

Klasifikasi Kualitas Daging Ayam Menggunakan Citra Digital Dengan Ekstraksi Fitur GLCM Dan Metode CNN

As'ad Alwi Shihab¹, Abd. Ghofur^{2*}, A. Hamdani³

^{1,2,3}Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Ibrahimy, Situbondo

Email: ¹alwishihab693@gmail.com, ²*apunkbwi@gmail.com, ³dan.kidz88@gmail.com

*) Email Penulis Utama

Abstrak—Kesegaran daging ayam merupakan indikator penting dalam menentukan mutu dan keamanan produk pangan hewani. Namun, proses identifikasi kesegaran masih banyak dilakukan secara manual, sehingga rentan terhadap subjektivitas dan kesalahan manusia. Salah satu penyebab utama rendahnya tingkat kesegaran daging ayam di pasaran adalah kurangnya perhatian dalam proses pemilihan daging yang layak konsumsi. Daging ayam yang tidak segar dapat berdampak buruk pada kesehatan konsumen serta menurunkan nilai jual dan kepercayaan konsumen terhadap produk unggas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem klasifikasi kualitas daging ayam berbasis citra digital dengan memanfaatkan metode Convolutional Neural Network (CNN), di mana fitur tekstur citra diperoleh melalui proses ekstraksi menggunakan algoritma Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM). Citra daging ayam diproses untuk mendapatkan informasi visual berupa tekstur dan warna sebagai dasar dalam penentuan klasifikasi. Dataset yang digunakan terdiri dari 1500 citra daging ayam yang diperoleh melalui penelitian langsung di Desa Kebaman, Kecamatan Srono, Kabupaten Banyuwangi, dengan distribusi masing-masing 500 gambar untuk kelas segar, kurang segar, dan busuk. Fitur GLCM yang digunakan meliputi contrast, homogeneity, energy, correlation, dan entropy. Seluruh fitur ini dikombinasikan dengan output CNN untuk meningkatkan akurasi klasifikasi. Hasil pelatihan menunjukkan bahwa pada epoch ke-10, model menghasilkan akurasi sebesar 99,5% pada data pelatihan dan 99,8% pada data pengujian, dengan nilai loss sebesar 0,2 untuk keduanya. Hasil ini membuktikan bahwa metode gabungan CNN dan GLCM efektif dalam mengidentifikasi tingkat kesegaran daging ayam secara akurat. Sistem ini berpotensi untuk diterapkan dalam dunia industri dan perdagangan sebagai alat bantu dalam menilai kualitas daging ayam secara cepat dan objektif.

Kata Kunci: kesegaran daging ayam, klasifikasi citra, CNN, GLCM, pengolahan citra digital.

Abstract—The freshness of chicken meat is a critical indicator in determining the quality and safety of poultry products. However, the identification process is still predominantly conducted manually, making it prone to subjectivity and human error. One of the primary factors contributing to the decline in the freshness of chicken meat in the market is the lack of proper attention in selecting meat suitable for consumption. Unsuitable meat freshness not only poses health risk to consumer but also diminishes the product's commercial value and consumer trust. This study aims to develop a chicken meat freshness classification system based in digital image processing by integrating a Convolutional Neural Network (CNN) with texture feature extraction using the Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM). The images of chicken meat were processed to extract visual features such as texture and color, which serve as the basis for classification. The dataset comprises 1,500 images of chicken meat collected from Kebaman Village, Srono Subdistrict, Banyuwangi Regency, with 500 images representing each class fresh, slightly fresh, and rotten. GLCM features used include contrast, homogeneity, energy, correlation, and entropy. These features were combined with CNN outputs to improve classification performance. The training result demonstrate that at the 10th epoch, the model achieved 99,5% accuracy on training data and 99,8% accuracy on testing data, with a loss value of 0,2 for both dataset. These results indicate that the combination of CNN and GLCM methods is highly effective for accurately identifying the freshness level of chicken meat. This system shows potential for application in the poultry industry and food supply chains as a practical tool for objective and rapid quality assessment of chicken meat.

Keywords: chicken meat freshness, image classification, CNN, GLCM, digital image processing.

1. PENDAHULUAN

Salah satu sumber protein hewani yang sangat dibutuhkan adalah daging ayam oleh masyarakat lokal Indonesia. Tingginya konsumen daging ayam setiap tahun menjadikannya komoditas utama di pasar lokal, termasuk di Desa Kebaman, Kecamatan Srono, Kabupaten Banyuwangi. Namun, tantangan untuk menjaga kualitas dan kesegaran daging ayam masih menjadi perhatian, terutama karena banyak masyarakat yang hanya mengandalkan pengamatan visual dalam menilai kualitas daging. Penilaian ini seringkali tidak akurat, terutama bagi masyarakat yang belum memiliki pengalaman dalam mengenali tanda-tanda kesegaran daging [1].

Kesegaran daging sangat penting untuk memastikan keamanan pangan dan kesehatan masyarakat. Kasus penjualan daging yang tidak segar bahkan daging yang sudah busuk. Tantangan ini semakin nyata karena sulitnya masyarakat membedakan kualitas daging tanpa dukungan teknologi. Oleh karena itu, diperlukan metode yang lebih canggih untuk mengidentifikasi kualitas daging dengan cepat dan akurat. Hal ini mendorong penelitian di bidang teknologi pengolahan citra sebagai solusi [2].

Pemanfaatan citra digital dapat menjadi inovasi untuk mengatasi keterbatasan penilaian kualitas daging ayam secara manual. Dengan menggunakan teknologi pengolahan citra, citra daging ayam dapat diolah untuk mengekstraksi informasi penting seperti tekstur, warna, dan pola visual lainnya. Teknologi ini memungkinkan proses penilaian kualitas daging dilakukan secara objektif dan konsisten, tanpa tergantung pada keahlian

pengamat. Selain itu, citra digital memberikan fleksibilitas dalam pengolahan data, seperti penyimpanan, analisis ulang, dan pembagian data untuk keperluan pengembangan model klasifikasi berbasis GLCM dan CNN. Pendekatan ini bukan hanya meningkatkan efisiensi, tetapi memberikan hasil lebih akurat dibandingkan dengan metode tradisional[3].

Dalam dunia teknologi, metode Convolutional Neural Network (CNN) mampu menunjukkan efektivitas tinggi mengenai klasifikasi citra, termasuk untuk aplikasi identifikasi kualitas bahan pangan. CNN mampu mengekstraksi fitur kompleks seperti pola tekstur dan warna dari citra digital. Ketika dikombinasikan dengan Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM), tekstur dapat dianalisis secara lebih mendalam, memungkinkan pengklasifikasian kualitas daging dengan akurasi yang lebih tinggi. Pendekatan ini telah digunakan untuk berbagai aplikasi, termasuk identifikasi kualitas daging sapi dan babi[4].

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa augmentasi data juga memiliki peran penting dalam meningkatkan nilai akurasi model CNN. Caranya adalah menggabungkan augmentasi data dan pengoptimalan hyperparameter, model CNN seperti AlexNet dapat mencapai akurasi hingga 85%, seperti yang terlihat dalam penelitian pada klasifikasi daging sapi, babi, dan campurannya[4]. Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa CNN dapat memberikan hasil yang sangat baik untuk klasifikasi daging berdasarkan citra segar, dengan nilai F1-score yang mencapai 0,99 pada data validasi[1].

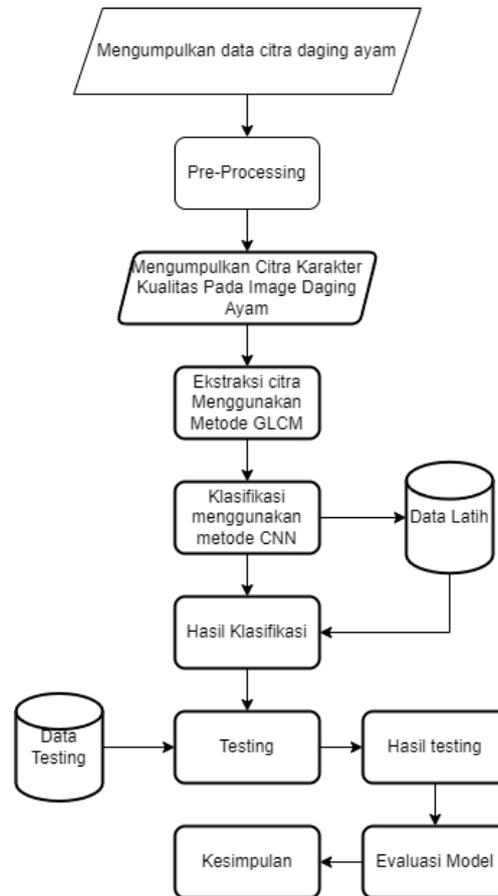
Penelitian ini bertujuan untuk membangun model klasifikasi kualitas daging ayam menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) dengan dukungan ekstraksi fitur tekstur menggunakan algoritma Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM). Studi kasus dilakukan di Desa Kebaman, Kecamatan Srono, Kabupaten Banyuwangi, dengan harapan model ini dapat menjadi langkah awal dalam upaya pengembangan sistem penilaian kualitas daging ayam yang lebih objektif dan akurat. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembang teknologi pengolahan citra dalam meningkatkan kualitas pangan lokal di masa mendatang.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alur Diagram Penelitian

Alur Alur penelitian ini diawali dengan kegiatan pengumpulan data citra daging ayam yang dilakukan secara langsung di Desa Kebaman, Kecamatan Srono, Kabupaten Banyuwangi. Pengambilan citra dilakukan secara sistematis guna memperoleh representasi visual yang akurat terhadap kualitas daging ayam broiler. Selanjutnya, citra yang telah terkumpul melalui proses *preprocessing* dengan tujuan meningkatkan kualitas visual, melalui penyesuaian pencahayaan, pengurangan noise, dan perbaikan kontras, agar citra lebih optimal untuk tahap analisis lanjutan.

Setelah tahap *preprocessing*, dilakukan ekstraksi fitur tekstur menggunakan algoritma Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM). Fitur-fitur yang diperoleh, seperti contrast, correlation, energy, homogeneity, dan entropy, merepresentasikan karakteristik tekstur dari masing-masing citra. Fitur-fitur ini digunakan sebagai input tambahan dalam proses klasifikasi yang dilakukan dengan metode Convolutional Neural Network (CNN). Dengan memanfaatkan fitur GLCM sebagai masukan bagi CNN, penelitian ini bertujuan membangun model klasifikasi kualitas daging ayam yang mampu menghasilkan prediksi secara lebih objektif, akurat, dan presisi[5].



Gambar 1. Alur Diagram Penelitian

2.2 Pengumpulan Data

Dataset gambar daging ayam sebanyak 1500 dengan rincian 500 citra untuk daging ayam segar, 500 citra untuk daging ayam kurang segar, dan 500 citra untuk daging ayam busuk yang didapat dari penelitian langsung di pedagang ayam potong dan pasar yang ada di Desa Kebaman, Kecamatan Srono, Kabupaten Banyuwangi.

2.3 Preprocessing

Tahap ini digunakan untuk memilih dan menyesuaikan citra gambar agar lebih jelas dan baik, dan tidak ada citra yang buram dan semua citra dipastikan kejernihannya. Penelitian ini menggunakan *crop*, *resize*, *rotate*, dan *grayscale*[6].

- a. Crop
Tahap ini bertujuan untuk memberikan batasan frame agar lebih fokus pada inti bagian gambar yang ingin dideteksi
- b. Resize.
Citra Gambar yang dihasilkan dari proses rotasi dan cropping memiliki ukuran yang bervariasi. Oleh karenanya ukuran citra diubah sesuai ukuran yang diperlukan untuk mempercepat proses komputasi.
- c. Rotate
Citra daging ayam disesuaikan dengan posisi selain horizontal dan diputar ke posisi yang disesuaikan. Hal ini bertujuan untuk memposisikan daging agar seragam. Proses rotasi ini menggunakan posisi kamera ponsel yang diputar.
- d. Grayscale
Citra gambar yang telah dilakukan tiga tahap diatas juga akan diubah waena menjadi grayscale untuk diekstraksi menggunakan GLCM.

2.4 Ekstraksi Fitur GLCM

GLCM (*Gray Level Co-Occurrence Matrix*) adalah algoritma yang efektif mengekstraksi suatu citra. Proses ekstraksi fitur diterapkan guna mengidentifikasi karakteristik pada suatu citra. Langkahnya adalah seperti

mengurangi level abu-abu dalam suatu citra, memindai intensitas dari pixel dan tetangga dari dislokasi dan sudut tertentu, serta membuat matrix GLCM yang menggambarkan hubungan antara pixel dalam citra[7].

a. Contrast

Kontras dalam fitur GLCM menggambarkan besar penyebaran matriks pada citra. Semakin jauh dari jarak diagonal utama, maka nilai kontrasnya akan tinggi, rumusnya seperti dibawah:

$$\sum_{i=1} \sum_{j=1} p(i,j) |i-j|^2 \tag{1}$$

b. Homogeneity

Homogenitas GLCM mengikuti pada keseragaman intensitas abu-abu pada citra. Hal ini terjadi karena kebalikan dan kontras GLCM. Nilai homogenitas dapat dilakukan perhitungan menggunakan rumus dibawah:

$$\sum_{i=1} \sum_{j=1} \frac{p(i,j)}{1+(i,j)^2} \tag{2}$$

c. Energy

Energi dapat disebut sebagai keseragaman atau *Angular Second Moment* (ASM). ASM dapat mengukur sejauh mana citra dalam keseragamannya. Nilainya akan tinggi ketika citra mempunyai tingkat keseragaman yang tinggi. Berikut merupakan formula:

$$\sum_{i=1} \sum_{j=1} p^2(i,j) \tag{3}$$

d. Correlation

Korelasi menjadi indikasi sejauh mana terdapat ketergantungan linear dari tingkat keabuan dari piksel yang berdekatan. Perhitungannya sebagai berikut:

$$\sum_{i,j=0}^{N-1} \left[\frac{(i-\mu_i)(j-\mu_j)p_{i,j}}{\sqrt{(\sigma_i^2)(\sigma_j^2)}} \right] \tag{4}$$

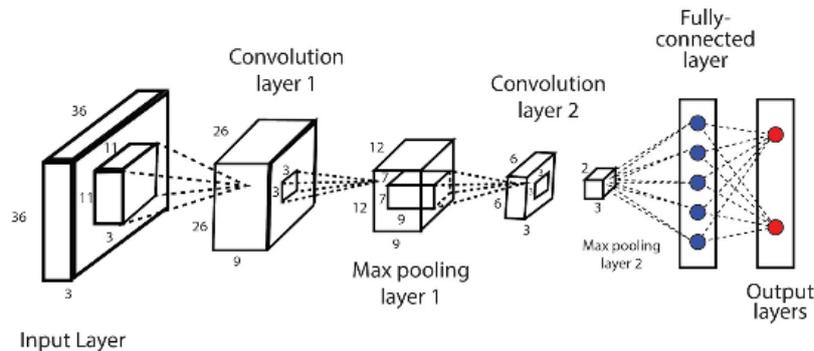
e. Entropy

Entropi menggambarkan sampai mana berjalan ketidakaturan tingkat keabuan dalam citra dan nilai entropi akan tinggi jika elemen dalam GLCM memiliki tingkat keabuan secara relatif. Dibawah ini merupakan formula didalam menemukan hasil entropy:

$$\sum_{i=1} \sum_{j=1} p(i,j) \log(i,j) \tag{5}$$

2.5 Klasifikasi dengan Algoritma CNN

Dalam menyelesaikan permasalahan klasifikasi citra, algoritma yang sering digunakan yaitu Convolutional Neural Network atau biasa dikenal dengan CNN. Untuk menganalisis gambar visual, salah satunya adalah CNN yakni jenis Artificial Neural Network[8]. Lapisan utama CNN, termasuk lapisan input dan beberapa lapisan tersembunyi, terdiri dari ketiga jenis lapisan. Lapisan tersembunyi ini dikenal sebagai lapisan convolutional, lapisan untuk ekstraksi fitur, dan lapisan penggabungan, yang keduanya digunakan untuk mengurangi dimensi data, dan lapisan terhubung sepenuhnya untuk klasifikasi dan pengambilan keputusan[9]. Lapisan pooling dalam CNN dapat dengan mudah digantikan oleh lapisan convolutional karena mengurangi ukuran gambar CNN. Gambar ini menunjukkan ilustrasi CNN:



Gambar 2. Ilustrasi Struktur dari Algoritma CNN

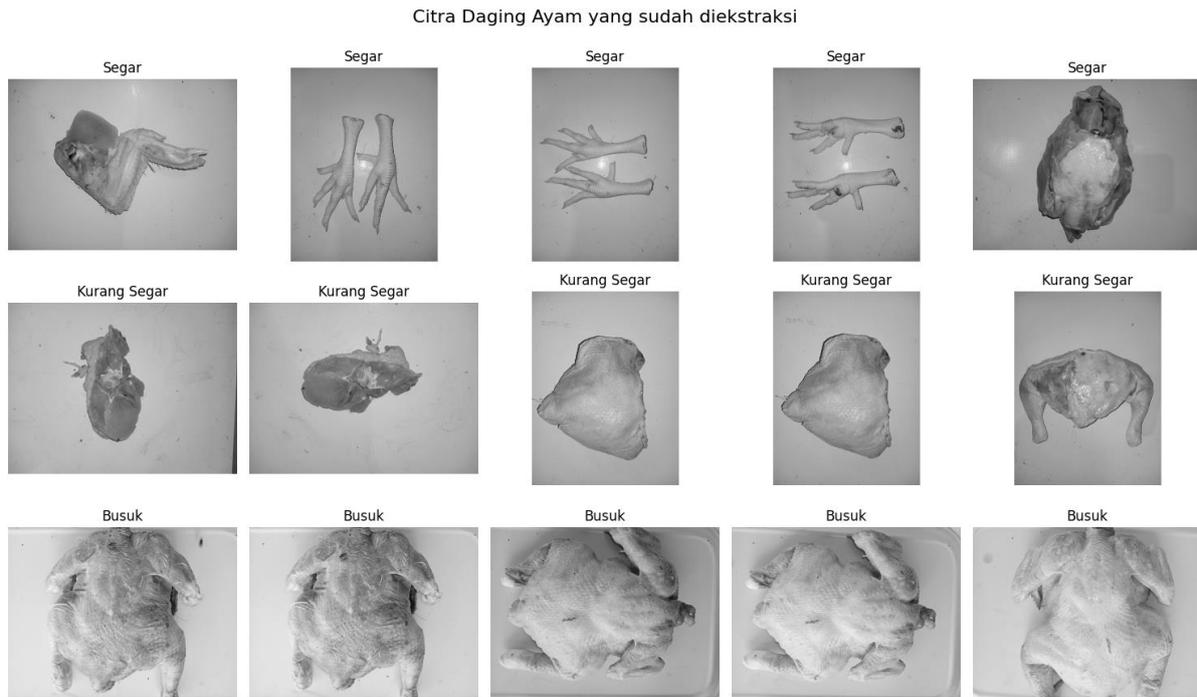
Arsitektur CNN pada gambar 2 di atas yang digunakan dalam penelitian ini bekerja dengan menggabungkan pemrosesan citra RGB melalui jaringan konvolusi dan pemanfaatan fitur tekstur yang diekstraksi menggunakan metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM). Citra RGB berukuran awal 150x150 piksel terlebih dahulu diproses melalui tahapan *preprocessing* yang mencakup perubahan ukuran menjadi 36x36 piksel, normalisasi nilai piksel ke rentang 0-1, serta penghapusan latar belakang untuk mempertajam objek utama. Selanjutnya, citra dikonversi ke dalam format grayscale dan dilakukan ekstraksi lima fitur GLCM, yaitu contrast, correlation, energy, homogeneity, dan entropy. Kelima fitur ini dihitung berdasarkan empat arah sudut (0°, 45°, 90°, dan 135°), kemudian dirata-rata sehingga menghasilkan satu vektor fitur berukuran lima dimensi untuk setiap citra.

Sementara itu, citra RGB 36x36x3 diproses melalui jaringan CNN yang terdiri atas dua lapisan konvolusi dan dua lapisan *max pooling*. Lapisan konvolusi pertama menggunakan sembilan filter berukuran 11x11 untuk mengekstraksi pola visual dasar seperti tepi dan warna, menghasilkan *feature map* berukuran 26x26x9, yang kemudian direduksi melalui *max pooling* menjadi 12x12x9. Lapisan konvolusi kedua menggunakan dua belas filter berukuran 3x3 untuk mendeteksi pola yang lebih kompleks, diikuti oleh *max pooling* kedua yang menghasilkan ukuran akhir 2x2x12. Hasil ini diratakan (*flatten*) menjadi vektor berdimensi 48, lalu digabungkan (*concatenate*) dengan vektor fitur GLCM yang telah diperoleh sebelumnya, sehingga membentuk vektor gabungan berdimensi 53. Vektor ini digunakan sebagai input ke dalam *fully connected layer*, dan diproses hingga menghasilkan output pada lapisan akhir berupa tiga neuron dengan fungsi aktivasi softmax yang merepresentasikan kelas segar, kurang segar, dan busuk. Proses pelatihan model dilakukan menggunakan algoritma Adam dan fungsi loss categorical crossentropy, serta divalidasi menggunakan data uji untuk menghindari *overfitting* melalui strategi *early stopping*. Seluruh parameter model disimpan dalam file `model_combined.h5` dan pemetaan label dalam `class_indices.json` agar penelitian ini dapat diulang secara utuh oleh peneliti lainnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Persiapan Dataset dan Ekstraksi GLCM

Dataset daging ayam bersumber dari penelitian yang berlangsung di Desa Kebaman, Kecamatan Srono, Kabupaten Banyuwangi yang terdiri tiga macam yaitu daging ayam segar sebanyak 500 citra, daging ayam kurang segar sebanyak 500 citra, dan daging ayam busuk sebanyak 500 citra. Citra daging ayam yang telah disiapkan lalu dilakukan *preprocessing* rotasi, cropping, resize dikonversi menjadi *grayscale* menggunakan bahasa pemrograman *python*[10]. Dataset citra yang sudah dikonversikan menjadi *grayscale* adalah sebagai berikut.



Gambar 3. Dataset Citra Daging Ayam yang Sudah Diekstraksi

Ekstraksi dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya yakni menggunakan ekstraksi GLCM terdiri dari *contrast, correlation, energy, homogeneity*[11]. Pada tahap ekstraksi fitur dilakukan dari beberapa sudut 0, 45, 90, 135. Nilai dari *head data* (data awal) seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Ekstraksi GLCM Daging Ayam

Perimeter	Contrast	Homogeneity	Energy	Correlation	Entropy	Pakar	Hasil_Testing	Keterangan
0	375.290.872	0.283124	0.037951	0.875877	11.551.835	Busuk	Busuk	Benar
1	257.224.609	0.197182	0.023876	0.880252	11.969.131	Busuk	Busuk	Benar
2	228.120.403	0.232010	0.026977	0.884010	11.698.934	Busuk	Busuk	Benar
3	241.426.980	0.234220	0.027389	0.881827	11.707.744	Busuk	Busuk	Benar
4	187.081.700	0.255575	0.035228	0.871054	11.219.284	Busuk	Busuk	Benar
5	187.476.734	0.249259	0.034671	0.874230	11.253.359	Busuk	Busuk	Benar
...
240	108.414.765	0.412029	0.058924	0.947014	9.495.940	Busuk	Kurang Segar	Salah
241	96.003.087	0.446124	0.071355	0.949516	9.064.143	Busuk	Busuk	Benar
242	115.613.512	0.413818	0.056774	0.948297	9.641.118	Busuk	Busuk	Benar
243	102.104.564	0.406759	0.065534	0.954849	9.468.986	Busuk	Busuk	Benar
244	91.977.047	0.419919	0.067095	0.957294	9.367.150	Busuk	Busuk	Benar
245	76.568.098	0.516846	0.082445	0.965220	8.892.947	Busuk	Busuk	Benar
...
330	141.637.002	0.183608	0.032418	0.805610	10.819.162	Kurang Segar	Segar	Salah
331	247.025.772	0.245511	0.037549	0.904826	11.191.107	Kurang Segar	Kurang Segar	Benar
332	240.768.233	0.294029	0.047562	0.913447	10.612.261	Kurang Segar	Kurang Segar	Benar
333	238.292.349	0.270619	0.040957	0.894506	10.703.496	Kurang Segar	Kurang Segar	Benar
334	183.703.311	0.262391	0.034483	0.947245	11.253.899	Kurang Segar	Kurang Segar	Benar

335	149.228.770	0.417424	0.075352	0.927247	9.466.443	Kurang Segar	Kurang Segar	Benar
...
621	169.809.485	0.398467	0.074188	0.938342	9.514.472	Kurang Segar	Kurang Segar	Benar
622	166.932.752	0.405068	0.078101	0.937329	9.416.009	Kurang Segar	Kurang Segar	Benar
623	152.711.141	0.408325	0.057357	0.942296	9.838.807	Kurang Segar	Kurang Segar	Benar
624	163.771.902	0.407862	0.063869	0.937652	9.740.051	Kurang Segar	Kurang Segar	Benar
625	168.719.016	0.424125	0.063067	0.936656	9.743.623	Kurang Segar	Kurang Segar	Benar
...
856	100.449.396	0.413545	0.057945	0.854513	9.241.059	Segar	Segar	Benar
857	84.283.132	0.409798	0.057926	0.877251	9.253.933	Segar	Segar	Benar
858	94.772.931	0.373017	0.051713	0.865217	9.549.601	Segar	Kurang Segar	Salah
859	105.321.790	0.351039	0.047990	0.855696	9.688.621	Segar	Segar	Benar
860	99.376.600	0.415478	0.054190	0.872366	9.406.003	Segar	Segar	Benar
...
1001	104.517.092	0.320231	0.045824	0.886301	10.121.785	Segar	Segar	Benar
1002	104.255.078	0.270450	0.043232	0.793714	9.945.941	Segar	Segar	Benar
1003	96.872.796	0.304762	0.044924	0.820931	9.921.569	Segar	Segar	Benar
1004	94.422.819	0.313216	0.047482	0.786437	9.807.428	Segar	Segar	Benar
1005	98.409.083	0.321493	0.047557	0.814547	9.786.686	Segar	Segar	Benar
...
1195	134.600.313	0.239784	0.038242	0.801983	10.413.148	Segar	Segar	Benar
1196	131.510.828	0.237737	0.036917	0.812938	10.460.916	Segar	Segar	Benar
1197	110.302.774	0.229900	0.037614	0.813959	10.337.071	Segar	Segar	Benar
1198	82.003.266	0.328664	0.047517	0.865386	9.816.787	Segar	Segar	Benar
1199	98.883.132	0.224653	0.035037	0.864309	10.505.546	Segar	Segar	Benar

Setelah citra daging diekstraksi menggunakan fitur GLCM maka data telah siap digunakan untuk klasifikasi menggunakan algoritma CNN. Akan tetapi ada beberapa citra yang salah dideteksi oleh model dengan tingkat akurasi tinggi.

Contohnya adalah citra pada indeks ke-240 dalam dataset, yang berdasarkan label pakar merupakan daging ayam busuk, namun model memprediksi sebagai kurang segar. Kesalahan ini kemungkinan besar disebabkan oleh fitur tekstur dari citra tersebut yang berada pada nilai ambang atau tidak terlalu ekstrem, sehingga menyerupai karakteristik kelas kurang segar.

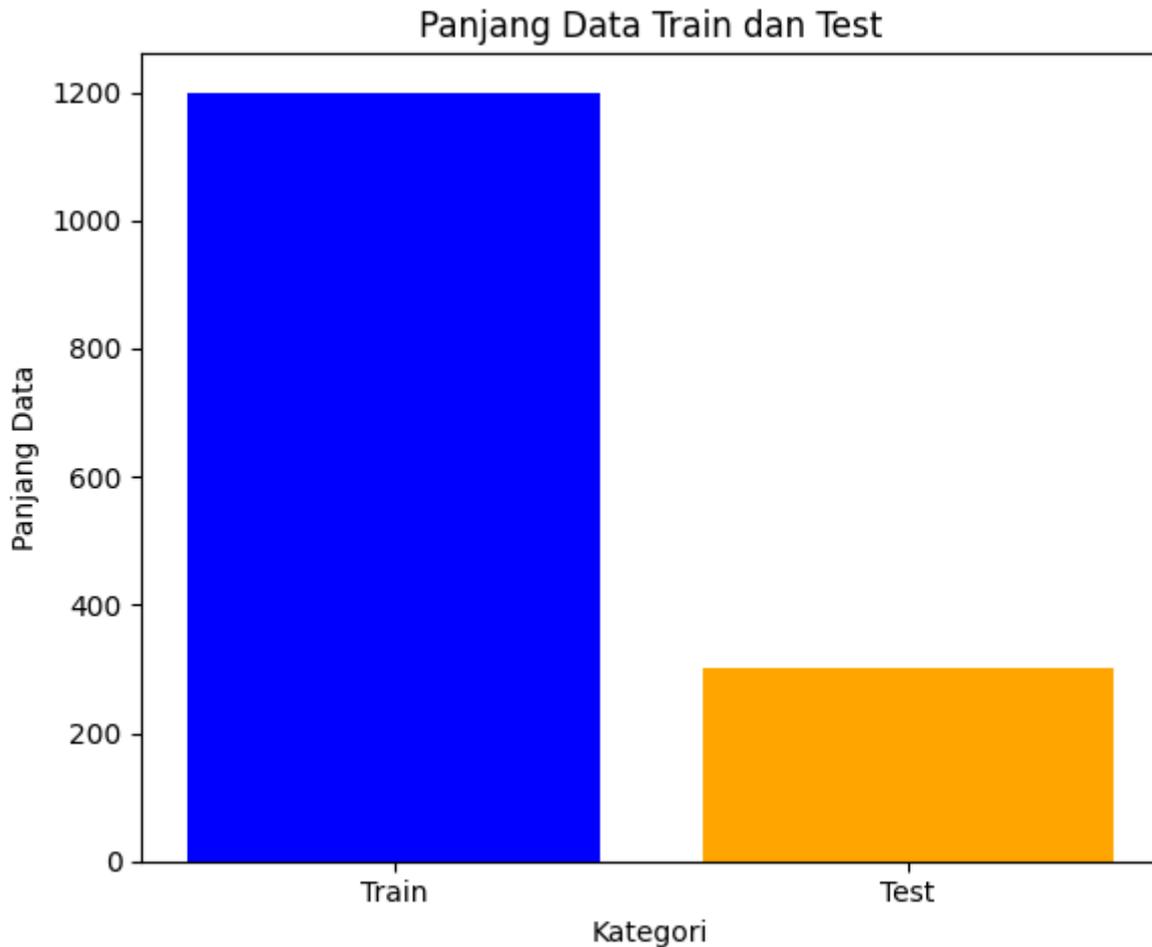
Kesalahan serupa juga terjadi pada citra indeks ke-330 yang merupakan daging kurang segar, namun diklasifikasikan sebagai segar. Hal ini bisa disebabkan oleh pencahayaan atau kualitas gambar yang mempengaruhi fitur warna dan tekstur, sehingga menghasilkan nilai GLCM yang menyerupai kelas segar.

Contoh lain adalah citra pada indeks ke-858, yang seharusnya segar, tetapi diprediksi sebagai kurang segar. Berdasarkan nilai entropi dan kontras yang sedikit lebih tinggi dari rata-rata kelas segar, sistem mengalami ambiguitas dalam pemetaan label.

Kesalahan-kesalahan ini menunjukkan bahwa meskipun model sangat akurat, masih ada tantangan dalam membedakan citra yang berada di batas antar kelas, terutama ketika perbedaan visualnya sangat tipis. Hal ini juga menegaskan pentingnya proses preprocessing yang optimal dan kemungkinan penambahan informasi kontekstual atau fitur tambahan untuk meningkatkan akurasi pada kasus ambang batas (borderline cases).

3.2 Klasifikasi Algoritma CNN

Dari seluruh data yang telah dikumpulkan, tahap klasifikasi menggunakan *split ratio* sebesar 0.8 dengan rincian data diambil 80% digunakan untuk training data dan 20% digunakan untuk testing data dalam klasifikasi kualitas daging ayam segar, kurang segar, dan busuk. Nilai data tersebut sesuai pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4 Splitting Data Training dan Testing

Model yang diterapkan pada penelitian ini untuk arsitektur CNN dan GLCM klasifikasi kualitas daging ayam seperti pada tabel 2 dibawah ini:

Model: "functional_1"

Tabel 2 Arsitektur Algoritma CNN

Layer(Type)	Output Shape	Param#
image_input (InputLayer)	(None, 150, 150, 3)	0
conv2d_3 (Conv2D)	(None, 148, 148, 32)	896
max_pooling2d_3 (MaxPooling2D)	(None, 74, 74, 32)	0
conv2d_4 (Conv2D)	(None, 72, 72, 64)	18,496
max_pooling2d_4 (MaxPooling2D)	(None, 36, 36, 64)	0
conv2d_5 (Conv2D)	(None, 34, 34, 128)	73,856
max_pooling2d_5 (MaxPooling2D)	(None, 17, 17, 128)	0

flatten_1 (Flatten)	(None, 36992)	0
glcm_input (InputLayer)	(None, 5)	0
concatenate_1 (concatenate)	(None, 36997)	0
dense_2 (Dense)	(None, 64)	2,367,872
dense_3 (Dense)	(None, 3)	195

Total params: 7,383,947 (28.17 MB)

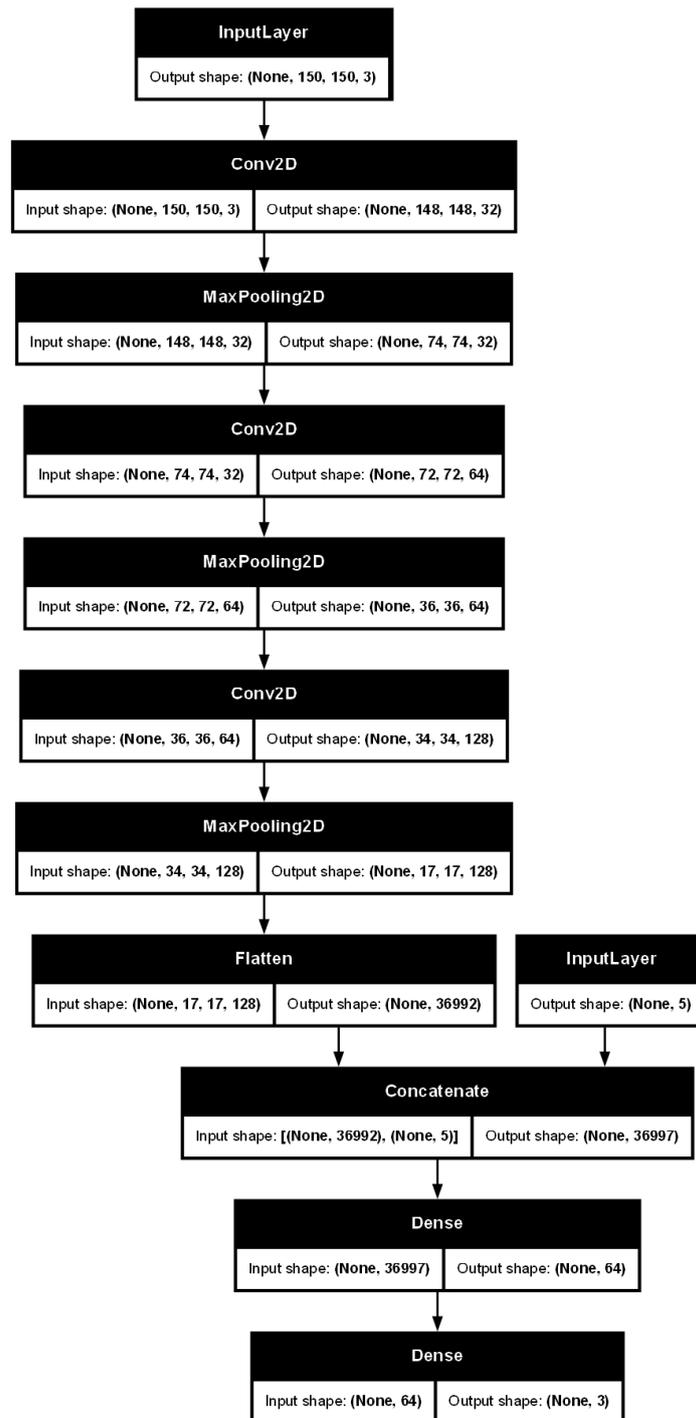
Trainable params: 2,461,315 (9.39 MB)

Non-trainable params: 0 (0.00 MB)

Tabel 2 merupakan arsitektur CNN dalam metode *Deep Learning* yang diusulkan oleh peneliti dengan menggunakan 3 layer konvolusi yang dipadukan dengan max poolong. Model diatas digunakan untuk klasifikasi kualitas daging ayam[12].

Model klasifikasi kualitas daging ayam yang dikembangkan memiliki dua jalur input utama, yaitu citra RGB berukuran 150×150×3 dan fitur tekstur GLCM sebanyak lima elemen. Jalur pertama memanfaatkan arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) yang terdiri dari tiga blok konvolusi dan pooling. Input gambar diproses melalui Conv2D dengan 32 filter, diikuti MaxPooling2D, lalu berlanjut ke Conv2D dengan 64 dan 128 filter secara bertahap, masing-masing diikuti oleh MaxPooling2D. Setelah itu, output citra diratakan melalui Flatten menjadi vektor berdimensi 36.992. Jalur kedua menerima input dari lima fitur GLCM (contrast, correlation, energy, homogeneity, dan entropy) melalui layer glcm_input.

Hasil dari kedua jalur ini digabungkan menggunakan layer Concatenate, membentuk satu vektor berdimensi 36.997. Vektor ini kemudian diproses oleh dua layer Dense, yaitu layer pertama dengan 64 neuron dan layer kedua dengan 3 neuron sebagai output untuk klasifikasi tiga kelas (segar, kurang segar, dan busuk). Total parameter model ini adalah 7.383.947, dengan 2.461.315 di antaranya bersifat trainable. Struktur ini dirancang untuk mengombinasikan kekuatan CNN dalam mengenali pola visual dari gambar dan fitur tekstur GLCM yang memberikan informasi statistik dari permukaan daging, sehingga menghasilkan prediksi yang akurat dan andal.

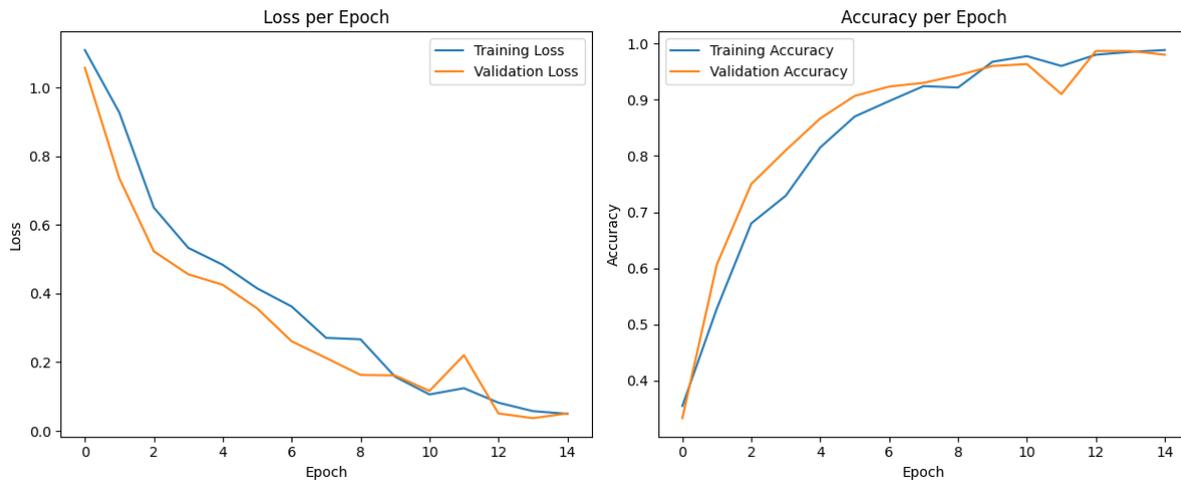


Gambar 5 Arsitektur Algoritma CNN

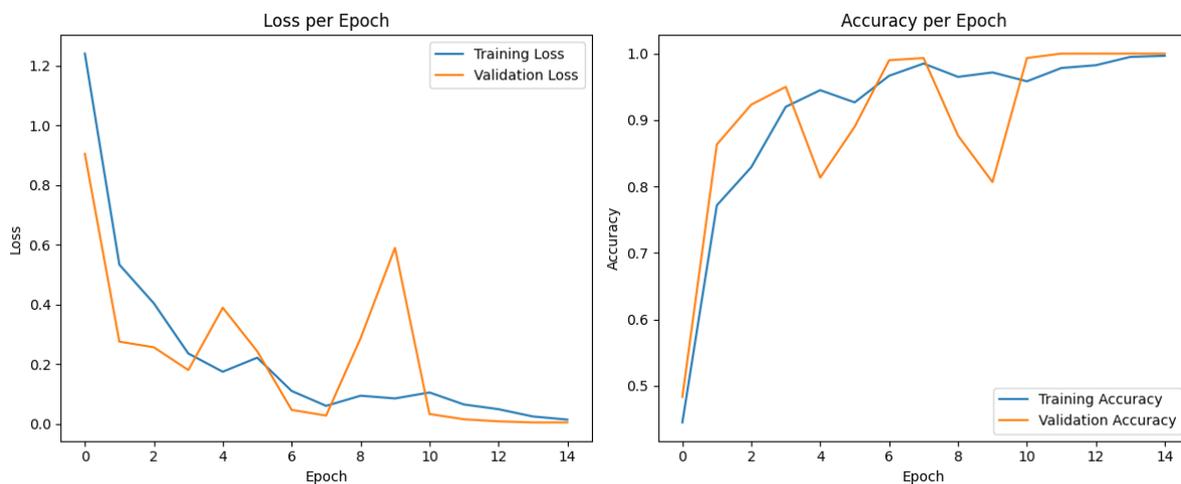
Gambar 5 Arsitektur Model CNN Model ini menggabungkan dua jenis input: citra RGB berukuran $150 \times 150 \times 3$ dan fitur tekstur GLCM sebanyak 5 dimensi (contrast, correlation, energy, homogeneity, entropy). Citra RGB diproses melalui tiga blok Conv2D dan MaxPooling2D, kemudian dipipihkan menjadi vektor 36.992 dimensi. Sementara itu, fitur GLCM langsung dimasukkan sebagai input kedua. Kedua vektor digabungkan dan diproses melalui Dense layer (64 neuron), lalu dilanjutkan ke Dense output layer (3 neuron, softmax) untuk klasifikasi tiga kelas: segar, kurang segar, dan busuk.

Pada proses klasifikasi menggunakan algoritma CNN, epoch sendiri adalah proses training pada neural network hingga kembali kepada tahap awal didalam satu putaran di keseluruhan dataset yang diproses. Peneliti menggunakan setting nilai epoch 15 dan 32 batch_size untuk klasifikasi kualitas daging ayam. Perbandingan

antara algoritma CNN tanpa menggunakan ekstraksi Fitur GLCM dan algoritma CNN dengan ekstraksi fitur GLCM pada daging ayam di dalam gambar dibawah ini.



Gambar 6 Hasil Klasifikasi Daging Ayam Menggunakan Algoritma CNN Tanpa Ekstraksi GLCM



Gambar 7 Hasil Klasifikasi Daging Ayam Menggunakan Algoritma CNN dengan Ekstraksi GLCM

Gambar 6 dan 7 diatas merupakan hasil dari klasifikasi menggunakan algoritma CNN tanpa ekstraksi GLCM dan algoritma CNN dengan ekstraksi GLCM[10]. Pada hasil grafik kualitas daging ayam tersebut didapatkan hasil yang paling baik pada epoch 15 dengan akurasi data testing dan training sebesar 99,8% dan 99,5% dengan loss model pada epoch 15 yang berada di nilai 0,2 data training dan 0,2 data testing pada klasifikasi kualitas kesegaran daging ayam.

Gambar 6 merupakan model CNN tanpa fitur GLCM yang menghasilkan performa yang cukup baik, dengan akurasi validasi maksimum sekitar 99,0%. Grafik menunjukkan bahwa nilai loss menurun drastis di awal, namun mengalami fluktuasi kecil pada pertengahan epoch sebelum akhirnya stabil di kisaran 0,1. Hal ini menunjukkan bahwa model mampu belajar dengan baik, tetapi cenderung mengalami ketidakkonsistenan dalam beberapa iterasi pelatihan.

Sementara itu pada gambar 7, pada model ekstraksi fitur menggunakan GLCM lalu klasifikasi dengan CNN, grafik menunjukkan hasil yang lebih stabil dan akurat. Pada hasil grafik kualitas daging ayam tersebut, didapatkan hasil yang paling baik pada epoch ke-15, dengan akurasi data pelatihan sebesar 99,5% dan akurasi data pengujian sebesar 99,8%, serta nilai loss sebesar 0,2 pada keduanya. Grafik akurasi dan loss juga menunjukkan kurva yang mulus dan stabil, tanpa fluktuasi tajam.

- a. CNN sangat efektif dalam mengekstraksi fitur spasial seperti warna, bentuk, dan pola visual kompleks dari citra RGB. Dalam konteks citra daging ayam, CNN mampu mengenali variasi warna permukaan, kelembaban, dan struktur serat yang menjadi indikator visual kualitas[8].

- b. Fitur GLCM memberikan dimensi tekstur tambahan, seperti entropy dan contrast, yang sangat berguna dalam membedakan struktur mikro dari permukaan daging. Hal ini memberikan informasi tambahan yang tidak dapat sepenuhnya ditangkap oleh CNN.
- c. Model gabungan mampu mengenali perbedaan halus secara lebih akurat, karena adanya representasi data yang lebih komprehensif (gabungan visual dan statistik tekstur), sehingga meningkatkan ketepatan klasifikasi, terutama pada data yang memiliki kemiripan antar kelas.
- d. Stabilitas model lebih tinggi, terlihat dari grafik loss dan akurasi yang cenderung konvergen tanpa fluktuasi besar pada model ekstraksi GLCM dan klasifikasi CNN dibanding CNN saja.

Berdasarkan hasil kedua model, dapat disimpulkan bahwa penggabungan CNN dengan fitur GLCM memberikan hasil yang lebih baik, baik dari segi akurasi maupun kestabilan pelatihan. Adapun beberapa alasan utama yang mendasari hal ini adalah:

3.3 Hasil Klasifikasi

Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa model ekstraksi fitur GLCM dan klasifikasi dengan CNN mampu mencapai akurasi tinggi, yakni 99,5% pada data pelatihan dan 99,8% pada data pengujian. Tingginya performa model ini dapat dijelaskan melalui kombinasi keunggulan masing-masing metode:

- e. Kemampuan CNN dalam Menangkap Informasi Visual Kompleks
CNN sangat efektif dalam mengekstraksi fitur spasial seperti warna, bentuk, dan pola visual kompleks dari citra RGB. Dalam konteks citra daging ayam, CNN mampu mengenali variasi warna permukaan, kelembaban, dan struktur serat yang menjadi indikator visual kualitas[8].
- f. Peran GLCM dalam Menganalisis Tekstur
Sementara CNN bekerja pada fitur visual global, GLCM menambahkan dimensi tekstur mikroskopis melalui lima parameter: contrast, homogeneity, energy, correlation, dan entropy. Fitur-fitur ini menangkap detail halus dalam citra grayscale, seperti kekasaran permukaan dan sebaran intensitas piksel, yang sangat berpengaruh dalam membedakan daging segar dan busuk[13].
- g. Sinergi Dua Sumber Informasi (Citra dan Statistik Tekstur)
Kombinasi ekstraksi fitur GLCM dan metode CNN menghasilkan representasi fitur yang lebih kaya dan menyeluruh. CNN memberikan konteks spasial dan warna, sedangkan GLCM memberikan kepekaan terhadap tekstur yang tidak selalu terlihat secara visual. Hal ini membuat model lebih mampu mengidentifikasi citra dengan karakteristik yang mirip antar kelas, seperti antara kurang segar dan segar[14].
- h. Overfitting Teratasi Melalui Dataset Seimbang dan Arsitektur Optimal
Penggunaan dataset yang seimbang antar kelas serta penerapan arsitektur yang tidak terlalu dalam membantu model menghindari overfitting. Hal ini terlihat dari perbedaan akurasi training dan testing yang sangat kecil.
- i. Entropy sebagai Penentu Akhir
Penambahan fitur entropy dari GLCM turut meningkatkan kemampuan model membedakan tingkat ketidakteraturan pada permukaan daging, terutama untuk mendeteksi daging busuk, yang cenderung memiliki pola piksel yang tidak seragam.

Dengan demikian, tingginya akurasi model bukan hanya karena kemampuan CNN sebagai model deep learning, tetapi juga karena integrasi fitur-fitur statistik dari GLCM yang memperkaya representasi data dan meningkatkan ketahanan model terhadap variasi kualitas citra.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan sistem klasifikasi kualitas daging ayam broiler berbasis citra digital dengan pendekatan ekstraksi fitur Gray Level CO-Occurrence Matrix (GLCM) dan metode Convolutional Neural Network (CNN) untuk mengintegrasikan informasi visual dan tekstur dalam proses identifikasi mutu daging ayam. Melalui proses pengumpulan dataset sebanyak 1500 citra dengan distribusi seimbang untuk tiga kelas (segar, kurang segar, dan busuk), sistem ini memanfaatkan preprocessing citra (crop, resize, rotasi, dan konversi grayscale), serta ekstraksi lima fitur GLCM yaitu contrast, homogeneity, energy, correlation, dan entropy. Fitur-fitur ini kemudian digabungkan dengan output CNN yang diproses dari citra RGB berukuran 150×150 piksel dalam arsitektur jaringan konvolusional bertingkat. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa model gabungan CNN dan GLCM menghasilkan akurasi tinggi sebesar 99,5% pada data pelatihan dan 99,8% pada data pengujian, dengan nilai loss yang konsisten pada 0,2, mengungguli performa model CNN murni yang cenderung mengalami fluktuasi. Hal ini membuktikan bahwa kombinasi dua pendekatan ini mampu memberikan representasi data yang lebih kaya dan presisi, terutama dalam membedakan citra yang secara visual tampak mirip, seperti antara daging kurang segar dan segar. Fitur entropy berperan penting dalam mengenali ketidakteraturan permukaan daging

busuk yang tidak selalu tampak jelas secara visual. Selain meningkatkan akurasi dan stabilitas model, metode ini juga memperkuat ketahanan sistem terhadap variasi kualitas citra akibat kondisi pencahayaan atau tekstur ambigu. Oleh karena itu, sistem klasifikasi yang diusulkan dalam penelitian ini tidak hanya mampu mengatasi keterbatasan metode manual yang subjektif, tetapi juga memiliki potensi signifikan untuk diimplementasikan di industri pangan, distribusi unggas, dan sistem pengawasan mutu sebagai alat bantu yang efisien, objektif, dan akurat dalam menilai kesegaran daging ayam secara otomatis dan real-time.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada kedua orang tua dan adik-adik tercinta atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang senantiasa diberikan, serta kepada teman-teman yang telah memberikan motivasi, semangat, dan bantuan selama proses penelitian berlangsung. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II atas bimbingan, arahan dan masukannya yang sangat berharga selama penyusunan jurnal ini. Tidak lupa, penulis menyampaikan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada Kepala Desa Kebaman, Kecamatan Srono, Kabupaten Banyuwangi, yang telah memberikan izin, waktu, serta akses informasi dan data untuk mendukung kelancaran proses pengambilan data di lapangan. Semoga segala bentuk dukungan, motivasi, dan kebaikan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT. Aamiin.

REFERENCES

- [1] A. Rosid, A. Ghofur, and F. Santoso, "Klasifikasi Penyakit Tanaman Kentang Berdasarkan Citra Daun dan Batang dengan Metode Convolutional Neural Network dan Gray Level Co-Occurrence Matrix," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 8, no. 3, pp. 1354–1362, 2024, doi: 10.33379/gtech.v8i3.4298.
- [2] M. R. Zuhdi, R. F. Setiawan, and B. I. H. Saputro, "IDENTIFIKASI KESEGRAN DAGING AYAM MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK," *Comput. Based Inf. Syst. J.*, 2024, doi: 10.33884/cbis.v12i2.8843.
- [3] A. Husein, A. Ramzi, N. Muzakki, and R. Hasanah, "Quameaty: Aplikasi Pendeteksi Kualitas Daging Ayam Mentah Berbasis Pengolahan Citra Menggunakan Model InceptionV3," *JTERA (Jurnal Teknol. Rekayasa)*, vol. 7, p. 107, 2022, doi: 10.31544/jtera.v7.i1.2022.107-114.
- [4] I. A. DLY, J. Jasril, S. Sanjaya, L. Handayani, and F. Yanto, "Klasifikasi Citra Daging Sapi dan Babi Menggunakan CNN Alexnet dan Augmentasi Data," *J. Inf. Syst. Res.*, vol. 4, no. 4, pp. 1176–1185, 2023, doi: 10.47065/josh.v4i4.3702.
- [5] F. Agustina, F. Agustina, Z. A. Ardiansyah, and Z. A. Ardiansyah, "Identifikasi Citra Daging Ayam Kampung dan Broiler Menggunakan Metode GLCM dan Klasifikasi-NN," *null*, 2020, doi: 10.53845/infokam.v16i1.196.
- [6] B. Raharjo, *Deep Learning dengan Python*. 2022.
- [7] H. Fitriyah and R. C. Wihandika, *Dasar-Dasar Pengolahan Citra Digital*. Universitas Brawijaya Press, 2021.
- [8] F. Y. Sulistia and A. Vatresia, "Penerapan Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Klasifikasi Daging Ayam Menggunakan Arsitektur Resnet-50," *INTECOMS J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, 2024, doi: 10.31539/intecom.v7i3.10087.
- [9] M. S. Ummah, "Dasar Pengolahan Citra Digital," *Sustain.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–14, 2022, [Online]. Available: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- [10] Y. Sutanto, C. P. H. D. Wahyuni, and Y. Arman, "Implementasi Convolutional Neural Network dalam Menentukan Tingkat Kematangan Jeruk Siam Pontianak Berdasarkan Citra Implementation of Convolutional Neural Network to Analyze the Ripeness Level of Pontianak Siamese Orange Based on Image," vol. 12, no. 2, pp. 163–170, 2022, doi: 10.26418/positron.v12i2.64594.
- [11] M. Kholilurrahman, W. A. Syaifei, and O. D. Nurhayati, "Klasifikasi Image Processing Pada Citra Warna Daun Padi Menggunakan Metode Convolutional Neural Network," *J. Ilm. SAINS*, 2023, doi: 10.35799/jis.v23i2.50415.
- [12] I. P. E.- Issn, R. F. Setiawan, M. R. Zuhdi, and B. I. Harjo, "IDENTIFIKASI KESEGRAN DAGING AYAM MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK S," vol. 02, pp. 7–15, 2024.
- [13] Dadang Iskandar Mulyana and D. Riyanti Wibowo, "IMPLEMENTASI TINGKAT KEMATANGAN BUAH MONK DENGAN MENGGUNAKAN EKSTRAKSI GRAY-LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX (GLCM) DAN SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)," *J. Inform. Teknol. dan Sains*, vol. 5, no. 3, pp. 334–339, Aug. 2023, doi: 10.51401/jinteks.v5i3.2512.
- [14] J. Arfah, Purnawansyah, H. Darwis, and R. Sastra, "Klasifikasi Penyakit Bawang Merah Menggunakan Naive Bayes dan CNN dengan Fitur GLCM," *Indones. J. Comput. Sci.*, 2023, doi: 10.33022/ijcs.v12i3.3236.