

IDENTIFIKASI KUALITAS KESEGERAN SUSU SAPI MELALUI PENGOLAHAN CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODE GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX DAN LOCAL BINARY PATTERN DENGAN KLASIFIKASI K-NEAREST NEIGHBOR

QUALITY IDENTIFICATION OF COW'S MILK FRESHNESS USING DIGITAL IMAGE PROCESSING METHOD OF GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX AND LOCAL BINARY PATTERN WITH K-NEAREST NEIGHBOR CLASSIFICATION

Hamdan Gustiawidi¹, Dr. Ir. Bambang Hidayat, DEA², Prof. Dr. Ir. Sjafril Darana, S.U.³

^{1,2}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

³Prodi Ilmu Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Padjajaran

¹hamdangw@gmail.com, ²bhidayat@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Susu sapi merupakan zat pelengkap yang kaya akan nutrisi, diantaranya protein, lemak, vitamin, mineral dan karbohidrat. Tekstur yang cair dan berwarna putih menjadi ciri khas. Sering dijumpai berbagai macam tempat mulai dari penjual pinggiran maupun di *super market* susu sapi dijual, akan tetapi banyak penjual yang mencampur dengan menambahkan air, pewarna dan pemanis buatan demi mendapat keuntungan yang lebih, sehingga kandungan gizi dan kualitas kesegarannya tidak sempurna lagi.

Pada permasalahan yang ada sukar bila bukan ahlinya untuk membedakan kemurnian susu sapi, biasanya konsumen hanya dapat mengenali melalui indra penglihatan dan penciuman. Dalam Tugas Akhir, dirancang suatu sistem untuk mempermudah konsumen mengetahui kemurnian susu sapi dengan campuran air menggunakan *software Matrix Laboratory* (MATLAB) melalui pengolahan citra *digital*. metode ekstraksi ciri yang digunakan adalah *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) dan *Local Binary Pattern* (LBP) serta metode klasifikasi adalah *K-Nearest Neighbor* (K-NN). Dari hasil pengujian sistem menggunakan metode GLCM didapatkan akurasi sebesar 100% dan waktu komputasi 0,7777 detik. Sedangkan menggunakan metode LBP didapatkan akurasi sebesar 97,5% dan waktu komputasi 0,7722 detik.

Kata kunci : Susu sapi, *Gray Level Co-Occurrence Matrix*, *Local Binary Pattern*, *K-Nearest Neighbor*

Abstract

Cow's Milk is a complementary substance in food, which has a lot nutrition such as proteins, fats, vitamins, minerals and carbohydrates. The characteristic is liquid and white colored. It can found anywhere, from small traders untill the supermarkets. But some of the sellers mix and add water, dyes, and artificial sweeteners to get more profit, so it reduce the milk's nutrition and the freshness.

The problem is it difficult to know the freshness level of milk if not by the expert, the only way the consumer to know the freshness level by sight and smell. In this Final Assignment, a sistem created to help consumer know the cow milk freshness level by using Matrix Laboratory Software (MATLAB) using image processing method. The feature extraction by using Gral Level Occurrence Matrix (GLCM) method and Local Binary Pattern (LBP) method and classified by K-Nearest Neighbor (K-NN). From the results of system testing using GLCM method obtained 100% accuracy and computation time 0.7777 second, While using the LBP method obtained accuracy of 97.5% and computing time 0.7722 second.

Keywords: *Cow's Milk*, *Gray Level Co-Occurrence Matrix*, *Local Binary Pattern*, *K-Nearest Neighbor*

1. Pendahuluan

Susu merupakan salah satu minuman bergizi yang sering dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia, mengingat harganya terjangkau dan memiliki nilai gizi baik, sehingga dapat menjadi penunjang asupan makanan bagi para konsumennya. Kandungan nutrisinya pun lengkap seperti protein, lemak, vitamin, mineral dan karbohidrat [1]. Ada beberapa macam jenis susu hewani diantaranya susu sapi, susu kambing, susu unta, dan susu kuda. Tetapi mayoritas masyarakat Indonesia mengonsumsi susu sapi bagi tuntutan hidupnya.

Susu sapi murni merupakan minuman primadona bagi kalangan masyarakat Indonesia, tidak heran setiap menjelang malam belakangan ini banyak pedagang di pinggiran jalan menjual susu sapi murni dengan variasi warna dan rasa. Akan tetapi semakin banyak konsumen semakin banyak pula produsen susu sapi murni yang melakukan kecurangan untuk mendapatkan keuntungan yang lebih besar dengan cara mencampur bahan pangan

lain seperti air, pewarna dan pemanis buatan agar volume susu sapi murni semakin banyak sehingga kualitas kesegaran dan gizi yang terkandung akan hilang [1].

Oleh karena itu dibutuhkan teknologi untuk memecahkan permasalahan tersebut agar konsumen dapat dengan mudah membedakan kualitas susu sapi murni yang akan dikonsumsi. Pada Tugas Akhir ini telah dirancang sistem pengolahan citra menggunakan *software* MATLAB yang dapat menganalisa kemurnian susu sapi melalui proses ekstraksi ciri yang selanjutnya diklasifikasi untuk mengidentifikasi kelas susu sapi murni dan susu sapi dengan campuran air sebanyak 25 ml, 50 ml, 75 ml dari total keseluruhan 100 ml. metode ekstraksi ciri yang digunakan adalah *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) dan *Local Binary Pattern* (LBP) serta metode klasifikasi adalah *K-Nearest Neighbor* (K-NN).

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Susu Sapi

Susu sapi merupakan bahan pangan yang sangat digemari oleh penduduk Indonesia yang berasal dari hasil pemerahan ambing induk sapi. Tidak heran banyak olahan susu sapi dijual dikarnakan memiliki tingkatan nutrisi yang lebih tinggi dibandingkan dengan olahan dari susu lainnya [1]. Ada beberapa jenis susu sapi dengan pengolahan yang berbeda-beda diantaranya [1]:

1. Susu segar
Cairan yang berasal dari ambing sapi sehat dan bersih, yang diperoleh dengan cara pemerahan yang benar, yang kandungan alaminya tidak dikurangi atau ditambah sesuatu apapun dan belum mendapat perlakuan apapun kecuali pendinginan [5].
2. Susu Pasteurisasi
Merupakan susu yang sudah mengalami proses pemanasan pada suhu 63°C - 66°C dengan waktu kurang lebih 30 menit.
3. Susu *Ultra High Temperature* (UHT)
Merupakan susu segar yang sudah melewati proses sterilisasi dengan suhu diantara 135°C - 145°C selama 2 sampai 5 detik tanpa mencampur bahan pengawet dan pewarna.

2.2 Konsep Citra Digital

Citra *digital* merupakan salah satu bentuk representatif dari sebuah gambar atau video yang di tangkap oleh kamera selanjutnya akan diambil sampel dari titik gambar dan dikuantisasi ke dalam bentuk nilai diskrit.

Pada komputer citra *digital* digambarkan dalam bentuk matriks dengan fungsi dua dimensi dimana $f(x,y)$ adalah nilai intensitas cahaya dengan rentang 0 – 255, x dan y merupakan nilai dari koordinat pada suatu citra, (x,y) yaitu nilai kecerahan pada suatu gambar keabuan (*grayscale*). Dapat dinyatakan dalam bentuk Persamaan $0 \leq f(x,y) < \infty$

Dimana fungsi f menggambarkan bentuk matriks 2 dimensi baris dan kolom (MxN).

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ f(2,0) & f(2,1) & \dots & f(2,M-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Pada Persamaan diatas digambarkan sebuah citra *digital* dimana M merupakan baris pada matriks dua dimensi dan N merupakan kolom pada matriks.

2.3 Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)

GLCM adalah salah satu metode analisa tekstur pada citra RGB untuk mendapatkan nilai ciri statistik pada citra keabuan yang akan diproses dengan cara menghitung terlebih dahulu sudut dan jaraknya serta menganalisa seberapa sering nilai perbedaan kombinasi kecerahan tiap piksel yang muncul pada sebuah citra [7]. Sudut orientasi dan relasi jarak pada metode ini yaitu 0°, 45°, 90°, 135°. Proses ekstraksi dari metode ini meliputi

1. Quantization

Merupakan proses pemberian level nilai pada citra *grayscale* dengan rentang 0 – 255 pada citra keabuan. untuk mempermudah proses perhitungan pada matriks dan meringankan proses komputasi.

2. Co-occurrence

Co-occurrence adalah kejadian secara bersama antara nilai level intensitas piksel bertetangga dengan jarak (d) dan orientasi sudut (θ) dapat dinyatakan menjadi (d, θ) . Dengan besar nilai interval sudut masing-masing 45 derajat

3. *Symmetric*

Proses kemunculan matriks dengan posisi piksel sama dimana hasil ini akan didapatkan melalui penjumlahan antara matriks *co-occurrence* dengan matriks *co-occurrence transpose*

4. *Normalization*

Proses dimana hasil dari matriks *symmetric* dibagi dengan total jumlah nilai pada matriks tersebut

5. *Feature extraction*

Pada tahap ini yaitu proses ekstraksi ciri berdasarkan fitur objek yang akan dianalisa, pada Tugas Akhir ini menggunakan fitur kontras, korelasi, energi, dan homogenitas [7] [10]:

- Kontras

Banyaknya jumlah intensitas keabuan dalam citra.

$$Contrast = \sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j}(i-j)^2 \quad (2.2)$$

- Korelasi

Merupakan hubungan antara piksel satu dengan piksel tetangga dalam citra.

$$Correlation = \sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} \frac{(i-\mu_i) + (j-\mu_j)}{\sqrt{(\sigma_i^2)(\sigma_j^2)}} \quad (2.3)$$

- Energi

Nilai energi merupakan nilai seberapa mirip suatu citra dengan kelasnya itu menunjukkan dengan nilai paling besar. Nilai ini muncul ketika tekstur citra cenderung seragam.

$$Energy (ASM) = \sum_{i,j=0}^{N-1} (P_{i,j})^2 \quad (2.4)$$

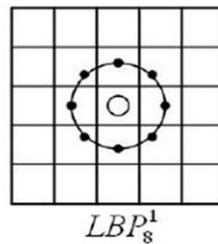
- Homogenitas

Merupakan nilai *inverse* dari nilai kontras GLCM sering disebut nilai keseragaman pada intensitas keabuan citra.

$$Homogeneity = \sum_{i,j=0}^{N-1} \frac{P_{i,j}}{1 + (i-j)^2} \quad (2.5)$$

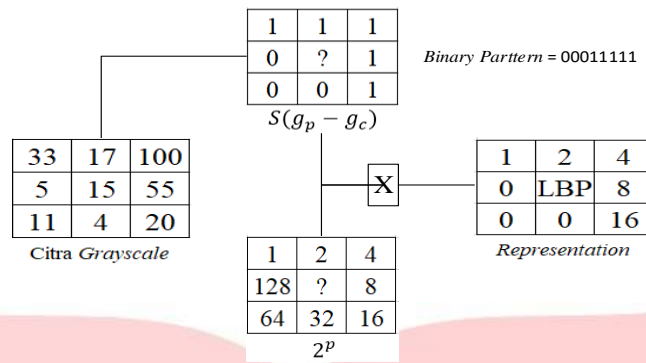
2.4 *Local Binary Pattern (LBP)*

Local Binary Pattern (LBP) adalah metode untuk analisa tekstur pada citra keabuan yang akan di ubah ke dalam bentuk nilai integer. parameter LBP (8,1) dimana P = 8 dan R = 1. P adalah jumlah piksel ketetanggaannya dan R adalah nilai piksel radius titik tengah dengan nilai piksel ketetanggaannya [11].



Gambar 2.1 Parameter LBP (8,1)

Gambar 2.2 adalah proses perhitungan untuk mencari nilai LBP:



$$LBP = (1 \times 1) + (1 \times 2) + (1 \times 4) + (1 \times 8) + (1 \times 16) + (0 \times 32) + (0 \times 64) + (0 \times 128) = 31$$

Gambar 2.2 Mencari Nilai LBP

2.5 K-Nearest Neighbor (K-NN)

K-Nearest Neighbor (K-NN) adalah metoda untuk klasifikasi suatu objek data uji. Dengan memperhatikan nilai ketetangaan berdasarkan fungsi pola jarak dan kesamaan pada objek tertentu. Klasifikasi algoritma ini akan menentukan keanggotaan kelas dengan nilai ketetangaan yang paling tinggi. Pada penelitian ini menggunakan beberapa distance diantaranya:

1. Euclidean Distance

Merupakan persamaan untuk menghitung nilai jarak antara X_i dan Y_i .

$$d_{s,t} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{si} - Y_{ti})^2}$$

2. Cityblock

Pada cityblock nilai jarak antara X_i dan Y_i diperoleh dari hasil penjumlahan antara jarak vertikal dan horizontal yang terbentuk antara data latih dan data uji.

$$d_{s,t} = \sum_{i=1}^n |X_{si} - Y_{ti}|$$

3. Cosine Distance

Jarak yang dibentuk antara 2 vektor kemudian diukur berdasarkan sudut.

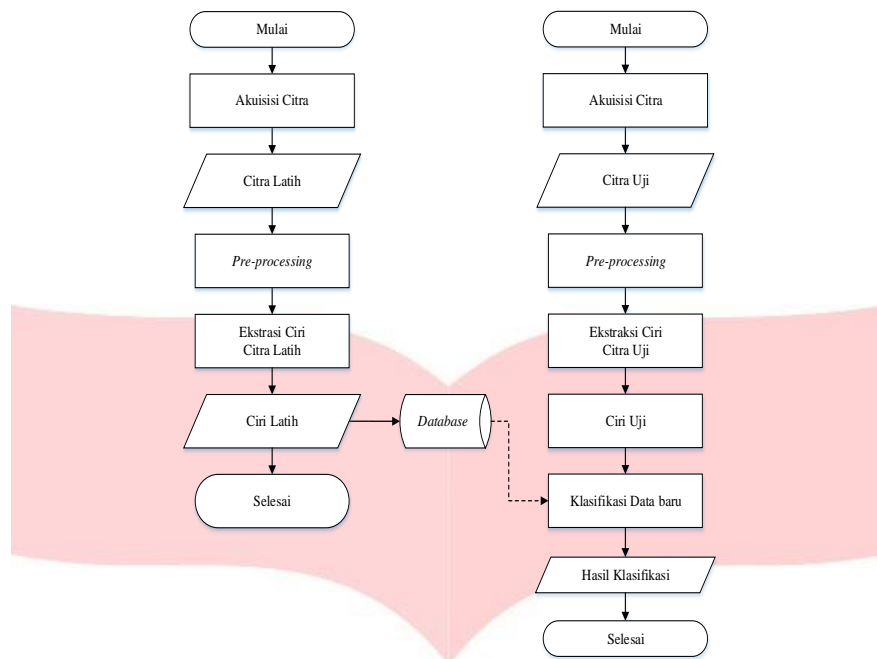
$$d_{s,t} = 1 - \text{Cos}\theta$$

$$\text{Cos}\theta = \frac{X_s X_t}{|X_s| |X_t|}$$

3. Perancangan Sistem

3.1 Diagram Blok Sistem

Sistem yang telah dirancang untuk identifikasi kualitas kesegaran susu sapi murni berdasarkan tekstur ini memiliki dua citra inputan yang terdiri dari citra latih dan citra uji yang akan melewati beberapa tahap. Tahap pertama yaitu tahap latih, citra latih akan diproses kemudian disimpan pada database sistem sebagai bentuk representatif proses klasifikasi. Tahap kedua yaitu tahap uji dimana citra uji akan melewati beberapa proses sehingga didapatkan ciri uji dan selanjutnya akan dikelompokkan terhadap ciri latih yang telah disimpan pada database sistem sehingga didapatkan kelasnya.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

3.2 Akuisisi Citra

Akuisisi merupakan suatu proses untuk mendapatkan citra *digital* berupa data uji dan data latih. Data ini diperoleh dari objek susu sapi yang dianalisa dengan cara dijatuhkan pada alas akrilik dengan latar hitam menggunakan pipet dengan ketinggian 5 cm. Hasil tersebut lalu ditangkap oleh kamera digital berupa format gambar RAW. Dengan merubah hasil gambar kedalam format *.jpg sehingga dapat diproses pada sistem yang dirancang.

3.3 Pre-processing

Pre-processing merupakan langkah awal mempersiapkan citra *digital* yang akan diproses pada sistem yang dirancang. Hasil citra *digital* dari proses akuisisi citra dilakukan konversi citra *RGB to Grayscale*, *resize* dan *cropping* sehingga dapat diolah pada system

3.4 Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri adalah porses pengambilan ciri latih dan ciri uji pada citra susu sapi untuk mendapatkan nilai karakteristik masing-masing citra. Pada sistem ini menggunakan metode ekstraksi GLCM dan LBP dimana ekstraksi ciri pada metode GLCM menggunakan parameter jarak = 1, level kuantisasi = 8, nilai sudut = 0°, 45°, 90°, 135° dan *feature extraction* yang terdiri dari kontras, korelasi, energi, dan homogenitas. Sedangkan pada metode LBP menggunakan parameter *resize* = 0.5, nilai radius = 3 dan nilai jumlah sampling poin.

3.5 Klasifikasi

Tahap klasifikasi yaitu proses pengelompokan ciri uji terhadap ciri latih susu sapi. Pada tahap klasifikasi menggunakan metode K-NN dimana sistem akan mengidentifikasi kelas susu sapi murni dan susu sapi yang telah dicampur dengan air sebanyak 25 ml, 50 ml dan 75 ml menggunakan parameter jarak *euclidean*, *cosine*, *cityblock*, *correlation* dengan masing-masing nilai K sama dengan 1, 2, 5 dan 7.

4. Hasil dan Analisa

Pada pengujian sistem ini menggunakan citra susu sapi dengan total 80 citra latih dan 40 citra uji yang memiliki empat kelas yaitu susu sapi murni 75 ml dicampur air 25 ml kelas “campuran air 25%”, susu sapi murni 50 ml dicampur air 50 ml kelas “campuran air 50%”, susu sapi murni 25 ml dicampur air 75 ml kelas “campuran air 75%” dan susu sapi murni tanpa campuran air kelas “Murni”. Adapun beberapa skenario pengujian pada sistem:

4.1 Pengujian Metode GLCM dan LBP menggunakan klasifikasi *euclidean distance*

Pada sekenario pertama, dilakukan pengujian akurasi dan waktu komputasi pengaruh klasifikasi jenis *euclidean distance* dengan merubah nilai parameter K. Dalam pengujian ini menggunakan nilai K = 1, K = 2, K = 5 dan K = 7. Pada metode GLCM citra susu diekstraksi menggunakan sudut 0°, 45°, 90°, 135°, d = 1, dan level kuantisasi = 8 dengan nilai *feature* kontras, korelasi, homogenitas, energi dan Pada metode LBP citra susu diekstraksi menggunakan parameter *riseze* = 0,35, nilai radius (R) = 3, jumlah pixel (P), dengan *feature* nilai

histogram. Dimana hasil pengujian ini ditunjukkan pada **Tabel 4.1** dibawah ini:

Tabel 4.1 Akurasi pengujian menggunakan *euclidean distance*

GLCM									
K = 1		K = 2		K = 3		K = 5		K = 7	
Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi
35	87.5%	32	80%	35	87.5%	35	87.5%	36	90%
LBP									
Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi
38	95%	36	90%	36	90%	36	90%	35	87.5%

Tabel 4.2 Waktu Komputasi menggunakan *euclidean distance*

GLCM				
Waktu Komputasi				
K = 1	K = 2	K = 3	K = 5	K = 7
0,7634	0,7790	0,7850	0,7785	0,7785
LBP				
Waktu Komputasi				
K = 1	K = 2	K = 3	K = 5	K = 7
0,8233	0,7754	0,7766	0,7750	0,773

4.2 Pengujian Metode GLCM dan LBP menggunakan klasifikasi *cosine distance*

Pada sekenario kedua, dilakukan pengujian akurasi dan waktu komputasi pengaruh klasifikasi jenis *cosine distance* dengan merubah nilai parameter K. Dalam pengujian ini menggunakan nilai K = 1, K = 2, K = 5 dan K = 7. Pada metode GLCM citra susu diekstraksi menggunakan sudut 0°, 45°, 90°, 135°, d = 1, dan level kuantisasi = 8 dengan nilai *feature* kontras, korelasi, homogenitas, energi dan Pada metode LBP citra susu diekstraksi menggunakan parameter *riseze* = 0,35, nilai radius (R) = 3, jumlah pixel (P), dengan *feature* nilai histogram. Dimana hasil pengujian ini ditunjukkan pada **Tabel 4.2** dibawah ini:

Tabel 4.3 Akurasi pengujian menggunakan *cosine distance*

GLCM									
K = 1		K = 2		K = 3		K = 5		K = 7	
Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi
33	82.5%	30	75%	31	77.5%	32	80%	33	82,5%
LBP									
Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi
39	97.5%	38	95%	38	95%	37	92.5%	36	90%

Tabel 4.4 Waktu Komputasi menggunakan *cosine distance*

GLCM				
Waktu Komputasi				
K = 1	K = 2	K = 3	K = 5	K = 7
0,7868	0,7683	0,7914	0,7824	0,7636
LBP				
Waktu Komputasi				
K = 1	K = 2	K = 3	K = 5	K = 7
0,8047	0,7748	0,8007	0,7709	0,7995

4.3 Pengujian Metode GLCM dan LBP menggunakan klasifikasi *cityblock distance*

Pada sekenario kedua, dilakukan pengujian akurasi dan waktu komputasi pengaruh kelasifikasi jenis *cosine distance* dengan merubah nilai parameter K. Dalam pengujian ini menggunakan nilai K = 1, K = 2, K = 5 dan K = 7. Pada metode GLCM citra susu diekstraksi menggunakan sudut 0°, 45°, 90°, 135°, d = 1, dan level kuantisasi = 8 dengan nilai *feature* kontras, korelasi, homogenitas, energi dan Pada metode LBP citra susu diekstraksi menggunakan parameter *riseze* = 0,35, nilai radius (R) = 3, jumlah pixel (P), dengan *feature* nilai histogram. Dimana hasil pengujian ini ditunjukkan pada **Tabel 4.2** dibawah ini:

Tabel 4.5 Akurasi pengujian menggunakan *cityblock distance*

GLCM									
K = 1		K = 2		K = 3		K = 5		K = 7	
Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi
36	90%	32	80%	35	87.5%	40	100%	34	95%
LBP									
Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi	Data Benar	Akurasi
39	97.5%	37	92.5%	39	97.5%	38	95%	36	90%

Tabel 4.4 Waktu Komputasi menggunakan *cityblock distance*

GLCM				
Waktu Komputasi				
K = 1	K = 2	K = 3	K = 5	K = 7
0,7652	0,7741	0,7889	0,7777	0,7870
LBP				
Waktu Komputasi				
K = 1	K = 2	K = 3	K = 5	K = 7
0,7722	0,7742	0,7879	0,8700	0,7856

5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa sistem yang telah dirancang, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode ekstraksi ciri GLCM dan LBP dengan klasifikasi K-NN dapat diimplementasikan untuk menganalisa serta melakukan identifikasi citra susu sapi murni dan susu sapi yang telah dicampur air.
2. Parameter yang digunakan pada metode GLCM adalah level kuantisasi = 8, jarak = 1, sudut 0°, 45°, 90°, 135° dan *Feature* ekstraksi ciri yang digunakan diantaranya kontras, energi, homogenitas dan korelasi, sedangkan parameter pada metode LBP adalah jumlah sampling point (P) = citra *grayscale*, *resize* = 0.35,

radius (R) = 3 dan *feature* ekstraksi pada metode LBP merupakan nilai histogram pada data latih dan data uji. Masing-masing metode ekstraksi ciri tersebut menggunakan parameter K-NN dengan nilai $K = 1$, $K = 2$, $K = 3$, $K = 5$, $K = 7$ dan jenis *distance cityblock*, *cosine* dan *correlation*.

3. Pada hasil pengujian, ekstraksi ciri metode GLCM memiliki akurasi sebesar 100% lebih tinggi dibandingkan menggunakan metode LBP yang memiliki akurasi sebesar 97.5%.
4. Waktu komputasi yang diperoleh menggunakan metode LBP sebesar 0,7722 detik lebih baik dibandingkan menggunakan metode GLCM sebesar 0,7777 detik.

6. Saran

Sistem identifikasi kualitas kesegaran susu sapi melalui pengolahan citra *digital* ini masih dapat dikembangkan lebih lanjut, sehingga dapat diimplementasikan dikalangan masyarakat. Oleh karena itu, adapun saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya :

1. Mencari metode lain untuk dapat membandingkan hasil dan tingkat kesukaran dalam melakukan proses pre-poresising, ekstraksi ciri, dan klasifikasi pada program identifikasi kualitas kesegaran susu sapi.
2. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan identifikasi jenis-jenis susu lainnya.
3. Diharapkan dapat digunakan secara *real time*.
4. Diharapkan dapat dikembangkan dan diimplementasikan pada *smartphone*.

7. Daftar Pustaka

- [1] S. Usmiati dan A. Bakar, "Teknologi Penanganan dan Pengamanan Susu Segar," *Seminar Nasional Hari Pangan Sedunia XXVII*, 2007.
- [2] H. M. Ahmad, Identifikasi dan Klasifikasi Kemurnian Susu Sapi Berdasarkan Pemrosesan Sinyal Video Dengan Metode Gabor Wavelet dan Support Vector Machine, Bandung: Telkom University, 2017.
- [3] D. S. Auladi, Identifikasi dan Klasifikasi Kemurnian Susu Sapi Berdasarkan Pemrosesan Sinyal Video Menggunakan Metode Local Binary Pattern (LBP) dan Learning Vector Quantization, Bandung: Telkom University, 2017.
- [4] N. A. P. Putri, Identifikasi dan Klasifikasi Kemurnian Susu Sapi Berdasarkan Pemrosesan Sinyal Menggunakan Metode Discrete Wavelet Transform (DWT) dan Learning Vector Quantization (LVQ), Bandung: Telkom University, 2017.
- [5] BSN, "Susu Segar," Jakarta, Badan Standarisasi Nasional, 2011, p. 10.
- [6] C. Solomon dan T. Breckon, *Fundamentals of Image Processing - A Practical Approach with Examples in Matlab*, USA: Wiley Online Library, 2011.
- [7] K. N. N. Hlaing dan n. K. Gopalakrishnan, "Myanmar Paper Currency Recognition Using GLCM and k-NN," *Second Asian Conference on Defence Technology (ACDT)*, p. 6, 2016.
- [8] R. K. Salsabilaa, Deteksi Kualitas dan Kesegaran Telur Ayam Berdasarkan Deteksi Objek Transparan Dengan Metode Grey Level Co-occurrence Matrix (GLCM) dan Klasifikasi K-Nearest Neighbor (KNN), Bandung: Telkom University, 2017.
- [9] R. A. Surya, "Ekstraksi Ciri Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) dan Filter Gabor Untuk Klasifikasi Citra Batik Pekalongan," *Jurnal Pengembangan IT (JPIT)*, vol. II, no. 2, p. 4, 2017.
- [10] MathWorks, "Texture Analysis Using the Gray-Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)," The MathWorks, Inc., 1994. [Online]. Available: <https://www.mathworks.com/help/images/texture-analysis-using-the-gray-level-co-occurrence-matrix-g lcm.html>. [Diakses 1 November 2017].
- [11] M. A. Rahim, M. N. Hossain dan T. Wahid, "Face Recognition using Local Binary Patterns (LBP)," *Global Journal of Computer Science and Technology*, vol. XIII, no. 4, p. 9, 2013.
- [12] G. Meirinda, Deteksi Kualitas dan Kesegaran Telur Ayam Negeri Berdasarkan Segmentasi Warna Menggunakan Metode Fuzzy Color Histogram (FCH) dan Histogram Equalization Dengan Klasifikasi K-Nearest Neighbor (K-NN) Pada Citra, Bandung: Telkom University, 2016.
- [13] K. Chomboon, "An Empirical Study of Distance Metrics for k-Nearest Neighbor Algorithm," *Proceedings of the 3rd International Conference on Industrial Application Engineering*, pp. 1-6, 2015.
- [14] Abdul, Kadir. Adh., Susanto, Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra, Yogyakarta: Andi, 2013.
- [15] P. Cunningham dan S. J. Delany, "k-Nearest neighbour classifiers," *Technical Report UCD-CSI*, vol. IV, pp. 1-18, 2007.