

IDENTIFIKASI KUALITAS KESEGRAN SUSU SAPI MELALUI PENGOLAHAN CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODE *WATERSHED* DAN KLASIFIKASI *LEARNING VECTOR QUANTIZATION* (LVQ)

QUALITY IDENTIFICATION OF COW'S MILK FRESHNESS BASED ON DIGITAL IMAGE PROCESSING USING WATERSHED METHOD AND LEARNING VECTOR QUANTIZATION (LVQ)

Mohamad Fikri Permana, Dr. Ir. Bambang Hidayat, DEA², Prof. Dr. Ir. Sjafril Darana, S.U.³

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

³Fakultas Peternakan, Universitas Padjajaran

¹fikri.permana@gmail.com, ²bhidayat@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Tingginya minat masyarakat terhadap susu, membuat para produsen melakukan inovasi agar mendapatkan keuntungan yang lebih dengan menurunkan kualitas asli dari susu sapi. Misalnya menambahkan bahan tambahan yang dapat merusak nilai gizi dari susu dengan dicampur air agar volumenya lebih banyak. Cara umum dalam membedakan kualitas susu, yaitu dari aroma dan rasa, namun hal tersebut tidak efektif karena indra perasa setiap orang dapat berbeda.

Pada era masa kini diperlukan teknologi yang dapat membedakan susu murni dengan susu yang sudah dicampur bahan lain. Penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi kualitas kesegaran susu sapi melalui pengolahan citra *digital* menggunakan metode *Watershed*, dimana proses ekstraksi ciri menggunakan *Local Binary Pattern* serta diklasifikasikan menggunakan *Learning Vector Quantization*. Sistem tersebut telah diaplikasikan melalui penggunaan perangkat lunak Matlab dengan mengidentifikasi dan mengklasifikasikannya pada tekstur susu sapi.

Pengambilan data dilakukan dengan cara mengambil sampel susu sapi murni dan sampel susu sapi yang dicampur air sebanyak 25%, 50%, dan 75%. Hasil penelitian identifikasi kualitas kesegaran susu diperoleh tingkat akurasi sebesar 92.5% dan waktu komputasi 0.4791 detik.

Kata kunci: Susu Sapi, *Watershed*, *Learning Vector Quantization*

Abstract

The high public interest of milk which give many benefits for human body, urge the producers for doing an innovation to get more profit by lowered the quality of the milk adding an additional substance to the milk can impair the quality of the milk itself. A general way to distinguish whether the quality of the milk is good or not is from its aroma and taste. On the other hand, this kind of way is not effective.

In this era of technology, it is needed a kind of technology which can distinguish whether the milk is pure or not. Research done by identifying the quality of fresh cow's milk through digital image processing using Watershed method, where the extraction process characteristics using Local Binary Pattern and classified using Learning Vector Quantization. The system has been applied through the use of Matlab software by identifying and classifying on texture of cow's milk.

Data retrieval is done by taking a sample of pure cow's milk and cow's milk samples were mixed in the water as much as 25%, 50%, and 75%. The research of identification the quality freshness obtained accuracy of 92.5% and computational time 0.4791 seconds.

Keywords: Cow's milk, *Watershed*, *Learning Vector Quantization*

1. Pendahuluan

Mengonsumsi susu sangatlah baik bagi kesehatan, mulai dari anak-anak hingga orang dewasa, bahkan diantara sebagian masyarakat menjadikan susu sebagai menu sarapan yang dilakukan secara rutin, mengingat susu mengandung kadar air (87,9%), protein (3,2%), lemak (3,45%), laktosa (4,6%), dan sisanya berupa vitamin dan enzim. Itulah yang membuat susu sangatlah penting bagi manusia, karena nutrisi yang terkandung didalamnya dapat berperan memenuhi gizi manusia [1].

Kebutuhan akan gizi yang lengkap pada susu, membuat produsen susu memberikan inovasi dengan menambahkan rasa yang beragam. Namun dibalik hal tersebut realita yang ditemukan adanya pencampuran

dengan air terutama agar volume bertambah, sehingga pedagang memperoleh keuntungan lebih. Hal ini justru dikhawatirkan akan membawa dampak tidak sehat bagi para konsumen. Pada era kekinian, sangat diperlukan teknologi pangan yang dapat mengidentifikasi dan mengklasifikasikan susu berkualitas baik dengan yang tidak baik.

Pada jurnal ini penulis mengimplementasikan sebuah sistem identifikasi kualitas kesegaran susu sapi menggunakan metode *Watershed* dan klasifikasi LVQ.

2. Dasar Teori dan Perancangan Sistem

2.1 Susu

Susu merupakan bahan makanan bergizi tinggi karena mengandung zat-zat lengkap dan seimbang seperti lemak, protein, karbohidrat, mineral, dan vitamin yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia.

Air susu yang sudah banyak menyebar dan dikenal dipasaran adalah air susu sapi. Selain sapi, hewan ternak lainnya yang dapat diperah antara lain kerbau dan kambing. Keduanya tidak kalah nilai gizinya dibandingkan dengan air susu sapi. Hanya karena faktor kebiasaan dan ketersediaan, maka air susu sapi lebih unggul dipasaran [1].

2.2 Jenis Susu

Berdasarkan perlakuannya, susu dibagi menjadi beberapa jenis, diantaranya:

1. Susu Murni

Susu murni adalah cairan yang berasal dari ambing sapi sehat dan bersih, yang diperoleh dengan cara pemerahan yang benar, kandungan alaminya tidak dikurangi atau ditambah sesuatu apapun dan belum mendapat perlakuan apapun.

2. Susu Pasteurisasi

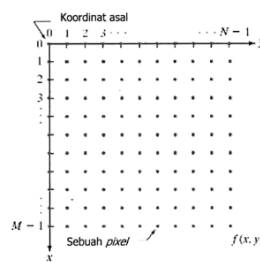
Susu pasteurisasi adalah susu segar, susu rekonstitusi, susu rekombinasi yang telah mengalami proses pemanasan pada temperatur $63^{\circ}\text{C} - 66^{\circ}\text{C}$ selama minimum 30 menit atau pada pemanasan 72°C selama minimum 15 detik, kemudian segera didinginkan sampai 10°C , selanjutnya disimpan pada suhu maksimum $4,4^{\circ}\text{C}$ [1].

3. Susu UHT (*Ultra High Temperature*)

Susu UHT (*Ultra High Temperature*) adalah produk susu yang diperoleh dengan cara mensterilkan susu minimal pada suhu 135°C selama 2 detik, dengan atau tanpa penambahan bahan makanan dan bahan tambahan makanan yang diijinkan, serta dikemas secara aseptik [1].

2.3 Citra Digital

Suatu citra dapat didefinisikan sebagai fungsi $f(x,y)$ berukuran M baris dan N kolom, dengan x dan y adalah koordinat spasial, dan amplitudo f di titik koordinat (x,y) dinamakan intensitas atau tingkat keabuan dari citra pada titik tersebut. Apabila nilai x,y , dan nilai amplitudo f secara keseluruhan berhingga (*finite*) dan bernilai diskrit maka dapat dikatakan bahwa citra tersebut adalah citra *digital*. Gambar 1 menunjukkan posisi koordinat citra *digital* [5].



Gambar 1 Koordinat Citra Digital

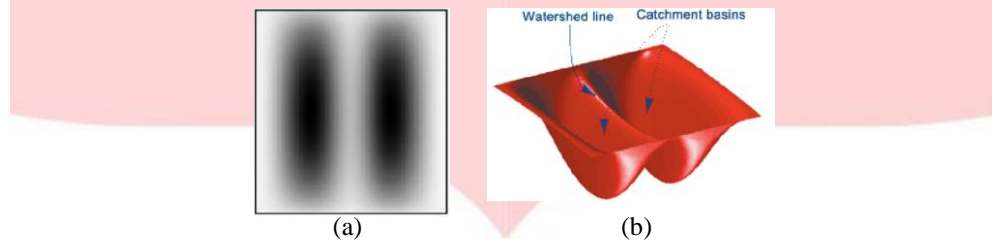
Citra *digital* dapat ditulis dalam bentuk matrik sebagai berikut.

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

2.4 Watershed

Konsep Transformasi *Watershed* adalah sebuah gambar yang dianggap merupakan bentuk tiga dimensi yaitu posisi x dan y dengan tingkat *pixel* yang dimilikinya. Posisi x dan y merupakan bidang dasar dan tingkat warna *pixel*, yang dalam hal ini adalah gray level merupakan ketinggian dengan anggapan nilai yang semakin mendekati warna putih mempunyai ketinggian yang semakin tinggi. Maka didapat tiga macam titik yaitu:

- Titik yang merupakan minimum regional.
- Titik yang merupakan tempat dimana jika setetes air dijatuhkan, maka air tersebut akan jatuh hingga ke sebuah posisi minimum tertentu.
- Titik yang merupakan tempat dimana jika air dijatuhkan, maka air tersebut mempunyai kemungkinan untuk jatuh ke salah satu posisi minimum (tidak pasti jatuh pada titik minimum, tetapi dapat terjatuh pada titik minimum tertentu atau titik minimum yang lain.) [6] [7].



Gambar 2 Konsep Dasar Watershed

2.5 Local Binary Pattern (LBP)

Local Binary Pattern (LBP) adalah metode yang telah banyak digunakan untuk analisa tekstur pada citra keabuan yang kemudian diubah ke dalam bentuk nilai integer. Pada sistem ini dirancang menggunakan matriks 3×3 dengan 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 [10].

2.6 Learning Vector Quantization (LVQ)

LVQ terdiri dari dua lapisan, yaitu lapisan kompetitif dan lapisan linier. Lapisan kompetitif mempelajari vektor masukan untuk mengklasifikasikannya kedalam suatu kelas. Dalam proses pembelajaran, LVQ akan melakukan perhitungan kedekatan berdasarkan jarak Euclidean minimum antara suatu vektor masukan (X_n) dengan beberapa vektor bobot lapisan kompetitif (W_1, W_2, \dots, W_m). Adapun jarak Euclidean dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Euclidean Distance} = d = \sqrt{\sum (X_n - W_m)^2} \quad (2)$$

Setelah mendapat nilai jarak minimum, maka nilai tersebut akan ditetapkan menjadi 1 yang menunjukkan bahwa vektor masukan tersebut masuk kedalam kelas yang sesuai (kelas target), sedangkan nilai jarak lainnya akan ditetapkan menjadi 0. Jika ada dua vektor yang mempunyai jarak yang berdekatan maka akan dikelompokkan menjadi satu kelas yang sama [12].

Tahap selanjutnya memasuki lapisan linear, nilai jarak minimum yang didapatkan tadi akan merubah nilai vektor bobot kelas target. Dengan *learning rate* (λ) yang ditentukan, perubahan nilai bobot baru dapat dihitung dengan persamaan berikut:

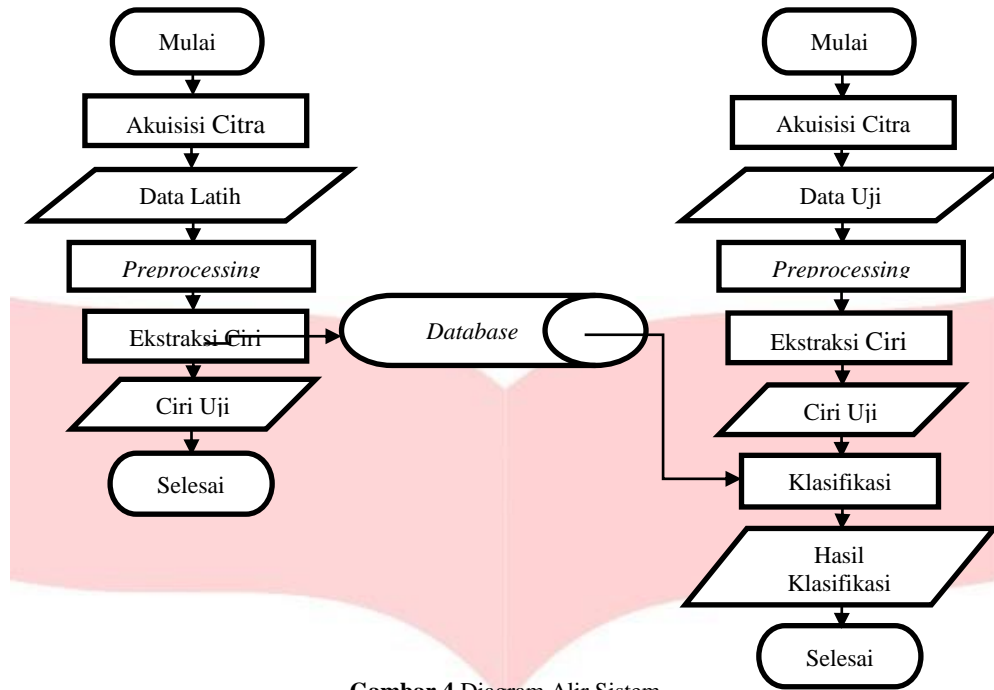
- $W_m' = W_m + \lambda (X_n - W_m)$ untuk input dan bobot memiliki kelas yang sama
- $W_m' = W_m - \lambda (X_n - W_m)$ untuk input dan bobot memiliki kelas yang berbeda

Pada dasarnya perhitungan diatas akan dilakukan terus menerus sampai nilai bobot tidak berubah jika ada input baru. Untuk menghemat penggunaan memori, dalam melakukan perhitungan LVQ dapat ditentukan maksimal pengulangan (*epoch*) [7].

3. Perancangan dan Implementasi Sistem

3.1 Diagram Alir Sistem

Dalam perancangan sistem identifikasi kualitas susu sapi terdiri dari 2 tahapan. Tahapan pertama yaitu tahap percobaan/latih, dan tahapan pengujian. Untuk melakukan kedua tahapan tersebut, data citra mengalami proses segmentasi citra dengan metode *Watershed* yang diambil cirinya. Untuk mengklasifikasikan, digunakan metode *Learning Vector Quantization* (LVQ). Alur perancangan tahapan latih dan pengujian dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



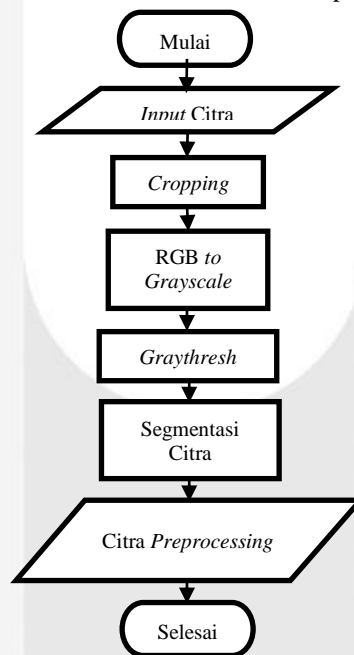
Gambar 4 Diagram Alir Sistem

3.1.1 Akuisisi Citra

Akuisisi Citra adalah tahapan untuk mendapatkan citra *digital* sebagai masukan pada sistem. Pada penelitian ini, proses akuisisi citra dilakukan dengan mengambil foto susu sapi murni dan susu sapi yang sudah dicampur dengan air yang ditetaskan pada permukaan *acrylic* menggunakan kamera *digital* DSLR.

3.1.2 Pre-Processing

Tahap *Pre-Processing* adalah tahap lanjutan dalam pengolahan data untuk meningkatkan kualitas dari citra masukan. *Pre-processing* mempermudah sistem dalam mengenali objek atau benda. Pada penelitian ini proses *pre-processing* yang dibuat untuk metode *Watershed*. Berikut tahapan dalam *pre-processing* untuk metode *Watershed* pada gambar 5.



Gambar 5 Blok Diagram Alir Pre-processing

a. Cropping:

Cropping adalah teknik pemotongan citra untuk memperoleh citra yang lebih kecil dan spesifik.

b. RGB to Grayscale:

Proses perubahan dimensi citra dari RGB menjadi *Grayscale* untuk merubah 3 dimensi/layer menjadi 1

dimensi. Dimana citra masukkan berupa RGB dan akan dirubah menjadi citra *grayscale*.

c. Graythresh

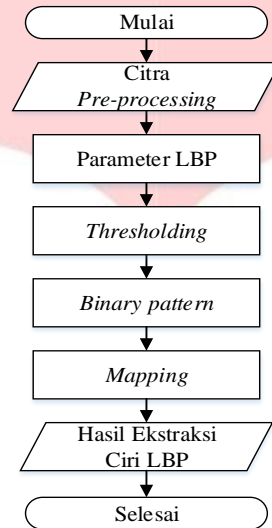
Proses *Graythresh* merupakan proses menghilangkan *noise* pada gambar serta mencari batas *threshold*.

d. Segmentasi

Segmentasi menggunakan metode *Watershed* dengan dilakukannya operasi morfologi yang bertujuan untuk mengubah struktur bentuk yang terkandung dalam citra

3.1.3 Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri merupakan proses pengambilan karakteristik ciri dari sebuah citra susu sapi. Diagram alir proses ekstraksi ciri menggunakan LBP ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6 Diagram Alir LBP

Pada gambar 6, langkah awal metode LBP yaitu dengan menentukan parameter LBP. Kemudian tahap berikutnya menentukan piksel tengah hasil dari proses *pre-processing* atau disebut juga dengan *thresholding*. Selanjutnya yaitu *binary pattern*, piksel tengah yang sudah ditentukan akan dibandingkan dengan piksel disekitarnya. Apabila piksel disekitarnya lebih besar dari piksel tengah, maka piksel tersebut diberi nilai “1”, dan jika piksel disekitarnya lebih kecil dari piksel tengah, maka diberi nilai “0”. Hasil tersebut akan membentuk pola biner dengan searah jarum jam. Proses ini dinamakan *mapping*. Tahap akhir yaitu mengkalikan hasil proses *binary pattern* dengan hasil matriks yang diperoleh dari hasil *mapping*. Hasil akhir yang didapat merupakan nilai LBP yang selanjutnya akan di proses pengklasifikasian.

3.1.4 Klasifikasi *Learning Vector Quantization*

Pada sistem ini terdapat proses klasifikasi yang dilakukan untuk mengidentifikasi susu sapi ke dalam empat kelas, yaitu susu murni, susu campuran air 25%, 50% dan 75%. Proses klasifikasi menggunakan *Learning Vector Quantization* (LVQ) dimana parameter yang digunakan adalah *epoch* dan *hidden layer*. Proses klasifikasi LVQ terdiri dari dua proses, yaitu pelatihan dan pengujian.

4. Hasil Analisis dan Pengujian Sistem

Dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah citra susu sapi yang di klasifikasikan menjadi empat kelas, yaitu susu sapi murni sebanyak 100ml, susu sapi yang dicampur dengan air 25%, 50%, dan 75% yang ditetaskan menggunakan pipet pada sebuah permukaan berbahan *acrylic* hitam *doff* berukuran 12,5cm x 29cm. Pengambilan citra dilakukan di dalam ruangan menggunakan kamera *digital* Sony DSC-RX100M2 serta alat bantu *tripod*. Jarak antara kamera ke permukaan setinggi 20cm, sedangkan jarak antara pipet ke permukaan setinggi 3cm.

Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan data latih dan data uji. Dimana data latih terdiri dari susu sapi murni, susu sapi campuran air 25%, 50% dan 75%, yang masing-masing terdiri dari 20 citra untuk setiap kelasnya, dengan total keseluruhan 120 data. Sedangkan data uji terdiri dari 10 citra susu pada setiap kelasnya, dengan total keseluruhan 30 data.

4.1 Skenario 1

Pada pengujian skenario 1, dilakukan pengujian ekstraksi ciri untuk mengetahui pengaruh parameter *resize*

citra masukkan dengan mengatur mencari nilai terbaik terhadap performansi sistem. Pengujian ini menggunakan parameter *radius* = 3, parameter klasifikasi LVQ *epoch* = 300 dan *hidden layer* = 30. Hasil pengujian tahap ekstraksi terhadap nilai *resize* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Akurasi dan Waktu Komputasi Parameter *resize*

No.	Resize	Jumlah Data Benar	Akurasi	Waktu Komputasi
1	0.2	35	87.50%	0.515
2	0.3	33	82.50%	0.6828
3	0.4	37	92.50%	0.4791
4	0.5	29	72.50%	1.3407

Berdasarkan hasil pengujian dengan parameter *resize* pada tabel 1, parameter *resize* sangat berpengaruh pada hasil akurasi dan waktu komputasi. Dapat diamati bahwa perubahan nilai *resize* mengalami fluktuasi atau naik turun. Akurasi tertinggi diperoleh pada saat nilai *resize* bernilai 0.4 dengan akurasi 92.50% dan waktu komputasi 0.4791 detik, sedangkan untuk akurasi terendah didapatkan ketika nilai *resize* bernilai 0.5 dengan akurasi 72.50% dan waktu komputasi 1.3407 detik. Dengan kata lain, nilai *resize* tidak linear terhadap akurasi sistem, maka dibutuhkan nilai *resize* yang paling sesuai untuk mencapai akurasi dan waktu komputasi terbaik.

4.2 Skenario 2

Pada pengujian skenario 2 berikutnya dilakukan pengujian guna mengetahui pengaruh parameter *radius* terhadap performansi sistem. Pengujian menggunakan parameter ekstraksi *resize* = 0.4, parameter klasifikasi LVQ *epoch* 300 dan *hidden layer* = 30. Hasil pengujian skenario 2 terhadap nilai *radius* dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2 Akurasi dan Waktu Komputasi Parameter *radius*

No.	Radius	Jumlah Data Benar	Akurasi	Waktu Komputasi
1	2	33	82.50%	0.4877
2	3	37	92.50%	0.4791
3	4	29	72.50%	0.5188
4	5	30	75.00%	0.9525

Berdasarkan skenario 2 parameter *radius* pada tabel 2, hasil yang diperoleh mengalami fluktuasi atau naik turun seperti parameter sebelumnya. Akurasi tertinggi diperoleh pada saat *radius* = 3 dengan akurasi 92.50% dan waktu komputasi 0.4791 detik, sedangkan akurasi terendah ketika *radius* = 4 dengan akurasi 72.50% dan waktu komputasi 0.5188 detik. Perubahan nilai *radius* tidak linear terhadap akurasi sistem, maka diperlukan nilai *radius* yang sesuai untuk mencapai akurasi dan waktu komputasi terbaik.

4.3 Skenario 3

Pada pengujian tahap klasifikasi LVQ terdapat dua parameter, yaitu parameter *epoch* dan *hidden layer*. Pengujian ini akan dilakukan untuk mengetahui pengaruh parameter *epoch* dan *hidden layer* terhadap performansi sistem. Dalam tahap pengujian menggunakan parameter ekstraksi *resize* = 0.4, dan *radius*= 3. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Akurasi dan Waktu Komputasi Parameter LVQ

Epoch	Hidden Layer	Jumlah Data Benar	Akurasi	Waktu Komputasi
100	10	29	72.50%	0.5051
	20	30	75.00%	0.4949
	30	36	90.00%	0.5314
	40	28	70.00%	0.4855
200	10	29	72.50%	0.9042
	20	35	87.50%	0.8792
	30	30	75.00%	0.7976
	40	29	72.50%	0.5948
300	10	28	70.00%	0.5104
	20	30	75.00%	0.5167
	30	37	92.50%	0.4791
	40	29	72.50%	0.5843
400	10	29	72.50%	0.4864
	20	29	72.50%	0.5018
	30	32	80.00%	0.4859
	40	29	72.50%	0.4019

Berdasarkan pengujian parameter *epoch* dan *hidden layer* pada tabel 3, parameter *epoch* dan *hidden layer* berpengaruh terhadap performansi sistem. Parameter *epoch* merupakan proses pelatihan atau *training* yang dilakukan pada data latih, sedangkan *hidden layer* merupakan bobot atau nilai pembanding hasil pelatihan. Performansi tertinggi diperoleh pada saat nilai *epoch* = 300 dan nilai *hidden layer* = 30 dengan akurasi 92.50% dan ditemukan waktu komputasi 0.4791 detik. Adapun akurasi terendah 70.00% dan waktu komputasi 0.5104 detik ketika nilai *epoch* = 300 serta nilai *hidden layer* = 10.

Hal tersebut dikarenakan proses *training* sebanyak 300 kali dengan nilai bobot atau nilai pembanding 30 sudah maksimal dan tingkat kestabilan sistem mencapai titik terbaik sehingga dapat menghasilkan banyak kesamaan antara data uji dan data latih.

4.4 Skenario 4

Setelah mendapatkan parameter-parameter terbaik, kemudian dilakukan skenario 4 yaitu pengujian sistem. Pada pengujian ini digunakan data uji berupa susu kemasan dengan merek *Bear Brand*, *Frisian Flag*, *Indomilk*, dan *Ultra Milk*. Pengujian ini dilakukan guna mengetahui hasil identifikasi menggunakan susu kemasan. Parameter yang digunakan pada pengujian ini yaitu *resize* = 0.4, *radius* = 3, *epoch* = 300, dan *hidden layer* = 30. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4 Pengujian Susu Kemasan

No	Susu Kemasan	Komposisi	Kandungan Air	Hasil Identifikasi
1	<i>Bear Brand</i>	<ul style="list-style-type: none"> Susu Sapi Segar 	Tidak Ada	Murni
2	<i>Frisian Flag</i>	<ul style="list-style-type: none"> Susu Sapi Segar Susu Bubuk Skim Lemak Susu Penstabil Nabati 	Tidak Ada	Murni
3	<i>Indomilk</i>	<ul style="list-style-type: none"> Susu Sapi Segar Air Susu Bubuk Skim Lemak Susu Insulin <i>Butter Milk</i> Bubuk Penstabil Nabati Perisa Krim 	Ada	Murni
4	<i>Ultra Milk</i>	<ul style="list-style-type: none"> Susu Sapi Segar Susu Skim Bubuk Penstabil Nabati Garam 	Tidak ada	Murni

Dari hasil pengujian tabel 4. di atas, sistem mampu mengidentifikasi susu kemasan. Berdasarkan komposisi pada susu kemasan *Bear Brand*, *Frisian Flag*, dan *Ultra Milk* tidak terdapat kandungan air, dan dibuktikan dengan hasil pengujian sistem yang mengidentifikasi "Murni". Sedangkan pada susu kemasan *Indomilk* terdapat kandungan air, namun tetap teridentifikasi oleh sistem "Murni". Hal ini dikarenakan susu kemasan *Indomilk* masih memiliki kemiripan tekstur dengan susu sapi murni yang menjadikan susu kemasan *Indomilk* masih dalam kelas yang sama.

5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan sehingga dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Secara umum sistem yang telah dibuat dapat melakukan identifikasi kualitas kesegaran susu sapi melalui proses *image processing* dengan menggunakan metode *Watershed* dan klasifikasi *Learning Vector Quantization*.
2. Segmentasi citra menggunakan metode *Watershed* berhasil mengubah struktur bentuk yang terkandung dalam citra susu sapi dalam mempermudah proses ekstraksi ciri dan klasifikasi. Performansi terbaik diperoleh ketika *resize* = 0.4, *radius* = 3, *epoch* = 300, dan *hidden layer* = 30
3. Pengujian menggunakan susu kemasan dengan parameter ekstraksi ciri *resize* = 0.4, *radius* = 3, serta parameter klasifikasi LVQ *epoch* = 300, dan *hidden layer* = 30 berhasil teridentifikasi.
4. Melalui hasil pengujian, diperoleh tingkat akurasi sistem tertinggi sebesar 92.50%, dan waktu komputasi 0.4791 detik.

Daftar Pustaka:

- [1] E. Saleh, "Dasar Pengolahan Susu dan Hasil Ikutan Ternak," Universitas Sumatra Utara, Medan, 2004.
- [2] H. M. Ahmad, "Identifikasi dan Klasifikasi Kemurnian Susu Sapi Berdasarkan Pemrosesan Sinyal Video dengan Metode Gabor Wavelete dan Support Vector Machine," Telkom University, Bandung, 2017.
- [3] N. A. Permata, "Identifikasi dan Klasifikasi Kemurnian Susu Sapi Berdasarkan Pemrosesan Sinyal Video Menggunakan Metode Discrete Transform (DWT) dan Learning Vector Quantization (LVQ)," Telkom University, Bandung, 2017.
- [4] D. S. Auladi, "Identifikasi dan Klasifikasi Kemurnian Susu Sapi Berdasarkan Pemrosesan Sinyal Video Menggunakan Metode Local Binary Patern (LBP) dan Learning Vector Quantization (LVQ)," Telkom University, Bandung, 2017.
- [5] D. Putra, Pengolahan Citra Digital, Yogyakarta: ANDI, 2010.
- [6] A. A. Mirah, "Deteksi Pulpitis Melalui Segmentasi Citra Peraptikal Radiograf Menggunakan Metode Watershed dengan Klasifikasi K-Nearst Neighbour," Telkom University, Bandung, 2016.
- [7] Gunawan, Fandi Halim, W.Erni, "Perangkat Lunak Segmentasi Citra Dengan Metode Watershed," STMIK Mikroskil, Medan, 2011.
- [8] R. Adipranata, "Kombinasi Metode Morphological Gradient dan Transformasi Watershed pada Proses Segmentasi Citra Digital," Universitas Kristen Petra, Surabaya, 2005.
- [9] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, "Digital Image Processing," New Jersey, 2002.
- [10] M. A. Rahim, M. N. Hossain and T. Wahid, "Face Recognition using Local Binary Patterns (LBP)," *Global Journal of Computer Science and Technology*, vol. XIII, no. 4, p. 9, 2013.
- [11] Leung, K. Ming, "Learning Vector Quantization," New York, Polytechnic School of Engineering, 2009.
- [12] A. Nurkhozin, M. I. Irwan and I. Mukhlash, "Klasifikasi Penyakit Diabetes Millitus Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dan Learning Vector Quantization," Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, 2011.
- [13] M. E. Pasaribu, Kombinasi Morphological Gradient dan Transformasi Watershed Sebagai Metode Deteksi Tumor Otak Berdasarkan Citra MRI, Bandung: Telkom University, 2011.
- [14] E. I. Sela, "Pengenalan Jenis Penyakit THT Menggunakan Jaringan," STMIK Akakom, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 2005.