ada perbedaan jumlah sampel antar kelas. Kedua, teknik ini membantu meningkatkan kekuatan umum model dengan menciptakan variasi pada data, mengurangi risiko overfitting, dan meningkatkan kemampuan model untuk mengenali pola-pola yang mungkin muncul dalam situasi nyata. Ketiga, augmentasi data dapat meningkatkan kinerja model dengan menyediakan dataset yang lebih besar dan beragam, sehingga model dapat lebih baik dalam tugas klasifikasi yang kompleks. Terakhir, dengan menambahkan variasi pada dataset, augmentasi data juga membantu meningkatkan robustness model terhadap perubahan kecil dalam input data, sehingga model dapat lebih baik menangani variasi dalam kondisi perekaman gambar atau input lainnya. Dengan demikian, penerapan augmentasi data pada penelitian ini memiliki dampak positif pada kemampuan generalisasi dan performa model CNN.

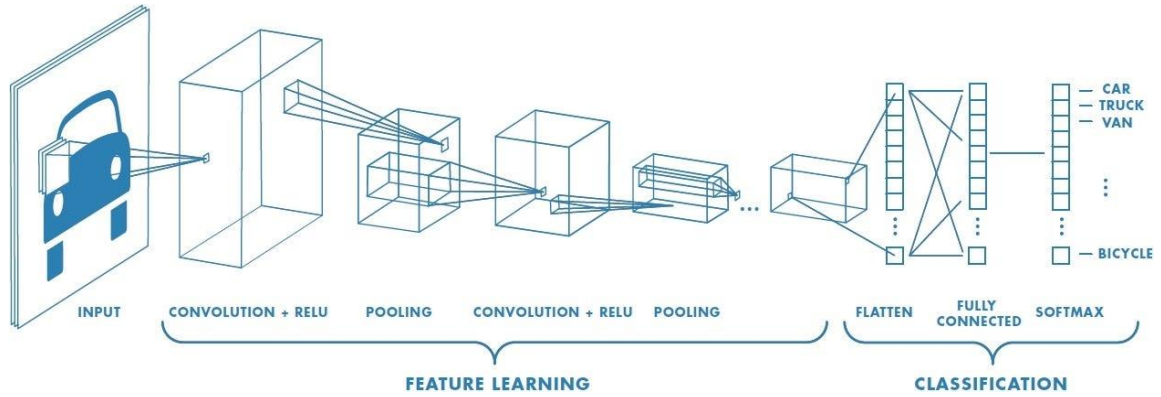
Dalam penelitian ini, augmentasi data melibatkan rotasi citra secara acak dengan batas maksimal 30° , pemotongan citra secara acak, serta penyesuaian saturasi, kontras, dan pencahayaan pada citra. Contoh hasil citra setelah tahap pra-pemrosesan yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. (a) Gambar Asli, (b) Rotasi 30° , (c) Saturasi, (d) *Cropping*

2.4 Klasifikasi Citra dengan Convolutional Neural Network (CNN)

CNN merupakan implementasi khusus dari Jaringan Saraf Tiruan (ANN) yang dianggap sebagai metode terbaik dalam pengenalan gambar. Banyak penelitian telah menunjukkan bahwa CNN memiliki kinerja yang sangat baik dalam klasifikasi gambar. Arsitektur CNN terdiri dari tiga lapisan utama, yaitu lapisan konvolusi, lapisan penggabungan, dan lapisan terhubung penuh. Pada Gambar 4, terlihat arsitektur CNN yang menggunakan dua lapisan konvolusi dan penggabungan, serta dua lapisan terhubung penuh. Metode CNN memiliki dua komponen utama, yaitu ekstraksi fitur dan klasifikasi. Ekstraksi fitur dilakukan pada lapisan konvolusi dan penggabungan, yang memungkinkan pengenalan fitur khusus dari objek. Sementara itu, klasifikasi dilakukan pada lapisan terhubung penuh, yang bertugas melakukan pembelajaran model dan mencari label yang sesuai untuk setiap gambar uji.



Gambar 4. Arsitektur CNN [18]

2.5 Evaluasi dan Hasil

Confusion matrix adalah suatu tabel yang mencatat jumlah data uji yang diklasifikasikan dengan benar dan jumlah data uji yang diklasifikasikan dengan salah [19]. Contoh dari confusion matrix untuk klasifikasi biner dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. *Confusion Matrix*

<i>Confusion Matrix</i>		<i>Predicted Class</i>	
		<i>Positive</i>	<i>Negative</i>
<i>True Class</i>	<i>Positive</i>	<i>TP (True Positive)</i>	<i>FP (False Positive)</i>
	<i>Negative</i>	<i>FN (False Negative)</i>	<i>TN (True Negative)</i>

Keterangan :

TP (True Positive) merupakan jumlah dokumen dari kelas 1 yang benar diklasifikasikan sebagai kelas 1.
 TN (True Negative) merupakan jumlah dokumen dari kelas 0 yang benar diklasifikasikan sebagai kelas 0.
 FN (False Negative) merupakan jumlah dokumen dari kelas 0 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 1.
 FP (False Positive) merupakan jumlah dokumen dari kelas 1 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 0.

a. *Accuracy*

Accuracy adalah ukuran proporsi dari total prediksi yang benar (positif dan negatif) dibandingkan dengan total jumlah data uji [6]. Rumus untuk menghitung akurasi akan dijelaskan pada Persamaan 1

$$\frac{TP + TN}{TP + TN + FN + FP} \times 100\% \tag{1}$$

b. *Precision*

Precision mengukur seberapa akurat model dalam mengklasifikasikan data positif. [14]. Dalam kata lain, presisi adalah perhitungan yang digunakan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam menolak dokumen yang tidak relevan dalam suatu kelompok dokumen. Rumus untuk menghitung presisi akan dijelaskan pada Persamaan 2.

$$\frac{TP}{TP + FP} \times 100\% \tag{2}$$

c. *Recall*

Recall mengukur seberapa baik model dapat mendeteksi data positif yang sebenarnya. [20]. Secara singkat, recall adalah perhitungan yang digunakan untuk menemukan semua dokumen yang relevan

dalam suatu kelompok dokumen. Rumus untuk menghitung recall akan dijelaskan pada persamaan 3.

$$\frac{TP}{TP + FN} \times 100\% \quad (3)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, akan disajikan analisis, hasil implementasi, dan pengujian serta pembahasan dari topik penelitian. Informasi ini dapat diawali dengan penjelasan tentang metodologi penelitian yang telah dilakukan. Bagian ini juga akan mencakup penjelasan menggunakan berbagai representasi visual seperti gambar, tabel, dan lainnya. Skenario parameter pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Skenario Eksperimen

Jenis Parameter	Original dan Augmentasi
Pembagian Data	80% data <i>training</i> : 10% data <i>validation</i> , 10% data <i>testing</i>
<i>Class</i>	Daging Segar dan Daging Busuk
<i>Width & Height</i>	224*224 pixel
<i>Batch Size</i>	80
<i>Learning Rate</i>	0.5, 0.05, 0.005, 0.0005
<i>Epoch</i>	10, 15, 20, 25

3.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan sebagai *dataset* pada penelitian ini bersumber dari *website* kaggle. Proses pengambilan dataset tersebut adalah dengan cara langsung mengunduh melalui *website* tersebut. Data ini sebanyak 1800 data yang terdiri dari 793 citra daging busuk, 512 citra daging setengah busuk, dan 511 citra daging segar. Pada penelitian ini hanya menggunakan 2 kelas saja yaitu daging segar dan daging busuk. Setelah itu dilakukannya teknik *oversampling* yaitu menyamaratakan jumlah kedua kelas dataset tersebut menjadi 900 citra untuk masing masing tiap kelas. Sehingga data yang digunakan untuk penelitian ini berjumlah 1800 citra dengan pixel berukuran 1280 x 720 piksel.

Selain itu untuk membuat dataset testing, pada penelitian ini juga membuat dataset secara manual dengan menggunakan *handphone*. Dengan bantuan kamera *handphone* peneliti berhasil mengumpulkan 100 citra gambar yang terdiri dari 50 citra daging segar dan 50 citra daging busuk dengan resolusi pixel berukuran 1280 x 720 yang nantinya akan di-*rescale* pada tahap selanjutnya. Contoh data yang akan digunakan dapat dilihat pada Gambar 5.



(a)



(b)



(c)



Gambar 5. Contoh citra daging segar (atas) dan daging busuk (bawah)

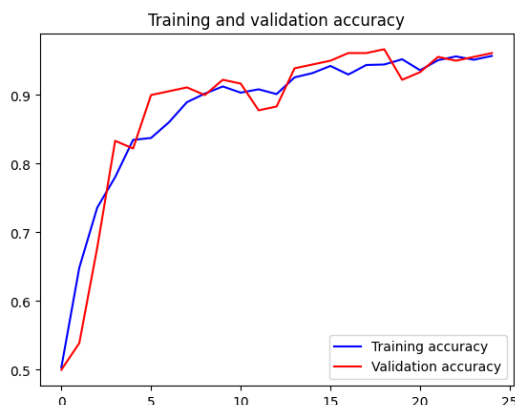
3.2 Proses *Training Model*

Pada proses selanjutnya dilakukan dengan mengatur *hyperparameter epoch* dan *learning rate*. Menurut jurnal yang menjadi acuan pada penelitian ini, pada dasarnya tidak ada ketentuan ataupun angka pasti untuk menentukan jumlah *epoch* dan *learning rate*, dikarenakan jumlah yang dibutuhkan dapat bervariasi tergantung pada kompleksitas masalah, jumlah data, dan arsitektur yang digunakan. Selain itu penambahan jumlah *epoch* dan *learning* juga berbanding lurus dengan nilai akhir yang diakurasikan. Percobaan ini untuk mencari nilai *learning rate* dan *epoch* terbaik. Tabel 5 menyajikan percobaan nilai *epoch* dan *learning rate*.

Tabel 5. Percobaan dengan *Learning Rate* dan *Epoch*

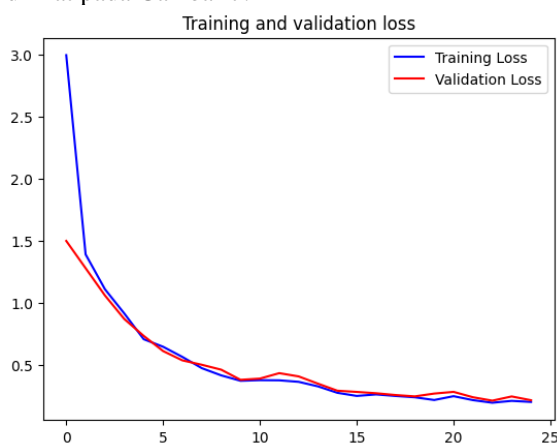
Percobaan Ke	Learning Rate	Epoch	Training		Validation	
			Accuracy	Loss	Accuracy	Loss
1	0,5	10	0,1579	0,8487	0,3489	0,8687
2	0,5	15	0,1841	0,7564	0,4892	0,7895
3	0,5	20	0,2483	0,6184	0,4812	0,6756
4	0,5	25	0,3456	0,6012	0,5783	0,5761
5	0,05	10	0,3784	0,5978	0,6485	0,5137
6	0,05	15	0,3913	0,5756	0,6752	0,5721
7	0,05	20	0,4494	0,5218	0,7823	0,4972
8	0,05	25	0,4893	0,5041	0,7877	0,4672
9	0,005	10	0,5978	0,7862	0,8123	0,4537
10	0,005	20	0,6131	0,3542	0,8788	0,5442
11	0,005	25	0,8429	0,1236	0,9124	0,3918
12	0,0005	10	0,7453	0,1892	0,9264	0,3482
13	0,0005	15	0,8918	0,1546	0,9743	0,4452
14	0,0005	20	0,9521	0,1254	0,9845	0,2435
15	0,0005	25	0,9569	0,1129	0,9611	0,2129

Dari hasil melakukan percobaan untuk mencari tahu komposisi menentukan model terbaik. Dapat disimpulkan bahwa hasil terbaik diperoleh pada percobaan terakhir yaitu pada percobaan ke – 16. Dimana dengan menggunakan learning rate sebesar 0.0005 dan jumlah epoch sebesar 25 menghasilkan *accuracy training* sebesar 0.9569 dan sedangkan untuk *accuracy validation* sebesar 0.9611. Hasil *training* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Akurasi *Training* dan *Validation*

Selanjutnya hasil proses akan menghasilkan *loss validation* sebesar 0.2129 dengan *loss accuracy* 0.1129. Hasil *training* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil *Loss Training* dan *Validation*

Dapat dilihat pada Gambar 6, model dikatakan baik dikarenakan akurasi pada *training* dan *validation* memiliki grafik yang selalu naik yang berarti model selalu mengalami peningkatan dalam mengenali citra daging. Sementara itu, berdasarkan Gambar 7 terlihat bahwa *loss accuracy* dan *validation* selalu mengalami penurunan. Berdasarkan Gambar 6 dan Gambar 7, dapat disimpulkan menggunakan metode Elbow bahwa pada nilai epoch 15, sudah tidak terjadi penambahan nilai akurasi yang signifikan. Demikian juga dari sisi *loss accuracy* juga sudah tidak mengalami penurunan nilai secara signifikan. Dengan demikian, nilai epoch optimal dicapai dengan nilai 15.

3.3 Pengujian Model

Tahapan pengujian adalah salah satu tahap yang harus dilakukan dalam pembuatan suatu sistem, pengujian juga dijadikan sebagai tolak ukur keberhasilan dari suatu penelitian. Pada sistem deteksi kualitas kesegaran daging ini menggunakan metode pengujian *blackbox* dan pengujian fungsionalitas sistem. Pencarian nilai *accuracy*, *precision*, *recall* dan *F1-Score* dengan menggunakan perhitungan tabel *confusion matrix*.

a. Pengujian Berdasarkan Lama Waktu Pembusukan

Pada Pengujian kali ini penulis melakukan pengujian berdasarkan lama waktu pembusukan yang dialami oleh daging. Jurnal yang menjadi validator pada penelitian ini mengatakan bahwa daging dikatakan sudah busuk pada jam ke – 9 dikarenakan pada daging sudah terdapat embun putih NH_4Cl yang mengindikasikan daging tersebut mengalami pembusukan. Hasil pengujian berdasarkan lama waktu pembusukan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengujian Sistem Berdasarkan Lama Waktu Pembusukan

No	Gambar	Lama Waktu Pembusukan	Kelas Sebenarnya	Kelas Hasil Pemrosesan
----	--------	-----------------------	------------------	------------------------

1.		2 Jam	Segar	Segar
2.		5 Jam	Segar	Busuk
3.		12 Jam	Busuk	Busuk

Pada Tabel 6 dapat disimpulkan bahwa sistem mendeteksi daging mulai dikatakan busuk apabila daging sudah berada 5 jam dalam suhu ruangan.

b. Pengujian Sistem Klasifikasi Kualitas Daging Sapi

Berikut adalah tabel pengujian sistem klasifikasi kualitas daging sapi menggunakan metode black box testing. Hasil pengujian perancangan aplikasi dapat dilihat pada Tabel 7.

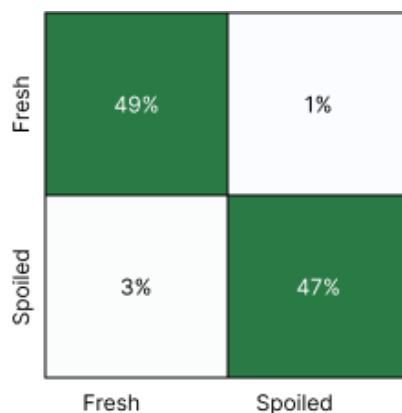
Tabel 7. Hasil Perancangan Pengujian

Kasus Pengujian	Skenario Pengujian	Jenis Pengujian	Hasil Pengamatan	Kesimpulan
Upload Citra	Citra dapat diunggah dari file penyimpanan	<i>Blackbox</i>	Berhasil	Normal
Augmentasi Data	Citra dapat di augmentasi	<i>Blackbox</i>	Berhasil	Normal
Upload Dataset	Dataset dapat diunggah dari file penyimpanan	<i>Blackbox</i>	Berhasil	Normal
Membuat Klasifikasi Report	Sistem dapat membuat klasifikasi <i>report</i> dari model yang dibuat	<i>Blackbox</i>	Berhasil	Normal

Membuat <i>Confusion</i> <i>Matriks</i>	Sistem dapat membuat confusion matriks dari pengujian data <i>testing</i> terhadap model	<i>Blackbox</i>	Berhasil	Normal
Melakukan Klasifikasi Citra Daging Segar	Sistem dapat melakukan klasifikasi daging segar dengan benar	<i>Blackbox</i>	Berhasil	Normal
Melakukan Klasifikasi Citra Daging Busuk	Sistem dapat melakukan klasifikasi daging busuk dengan benar	<i>Blackbox</i>	Berhasil	Normal

c. Pengujian *Confusion Matrix*

Berikut adalah hasil dari pengujian akurasi sistem. Pengujian ini menggunakan dataset testing yang berisi 100 citra daging, diantaranya terdapat 50 citra daging sapi segar dan 50 citra daging sapi busuk. Hasil confusion matriks dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Confusion Matrix

Dari gambar 8 dapat diketahui jumlah data *True Positive* (TP) sebesar 49% , *True Negative* (TN) sebesar 47% , *False Positive* (FP) sebesar 1% dan *False Negative* (FN) sebesar 3% yang dapat disimpulkan bahwa sebanyak 4 citra daging yang salah diklasifikasikan oleh sistem. Hasil dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil *Precision*, *Recall*, *F1 – Score*

	Precision	Recall	F1 – Score	Support
Fresh	0,95	0,94	0,97	90
Spoiled	0,96	0,94	0,97	90
Accuracy	-	-	0,97	100
Macro Average	0,97	0,97	0,97	100
Weighted Average	0,94	0,95	0,97	100

Tabel 8 menjelaskan bahwa model dilatih dapat dianggap sangat baik. Dalam klasifikasi, presisi mengukur sejauh mana hasil prediksi positif benar, sedangkan recall mengukur sejauh mana prediksi positif berhasil menemukan semua kasus positif yang sebenarnya. F1-score adalah gabungan antara presisi dan recall, memberikan gambaran keseluruhan dari kinerja model. Dalam kasus ini, *precision*, *recall*, dan *F1-score* memiliki nilai yang tinggi untuk kelas "*Fresh*" dan "*Spoiled*". Nilai akurasi mencapai 97%, yang menunjukkan seberapa baik model dapat

mengklasifikasikan data dengan benar. Dengan demikian, berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa model memiliki kinerja yang baik dalam memprediksi dengan akurasi tinggi untuk kedua kelas.

3.4 Pembahasan

Hasil pengujian yang tercantum pada Tabel 8 menunjukkan bahwa model yang telah dilatih untuk klasifikasi kualitas daging sapi pada aplikasi berbasis Android dapat dianggap sangat baik. Evaluasi kinerja model dilakukan melalui presisi, recall, F1-score, dan akurasi. Presisi mengukur tingkat keakuratan prediksi positif, recall mengukur kemampuan model untuk menemukan semua kasus positif yang sebenarnya, sedangkan F1-score memberikan gambaran keseluruhan dari keseimbangan antara presisi dan recall.

Dalam kasus ini, nilai presisi, recall, dan F1-score yang tinggi untuk kedua kelas ("Fresh" dan "Spoiled") menunjukkan bahwa model mampu memberikan prediksi yang akurat dan efektif untuk klasifikasi kualitas daging. Hal ini menandakan bahwa model memiliki kemampuan yang baik dalam mengidentifikasi kedua kategori dengan benar. Akurasi yang mencapai 97% menegaskan kemampuan model dalam mengklasifikasikan data dengan tingkat kebenaran yang tinggi.

Hasil tersebut memiliki dampak signifikan dalam konteks pengembangan keilmuan terkait. Penggunaan metode Convolutional Neural Network (CNN) untuk klasifikasi kualitas daging sapi pada aplikasi berbasis Android tidak hanya memberikan hasil yang memuaskan tetapi juga membuktikan potensi aplikatif dalam industri pengolahan daging. Kontribusi penelitian ini dapat dilihat dari segi inovasi teknologi, di mana penerapan CNN pada aplikasi berbasis Android menjadi solusi efektif untuk pemantauan dan evaluasi kualitas daging secara otomatis. Selain itu, tingkat akurasi yang tinggi juga dapat meningkatkan efisiensi dan keandalan dalam rantai pasok daging, memberikan manfaat signifikan dalam industri pangan secara keseluruhan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menghasilkan model yang baik secara teknis, tetapi juga memberikan kontribusi dalam konteks penerapan teknologi untuk meningkatkan kualitas dan keamanan produk pangan.

4. PENUTUP

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem klasifikasi kualitas daging sapi dan mengimplementasikan model CNN menggunakan TensorFlow secara baik. Tingkat akurasi tertinggi yang dicapai adalah 95,69% dengan 25 *epoch* dan *learning rate* sebesar 0,0005, serta data dibagi menjadi 80% data latihan dan 20% data validasi. Hasil penelitian membuktikan bahwa sistem klasifikasi kualitas daging sapi dengan metode CNN dapat diimplementasikan dengan baik. Oleh karena itu, hasil dari penelitian ini dapat memberikan kemudahan bagi masyarakat dalam menentukan kualitas kesegaran daging secara tepat.

Untuk mengembangkan penelitian klasifikasi kualitas daging sapi berbasis Convolutional Neural Network (CNN) pada aplikasi Android, beberapa saran perlu dipertimbangkan. Pertama, penelitian dapat diperluas dengan memperbesar dataset untuk mencakup lebih banyak variasi dan representasi situasi yang mungkin terjadi dalam pengambilan gambar daging sapi. Pengujian model juga sebaiknya dilakukan dalam situasi nyata di industri atau pasar untuk menilai keaplikasian praktisnya. Selain itu, perlu dilakukan optimasi lebih lanjut terhadap arsitektur dan parameter model, serta analisis kestabilan terhadap variasi lingkungan. Integrasi model ke dalam sistem otomatisasi dan analisis ekonomi terkait penerapan teknologi ini dalam industri juga merupakan aspek penting untuk dieksplorasi.

Peningkatan aplikabilitas dengan menguji model pada jenis daging lainnya dan melibatkan ahli domain dalam validasi dapat membuat penelitian ini lebih holistik dan relevan dalam konteks industri pangan. Dengan mempertimbangkan saran-saran ini, penelitian ini memiliki potensi untuk memberikan kontribusi yang lebih substansial dalam meningkatkan efisiensi dan keandalan dalam pengolahan daging serta memberikan solusi praktis untuk pemantauan kualitas daging.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. R. Dharmawan, D. Syaury, and G. E. Setyawan, "Sistem Pembeda Daging Sapi dan Daging Babi berdasarkan Warna dan Kadar Amonia menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Berbasis Android," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 11, pp. 2548–964, 2019, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [2] G. Y. Alhafis, J. Jasril, S. Sanjaya, F. Syafria, and E. Budianita, "Klasifikasi Citra Daging Sapi dan Daging Babi Menggunakan Ekstraksi Ciri dan Convolutional Neural Network," *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, vol. 9, no. 3, p. 653, Jun. 2022, doi: 10.30865/jurikom.v9i3.4175.
- [3] L. Mahgfira and M. Nasir, "Sistem Pendeteksi Kualitas Daging Berbasis Android," *Jurnal Teknologi Rekayasa Informasi dan Komputer*, vol. 3, no. 2, pp. 1–10, 2020.

- [4] M. Yanto, "MULTIPLE LINEAR REGRESSI PADA FUZZY NEURAL NETWORK (FNN) PENENTUAN KUALITAS DAGING SAPI," *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, vol. 11, no. 1, Feb. 2022, doi: 10.23887/jstundiksha.v11i1.38267.
- [5] F. Rosalina Devi, E. Sugiharti, and R. Arifudin, "Sistem Klasifikasi Kualitas Sapi Potong di Kabupaten Semarang Menggunakan Algoritma K-Means Clustering dan Naive Bayes Classifier Berbasis Web," in *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Komputer (SNIK) 2018*, 2018, pp. 1–10.
- [6] N. A. Nafiasari and A. M. Handayani, "Penganalisis Kesegaran Daging Sapi Dan Daging Babi Mentah Berdasarkan Klasifikasi Warna Dan Kelembaban," *Jurnal Teknosains*, vol. 8, no. 1, p. 66, 2019, doi: 10.22146/teknosains.35643.
- [7] L. Mahgfira and M. Nasir, "Sistem Pendeteksi Kualitas Daging Berbasis Android," *Jurnal Teknologi Rekayasa Informasi dan Komputer*, vol. 3, no. 2, pp. 32–41, 2020.
- [8] M. Astiningrum, M. Mentari, and R. R. N. Rachma, "Deteksi Kesegaran Daging Sapi Berdasarkan," *Seminar Informatika Aplikatif*, pp. 217–222, 2014.
- [9] N. Rahmi, Marhamah, and Nurul Fadillah, "Klasifikasi Kualitas Daging Sapi Berdasarkan Warna," *J-ICOM - Jurnal Informatika dan Teknologi Komputer*, vol. 1, no. 1, pp. 28–35, 2020, doi: 10.33059/j-icom.v1i1.2868.
- [10] H. M. Al-Jabbar, H. Fitriyah, and R. Maulana, "Sistem Klasifikasi Kesegaran Daging Sapi berdasarkan Citra menggunakan Metode Naïve Bayes berbasis Raspberry Pi," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 5, no. 4, pp. 1646–1653, 2021.
- [11] A. Prabowo, D. Erwanto, and P. N. Rahayu, "Klasifikasi Kesegaran Daging Sapi Menggunakan Metode Ekstraksi Tekstur GLCM dan KNN Freshness Classification of Beef Using GLCM Texture Extraction Method and KNN," *Jec*, vol. 7, no. 1, 2021.
- [12] M. Yanto, "Multiple Linear Regressi Pada Fuzzy Neural Network (Fnn) Penentuan Kualitas Daging Sapi," *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, vol. 11, no. 1, pp. 93–105, 2022, doi: 10.23887/jstundiksha.v11i1.38267.
- [13] G. Y. Alhafis, J. Jasril, S. Sanjaya, F. Syafria, and E. Budianita, "Klasifikasi Citra Daging Sapi dan Daging Babi Menggunakan Ekstraksi Ciri dan Convolutional Neural Network," *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, vol. 9, no. 3, p. 653, 2022, doi: 10.30865/jurikom.v9i3.4175.
- [14] A. D. Octaviani and S. L. Rahayu, "Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Kualitas Daging Sapi di PD Rumah Potong Hewan Medan Menggunakan Metode AHP Berbasis Web," vol. 1, no. 2, 2023.
- [15] O. Ulucan, D. Karakaya, and M. Turkan, "Meat Quality Assessment based on Deep Learning," in *2019 Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference (ASYU)*, IEEE, Oct. 2019, pp. 1–5. doi: 10.1109/ASYU48272.2019.8946388.
- [16] R. Y. Choi, A. S. Coyner, J. Kalpathy-cramer, M. F. Chiang, and J. P. Campbell, "Introduction to Machine Learning , Neural Networks , and Deep Learning," pp. 1–12, 2020.
- [17] S. Lasniari, J. Jasril, S. Sanjaya, F. Yanto, and M. Affandes, "Klasifikasi Citra Daging Babi dan Daging Sapi Menggunakan Deep Learning Arsitektur ResNet-50 dengan Augmentasi Citra," *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON)*, vol. 3, no. 4, p. 450, 2022, doi: 10.30865/json.v3i4.4167.
- [18] S. Sena, "Pengenalan Deep Learning Part 7 : Convolutional Neural Network (CNN)," Medium. Accessed: Nov. 20, 2023. [Online]. Available: <https://medium.com/@samuelsena/pengenalan-deep-learning-part-7-convolutional-neural-network-cnn-b003b477dc94>
- [19] S. B. Valentino, P. Studi, T. Informatika, and C. N. Network, "Klasifikasi kualitas daging marmer berdasarkan citra warna daging menggunakan metode convolutional neural network," vol. 7, no. 1, pp. 125–129, 2023.
- [20] R. H. Laluma, B. Sugiarto, A. Santriyana, A. G. Azwar, N. Nurwathi, and G. Gunawan, "Klasifikasi Perbedaan Daging Sapi Dan Daging Babi Dengan Metode Convolutional Neural Network Berbasis Web," *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, vol. 6, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.32897/infotronik.2021.6.1.603.