

Meatcheck: Deteksi Kualitas Daging Sapi Berbasis *Mobile Deep Learning*

Muh. Wildan Mauludy^{1,*}, Goenawan Brotosaputro², Mardi Hardjianto³

¹Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Bisnis Digital, Universitas Muhammadiyah Sidenreng Rappang, Sidrap, Indonesia
E-mail: wildanmauludy27@gmail.com

²Fakultas Teknologi Informasi, Sistem Informasi Manajemen, Institut Sains dan Bisnis Atma Luhur, Pangkal Pinang, Indonesia
E-mail: gbrotos@atmaluhur.ac.id

³Fakultas Teknologi Informasi, Teknik Informatika, Universitas Budi Luhur, Jakarta, Indonesia
E-mail: mardi.hardjianto@budiluhur.ac.id

*Penulis Korespondensi

Abstrak— Daging sapi merupakan bahan makanan penting yang mempengaruhi kepuasan konsumen dan nilai pasar dalam industri daging. Tujuan dalam penelitian yang dilakukan ini adalah mengembangkan sebuah model untuk melakukan klasifikasi kualitas daging sapi dengan metode *transfer learning*. Metode pengumpulan data dilakukan melalui pengambilan gambar daging sapi, yang kemudian dilabeli berdasarkan kualitasnya. Klasifikasi menggunakan arsitektur *transfer learning* yang dapat meningkatkan performa model *machine learning* yang dihasilkan untuk klasifikasi daging segar dan busuk. Model diuji dengan melihat *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score*. Hasil penelitian menunjukkan *accuracy* 95%, *precision* 95.5%, *recall* 94.5%, dan *f1 score* sebesar 95%, yang dicapai dengan *learning rate* 0.005, *epoch* 20, dan *batch size* 8. Kesimpulannya, model yang dikembangkan dengan *transfer learning* algoritma MobileNetV2 mampu mengklasifikasikan kualitas daging sapi dengan tingkat akurasi yang baik. *Prototype* sistem yang dikembangkan dapat memberikan prediksi *real-time*, membantu konsumen memilih daging berkualitas, dan meningkatkan nilai pasar. Penelitian berikutnya lebih disarankan agar menambah akurasi dan mengembangkan model dengan cara memperbesar ukuran dataset dan mengeksplorasi arsitektur lain yang lebih kompleks.

Kata Kunci — Klasifikasi; Kualitas Daging; Mechine Learning; Transfer Learning; Mobile.

Abstract— Beef is an important foodstuff that affects consumer satisfaction and market value in the meat industry. The purpose of this research is to develop a model to classify beef quality using *the transfer learning* method. The data collection method is carried out through taking pictures of beef, which are then labeled based on their quality. Classification uses *a transfer learning* architecture that can improve the performance of *the machine learning model* generated for the classification of fresh and rotten meat. The model was tested by looking at *accuracy*, *precision*, *recall*, and *f1-score*. The results showed an *accuracy* of 95%, *precision* 95.5%, *recall* of 94.5%, and an *f1 score* of 95%, which was achieved with a *learning rate* of 0.005, *epoch* 20, and *batch size* of 8. In conclusion, the model developed with *the transfer learning algorithm* MobileNetV2 was able to classify the quality of beef with a good level of accuracy. *The prototype* of the developed system can provide *real-time* predictions, help consumers choose quality meat, and increase market value. Further research is recommended to increase accuracy and develop models by increasing the size of the dataset and exploring other, more complex architectures.

Keywords — Classification; Meat Quality; Machine Learning; Transfer Learning; Mobile.

I. PENDAHULUAN

Salah satu makanan masyarakat yang kaya akan sumber protein hewani adalah daging sapi, kualitasnya memiliki dampak signifikan terhadap kepuasan konsumen serta nilai pasar dalam industri daging. Tingkat konsumsi daging sapi di Indonesia terdapat peningkatan dari tahun ke tahun. Badan Pusat Statistik, melakukan rilis data tahun 2022, yakni konsumsi daging sapi nasional mencapai 627.952 ton [2], Namun, karena banyaknya permintaan daging sapi, masalah serius muncul dengan kualitas daging sapi yang dijual. Di Indonesia harga daging sapi relatif tinggi karena rantai distribusi dari peternak ke konsumen sangat panjang, sehingga biaya untuk membeli daging sapi tinggi [3].

Mechine learning adalah satu hal yang menjadi tren baru-baru ini, pengembangan sistem deteksi dan klasifikasi dalam berbagai bidang, termasuk pengolahan gambar atau *image processing* [4].

Menurut [5], pembelajaran mesin adalah studi berkelanjutan tentang konsep pengenalan pola dan pembelajaran komputasi dalam kecerdasan buatan yang menggunakan algoritma pembelajaran seperti diawasi dan tidak diawasi untuk memprediksi dan mendukung pengambilan keputusan otomatis berdasarkan sekumpulan data. Pembelajaran mendalam merupakan bentuk algoritma yang memanfaatkan data yang mengandung informasi sebagai *input* dan memprosesnya melalui sejumlah lapisan tersembunyi (*hidden layers*), serta melakukan transformasi non-linear dari data input untuk menghasilkan *output* [6]. Deteksi objek merupakan salah satu cabang dari ilmu visi komputer yang bertujuan untuk mengidentifikasi objek dalam sebuah gambar [6]. Metode MLP (*Multilayer Perceptron*) kurang ideal karena tidak mempertahankan informasi spasial dari data citra dan menganggap setiap piksel sebagai fitur independen, sehingga hasilnya kurang optimal [6].

Transfer learning adalah metode pembelajaran mesin yang menggunakan pengalaman yang diperoleh dari satu tugas untuk meningkatkan kinerja dalam tugas lain [7]. Ini dilakukan dengan menggunakan model yang sudah dilatih sebelumnya dan menyesuaikan atau mengadaptasinya untuk digunakan dalam tugas yang baru [8]. Penelitian ini menggunakan *transfer learning* sebagai model pre-train sebagai solusi yang efisien untuk mendeteksi objek secara *real time*, deteksi beberapa objek dalam satu bidikan gambar, meningkatkan akurasi klasifikasi kualitas daging sapi dan mudah dalam membedakan daging sapi segar dan busuk.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh [9] mengatakan bahwa kualitas kesegaran suatu daging bisa diakibatkan aktivitas mikroorganisme atau pelepasan enzim intraseluler dan ekstraseluler mikroba dari daging. Beberapa parameter yang menunjukkan penurunan kesegaran daging meliputi perubahan warna dan aroma, tekstur, pembentukan lendir, serta gas [10]. Dalam beberapa tahun terakhir, meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya kualitas daging yang dikonsumsi telah mendorong penelitian di bidang teknologi pangan, khususnya dalam pengembangan sistem yang dapat membantu konsumen dalam menilai kualitas daging sapi secara akurat.

Berdasarkan penelitian [11] kesegaran daging sapi dapat diidentifikasi dari warna merah segar yang dipertahankan hingga 10 jam setelah pemotongan. Penilaian kualitas daging sapi dapat dilakukan dengan memeriksa warna daging dan lemak menggunakan cahaya senter, kemudian membandingkannya dengan standar warna yang telah ditetapkan. Tantangan yang muncul dalam proses ini adalah waktu yang dibutuhkan cukup lama, keterbatasan daya tahan mata dalam mengidentifikasi daging sapi, serta inkonsistensi penilaian kualitas akibat keterbatasan penglihatan manusia [12].

Beberapa studi sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan teknologi berbasis *deep learning* dapat meningkatkan akurasi dalam klasifikasi kualitas daging. Misalnya, penelitian [13] menunjukkan bahwa model CNN (*Convolutional Neural Network*) dapat mencapai akurasi lebih dari 90% dalam klasifikasi kualitas daging ayam. Namun, masih terdapat tantangan dalam hal akurasi dan kecepatan deteksi yang perlu diatasi, terutama dalam konteks daging sapi.

Kesenjangan penelitian yang terdapat dalam studi ini adalah kurangnya penerapan metode *deep learning* yang efisien dan *real-time* [14] untuk klasifikasi kualitas daging sapi, terutama di Indonesia. Meskipun beberapa penelitian telah dilakukan, seperti yang diungkapkan oleh [15], penelitian yang dilakukan dapat mengklasifikasi kualitas daging sapi berdasarkan ciri-ciri seperti warna, intensitas gas amonia, dan interaksi pengguna dengan hasil akurasi 85%. Sebab itu, penelitian selanjutnya akan dilakukan untuk dikembangkannya sebuah model tidak hanya akurat tetapi juga dapat memberikan hasil secara *real-time*, sehingga bermanfaat bagi konsumen dalam memilih daging berkualitas.

Studi literatur menunjukkan bahwa teknologi pengolahan citra dan *machine learning* telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk pertanian dan keamanan pangan. [16], melakukan penelitian untuk mengatasi masalah pencampuran daging sapi dan babi yang dilakukan oleh oknum pedagang dengan menggunakan metode *deep learning*, CNN dengan fitur ekstraksi tekstur *Local Binary Pattern* (LBP) dan arsitektur AlexNet dengan hasil akurasi 68,6%. [17], juga melakukan penelitian untuk mengatasi permasalahan campuran daging sapi dan babi yang sulit dibedakan oleh masyarakat dengan menggunakan model CNN arsitektur EfficientNet-B6 dan augmentasi data dengan akurasi sebesar 92%. [18], tingkat kesegaran daging sapi lokal yang diklasifikasikan dengan metode KNN menggunakan dua fitur: fitur rerata intensitas warna R dan standar deviasi. Hasil klasifikasi KNN menggunakan fitur relevan dari seleksi fitur lebih baik dari pada metode tanpa seleksi fitur dengan hasil akurasi 83%.

Tingginya permintaan daging sapi, mengakibatkan para pedagang melakukan kecurangan untuk mendapatkan keuntungan yang besar dan dibuktikan dengan beredarnya daging busuk di pasaran. Berdasarkan observasi awal yang dilakukan dengan menebar kuesioner online berupa google form sebanyak 67.2% masyarakat yang terdiri dari mahasiswa, pekerja, ibu rumah tangga, dan masyarakat secara umum memiliki pengalaman yang cukup buruk, buruk, bahkan sangat buruk dalam membeli daging sapi. Sehingga hal tersebut membuat keresahan bagi masyarakat dalam membeli daging sapi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan sebuah model dalam mendeteksi untuk membantu masyarakat dalam membedakan daging sapi segar dan busuk dengan mencampur/menumpuk antara daging yang segar dan busuk. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model klasifikasi kualitas daging sapi menggunakan metode *transfer learning* yaitu arsitektur MobileNetV2. Metode ini dipilih karena kemampuannya dalam melakukan ekstraksi fitur yang efisien dari citra, yang sangat penting dalam pengenalan pola dan klasifikasi serta cepat dalam melakukan pendeteksian gambar.

Dengan latar belakang ini, penelitian akan dilakukan melalui judul penelitian "Meatcheck: Deteksi Kualitas Daging Sapi Berbasis *Mobile Deep Learning*" bertujuan untuk menawarkan solusi yang akurat, efisien, serta *real time* diharapkan dapat memberi pilihan kepada masyarakat tentang kualitas daging sapi yang mereka konsumsi dan meningkatkan kesadaran tentang pentingnya memilih daging sapi berkualitas baik untuk kesehatan mereka.

II. METODE PENELITIAN

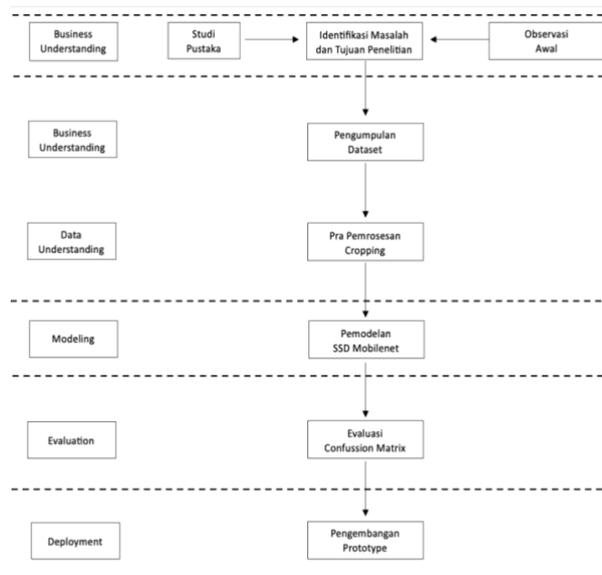
Metode penelitian ini akan dilakukan menggunakan *Cross Industry Standart Process for Data Mining (CRISP-DM)*. metode ini akan dijadikan sebagai pedoman dalam kegiatan penelitian [19]. Penggunaan metode penelitian yang tepat dapat menjadikan kegiatan penelitian mencapai tujuan dan memberikan manfaatnya. Untuk membantu menyelesaikan masalah yang ditemui maka digunakan *transfer learning* dengan algoritma MobileNetV2.

Tahapan Penelitian

Metode penelitian *CRISP-DM*, akan menggunakan enam tahap utama yang terkait satu sama lain, yaitu *Business Understanding, Data Understanding, Data Preparation, Modelling, Evaluation, dan Deployment* terdapat pada Gambar 1.

a. *Business Understanding*

Pada tahap ini, dilakukan analisis mendalam mengenai latar belakang permasalahan yang dihadapi dalam penjualan daging sapi. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memahami konteks bisnis dan mengidentifikasi kebutuhan yang harus dipenuhi melalui penelitian.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

- b. *Data Understanding*
Setelah memahami konteks bisnis, tahap ini berfokus pada pengumpulan dan eksplorasi data yang relevan untuk penelitian. Data yang diperoleh akan dianalisis untuk mendapatkan wawasan awal yang diperlukan dalam proses selanjutnya.
- c. *Data Preparation*
Tahap *preparation*, data yang telah ada kemudian dipersiapkan dan di analisis kembali. Cangkupan proses ini yaitu pembersihan data, transformasi, dan pengorganisasian data agar siap digunakan dalam model.
- d. *Modelling*
Tahap ini melibatkan pengembangan model analitik yang akan digunakan untuk memprediksi atau mengklasifikasikan data. Berbagai algoritma dan teknik akan diterapkan untuk menemukan model yang paling efektif.
- e. *Evaluation*
Tahap evaluasi berfungsi menilai kinerja pada model. Metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1 Score* digunakan mengukur efektivitas dalam memprediksi kualitas daging sapi.
- f. *Deployment*
Tahap terakhir adalah penerapan model yang telah dievaluasi ke dalam sistem nyata. Model yang berhasil akan diintegrasikan ke dalam proses bisnis untuk memberikan solusi yang bermanfaat bagi penjualan daging sapi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dihasilkan berupa model yang bisa melakukan identifikasi jenis daging dengan klasifikasi daging segar atau daging busuk. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu *Data Preparation*, *Modelling*, *Evaluation*, dan *Deployment*.

Data Preparation

Dataset penelitian ini adalah data primer. Data primer dikumpulkan merupakan data yang di dapat langsung di lapangan. Data penelitian ini diambil dari foto langsung menggunakan alat yaitu *handphone* Iphone 13 dengan resolusi kamera 12 *Mega Pixel* dengan bantuan lensa *Apexel* mikroskop *LENS 200x magnification* dan dilengkapi 6 lampu *LED* kecil untuk memperjelas objek, diambil dari jarak 2-3 cm. Data primer yang akan dikumpulkan secara langsung merupakan data gambar daging sapi sebanyak 1000 foto daging sapi yang terdiri dari daging sapi kualitas segar dan busuk. Total dataset yang akan digunakan pada penelitian sebanyak 1000 gambar. Dataset yang dihasilkan dari akuisisi citra dengan jumlah citra sebanyak 1000 citra akan dilakukan proses *cropping* dengan ukuran 160 x 160 [20] piksel yaitu kualitas segar dan daging sapi kualitas busuk seperti pada Tabel 1. Tabel 1 merupakan contoh tampilan citra daging dimana terdiri dari dua kelas citra, yaitu citra daging sapi segar dan citra daging sapi busuk. Pada umumnya citra terlihat seperti daging yang sama dengan ukuran dan pencahayaan yang berbeda, akan tetapi jika ditelaah lebih lanjut citra daging busuk memiliki warna merah pucat dibanding citra dari daging sapi segar yang memiliki warna merah agak terang.

Tabel 1. Tabel Contoh Tampilan Klasifikasai Daging Sapi

Klasifikasi Daging Sapi	Gambar
Segar	
Busuk	

Tabel 2. Tabel Uraian Dataset Citra Daging

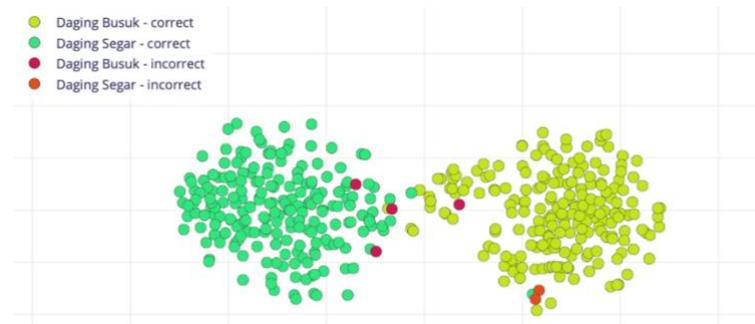
Jenis Data	Jumlah Citra
Data <i>Train</i>	800
Data <i>Test</i>	200
Total Data	1000

Tabel 3. Tabel Uraian *Data Training*

Kelas	Jumlah Citra
Daging Kualitas Segar	400
Daging Kualitas Busuk	400
Total Data	800

Tabel 4. Tabel Uraian *Data Testing*

Kelas	Jumlah Citra
Daging Kualitas Segar	100
Daging Kualitas Busuk	100
Total Data	200



Gambar 2. Visualisasi Set Data Gambar dengan Algoritma UMAP RGB

Pembagian dataset dalam penelitian yang dilakukan menggunakan rasio 80:20, artinya 80% sebagai data *training*, 20% sebagai testing terdapat uraian di Tabel 2. Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa data yang dilakukan *training* sebanyak 80% dari total keseluruhan citra yaitu sebanyak 800 citra dengan uraian pada Tabel 3. Dan data testing sebanyak 20% dari total keseluruhan citra yaitu sebanyak 200 citra dengan uraian pada Tabel 4.

Modelling

Pada bagian ini tahap pelatihan aplikasi ini akan dilakukan dengan melakukan pelatihan terhadap beberapa sampel yang telah dikumpulkan berdasarkan kriteria daging sapi segar dan daging sapi busuk. Berbagai kombinasi parameter seperti ke dalam warna, jumlah layer, jumlah filter, jumlah kernel, dan tipe angka. Selanjutnya, hasil dari penyesuaian terhadap parameter dievaluasi antara lain akurasi, waktu referensi, dan pemanfaatan RAM dan Flash.

Proses *Training* dan *Testing*

Proses *Training*

Dataset telah di proses pada tahapan sebelumnya, selanjutnya menjadi input yang dimasukkan ke *convolutional layer*. Data *training* digunakan sebanyak 800 data citra yang terdiri dari 400 citra daging kualitas segar dan 400 citra daging kualitas busuk. Kemudian citra tersebut diberikan label sesuai dengan kelasnya. Citra daging kualitas segar diberikan label daging kualitas segar dan citra daging kualitas busuk diberikan label daging kualitas busuk seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Tabel Contoh Tampilan *Dataset Training* dan Label

Klasifikasi Daging Sapi	Gambar
Segar	
Busuk	

```
Training output 🔊 (0) ▲  
11/11 - 4s - loss: 0.0437 - accuracy: 0.9939 - val_loss: 0.1810 - val_accuracy: 0.9268 - 4s/epoch - 3  
24ms/step  
Epoch 8/10  
11/11 - 4s - loss: 0.0456 - accuracy: 0.9939 - val_loss: 0.1809 - val_accuracy: 0.9268 - 4s/epoch - 3  
26ms/step  
Epoch 9/10  
11/11 - 4s - loss: 0.0424 - accuracy: 0.9909 - val_loss: 0.1808 - val_accuracy: 0.9268 - 4s/epoch - 3  
28ms/step  
Epoch 10/10  
11/11 - 3s - loss: 0.0423 - accuracy: 0.9909 - val_loss: 0.1807 - val_accuracy: 0.9268 - 3s/epoch - 3  
15ms/step  
Finished training  
Saving best performing model... (based on validation loss)
```

Gambar 3. Proses *Training Model*

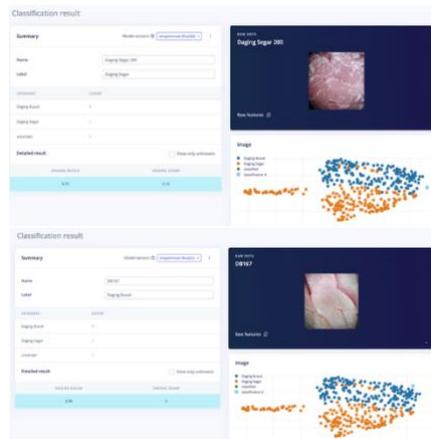
Setelah dataset disiapkan dan telah diberikan label. Selanjutnya dilakukan proses *training* dengan pemberian nilai *input* menggunakan dataset. Parameter data yang digunakan mempengaruhi jumlah neuron pada layer *input*. Selanjutnya, perhitungan lapisan tersembunyi *output matrix*, yang merupakan hasil dari pengolahan input yang diterima oleh neuron pada lapisan tersembunyi dari *neuron* pada lapisan *input*. Setelah perhitungan lapisan tersembunyi *output matrix* selesai, tahap selanjutnya adalah perhitungan berat, yang menghasilkan matrix yang menunjukkan berat masing-masing neuron dari lapisan *output*. Proses *Training Model* ditampilkan pada Gambar 3 dan hasil *log train* dataset pada Gambar 3.

Proses *Testing*

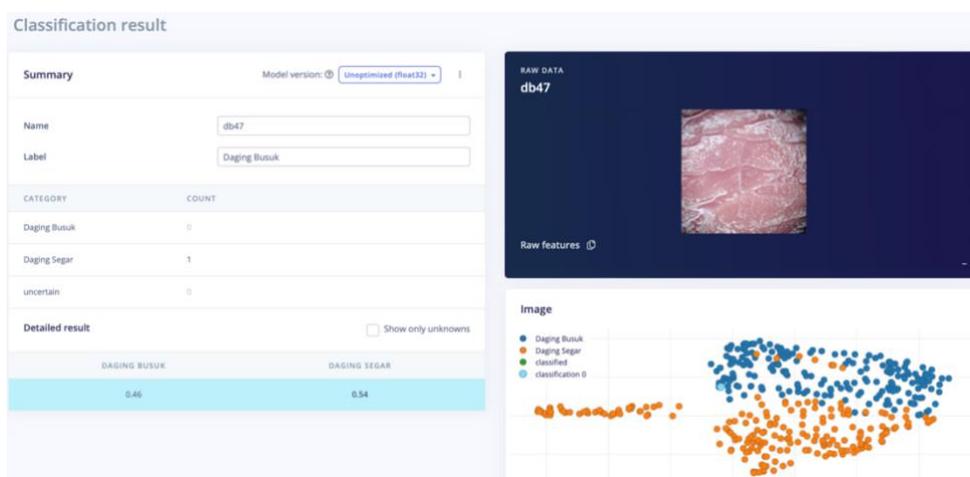
Testing adalah tahap evaluasi dari model yang telah dibangun selama proses pelatihan sebelumnya. Tahap ini dilaksanakan untuk menilai seberapa efektif metode yang diterapkan dalam sistem identifikasi citra daging sapi yang berkualitas segar dan busuk. Data testing yang digunakan sebanyak 200 citra dengan masing-masing kelas terdiri dari 100 citra daging kualitas segar dan 100 citra daging kualitas busuk.

Berdasarkan hasil testing pada Gambar 4 dan 5 hasil *training* dapat terlihat untuk hasil klasifikasi daging yang berhasil di deteksi dapat keterangan daging dalam klasifikasi segar atau busuk. Untuk *threshold* persentasi hasil deteksi peneliti memberikan ambang batas sebesar 50% ke atas untuk persentase dikatakan berhasil di deteksi dan 49% ke bawah untuk hasil tidak berhasil di deteksi.

Pada Gambar 4, model mendeteksi potongan daging sapi sebagai "Daging Segar dan Busuk" dengan tingkat keyakinan 71% dan 99%. Karena tingkat keyakinan di atas ambang batas 50%, hasil ini dianggap berhasil dideteksi oleh model. Pada Gambar 5, model mendeteksi potongan daging sapi sebagai "Daging Busuk" dengan tingkat keyakinan 46% dan "Daging Segar" 54%. Karena tingkat keyakinan di bawah ambang batas 49%, hasil ini dianggap tidak berhasil dideteksi oleh model.



Gambar 4. Hasil Klasifikasi Model Berhasil Mendeteksi



Gambar 5. Hasil Klasifikasi Model Tidak Berhasil Mendeteksi

Hasil identifikasi yang dibuat adalah informasi berupa *precision* dan *accuracy* yang didapatkan pada proses testing dan hasil identifikasi citra daging yang dilakukan pada proses testing. Proses pengujian dilakukan berdasarkan *learning rate*, nilai *epoch*, dan *batch size*. Berikut adalah hasil dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$Accuracy(\%) = \frac{(TP+TN)}{(TP+FP+TN+FN)} \quad (1)$$

$$Precision(\%) = \frac{TP}{(FP+TP)} \quad (2)$$

Uji Coba Berdasarkan *Learning Rate*

Berdasarkan data hasil pengujian dengan 10 *epoch* dan *batch size* 32 menghasilkan nilai *precision* dari masing-masing model memiliki perbedaan yang cukup jauh. *Learning rate* yang digunakan yaitu dengan *learning rate* 0,0005, 0.005, dan 0.05. Hasil pengujian dengan data *training* 800 citra dan data *testing* 200 citra menghasilkan nilai *precision* dengan *learning rate* 0.0005 *precision* sebesar 92.5% dan *accuracy* sebesar 92.7%, *learning rate* 0.005 *precision* sebesar 96.5% dan *accuracy* sebesar 96.3%, dan *learning rate* 0.05 *precision* sebesar 60.78% dan *accuracy* sebesar 61%. Dengan demikian *learning rate* yang akan digunakan pada uji coba selanjutnya adalah *learning rate* 0.005.

Uji Coba Berdasarkan Jumlah *Epoch*

Berdasarkan data pada Tabel 7 hasil pengujian dengan *learning rate* 0.005 dan *batch size* 32 menghasilkan nilai *precision* dari masing-masing model memiliki perbedaan. Jumlah *Epoch* yang digunakan yaitu dengan 5, 10, 15, dan 20 *Epoch*. Hasil pengujian dengan data *training* 800 citra dan data *testing* 200 citra menghasilkan nilai *precision* terbaik sebesar 92% dan *accuracy* sebesar 90%.

Dengan demikian model akan digunakan pada uji coba selanjutnya adalah jumlah *epoch* 20.

Uji Coba Berdasarkan Jumlah *Batch Size*

Peneliti melakukan pengujian dengan berbagai nilai ukuran *batch* untuk skenario pengujian *batch size* untuk menilai pengaruhnya terhadap performa model. Jumlah sampel data yang ditangani di setiap iterasi pelatihan model disebut sebagai ukuran *batch*.

Pada tabel 8, *batch size* 8 memberikan hasil lebih baik, yaitu nilai *precision* sebesar 95.5% dan *accuracy* 94.75%. Uji coba sebelumnya untuk penentuan parameter jumlah *batch size* telah dilakukan yakni dengan *batch size* 8, 16, dan 32 yang menghasilkan masing hasil presisi dan akurasi di atas 85%. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa ukuran *batch* 8 memberikan kinerja model yang lebih baik dibandingkan dengan ukuran *batch* 16 dan 32. Penting untuk dicatat bahwa ukuran *batch* memiliki pengaruh signifikan terhadap pelatihan model. Dengan melakukan penyesuaian pada ukuran *batch*, model dapat menganalisis lebih banyak data.

Gambar Pengukuran Kinerja Identifikasi

Setelah proses identifikasi menggunakan *transfer learning* algoritma MobileNetV2 dilakukan akan didapatkan kelas daging Segar dan Busuk. Untuk pengukuran kinerja identifikasi menggunakan *learning rate* 0.005, *epoch* 20, dan *batch size* 8.

$$Accuracy(\%) = \frac{(TP+TN)}{(TP+FP+TN+FN)} \quad (1)$$

$$Precision(\%) = \frac{TP}{(FP+TP)} \quad (2)$$

$$Recall(\%) = \frac{(TP+TN)}{(TP+FP+TN+FN)} \quad (3)$$

$$F1\ Score(\%) = \frac{(2 \times recall \times precision)}{(recall + precision)} \quad (4)$$

Tabel 6. Tabel Hasil Uji Coba Berdasarkan *Learning Rate*

<i>Learning rate</i>	<i>Precision</i>	<i>Accuracy</i>
0.0005	92.5%	92.7%
0.005	96.5%	96.3%
0.05	60.78%	61%

Tabel 7. Tabel Hasil Uji Coba Jumlah *Epoch*

<i>Epoch</i>	<i>Precision</i>	<i>Accuracy</i>
5	87.5%	90.5%
10	92%	89%
15	92%	89.45%
20	92%	90%

Tabel 8. Tabel Hasil Uji *Batch Size*

<i>Batch Size</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Precision</i>
8	94.75%	95.5%
16	89.4%	92%
32	87.5%	90.5%

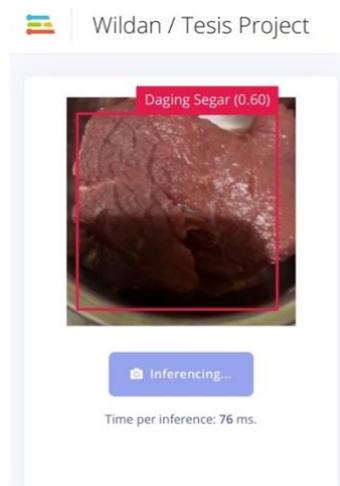
Tabel 9. Tabel *Confusion Matrix*

<i>Batch Size</i>	<i>accuracy</i>	<i>precision</i>	<i>recall</i>	<i>fl score</i>
8	95%	95.5%	94.5%	95%

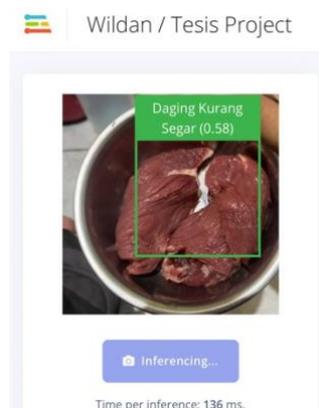
Berdasarkan Tabel 9 dapat diketahui kinerja identifikasi dengan melakukan perhitungan nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1 score*. Dari perhitungan untuk *batch size* 8 yang dilakukan pada masing-masing kelas dapat disimpulkan bahwa model yang didapatkan dapat melakukan identifikasi dengan baik dengan tingkat keberhasilan untuk identifikasi citra sangat baik karena memiliki nilai *accuracy* 95%, *precision* 95.5%, *recall* 94.5%, dan *f1 score* sebesar 95%.

Implementasi *Prototype Model Klasifikasi*

Tahap implementasi prototipe adalah bagian dari pengembangan produk atau sistem di mana model awal dari produk atau sistem tersebut dirancang dan diuji untuk memvalidasi serta mengumpulkan umpan balik dari pengguna atau pemangku kepentingan. Prototipe ini berfungsi sebagai representasi awal yang dapat mencakup berbagai fitur atau fungsionalitas yang direncanakan. Tujuan utama dari implementasi prototipe adalah untuk memberikan gambaran nyata tentang bagaimana produk atau sistem akan berfungsi dan berinteraksi dengan pengguna. Prototipe ini dilengkapi dengan fitur "Deteksi Gambar Langsung" yang memungkinkan tampilan hasil prediksi objek secara real-time. Deteksi Gambar Real-time dapat dilihat pada gambar 6 dan 7, di mana tampilan ini memungkinkan pengguna untuk secara langsung mendeteksi kualitas daging sapi menggunakan fitur kamera pada perangkat.



Gambar 6. Hasil *Prototype* Deteksi Gambar Daging Segar



Gambar 7. Hasil *Prototype* Deteksi Gambar Daging Busuk

Pada gambar ini, sistem mendeteksi potongan daging sapi kualitas Segar dan Busuk dengan tingkat keyakinan 60% dan 58%. Waktu inferensi yang dibutuhkan untuk melakukan deteksi adalah 76 dan 136 ms. Hal ini menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi kualitas daging dengan cepat dan cukup akurat dalam menentukan kesegaran daging. Waktu yang lebih lama dibandingkan dengan deteksi sebelumnya mungkin disebabkan oleh kompleksitas gambar atau kondisi pencahayaan yang berbeda.

Meskipun demikian, sistem masih dapat memberikan hasil deteksi dalam waktu yang dapat diterima untuk penggunaan *realtime*.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian deteksi kualitas daging segar dan daging busuk, disimpulkan bahwa hasil deteksi daging sapi menggunakan *transfer learning* algoritma *MobileNetV2* untuk klasifikasi kualitas daging sapi mendapat hasil akurasi yang baik. Pengujian dengan model yang dilatih menggunakan *learning rate* 0.005, *epoch* 20, dan *batch size* 8 memiliki *accuracy* 95%, *precision* 95.5%, *recall* 94.5%, dan *f1 score* sebesar 95%. Dapat disimpulkan bahwa metode *transfer learning* arsitektur *MobileNetV2* adalah cara yang efisien dan akurat untuk mendeteksi kualitas daging yang segar dan busuk. Penelitian ini menunjukkan bahwa parameter seperti jumlah *epoch*, tingkat pembelajaran (*learning rate*), dan *batch size* dapat mempengaruhi hasil pelatihan model. Temuan ini dapat dijadikan referensi bagi masyarakat umum untuk lebih tepat dalam mengidentifikasi kualitas daging sapi yang berpotensi berbahaya jika dikonsumsi karena kualitasnya yang busuk, dengan tingkat akurasi yang baik. Dengan kemampuan model untuk mengklasifikasikan daging segar dan busuk, prototipe ini berpotensi menjadi alat yang bermanfaat bagi masyarakat. Diharapkan, dengan terus mengoptimalkan model, prototipe ini akan menjadi lebih andal dan efektif dalam menjaga kualitas serta keamanan pangan, serta mengurangi dampak negatif dari kualitas daging terhadap kesehatan masyarakat. Saran untuk penelitian selanjutnya mencakup beberapa langkah strategis yang dapat meningkatkan efektivitas model yang dikembangkan. Pertama, disarankan untuk menggunakan dataset yang lebih besar guna mengoptimalkan proses pembelajaran dari model yang dilatih, sehingga dapat meningkatkan akurasi dan generalisasi. Kedua, peneliti selanjutnya dianjurkan untuk melakukan uji coba dengan sampel dataset dalam jumlah terbatas sebagai langkah awal observasi terhadap algoritma yang akan digunakan, serta untuk mengevaluasi kesesuaian dataset dengan jenis algoritma tersebut. Terakhir, pengembangan prototipe yang lebih canggih dan terintegrasi diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih baik dalam aplikasi praktis, serta meningkatkan fungsionalitas dan kemudahan penggunaan sistem yang dikembangkan..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dewan Teknologi Informasi dan Komunikasi Nasional, "Transformasi Digital untuk Pelayanan Publik," *Buletin Wantiknas*, vol. 1, 2020.
- [2] A. Heatubun and M. J. Matatula, "Produksi daging sapi di indonesia dan skenario peningkatan: sebuah analisis dampak untuk pengambilan kebijakan," *Agrinimal Jurnal Ilmu Ternak dan Tanaman*, vol. 11, no. 2, pp. 92–100, Oct. 2023, doi: 10.30598/ajitt.2023.11.2.92-100.
- [3] M. Lorens and N. Rachmat, "Identifikasi Kesegaran Daging Sapi Berdasarkan Jarak Potret Menggunakan Metode Jaringan," *2ND MDP STUDENT CONFERENCE (MSC) 2023*, 2023.
- [4] S. Kukreja, R. Sahoo, D. Jain, and V. Arora, "Image Processing," in *Computational Science and Its Applications*, 2024. doi: 10.1201/9781003347484-5.
- [5] R. G. Wardhana, G. Wang, and F. Sibuea, "PENERAPAN MACHINE LEARNING DALAM PREDIKSI TINGKAT KASUS PENYAKIT DI INDONESIA," *Journal of Information System Management (JOISM)*, vol. 5, no. 1, 2023, doi: 10.24076/joism.2023v5i1.1136.
- [6] N. Nufus *et al.*, "Sistem Pendeteksi Pejalan Kaki Di Lingkungan Terbatas Berbasis SSD MobileNet V2 Dengan Menggunakan Gambar 360° Ternormalisasi," *Prosiding Seminar Nasional Sains Teknologi dan Inovasi Indonesia (SENASTINDO)*, vol. 3, pp. 123–134, Dec. 2021, doi: 10.54706/senastindo.v3.2021.123.
- [7] H. H. Tseng, M. Der Yang, R. Saminathan, Y. C. Hsu, C. Y. Yang, and D. H. Wu, "Rice Seedling Detection in UAV Images Using Transfer Learning and Machine Learning," *Remote Sens (Basel)*, vol. 14, no. 12, 2022, doi: 10.3390/rs14122837.
- [8] A. Imanuel and D. H. Setiabudi, "Penerapan Convolutional Neural Network dengan Pre-Trained Model Xception untuk Meningkatkan Akurasi dalam Mengidentifikasi Jenis Ras Kucing," *Jurnal INFRA*, vol. 10, no. 2, 2022.
- [9] Putra Ronald, Rizal Achmad, and Cahyadi Willy, "Rancang bangun sistem pendeteksi kesegaran daging berdasarkan sensor bau dan warna design of meat freshness detection system based on odor and color," Feb. 2021.

- [10] K. Śmiecińska and T. Daszkiewicz, "Lipid oxidation and color changes in beef stored under different modified atmospheres," *J Food Process Preserv*, vol. 45, no. 3, 2021, doi: 10.1111/jfpp.15263.
- [11] Al-Jabbar Habib, H. Fitriyah, and R. Maulana, "Sistem Klasifikasi Kesegaran Daging Sapi Berdasarkan Citra Menggunakan Metode Naïve Bayes Berbasis Raspberry Pi," 2021. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [12] Pratama Adi, Juwita Ayu, and Mudzakir Tohirin, "Klasifikasi Daging Sapi Berdasarkan Ciri Warna Dengan Metode Otsu dan K-Nearest Neighbor," *Techno Xplore : Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, vol. 6, no. 1, 2021, doi: 10.36805/technoxplore.v6i1.1239.
- [13] J. Huang *et al.*, "BM-Net: CNN-Based MobileNet-V3 and Bilinear Structure for Breast Cancer Detection in Whole Slide Images," *Bioengineering*, vol. 9, no. 6, Jun. 2022, doi: 10.3390/bioengineering9060261.
- [14] S. Aras, A. Setyanto, and Rismayani, "Deep Learning Untuk Klasifikasi Motif Batik Papua Menggunakan EfficientNet dan Transfer Learning," *Insect (Informatics and Security): Jurnal Teknik Informatika*, vol. 8, no. 1, 2022, doi: 10.33506/insect.v8i1.1865.
- [15] J. A. Firdaus, E. Setiawan, and D. Syauly, "Sistem Pengukur Kesegaran Daging Sapi menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (K-NN) dengan Fitur Penambahan Data Latih berbasis EEPROM," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 5, 2020.
- [16] A. H. Artya, J. Jasril, S. Sanjaya, F. Syafria, and E. Budianita, "Implementasi Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Daging Menggunakan Fitur Ekstraksi Tekstur dan Arsitektur AlexNet," *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, vol. 9, no. 3, 2022, doi: 10.30865/jurikom.v9i3.4177.
- [17] M. F. Martias, J. Jasril, S. Sanjaya, L. Handayani, and F. Yanto, "Klasifikasi Citra Daging Sapi dan Daging Babi Menggunakan CNN Arsitektur EfficientNet-B6 dan Augmentasi Data," *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON)*, vol. 4, no. 4, 2023, doi: 10.30865/json.v4i4.6195.
- [18] T. Yulianti, M. Telaumbanua, H. D. Septama, H. Fitriawan, and A. Yudamson, "PENGARUH SELEKSI FITUR CITRA TERHADAP KLASIFIKASI TINGKAT KESEGARAN DAGING SAPI LOKAL," *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, vol. 10, no. 1, 2021, doi: 10.23960/jtep-1.v10i1.85-95.
- [19] L. Fimawahib and E. Rouza, "Penerapan K-Means Clustering pada Penentuan Jenis Pembelajaran di Universitas Pasir Pengaraian," *INOVTEK Polbeng - Seri Informatika*, vol. 6, no. 2, 2021, doi: 10.35314/isi.v6i2.2096.
- [20] F. S. Wahyuni, H. Z. Zah'ro, A. P. Sasmito, and M. Z. Musyafa, "Penerapan Metode K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Tutupan Lahan," *Prosiding SENIATI*, vol. 7, no. 1, 2023, doi: 10.36040/seniati.v7i1.7936.