

# Klasifikasi Jenis dan Tingkat Kesegaran Daging Berdasarkan Warna, Tekstur dan Invariant Moment Menggunakan Klasifikasi LDA

(Classification of Type and Freshness Level of Meat Based on Color, Texture and Invariant Moment Using LDA Classification)

Siti Faria Astari, I Gede Pasek Suta Wijaya\*, Ida Bagus Ketut Widiartha

Dept Informatics Engineering, Mataram University

Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok NTB, INDONESIA

Email: sitifaria21@gmail.com, gpsutawijaya@unram.ac.id, widi@unram.ac.id

\*Penulis Korespondensi

**Abstract** Distribution process that takes a long time along with improper treatment, can cause meat become not fresh and decrease the quality of the meat. Therefore, unscrupulous meat sellers cheating on the non-fresh meat by mixing the non-fresh meat with the fresh one. A system that can classify the type and freshness level of meat automatically is needed. In this research, that system was developed based on texture, color and shape features using Linear Discriminant Analysis (LDA) classification. The methods used in the feature extraction process are statistical approach, GLCM and the HU's invariant moment. The total of data used in this research was 960 images of 3 different meat types which are chicken meat, goat meat, and beef. The highest accuracy obtained from the testing process was 90% on the combination features of HSI and invariant moment for the meat type in refrigerator.

**Key words:** Meat type and freshness level, statistics, GLCM, Invariant Moment, LDA.

## I. PENDAHULUAN

Daging merupakan makanan utama yang dikonsumsi oleh manusia. Berdasarkan data statistik, konsumsi daging meningkat 5.69 persen dari konsumsi tahun 2015 sebesar 6,413 kg. Konsumsi daging ayam ras per kapita tahun 2016 sebesar 5,110 kg, mengalami peningkatan sebesar 6.52 persen dari tahun 2015 sebesar 4.797 kg [1].

Proses distribusi daging, dimulai dari tempat pemotongan sampai ke tangan konsumen memakan waktu yang cukup lama ditambah dengan perlakuan yang kurang tepat, dapat menyebabkan daging menjadi tidak segar dan menurunnya kualitas dari daging tersebut. Oleh karena itu, oknum pedagang daging melakukan kecurangan untuk mengakali daging yang tidak segar tersebut, dengan cara mencampurkan daging tidak segar dengan daging segar. Para konsumen awam tidak menyadari tindakan pencampuran daging-daging tersebut, karena secara kasat mata sulit dibedakan.

Jenis daging dapat dibedakan berdasarkan fitur tekstur dan warna menggunakan berbagai macam metode klasifikasi, salah satunya menggunakan metode *k Nearest Neighbor* (KNN) [2] dan *Support Vector Machine* (SVM) [3]. Selain fitur tekstur dan warna, fitur lain yang dapat diekstraksi adalah fitur *invariant moment* [4].

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi dalam pengenalan pola yakni metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA). Metode LDA memiliki beberapa keunggulan dibandingkan metode yang lain seperti relatif mudah diimplementasikan karena hanya memiliki *co-occurrent* dan nilai rata-rata global ( $\mu$ ) dari *Eigen Analysis*, model klasifikasi yang relatif dan telah banyak mengimplementasikan LDA *classifier* dengan hasil yang baik dengan waktu komputasi yang pendek. Sehingga metode ini dapat digunakan dalam sistem pengenalan pola klasifikasi jenis dan tingkat kesegaran daging.

Berdasarkan hal tersebut, maka dalam penelitian ini akan dibangun suatu sistem klasifikasi jenis daging beserta tingkat kesegarannya guna menambahkan fitur pada hasil dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya [3]. Sistem yang dibangun dapat membedakan jenis daging seperti daging sapi, ayam atau kambing serta dapat mengetahui tingkat kesegarannya dengan pendekatan pengolahan citra digital. Metode ekstraksi fitur yang digunakan antara lain metode Statistik untuk ekstraksi fitur warna, Gray-Level Co-occurrence Matrix (GLCM) untuk proses ekstraksi fitur tekstur, dan metode Hu's *Invariant Moment* untuk fitur *moment*, dimana hasil ekstraksi tersebut akan diklasifikasi menggunakan *Linear Discriminant Analysis* (LDA).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Beberapa penelitian yang terkait dengan klasifikasi jenis daging telah dilakukan sebelumnya oleh beberapa peneliti. Penelitian-penelitian tersebut menggunakan beberapa metode ekstraksi fitur maupun metode klasifikasi yang beragam. Pada penelitian yang menggunakan metode GLCM untuk melakukan klasifikasi jenis daging

berdasarkan fitur tekstur telah berhasil dilakukan dengan tingkat akurasi yang diperoleh 73.3% [5]. Selain itu, metode GLCM juga digunakan untuk melakukan klasifikasi jenis daging berdasarkan analisis citra tekstur dan warna dengan tingkat akurasi 75.6% [6].

Pada penelitian pengolahan citra dengan ekstraksi fitur menggunakan histogram model warna untuk fitur warna dan metode orde 2 untuk ekstraksi fitur tekstur telah berhasil dilakukan. Dimana tingkat akurasi tertinggi yang diperoleh mencapai 88.75% untuk citra tanpa *background* dan 73.375% untuk citra dengan *background* [7].

Pada penelitian dengan fitur tekstur dan warna juga dianalisis untuk mengetahui jenis dan kualitas daging konsumsi. Pada penelitian ini, diperoleh hasil dengan tingkat akurasi sebesar kurang lebih 86.5455% dengan waktu komputasi kurang lebih 240.4143 detik [2].

Selanjutnya untuk ekstraksi fitur *invariant moment*, telah dilakukan pada penelitian untuk mendeteksi obyek yang telah mengalami transformasi. Penelitian ini menunjukkan bahwa dari *moment* citra asli dan *moment* citra yang telah diubah memiliki perubahan yang relatif kecil, sehingga dapat disimpulkan bahwa *invariant moment* dapat digunakan untuk pengenalan obyek yang telah mengalami proses transformasi [8]. Selain itu pada penelitian pengenalan pola pada citra digital yang menggunakan fitur *invariant moment*, diperoleh tingkat akurasi mencapai 100% dari 8 objek berbeda [4].

Selain klasifikasi jenis daging, terdapat penelitian yang melakukan klasifikasi tingkat kesegaran daging. Klasifikasi tingkat kesegaran daging sapi menggunakan metode GLCM dan klasifikasi SVM (*Support Vector Machine*). Tingkat akurasi tertinggi yang diperoleh dalam penelitian ini mencapai 97% pada ruang warna HSI [3].

Beragam metode klasifikasi pun dapat digunakan dalam mengklasifikasi tingkat kesegaran daging. Klasifikasi menggunakan metode PNN *Neural Network* bertujuan untuk mengembangkan sistem *on-line* pengidentifikasi tingkat kesegaran daging babi, dimana diperoleh tingkat akurasi sebesar 88% [9].

Metode lain yang dapat digunakan dalam pengenalan pola adalah LDA (*Linear Discriminant Analysis*). Dalam penelitian ini, dibuat suatu sistem pengenalan wajah menggunakan 2 metode, salah satunya metode LDA. Tingkat akurasi yang diperoleh dari penelitian berkisar antara 80-90% dengan berbagai variasi penambahan *noise* dan oklusi [10]. Penelitian mengenai pengenalan wajah dengan metode LDA juga telah berhasil dilakukan, dimana tingkat akurasi yang diperoleh sampai 98.33% dari 66 citra wajah dari 22 orang [11].

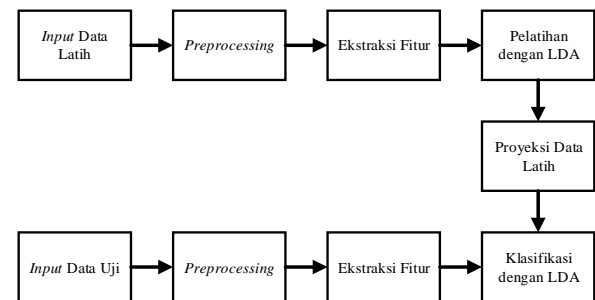
Pada penelitian yang berjudul Pengenalan Ekspresi Wajah Menggunakan DCT Dan LDA Untuk Aplikasi Pemutar Musik (MOODSIC), secara *real-time* aplikasi ini memberikan hasil yang cukup baik dengan akurasi pengenalan ekspresi sebesar 91.51% atau dengan tingkat kesalahan pengenalan 9.49% [12].

Oleh karena itu, berdasarkan pemaparan di atas, maka dalam penelitian ini akan dibuat suatu sistem yang dapat melakukan klasifikasi jenis dan tingkat kesegaran daging.

Metode yang digunakan untuk ekstraksi fitur warna dan tekstur adalah metode GLCM, yang pada penelitian-penelitian sebelumnya memperoleh tingkat akurasi tertinggi hingga 97%. Sedangkan klasifikasi yang digunakan adalah LDA yang mampu memperoleh tingkat akurasi tertinggi hingga 98.33%.

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Pendekatan penelitian



Gambar 1. Pendekatan penelitian

Gambar 1 menunjukkan tahapan dalam penelitian, tahap pertama yakni citra yang telah di-*crop* dan di-*resize* secara manual di luar sistem dimasukkan untuk dilatih. Selanjutnya tahap *preprocessing*, pada tahap ini gambar akan dikonversi ruang warnanya dari RGB ke *grayscale* dan HSI. Gambar HSI digunakan untuk ekstraksi fitur warna sedangkan gambar *grayscale* digunakan untuk ekstraksi fitur tekstur dan *invariant moment*. Adapun pada tahap ekstraksi fitur, metode statistik digunakan untuk ekstraksi fitur warna, metode GLCM digunakan untuk fitur tekstur dan metode HU digunakan untuk fitur *invariant moment*. Fitur-fitur tersebut kemudian dilatih menggunakan LDA. Hasil pelatihannya berupa proyeksi data yang disimpan dan digunakan dalam proses klasifikasi.

#### B. Pengambilan data

Proses pengumpulan data untuk daging sapi, ayam dan kambing dilakukan dengan dua cara yakni pada lemari es dan suhu ruang. Pada suhu ruangan, proses pembusukan daging sapi mulai terjadi pada jam ke-9, sedangkan untuk daging sapi yang disimpan dalam lemari es, proses pembusukan mulai terjadi pada jam ke-18 [13]. Daging kambing yang merupakan daging merah mengalami proses pembusukan yang hampir sama dengan daging sapi. Sedangkan untuk daging ayam, pada suhu ruang proses pembusukan akan mulai terjadi pada jam ke-6, dan untuk daging ayam yang disimpan pada lemari es proses pembusukan mulai terjadi sejak jam ke-12 [14]. Pengambilan citra dilakukan dengan jarak pengambilan sejauh 20 cm dengan rincian waktu pengumpulan data dapat dilihat pada Tabel I.

TABEL I. WAKTU PENGUMPULAN DATA DAGING

Dataset	Ayam		Kambing		Sapi	
	LE	SR	LE	SR	LE	SR
Interval waktu pengambilan (jam)	2	1	2	2	5	2
Lama waktu pengambilan (jam)	24	20	36	26	55	27

Masing-masing *dataset* daging terdiri atas 320 citra, sehingga total citra yang digunakan yaitu sebanyak 960 citra. Rincian distribusi *dataset* dapat dilihat pada Tabel II. Contoh citra daging ayam, kambing dan sapi masing-masing dapat dilihat pada Tabel III, Tabel IV dan Tabel V.

TABEL II. RINCIAN DISTRIBUSI DATASET

Daging	Lemari es	Segar	160
		ayam	Suhu ruang
Kambing	Lemari es		
		Suhu ruang	Tidak Segar
Sapi	Lemari es		Segar
		Suhu ruang	Tidak Segar

TABEL III. CONTOH CITRA DAGING AYAM

Citra	Suhu Ruang			Lemari Es		
	Jam ke-	1	2	3	1	3
Citra						
Jam ke-	8	10	12	14	16	18

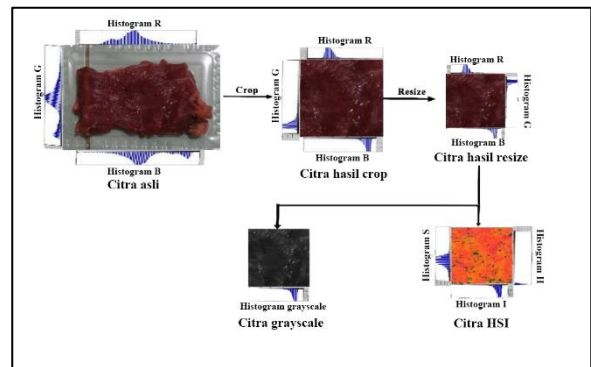
TABEL IV. CONTOH CITRA DAGING KAMBING

Citra	Suhu Ruang			Lemari Es		
	Jam ke-	1	3	5	1	5
Citra						
Jam ke-	13	17	21	23	27	29

TABEL V. CONTOH CITRA DAGING SAPI

Citra	Suhu Ruang			Lemari Es		
	Jam ke-	1	3	5	1	5
Citra						
Jam ke-	10	14	18	19	23	41

C. Preprocessing



Gambar 2. Tahap *preprocessing*

Pada tahap ini gambar akan dikonversi ruang warnanya. Konversi ruang warna dilakukan dari RGB ke ruang warna HSI dan dari RGB ke ruang warna *grayscale*. Pada ruang warna HSI, *Hue* berasosiasi dengan panjang gelombang cahaya, *Saturation* menyatakan tingkat kemurnian suatu warna, dan *Intensity* adalah atribut yang menyatakan banyaknya cahaya yang diterima oleh mata tanpa memperdulikan warna. Rumus konversi ruang warna RGB ke HSI dapat dilihat pada Persamaan (1) sampai (4).

$$H = \begin{cases} \theta & \text{jika } B \leq G \\ 360 - \theta & \text{jika } B > G \end{cases} \quad (1)$$

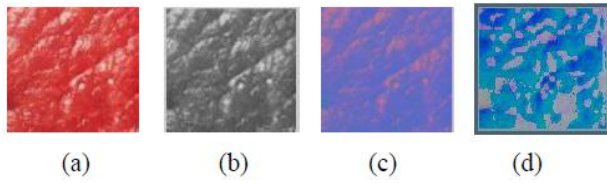
Dengan

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R-G)+(R-B)]}{\sqrt{[(R-G)^2 + (R-B)(G-B)]^2}} \right\} \quad (2)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} [\min(R, G, B)] \quad (3)$$

$$I = \frac{R+G+B}{3} \quad (4)$$

Gambar dalam ruang warna *grayscale* digunakan untuk ekstraksi fitur tekstur dan ekstraksi fitur *invariant moment*. Gambar 3 menunjukkan contoh hasil konversi ruang warna RGB ke HSI, *grayscale*, dan YCbCr pada suatu citra daging sapi.



Gambar 3. Hasil konversi ruang warna (a) RGB. (b) Grayscale. (c) YcbCr. (d) HSI

D. Ekstraksi fitur

Proses ekstraksi fitur ini dilakukan untuk mendapatkan fitur warna, tekstur dan *invariant moment*. Fitur warna diekstraksi menggunakan metode statistik, fitur tekstur diekstraksi menggunakan metode GLCM dan fitur *invariant moment* diekstraksi menggunakan metode HU.

D.1 Ekstraksi fitur warna dengan metode Statistik

Langkah awal ekstraksi fitur warna dengan metode statistik yakni menghitung nilai *mean*, *median*, *modus* dan *variance* dari satu gambar dalam ruang warna HSI. Setiap fitur statistik akan diekstraksi berdasarkan format HSI [15]

1. Mean

*Mean* merupakan nilai rata-rata dari semua angka. *Mean* dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (5).

$$x_n = \frac{x_1+x_2+x_3+\dots+x_n}{n} \tag{5}$$

2. Median

*Median* adalah nilai tengah atau titik tengah dalam suatu nomor urut. Jika nilai ganjil maka *median* dapat langsung ditemukan, tetapi jika nilai genap, maka *median* dihitung sebagai rata-rata dari dua angka tengah.

3. Modus

*Modus* merupakan angka yang paling sering muncul dalam suatu himpunan angka.

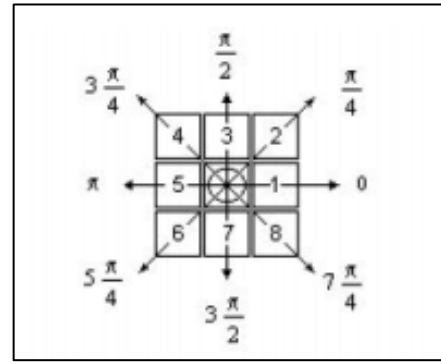
4. Variance

Jika mempunyai sampel berukuran n dengan data  $x_1, x_2, \dots, x_n$  dan rata-rata  $\bar{x}$ , maka *variance* dapat dihitung dengan Persamaan (6).

$$S^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1} \tag{6}$$

D.2 Ekstraksi fitur tekstur dengan metode GLCM

*Gray level Co-Ocurrence Matrix* (GLCM) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk analisis fitur tekstur. Ada 14 fitur tekstur yang dapat diekstraksi dengan menggunakan metode ini, tetapi pada penelitian ini hanya digunakan 5 fitur dari 14 fitur tekstur tersebut. Tahap pertama pada metode GLCM adalah membuat matriks GLCM. Matriks GLCM harus dibuat berdasarkan empat arah yakni 0°, 45°, 90° dan 135° seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Pixel bertetangga dalam delapan arah [16]

Selanjutnya, menghitung nilai ke-5 fitur tersebut dengan cara sebagai berikut [16]:

1. Energi (*Energy*)

$$f_1 = \sum_i \sum_j \{Pd(i,j)\}^2 \tag{7}$$

2. Entropi (*Entropy*)

$$f_2 = - \sum_i \sum_j Pd(i,j) \log(Pd(i,j)) \tag{8}$$

3. Kontras (*Contrast*)

$$f_3 = \sum_i \sum_j (i-j)^2 Pd(i,j) \tag{9}$$

4. Homogenitas (*Homogeneity*)

$$f_4 = \sum_i \sum_j \frac{Pd(i,j)}{1+|i-j|} \tag{10}$$

5. Korelasi (*Correlation*)

$$f_5 = \sum_i \sum_j \frac{ijPd(i,j) - \mu_x\mu_y}{\sigma_x\sigma_y} \tag{11}$$

D.3 Ekstraksi fitur invariant moment dengan metode Hu

Proses ini bertujuan untuk mencari 7 fitur *invariant moment* dari suatu citra. Momen dapat menggambarkan suatu objek dalam hal area, posisi, orientasi dan parameter terdefinisi lainnya. Persamaan dasar dari momen suatu objek didefinisikan sebagai berikut:

$$m_{ij} = \sum_x \sum_y x^i y^j a_{xy} \tag{12}$$

Pusat dari area atau massa (*centroid*) adalah parameter yang baik untuk menyatakan lokasi dari objek. Pusat area dari objek didefinisikan pada Persamaan (13), momen pusat objek didefinisikan pada Persamaan (14), dan momen pusat yang ternormalisasi didefinisikan pada Persamaan (15).

$$x' = \frac{m_{10}}{m_{00}} \text{ dan } y' = \frac{m_{01}}{m_{00}} \tag{13}$$

$$\mu_{ij} = \sum_x \sum_y (x - x')^i (y - y')^j a_{xy} \tag{14}$$

$$\eta_{ij} = \frac{\mu_{ij}}{(\mu_{00})^\lambda} \quad (15)$$

Dengan  $\lambda = \frac{(i+j)}{2} + 1$

Dari *moment* pusat yang telah ternormalisasi, maka 7 *invariant moment* dapat ditentukan. Persamaan (16) sampai (22) merupakan rumus untuk mencari *invariant moment* ke-1 sampai 7.

$$\phi_1 = \eta_{20} + \eta_{02} \quad (16)$$

$$\phi_2 = (\eta_{20} + \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2 \quad (17)$$

$$\phi_3 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (3\eta_{21} - \eta_{03})^2 \quad (18)$$

$$\phi_4 = (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{21} - \eta_{03})^2 \quad (19)$$

$$\phi_5 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12}) \{ (\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2 \} + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03}) \{ 3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2 \} \quad (20)$$

$$\phi_6 = (\eta_{20} - \eta_{02}) \{ (\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2 \} + 4\eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03}) \quad (21)$$

$$\phi_7 = (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{30} + \eta_{12}) \{ (\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2 \} + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03}) \{ 3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2 \} \quad (22)$$

#### D.4 Klasifikasi dengan LDA

Sistem klasifikasi jenis dan tingkat kesegaran daging ini menggunakan klasifikasi LDA. Metode klasifikasi LDA digunakan untuk mendapatkan sebaran data yang tingkat diskriminannya optimal. Untuk memperoleh proyeksi data yang akan digunakan untuk klasifikasi, dicari matriks *scatter within class* ( $S_W$ ) dan matriks *scatter between class* ( $S_B$ ).

$$S_W = \sum_{i=1}^c \sum_{x_k \in X_i} (x_k - \mu_i)(x_k - \mu_i)^T \quad (23)$$

$$S_B = \sum_{i=1}^c N_i (x_k - \mu_i)(x_k - \mu_i)^T \quad (24)$$

Dimana  $N_i$  adalah jumlah *sample* pada kelas  $X_i$ , dan  $\mu_i$  adalah *image* rata-rata dari kelas  $X_i$ . Selanjutnya mencari *eigen vector* untuk digunakan dalam proyeksi data berdasarkan *eigen value* terbesar.

$$S_B \Psi = S_W \Psi \Lambda \quad (25)$$

Dimana  $\Psi$  merupakan matriks *eigen vector* dan  $\Lambda$  merupakan *eigen value*.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan beberapa kali untuk dapat mengetahui pengaruh dari beberapa parameter terhadap hasil klasifikasi. Adapun parameter-parameter yang digunakan dalam penelitian ini seperti pengaruh resolusi citra terhadap akurasi dan pengaruh rotasi terhadap akurasi.

#### A. Pengaruh resolusi citra terhadap akurasi

Pengujian pertama dilakukan untuk menguji pengaruh resolusi citra terhadap akurasi. Pengujian ini bertujuan untuk mencari resolusi citra yang lebih baik digunakan dalam mengklasifikasikan jenis dan tingkat kesegaran daging menggunakan fitur warna, tekstur dan *invariant moment*. Citra dengan resolusi 256x256 piksel dan 512x512 piksel digunakan baik pada proses pelatihan maupun proses pengujian, kemudian dilakukan perbandingan terhadap hasil klasifikasinya. Hasil akurasi klasifikasi berdasarkan resolusi citra dapat dilihat pada Tabel VI untuk klasifikasi jenis daging dan Tabel VII untuk klasifikasi tingkat kesegaran daging. Kemudian dipilih fitur terbaik yang menghasilkan rata-rata akurasi terbesar dari klasifikasi jenis daging dan klasifikasi tingkat kesegaran daging, untuk digunakan pada klasifikasi gabungan jenis dan tingkat kesegaran daging, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel VIII.

TABEL VI. PENGARUH RESOLUSI TERHADAP HASIL KLASIFIKASI JENIS DAGING

Resolusi	Data set	Akurasi (%)						
		H	G	M	H+G	H+M	G+M	H+G+M
256 x 256	LE	80	41.67	68.33	42.5	78.3	43.3	40.83
	SR	64.17	60	66.67	60.83	75	58.33	60
Rata-rata		72.09	50.84	67.50	51.67	76.65	50.82	50.42
512 x 512	LE	80.83	45.83	65.83	50	90	40	50.83
	SR	65.83	55	66.67	54.167	69.167	55.83	55
Rata-rata		73.33	50.42	66.25	52.08	79.58	47.92	52.92

Keterangan: LE = Lemari es, SR = Suhu ruang, H = HSI, G = GLCM, M = *Moment*

Berdasarkan hasil pengujian klasifikasi jenis daging dan tingkat kesegaran daging yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa perubahan resolusi tidak memberikan perubahan tingkat akurasi yang signifikan. Peningkatan resolusi citra tidak selalu berdampak baik pada akurasi yang dihasilkan. Contohnya pada fitur HSI+*Moment* pada klasifikasi jenis daging, rata-rata akurasi yang diperoleh pada citra 256x256 piksel sebesar 76.65% dan pada citra 512x512 piksel sebesar 79.58%, dengan peningkatan hanya sebesar 2.93%. Sebaliknya, pada fitur GLCM+*Moment* terjadi penurunan rata-rata akurasi sebesar 2.9% dari penggunaan citra 256x256 piksel ke 512x512 piksel.

Selanjutnya dipilih fitur terbaik dari masing-masing klasifikasi untuk digunakan dalam klasifikasi gabungan jenis dan tingkat kesegaran daging. Pada jenis daging digunakan fitur HSI+*Moment* untuk kedua resolusi, sedangkan pada klasifikasi kesegaran digunakan fitur *Moment* untuk resolusi 256x256, dan fitur HSI dan HSI+*Moment* untuk resolusi 512x512. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel VIII.

TABEL VII. PENGARUH RESOLUSI TERHADAP HASIL KLASIFIKASI TINGKAT KESEGERAN DAGING

Resolusi	Jenis daging	Dataset	Akurasi (%)						
			H	G	M	H+G	H+M	G+M	H+G+M
256 x 256	Ayam	LE	67.5	60	67.5	60	67.5	60	60
		SR	55	52.5	60	52.5	55	52.5	52.5
	Kambing	LE	47.5	42	45	42.5	47.5	42.5	42.5
		SR	72.5	62.5	<b>82.5</b>	62.5	72.5	62.5	62.5
	Sapi	LE	75	45	77.5	45	75	45	45
		SR	67.5	65	57.5	65	67.5	65	65
Rata-rata			64.17	54.58	<b>65</b>	54.58	64.17	54.58	
512 x 512	Ayam	LE	52.5	55	67.5	55	52.5	55	55
		SR	62.5	55	60	52.5	62.5	55	52.5
	Kambing	LE	65	50	45	50	65	50	50
		SR	75	47.5	<b>82.5</b>	47.5	75	47.5	47.5
	Sapi	LE	77.5	45	70	45	77.5	45	45
		SR	57.5	62.5	55	62.5	57.5	62.5	62.5
Rata-rata			<b>65</b>	52.50	63.33	52.08	<b>65</b>	52.08	

Keterangan: LE = Lemari es, SR = Suhu ruang, H = HSI, G = GLCM, M = Moment

TABEL VIII. PENGARUH RESOLUSI TERHADAP HASIL KLASIFIKASI JENIS+TINGKAT KESEGERAN DAGING

Resolusi	Dataset	Akurasi (%)		
		H+M (Jenis) + M (Kesegaran)	H+M (Jenis) + H (Kesegaran)	H+M (Jenis) + H+M (Kesegaran)
256x 256	LE	46.67	-	-
	SR	39.17	-	-
512x 512	LE	-	52.5	52.5
	SR	-	39.17	39.17

Keterangan: LE = Lemari es, SR = Suhu ruang, H = HSI, M = Moment

Berdasarkan hasil pengujian klasifikasi gabungan jenis dan tingkat kesegaran daging yang disajikan pada Tabel VIII, dapat dilihat bahwa akurasi yang diperoleh cukup rendah. Hal ini terjadi akibat penggabungan fitur jenis daging dan fitur tingkat kesegaran daging, dimana keduanya memiliki tingkat akurasi yang tidak terlalu tinggi. Hal lain yang mempengaruhi tingkat akurasi yang cukup rendah ini adalah untuk setiap data uji, harus terdapat 2 kesesuaian, yaitu kesesuaian jenis dan tingkat kesegaran daging.

Peningkatan resolusi citra membuat waktu komputasi untuk pelatihan dan pengujian menjadi semakin lama. Citra dengan resolusi 256x256 piksel membutuhkan waktu komputasi yang jauh lebih cepat jika dibandingkan dengan citra resolusi 512x512 piksel. Tabel IX menunjukkan

waktu komputasi yang dibutuhkan untuk ekstraksi satu citra 256x256 piksel dan satu citra 512x512 piksel pada semua fitur.

TABEL IX. PENGARUH RESOLUSI CITRA TERHADAP WAKTU KOMPUTASI DALAM SATUAN DETIK

Resolusi	H	G	M	H+G	H+M	G+M	H+G+M
256	1.866	1.455	0.043	3.085	2.021	1.529	3.154
512	6.922	3.532	0.214	9.182	7.279	2.424	9.254

Keterangan: H = HSI, G = GLCM, M = Moment

Hasil pengujian pengaruh resolusi citra terhadap akurasi menunjukkan bahwa peningkatan resolusi tidak selalu berdampak baik pada hasil klasifikasi. Tingkat akurasi rata-rata dari masing-masing fitur mengalami penurunan dan peningkatan dari resolusi 256x256 ke 512x512. Selain itu dapat dilihat bahwa citra 256x256 piksel memiliki kecepatan yang jauh lebih baik dibandingkan citra 512x512 piksel dari sisi waktu komputasi. Oleh karena itu, citra dengan resolusi 256x256 piksel merupakan citra terbaik dilihat dari rata-rata akurasi dan waktu komputasi.

### B. Pengaruh rotasi terhadap akurasi

Pengujian selanjutnya dilakukan untuk menguji pengaruh rotasi terhadap akurasi. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rotasi terhadap akurasi klasifikasi. Dataset yang digunakan yaitu citra dengan resolusi 256x256 piksel, dengan fitur yang diuji yaitu HSI, Moment, dan HSI+Moment. Rotasi dilakukan terhadap citra uji dengan arah rotasi 45°, 90°, 135° dan 180° searah dengan jarum jam (CW). Hasil dari pengujian pengaruh rotasi terhadap klasifikasi jenis daging, kesegaran daging ayam, kambing dan sapi dapat dilihat pada Tabel X dan Tabel XI.

TABEL X. PENGARUH ROTASI TERHADAP HASIL KLASIFIKASI JENIS DAGING

Arah rotasi	Dataset	Akurasi (%)		
		HSI	Moment	HSI+Moment
0°	LE	80	68.33	78.33
	SR	64.17	66.67	75
Rata-rata		72.09	67.50	<b>76.67</b>
45° CW	LE	22.5	66.67	58.3
	SR	33.33	66.67	33.3
Rata-rata		27.92	<b>66.67</b>	45.80
90° CW	LE	80	68.33	78.33
	SR	64.17	66.67	75
Rata-rata		72.09	67.50	<b>76.67</b>
135° CW	LE	22.5	66.67	58.3
	SR	33.33	66.67	33.3
Rata-rata		27.92	<b>66.67</b>	45.80
180° CW	LE	80	68.33	78.33
	SR	64.17	66.67	75
Rata-rata		72.09	67.50	<b>76.67</b>

TABEL XI. PENGARUH ROTASI TERHADAP HASIL KLASIFIKASI TINGKAT KESEGERAN DAGING

Arah rotasi	Jenis daging	Data Set	Akurasi (%)			
			HSI	Moment	HSI+Moment	
0°	Ayam	LE	67.5	67.5	67.5	
		SR	55	60	55	
	Kambing	LE	47.5	45	47.5	
		SR	72.5	82.5	72.5	
	Sapi	LE	75	77.5	75	
		SR	67.5	57.5	67.5	
Rata-rata			64.17	<b>65.00</b>	64.17	
45° CW	Ayam	LE	0	42.5	0	
		SR	2.5	45	2.5	
	Kambing	LE	0	62.5	0	
Arah rotasi	Jenis daging	Data Set	Akurasi (%)			
45° CW	Kambing	SR	0	52.5	0	
		LE	0	35	0	
	Sapi	SR	2.5	60	2.5	
		LE	0	35	0	
	Rata-rata			0.83	<b>49.58</b>	0.83
	90° CW	Ayam	LE	67.5	67.5	67.5
SR			55	60	55	
Kambing		LE	47.5	45	47.5	
		SR	72.5	82.5	72.5	
Sapi		LE	75	77.5	75	
		SR	67.5	57.5	67.5	
Rata-rata			64.17	<b>65.00</b>	64.17	
135° CW	Ayam	LE	0	42.5	0	
		SR	2.5	45	2.5	
	Kambing	LE	0	62.5	0	
		SR	0	52.5	0	
	Sapi	LE	0	35	0	
		SR	2.5	60	2.5	
Rata-rata			0.83	<b>49.58</b>	0.83	
180° CW	Ayam	LE	67.5	67.5	67.5	
		SR	55	60	55	
	Kambing	LE	47.5	45	47.5	
		SR	72.5	82.5	72.5	
	Sapi	LE	75	77.5	75	
		SR	67.5	57.5	67.5	
Rata-rata			64.17	<b>65.00</b>	64.17	

Keterangan: LE = Lemari Es, SR = Suhu Ruang

Berdasarkan hasil pengujian pengaruh rotasi terhadap akurasi pada Tabel 10 dan Tabel 11, dapat disimpulkan bahwa melakukan rotasi 90° dan 180° searah jarum jam terhadap citra sama sekali tidak berpengaruh terhadap akurasi citra, baik dari akurasi per *dataset* maupun pada akurasi rata-rata akurasi. Pada fitur HSI hal ini disebabkan oleh pendekatan statistik, dimana nilai *mean*, *median* dan *modus* tidak akan berubah saat citra dirotasi. Sedangkan pada fitur *Moment* hal ini disebabkan oleh perhitungan dasar *Moment* pada Persamaan (12) yang menjumlahkan semua koordinat titik piksel dengan nilai elemen pada koordinat tersebut, sehingga tidak akan terdapat perubahan nilai fitur walaupun citra dirotasi.

Selanjutnya untuk rotasi 45° dan 135°, terjadi penurunan tingkat akurasi yang sangat drastis, terutama

pada fitur HSI. Hal ini dikarenakan oleh perubahan rotasi yang diberikan membuat citra memiliki orientasi diagonal, serta perubahan elemen dalam matriks citra itu sendiri. Sehingga nilai *mean*, *median*, *modus* dan *variance* dari citra yang dirotasi berbeda dengan citra asli.

Berdasarkan hasil pengujian pengaruh rotasi terhadap klasifikasi jenis daging dan tingkat kesegaran daging yang telah dilakukan, dipilih fitur terbaik dari masing-masing klasifikasi untuk digunakan dalam klasifikasi gabungan jenis dan tingkat kesegaran daging. Pada jenis daging digunakan fitur *HSI+Moment* untuk semua rotasi, sedangkan pada klasifikasi kesegaran digunakan fitur *Moment* untuk semua rotasi.

TABEL XII. PENGARUH ROTASI TERHADAP HASIL KLASIFIKASI JENIS+TINGKAT KESEGERAN DAGING

Rotasi	Dataset	Akurasi (%)
		HSI+Moment (Jenis) + Moment (Kesegaran)
0°	LE	46.67
	SR	39.17
45° CW	LE	39.17
	SR	16.67
90° CW	LE	46.67
	SR	39.17
135° CW	LE	39.17
	SR	16.67
180° CW	LE	46.67
	SR	39.17

Hasil pengujian klasifikasi gabungan jenis dan tingkat kesegaran daging untuk rotasi 0°, 90° dan 180° yang disajikan pada Tabel XII memberikan hasil yang sama untuk setiap *dataset*. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan pada rotasi 90° dan 180° untuk fitur HSI dan *Moment* sama sekali tidak memberikan pengaruh. Sedangkan untuk perubahan rotasi dari 0° ke 45° dan 135° menunjukkan terjadinya penurunan tingkat akurasi keluaran, yaitu sebesar 7.5% pada *dataset* lemari es dan sebesar 22.5%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perubahan rotasi hanya rotasi 45° dan 135° yang memberikan pengaruh pada tingkat akurasi pengujian.

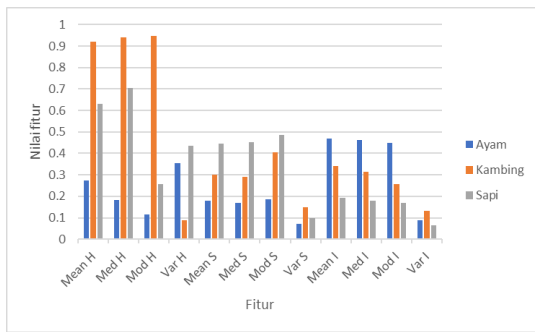
### C. Analisis sebaran data fitur

Sebaran data yang baik berarti terdapat perbedaan yang jelas antara fitur masing-masing kelas yang digunakan. Terdapat sebaran data dari beberapa fitur yang dianalisa yakni fitur HSI, fitur GLCM dan fitur *invariant moment*. Sebaran data fitur dapat dihasilkan dengan cara menghitung nilai fitur rata-rata dari semua data pelatihan. Pada analisis sebaran data ini, grafik sebaran data yang ditampilkan adalah sebaran data untuk fitur jenis daging dan kesegaran daging ayam, sedangkan sebaran data untuk fitur kesegaran daging kambing dan sapi **terlampir**.

#### C.1. Analisis fitur HSI

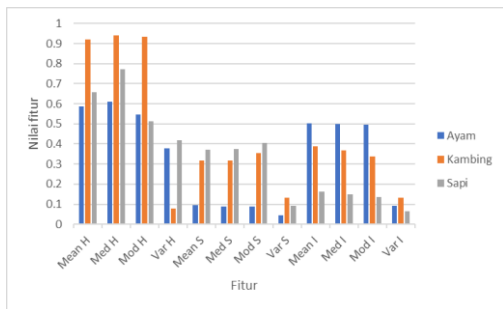
Terdapat 12 perhitungan statistik dalam fitur HSI mulai dari *mean*, *median*, *modus* serta *variance* dari masing-masing *layer* pada ruang warna HSI.

1. Jenis daging



Gambar 5. Sebaran data fitur HSI dataset jenis daging lemari es

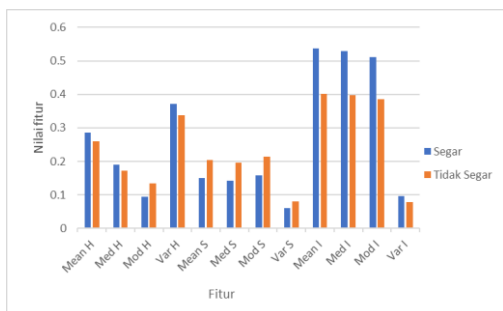
Grafik pada Gambar 5 menunjukkan bahwa sebaran data fitur HSI untuk dataset jenis daging lemari es cukup baik, terdapat perbedaan yang jelas antara data jenis daging ayam, kambing dan sapi di semua fitur. Hal inilah yang menyebabkan tingkat akurasi klasifikasi jenis daging lemari es yang cukup tinggi untuk fitur HSI.



Gambar 6. Sebaran data fitur HSI dataset jenis daging suhu ruang

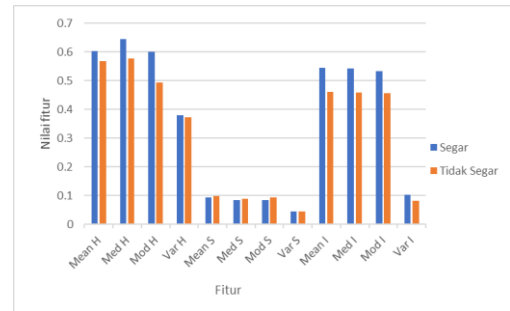
Grafik pada Gambar 6 menunjukkan bahwa sebaran data fitur HSI untuk dataset jenis daging suhu ruang cukup baik, namun tidak sebaik pada dataset lemari es. Karenanya, tingkat akurasi untuk dataset jenis daging suhu ruang lebih kecil dibandingkan jenis daging lemari es.

2. Kesegaran daging ayam



Gambar 7. Sebaran data fitur HSI dataset kesegaran daging ayam lemari es

Sebaran data fitur HSI pada dataset kesegaran daging ayam lemari dapat dikatakan kurang baik, hal ini dikarenakan hanya terdapat perbedaan kecil antara kelas segar dengan kelas tidak segar. Oleh karena itu, tingkat akurasi klasifikasi untuk fitur ini tidak terlalu tinggi.



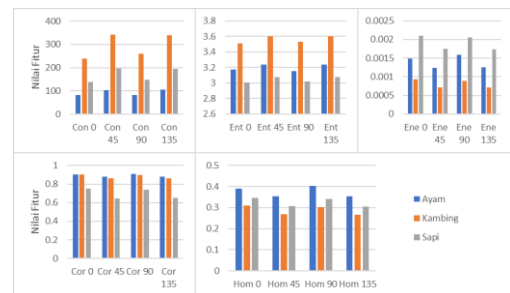
Gambar 8. Sebaran data fitur HSI dataset kesegaran daging ayam suhu ruang

Sama halnya dengan sebaran data fitur HSI pada dataset kesegaran daging ayam lemari es, sebaran data dataset suhu ruang ini juga kurang baik, tidak ada perbedaan besar antar kelas. Tingkat akurasi klasifikasi untuk fitur ini bahkan lebih rendah dari fitur dataset kesegaran ayam lemari es.

C.2. Analisis fitur GLCM

GLCM memiliki 20 fitur yang terdiri atas Contrast, Entropy, Energy (ASM), Correlation dan Homogeneity (IDM) yang dihitung pada masing-masing sudut 0°, 45°, 90° dan 135°. Pada penelitian ini, fitur GLCM memberikan hasil klasifikasi yang cukup buruk.

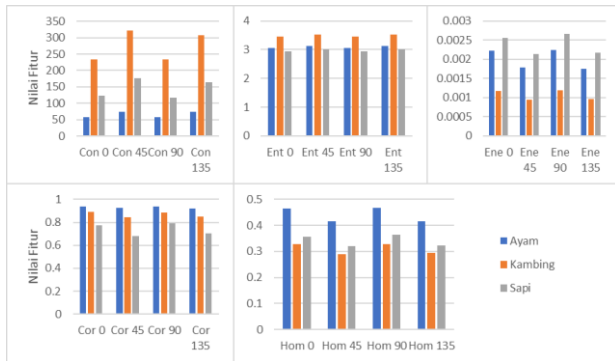
1. Jenis daging



Gambar 9. Sebaran data fitur contrast, entropy, energy, correlation dan homogeneity dataset jenis daging lemari es

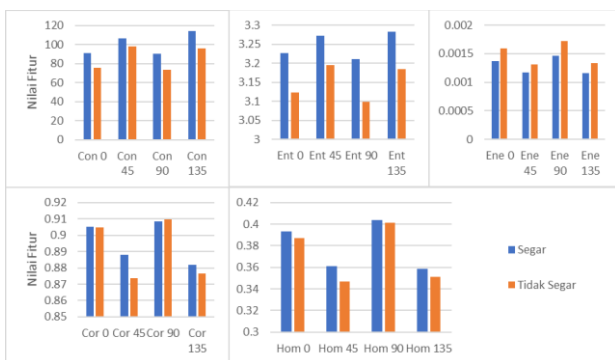
Berdasarkan grafik pada Gambar 9, fitur GLCM memiliki sebaran data yang cukup beragam untuk masing-masing fitur. Meskipun pada fitur contrast, entropy, dan energy terdapat perbedaan yang cukup jelas, namun akurasi yang dihasilkan sangat rendah. Hal yang sama juga terjadi pada sebaran data suhu ruang pada Gambar 10, dengan akurasi yang lebih tinggi.





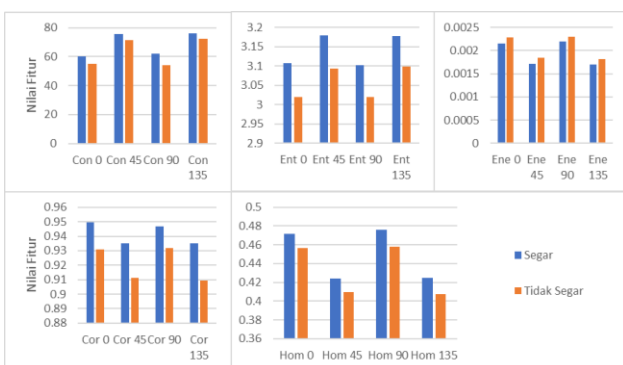
Gambar 10. Sebaran data fitur *contrast, entropy, energy, correlation* dan *homogeneity* dataset jenis daging suhu ruang

2. Kesegaran daging ayam



Gambar 11. Sebaran data fitur *contrast, entropy, energy, correlation* dan *homogeneity* dataset kesegaran daging ayam lemari es

Pada grafik sebaran data Gambar 11, dapat dilihat bahwa fitur *contrast* memiliki perbedaan antar kelas yang paling besar. Oleh karena itu tingkat akurasi yang diperoleh menggunakan fitur GLCM pada *dataset* ini cukup baik.



Gambar 12. Sebaran data fitur *contrast, entropy, energy, correlation* dan *homogeneity* dataset kesegaran daging ayam suhu ruang

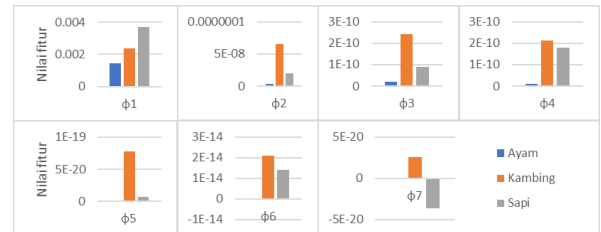
Grafik sebaran data pada Gambar 12 menunjukkan kesamaan antara sebaran data *dataset* daging ayam lemari es dan suhu ruang, dimana fitur *contrast* memiliki perbedaan antar kelas yang paling besar. Namun, perbedaan tersebut tidak terlalu besar, sehingga akurasi yang diperoleh pada *dataset* suhu ruang ini lebih rendah daripada *dataset* daging ayam lemari es.

C.3 Analisis fitur invariant moment

Fitur *Invariant Moment* yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas 7 fitur *moment*. Nilai *moment* disimbolkan dengan  $\phi$  (*phi*) untuk fitur *moment* 1 sampai 7. Berikut merupakan grafik sebaran data pada fitur *Invariant Moment* untuk *dataset* jenis daging, kesegaran daging ayam, kambing dan sapi.

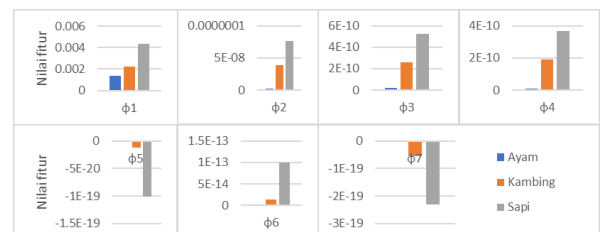
1. Jenis Daging

Grafik sebaran data fitur *Moment* untuk *dataset* jenis daging lemari es dan suhu ruang dapat dilihat pada Gambar 13 dan Gambar 14.



Gambar 13. Sebaran data fitur *Moment* dataset jenis daging lemari es

Seperti terlihat pada Gambar 13 bahwa sebaran data fitur *Invariant Moment* untuk *dataset* jenis daging lemari es dapat dikatakan cukup baik. Meski nilai beberapa fitur sangat kecil, terdapat perbedaan yang cukup jelas antara kelas daging ayam, kambing dan sapi. Dengan demikian nilai akurasi yang diperoleh menggunakan fitur ini mampu mencapai 68.33%.

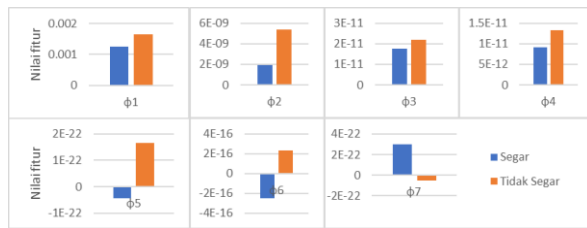


Gambar 14. Sebaran data fitur *Moment* dataset jenis daging suhu ruang

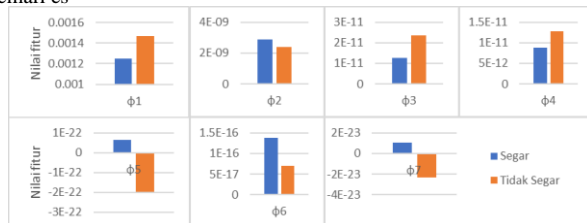
Seperti halnya sebaran data *dataset* lemari es, sebaran data *dataset* jenis daging suhu ruang juga cukup baik. Perbedaan antar kelas dapat terlihat jelas untuk semua fitur *Moment*.

2. Kesegaran daging ayam

Sebaran data fitur *Moment* *dataset* kesegaran daging ayam dapat dikatakan cukup baik, karena terdapat perbedaan antar kelas, meski tidak begitu besar. *Dataset* lemari es menghasilkan nilai akurasi yang lebih tinggi daripada *dataset* suhu ruang. Seperti yang bisa dilihat pada Gambar 15 untuk *dataset* lemari es dan Gambar 16 untuk *dataset* suhu ruang.



Gambar 15. Sebaran data fitur *Moment dataset kesegaran daging ayam lemari es*



Gambar 16. Sebaran data fitur *Moment dataset kesegaran daging ayam suhu ruang*

## V. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Akurasi tertinggi untuk klasifikasi jenis daging yang diperoleh yaitu sebesar 90% menggunakan fitur kombinasi HSI dan *Invariant Moment* pada *dataset* citra lemari es dengan resolusi 512x512 piksel.
2. Tingkat akurasi keluaran tertinggi pada klasifikasi tingkat kesegaran daging sebesar 82.5% diperoleh menggunakan fitur *Invariant Moment* pada *dataset* citra daging kambing suhu ruang dengan resolusi 256x256 dan 512x512 piksel.
3. Resolusi citra 256x256 piksel merupakan resolusi terbaik jika dilihat dari rata-rata akurasi dan waktu komputasi.
4. Perubahan resolusi citra dari 256x256 ke 512x512 piksel tidak memberikan pengaruh signifikan pada akurasi yang diperoleh, dengan peningkatan akurasi rata-rata terbesar 2.93%, akan tetapi peningkatan resolusi meningkatkan waktu komputasi.
5. Rotasi 90° dan 180° searah jarum jam tidak memberikan pengaruh sama sekali terhadap hasil klasifikasi menggunakan fitur HSI dan *Moment*, sedangkan penggunaan rotasi 45° dan 135° menyebabkan penurunan tingkat akurasi.
6. Sistem klasifikasi jenis dan tingkat kesegaran daging menggunakan metode klasifikasi LDA telah berhasil dibangun, akan tetapi tingkat akurasi yang diperoleh cukup rendah, dengan akurasi sebesar 39.17% untuk klasifikasi gabungan jenis dan tingkat kesegaran daging pada suhu ruang.

### B. Saran

Adapun saran untuk penelitian lebih lanjut, yaitu:

1. Lakukan klasifikasi jenis dan tingkat kesegaran daging menggunakan metode klasifikasi yang berbeda dengan metode LDA.

2. Lakukan seleksi fitur untuk mengeliminasi fitur yang tidak memberikan pengaruh positif terhadap hasil klasifikasi.
3. Pastikan pencahayaan selalu konsisten pada saat pengambilan data citra.
4. Perbanyak jumlah jenis daging yang diklasifikasikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. P. RI, "Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan," Direktorat Jendral Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2017.
- [2] S. M. Suwito, B. Hidayat, and Dea, "Klasifikasi Jenis Dan Kualitas Daging Konsumsi Berdasarkan Analisis Tekstur Dan Warna Dengan Metode Transformasi Curvelet Dan K-Nearest Neighbor," Bandung: Universitas Telkom, 2012.
- [3] R. Farinda, Z. R. Firmansyah, C. Sulton, I. G. P. S. Wijaya, and F. Bimantoro, "Beef Quality Classification based on Texture and Color Features using SVM Classifier," *J. Telemat. Informatics*, vol. 6, no. 3, 2018.
- [4] A. Septiarni, "Pengenalan Pola Pada Citra Digital Dengan Fitur Momen Invariant," *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 1, pp. 8–11, 2012.
- [5] N. Lihayati, R. E. Pawening, M. Furqan, J. T. Informatika, and G. L. C. Matrix, "Klasifikasi Jenis Daging Berdasarkan Tekstur Menggunakan Metode Gray Level Coocurent Matrix," *Pros. SENTIA*, vol. 8, pp. 305–310, 2016.
- [6] Neneng and Y. Fernando, "Klasifikasi Jenis Daging Berdasarkan Analisis Citra Tekstur Gray Level Co-Occurrence Matrices (GLCM) Dan Warna," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. 2017*, pp. 1–2, 2017.
- [7] E. Budianita, J. Jasril, and L. Handayani, "Implementasi Pengolahan Citra dan Klasifikasi K-Nearest Neighbour Untuk Membangun Aplikasi Pembeda Daging Sapi dan Babi," *J. Sains dan Teknol. Ind.*, vol. 12, no. 2, pp. 242–247, 2015.
- [8] I. G. R. A. Sugiarta, M. Sudarma, and I. M. O. Widyantara, "Ekstraksi Fitur Warna, Tekstur dan Bentuk untuk Clustered-Based Retrieval of Images (CLUE)," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 16, no. 1, p. 85, 2017.
- [9] K. Xiao, G. Gao, and L. Shou, "An Improved Method for Detecting Pork Freshness Based on Computer Vision in On-line System," *Sensors and Transducers*, vol. 169, no. 4, pp. 42–48, 2014.
- [10] G. K. Lim Resmana, Raymond, "Face Recognition Menggunakan Metode Linear Discriminant Analysis (LDA)," *Kommit*, p. 9, 2002.
- [11] Fandiansyah, J. Y. Sari, and I. P. Ningrum, "Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Linear Discriminant Analysis dan k Nearest Neighbor," *J. Ultim.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–9, 2018.
- [12] I. G. P. S. Wijaya, A. A. Firdaus, A. P. J. Dwitama, and Mustiari, "Pengenalan Ekspresi Wajah Menggunakan DCT Dan LDA Untuk Aplikasi Pemutar Musik (MOODSIC)," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 5, pp. 559–566, 2018.
- [13] A. H. T. Priharsanti, "Populasi Bakteri dan Jamur pada Daging Sapi dengan Penyimpanan Suhu Rendah," *Sains Peternak.*, vol. 7, no. 2, p. 66, 2016.
- [14] P. E. Sari, "Pengaruh Lama Perendaman Dengan Menggunakan Larutan Daun Salam (*Syzygium Polyanthum*) Sebagai Pengawet Terhadap Komposisi Kimia Dan Awal Kebusukan Daging Broiler," Universitas Lampung, 2018.
- [15] E. R. Swedia and M. Cahyanti, "Algoritma Tranformasi

Ruang Warna," Depok: Universitas Gunadarma, 2010.  
[16] R. M. Haralick, K. Shanmugam, and I. Dinstein, "Textural

Features for Image Classification," *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.*, pp. 610–621, 1973.