

**DETEKSI KUALITAS KEMURNIAN SUSU SAPI MELALUI PENGOLAHAN CITRA
DIGITAL MENGGUNAKAN METODE *ADAPTIVE REGION GROWING* DAN
KLASIFIKASI *LEARNING VECTOR QUANTIZATION***

**QUALITY DETECTION OF COW'S MILK PURITY BASED ON DIGITAL IMAGE
PROCESSING USING *ADAPTIVE REGION GROWING* METHOD AND *LEARNING
VECTOR QUANTIZATION* CLASSIFICATION**

Citra Marshela¹, Nur Ibrahim², Eka Wulandari³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
¹citramarshela@telkomuniversity.ac.id, ²nuribrahim@telkomuniversity.ac.id, ³
eka.wulandari@unpad.ac.id

Abstrak

Susu sapi merupakan bahan pangan yang memiliki gizi tinggi, kandungan protein dan zat gizi lainnya berguna untuk kesehatan. Susu sapi dikonsumsi oleh berbagai kalangan, kalangan bawah, menengah, dan atas. Susu sapi memiliki tekstur yang cair memungkinkan untuk dicampur dengan air, sehingga meningkatkan volume dan keuntungan bagi penjualnya. Karenanya, maka diperlukan program untuk mendeteksi kemurnian susu sapi berdasarkan jumlah campuran dalam persentase yang terkandung didalam susu tersebut.

Pada penelitian ini, telah dilakukan simulasi dan analisis deteksi kualitas kemurnian susu sapi melalui proses citra digital berdasarkan metode *Adaptive Region Growing* (ARG) dan klasifikasi *Learning Vector Quantization* (LVQ) dengan menggunakan *software* simulator. Langkah pengerjaannya yaitu mengambil sampel susu yang sudah diolah dengan proses pasteurisasi berdasarkan campuran air yang berbeda. Kemudian dari hasil sampel tersebut akan dilakukan tahap *pre-processing* untuk meningkatkan kualitas dari citra masukan yang diperoleh untuk tahap ekstraksi ciri. Setelah melakukan beberapa skenario pengujian terhadap sistem identifikasi kemurnian susu sapi, didapatkan hasil akurasi tertinggi mencapai 100% dengan waktu komputasi 6.113 detik.

Kata kunci: Susu Sapi, *Image Processing*, *Adaptive Region Growing*, *Learning Vector Quantization*

Abstract

Cow's milk is a food that has high nutrition, protein content and other nutrients are useful for health. Cow's milk is consumed by various circles, the lower, middle, and upper. Cow's milk has a liquid texture that allows it to be mixed with water, thereby increasing the volume and profit for the seller. Therefore, the program is required to detect the purity of cow's milk based on the number of blends in the percentage contained in the Suus.

*In this research, simulation and analysis have been conducted by the quality of cow milk purity through a digital image process based on the method *Adaptive Region Growing* (ARG) and the classification of *Learning Vector Quantization* (LVQ) using *software Simulator*. The working step is to take samples of milk that has been processed by pasteurization process based on different water mixture. Then from the results of the sample will be done *pre-processing* stage to improve the quality of the input image that is required for the extraction stage feature. After conducting several testing scenarios on the cow's milk purity Identification system, the highest accuracy result reaches 100% with a compute time of 6,113 seconds.*

Keywords: Cow's milk, *Image Processing*, *Adaptive Region Growing*, *Learning Vector Quantization*

1. Pendahuluan

Susu memiliki kandungan nutrisi tinggi yang baik untuk dikonsumsi sebagai salah satu sumber protein hewani. Saat ini kesadaran masyarakat untuk mengkonsumsi bahan pangan bergizi khususnya makin meningkat. Oleh karena itu, beberapa produsen memiliki ide untuk mendapatkan keuntungan lebih dengan berbuat curang.

Pada umumnya produsen susu akan mencampurkan susu murni dengan air sehingga pada saat mereka mencampurkan dengan air maka akan mendapatkan keuntungan yang lebih. Harga susu sapi murni dijual di pasaran dengan harga Rp. 6000,-/liter, jika para produsen susu sapi mencampur dengan 20% air maka perkiraan keuntungan produsen dapat meningkat hingga Rp. 1200,-/liter. Hal tersebut tentunya akan mengurangi kualitas kemurnian dan nutrisi yang terkandung didalamnya karena air tidak menambahkan nutrisi pada susu. Sebenarnya masyarakat dapat mengetahui bahwa susu tersebut sudah tercampur atau tidak bisa dilihat dari warna dan kekentalan, namun cara tersebut masih belum akurat sehingga sudah selanjutnya ditemukan suatu cara pemecahan masalah melalui identifikasi kemurnian susu sapi

Pada jurnal ini penulis mengimplementasikan sistem identifikasi kemurnian susu sapi menggunakan metode *Adaptive Region Growing*, dan klasifikasi *Learning Vector Quantization*.

2. Dasar Teori

2.1 Susu

Susu merupakan bahan pangan yang mengandung zat-zat nutrisi yang utama untuk kehidupan manusia, antara lain protein, lemak, karbohidrat, mineral, vitamin dan faktor-faktor pertumbuhan.

Pada umumnya susu dikonsumsi berbagai bentuk olahan baik dalam bentuk cair seperti susu pasteurisasi, susu UHT maupun susu bubuk. Sebagian besar susu cair yang beredar dipasaran dalam bentuk olahan, telah mengalami pasteurisasi [1].

2.2 Jenis Susu

Berdasarkan perlakuannya susu dibagi menjadi beberapa jenis, diantaranya :

2.2.1 Susu Murni

Susu Murni adalah cairan yang berasal dari ambung sapi sehat dan bersih, juga tidak mendapatkan perlakuan apapun kecuali proses pendinginan tanpa mempengaruhinya. Susu murni dilakukan dengan cara pemerahan yang benar tanpa mengurangi atau menambahkan sesuatu bahan atau perasa lain. terdapat beberapa syarat mutu susu segar yaitu memiliki kadar lemak minimum 3,0%, kadar bahan kering tanpa lemak minimum 8,0%, kadar protein minimum 2,7% [2].

2.2.2 Susu Pasteurisasi

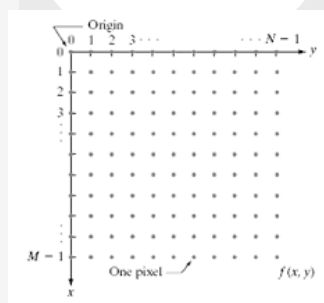
Susu Pasteurisasi adalah susu sapi murni segar yang diolah melalui proses pemanasan pada temperatur 63°C - 66°C selama minimum 30 menit atau pada pemanasan temperatur 72°C selama minimum 15 detik kemudian segera didinginkan sampai 10°C, selanjutnya diperlakukan secara aseptis dan disimpan pada suhu maksimum 4,4°C [3].

2.2.3 Susu UHT (*Ultra High Temperature*)

Susu UHT adalah susu yang diproses dengan suhu yang tinggi 135 - 145° celcius dalam waktu singkat selama 2-5 detik. Pemanasan ini bertujuan untuk membunuh seluruh mikroorganisme (baik bakteri pembusuk maupun *pathogen*). Produk susu UHT tersebut lalu didinginkan secara cepat serta ditempatkan pada kemasan kedap udara untuk mencegah kontaminasi. [4]

2.3 Citra Digital

Citra digital adalah gambar dua dimensi yang ditampilkan pada layar komputer sebagai himpunan/diskrit nilai digital yang disebut piksel/*picture element*, dalam konteks yang lebih luas citra digital mengacu pada pemrosesan setiap data 2 dimensi. Citra dapat didefinisikan sebagai fungsi $f(x,y)$ berukuran M baris dan N kolom, dengan x dan y adalah koordinat spasial dan amplitude f di titik koordinat (x,y) dinamakan intensitas atau tingkat keabuan dari citra pada titik tersebut. Apabila nilai x,y dan nilai amplitude f secara keseluruhan berhingga (*finite*) dan bernilai diskrit, maka dapat dikatakan bahwa citra tersebut adalah citra digital. Gambar 1 merupakan posisi koordinat citra digital [5].



Gambar 1. Koordinat Citra Digital

Citra digital dapat ditulis dalam bentuk matrik sebagai berikut:

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

2.4 Adaptive Region Growing

Adaptive Region Growing (ARG) adalah sebuah langkah dimana pengelompokkan piksel ke dalam *subregion* sampai *region* yang lebih besar [6] *Region growing* dimulai dari piksel *region* didalam suatu objek dan secara progresif akan menambahkan piksel tetangga terdekat jika sudah memenuhi kriteria [7].

ARG merupakan salah satu metode segmentasi gambar, konsep dalam segmentasi ini melakukan pertumbuhan lokasi dengan sebuah *seed* piksel tertentu. Perbedaan segmentasi citra biasa dengan segmentasi *Adaptive Region Grow* adalah pada segmentasi citra terdapat serangkaian proses partisi citra digital menjadi beberapa segmen bertujuan untuk menarik informasi dari suatu gambar agar mudah untuk dianalisis [8].

2.5 Learning Vector Quantization (LVQ)

Learning Vector Quantization (LVQ) adalah metode pelatihan pada lapisan kompetitif terawasi yang akan belajar secara otomatis untuk mengklasifikasikan vektor-vektor input ke dalam kelas-kelas tertentu [9]. 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 kekompetitif (W_1, W_2, \dots, W_m). Adapun jarak *Euclidean* dihitung menggunakan persamaan berikut:

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

Dimana d merupakan fungsi *Euclidean Distance* yang berarti jarak yang akan digunakan sebagai nilai minimum, kemudian n adalah banyaknya data yang digunakan, X_n adalah nilai citra input, W_n adalah nilai bobot. Setelah mendapat nilai jarak minimum, maka nilai tersebut akan ditetapkan menjadi 1 yang menunjukkan bahwa vektor masukan tersebut kedalam kelas yang sesuai (kelas target), sedangkan nilai jarak lainnya akan ditetapkan menjadi 0. Jika ada dua vektor yang mempunyai jarak berdekatan maka akan dikelompokkan menjadi satu kelas yang sama. perubahan nilai bobot baru dapat dihitung dengan persamaan berikut :

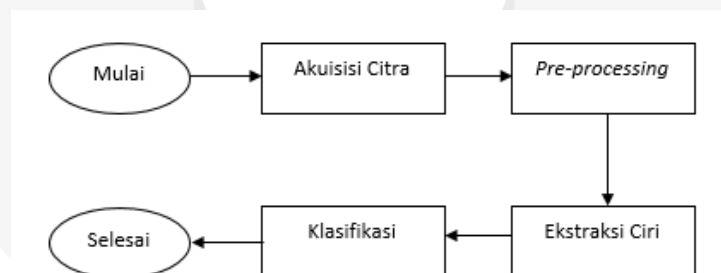
$$W_m' = W_m + \lambda (X_n - W_m) \quad (3)$$

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*).

3. Perancangan Sistem

3.1 Desain Sistem

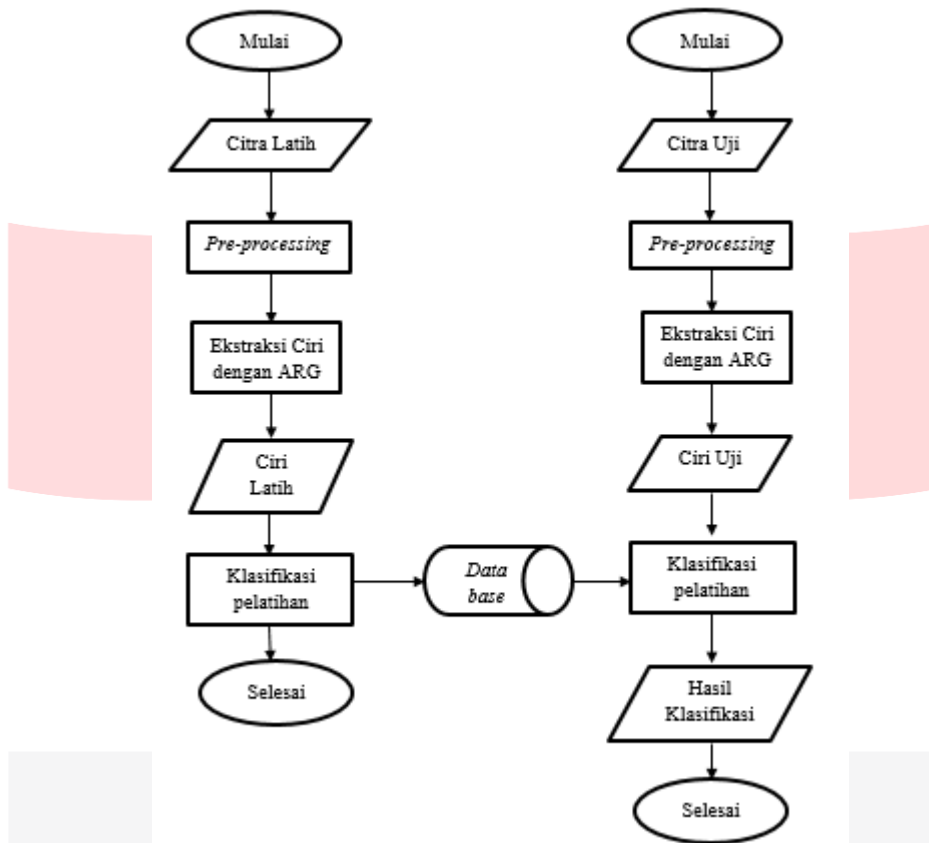
Pada tugas akhir ini diperlukan Diagram Blok untuk mempresentasikan sistem secara umum. Setiap blok sistem memiliki fungsi yang berbeda. Tahapan sistem yang dirancang pada tugas akhir ini diantaranya yaitu citra digital, *pre-processing*, segmentasi citra, ekstraksi ciri, dan klasifikasi. Proses tersebut berada pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Diagram Blok Alir Sistem

3.2 Perancangan Blok Sistem

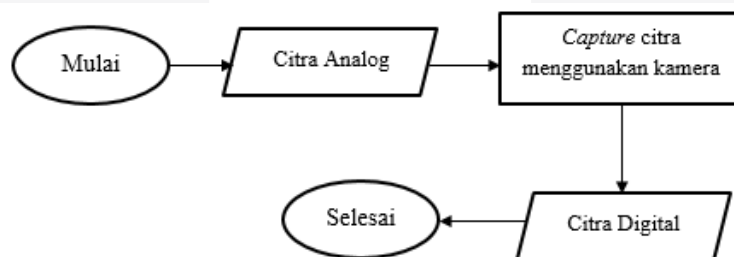
Pada penelitian ini perancangan teknologi sistem untuk mendeteksi kualitas kemurnian susu sapi membutuhkan dua tahapan yaitu tahap pelatihan dan tahap pengujian. Tahap pelatihan digunakan untuk memproses data sehingga didapat beberapa ciri dari data latih yang akan dijadikan acuan *database* untuk tahap klasifikasi di tahap pengujian. Tahap pengujian digunakan untuk menguji data dari tahap pelatihan yang akan diklasifikasi oleh sistem. Gambar 3 adalah diagram blok dari data latih dan data uji



Gambar 3. Diagram Alir Sistem

3.3 Akuisisi Citra

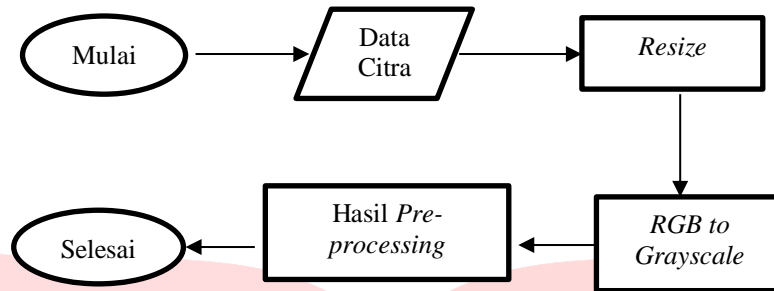
Akuisisi citra atau proses masukan citra adalah tahapan untuk mendapatkan citra digital sebagai masukan pada sistem. Proses ini dilakukan dari susu sapi yang ditetaskan pada permukaan *acrylic* yang menggunakan alas *doff* hitam dengan menggunakan kamera *Mirrorless*. Proses akuisisi citra menghasilkan gambar dengan ukuran 4896x3264 piksel. Pada Gambar 4 adalah tahapan dari akuisisi citra.



Gambar 4. Proses Akuisisi Citra

3.4 Pre-Processing

Tahap ini merupakan proses awal pengolahan citra untuk mempersiapkan citra yang akan diolah ke tahap selanjutnya. Tahap *pre-processing* dilakukan baik saat proses latih maupun proses uji. Tujuan dari *pre-processing* untuk meningkatkan kualitas dari citra masukan yang diperoleh untuk tahap ekstraksi ciri. Diagram blok pada proses *pre-processing* yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 5.



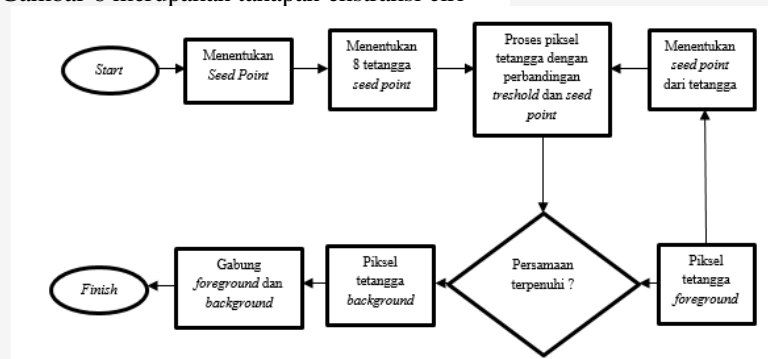
Gambar 5. Diagram Alir Pre-Processing

Tahapan *pre-processing* adalah [10][11]:

1. *Data Citra*
Merupakan proses pengambilan citra digital hasil dari akuisisi citra dengan ukuran gambar yang masih belum mengalami proses apapun.
2. *Resize Image*
Adalah proses merubah ukuran citra sesuai dengan yang diinginkan, ukuran citra sebelumnya yaitu 4896x3264 piksel menjadi 1024x1024 piksel.
3. *RGB to Grayscale*
adalah proses mengubah citra digital dari elemen warna RGB menjadi citra digital warna keabuan (*grayscale*)
4. *Hasil Pre-processing*
Merupakan proses dimana suatu citra telah mendapatkan *seeds* (piksel) yang tepat untuk dapat direpresentasikan didaerah gambar yang dapat tumbuh berkembang sehingga membentuk wilayah pada gambar

3.5 Ekstraksi Ciri

Pada proses ekstraksi ciri digunakan metode ARG untuk proses segmentasi yang kemudian didapatkan ekstraksi ciri dari citra. Gambar 6 merupakan tahapan ekstraksi ciri



Gambar 6. Diagram Alir Ekstraksi Ciri

Ciri yang diperoleh melalui tahapan ekstraksi ciri digunakan untuk mengetahui kondisi dari tetesan susu sapi dengan menggunakan metode ARG.

3.6 Klasifikasi

Klasifikasi adalah tahap menentukan kelas. Proses klasifikasi pada tugas akhir ini menggunakan *Learning Vector Quantization* (LVQ) dimana sistem dapat mengidentifikasi susu sapi murni dan susu sapi yang telah dicampur air dengan kadar 80%, 60%, 40%, 20% dan 100% (murni).

4. Pengujian Sistem Dan Analisis

4.1 Analisis Pengujian

Pada pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui performansi dari sistem yang sudah dirancang. Untuk mendapatkan performansi optimum, maka dilakuka pengujian dengan merubah parameter-parameter yang digunakan pada setiap pengujian yang akan menghasilkan keluaran berupa tingkat akurasi dan waktu komputasi. Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan data latih dan data uji. Data latih terdiri dari 20%, 40%, 60%, 80% dan 100% susu murni yang masing-masing terdiri dari 18 citra susu untuk setiap kelasnya, dengan total keseluruhan 90 data. Data uji terdiri dari 12 citra susu pada setiap kelasnya, dengan total keseluruhan 60 data.

4.2 Pengujian Pengaruh Parameter *Resize*

Pada pengujian pengaruh parameter *resize*, dilakukan pengujian ekstraksi ciri untuk dapat mengetahui pengaruh parameter *resize* dengan mencari nilai terbaik terhadap performansi sistem. Pengujian ini menggunakan parameter *radius* = 0.2 dengan parameter klasifikasi LVQ *epoch* = 100 dan *hidden layer* = 10. Tabel 1 merupakan pengujian pengaruh parameter *resize*.

Tabel 1. Akurasi dan Waktu Komputasi Parameter *Resize*

No	<i>Resize</i>	Jumlah Data Benar	Akurasi	Waktu Komputasi
1	128x128	48	81%	5.872 detik
2	256x256	52	87%	5.698 detik
3	512x512	59	98%	5.751 detik
4	1024x1024	60	100%	6.370 detik

Berdasarkan hasil pengujian dengan parameter *resize* pada tabel 4.1 ,cukup berpengaruh pada hasil akurasi dan waktu komputasi. Dapat dilihat bahwa perubahan nilai *resize* mengalami peningkatan pada nilai akurasi dan *fluktuasi* pada waktu komputasi. Tingkat akurasi tertinggi diperoleh pada saat *resize* bernilai 1024x1024 dengan akurasi 100% dan waktu komputasi 6.370 detik, sedangkan untuk akurasi terendah didapatkan ketika *resize* bernilai 128x128 dengan akurasi 81% dan waktu komputasi 5.872 detik. Hal ini dikarenakan semakin banyak ukuran citra maka semakin banyak fitur yang akan di ekstrak sehingga informasi yang didapatkan akan lebih banyak.

4.3 Pengujian Pengaruh Parameter *Radius*

Pada pengujian ini dilakukan pengujian untuk mengetahui pengaruh parameter *radius* terhadap performansi sistem. Pengujian menggunakan parameter ekstraksi *resize* 1024, parameter klasifikasi LVQ *epoch* = 100 dan *hidden layer* 10. Tabel 2 merupakan pengujian pengaruh parameter *radius*.

Tabel 2. Akurasi dan Waktu Komputasi Parameter *Radius*

No	<i>Radius</i>	Jumlah Data Benar	Akurasi	Waktu Komputasi
1	0.2	60	100%	6.289 detik
2	0.3	60	100%	6.637 detik
3	0.4	48	82%	5.892 detik
4	0.5	50	85%	6.130 detik

Berdasarkan hasil pengujian skenario 2 dengan parameter *radius* pada tabel 4.4, dapat dilihat bahwa perubahan nilai *radius* mengalami *fluktuasi*. Tingkat akurasi tertinggi diperoleh pada saat *radius* bernilai 0.2 dengan akurasi 100% dan waktu komputasi 6.289 detik, dan *radius* 0.3 dengan akurasi 100% dan waktu komputasi 6.637 detik, sedangkan untuk akurasi terendah didapatkan ketika *radius* bernilai 0.5 dengan akurasi 85% dan waktu komputasi 6.130 detik. Hal itu dikarenakan semakin besar radius atau jarak yang digunakan maka semakin besar pula jarak yang akan berkembang pada satu titik citra tersebut.

4.4 Pengujian Pengaruh Parameter *Epoch*

Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh parameter klasifikasi LVQ terdapat dua parameter, yaitu *epoch* dan *hidden layer*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh parameter *epoch* terhadap performansi sistem. Dalam tahap ini pengujian menggunakan parameter ekstraksi *resize* = 1024x1024, *radius* = 0.2, dan *hidden layer* = 10. Tabel 3 merupakan pengujian pengaruh parameter *epoch*.

Tabel 3. Akurasi dan Waktu Komputasi Parameter *epoch*

<i>Epoch</i>	<i>Hidden Layer</i>	Jumlah Data Benar	Akurasi	Waktu Komputasi
100	10	60	100%	6.113 detik
200	20	60	100%	6.436 detik
300	30	60	100%	6.466 detik
400	40	60	100%	9.094 detik

Berdasarkan pengujian parameter LVQ yaitu *epoch* pada tabel 4.5, parameter *epoch* berpengaruh terhadap performansi sistem. Parameter *epoch* merupakan proses pelatihan atau *training* yang dilakukan pada data latih, Performansi sistem terendah hanya terdapat pada saat nilai *epoch* = 300 dengan akurasi 90% dan waktu komputasi 6.466 detik. Sedangkan nilai *epoch* 100, 200, dan 400 memiliki akurasi yang sangat bagus yaitu 100% dengan waktu komputasi yang berbeda-beda. Hal ini dikarenakan pada hampir semua proses *training* dengan nilai bobot atau nilai pembanding yang sudah ditentukan sudah maksimal, tingkat kestabilan sistem mencapai titik terbaik dan separasi ciri antar kelas cukup signifikan sehingga memungkinkan untuk menghasilkan tingkat akurasi 100%.

4.5 Pengujian Pengaruh Parameter *Hidden Layer*

Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengujian klasifikasi dengan parameter yang akan diuji yaitu *hidden layer*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh parameter *hidden layer* terhadap performansi sistem. Dalam tahap pengujian menggunakan parameter ekstraksi *resize* = 1024x1024, *radius* = 0.2, *epoch* = 100. Tabel 4 merupakan pengujian pengaruh parameter *hidden layer*.

Tabel 4. Akurasi dan Waktu Komputasi Parameter *Hidden Layer*

<i>Epoch</i>	<i>Hidden Layer</i>	Jumlah Data Benar	Akurasi	Waktu Komputasi
100	10	60	100%	6.113 detik
100	20	60	100%	6.519 detik
100	30	60	100%	6.604 detik
100	40	60	100%	6.802 detik

Berdasarkan pengujian parameter LVQ yaitu *hidden layer* pada tabel 4.6, parameter *hidden layer* mendapatkan performansi sistem yang stabil pada tingkat akurasi dan mengalami peningkatan pada waktu komputasi. Parameter *hidden layer* merupakan bobot atau nilai pembanding hasil dari pelatihan. Performansi sistem yang tinggi didapatkan akurasi 100% dengan waktu komputasi yang berbeda-beda. Hal ini dikarenakan nilai dari *hidden layer* tidak berpengaruh terhadap performansi sistem sehingga saat nilai *hidden layer* nya dirubah akurasi akan tetap 100% meskipun waktu komputasi akan berubah.

4.6 Pengujian Pengaruh Ciri Statistik

Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh ciri statistik untuk memperoleh nilai akurasi dan waktu komputasi dari parameter ciri statistik. Pada Pengujian ini menggunakan parameter ekstraksi *resize* 1024 × 1024, *radius* = 0.2, *epoch* = 100, *hidden layer* = 10. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Pengujian Ciri Statistik

No	Kombinasi	Ciri Statistik	Akurasi	Waktu Komputasi
1	1 ciri terbaik	<i>Variance</i>	30%	1.221 detik
2	2 ciri terbaik	<i>Mean, STD</i>	43%	0.198 detik
3	3 ciri terbaik	<i>Var, Std, Kurtosis</i>	83%	1.222 detik
4	4 ciri terbaik	<i>mean, var, skewness, entropy</i>	80%	3.139 detik
5	5 ciri terbaik	<i>mean, skewness, kurtosis, var, entropy</i>	81%	6.226 detik
6.	6 ciri terbaik	<i>mean, std, var, skewness, kurtosis, entropy</i>	100%	6.113 detik

5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa secara umum sistem yang telah dibuat dapat melakukan identifikasi kesegaran susu sapi melalui proses *image processing* dengan menggunakan metode *Adaptive Region Grow* dan klasifikasi *Learning Vector Quantization*. Segmentasi citra menggunakan metode *Adaptive Region Grow* berhasil mengubah struktur bentuk yang terkandung dalam citra susu sapi dalam mempermudah proses ekstraksi ciri dan klasifikasi. Performansi sistem terbaik diperoleh dengan tingkat akurasi sistem tertinggi sebesar 100% dan waktu komputasi 6.113 detik, ketika *resize* = 1024x1024, *radius* = 0,2, *epoch* = 100, *hidden layer* = 10.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Miskiah, "Standar Nasional Indonesia Susu Cair di Indonesia," pp. 1–7, 2015.
- [2] BSN, "Susu segar," pp. 1–8, 1998.
- [3] S. N. Indonesia and B. S. Nasional, "Susu pasteurisasi," 1995.
- [4] A. S. Arifianto, M. Sarosa, and O. Setyawati, "248-523-1-Pb," vol. 8, no. 2, pp. 117–122, 2014.
- [5] R. I. Abraham, B. Hidayat, and S. Darana, "Identifikasi Kualitas Kesegaran Susu Sapi Melalui Pengolahan Citra Digital Berdasarkan Metode Content-Based Image Retrieval (Cbir) Dengan Klasifikasi Decision Tree," *E-Proceeding Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 2048–2055, 2018.
- [6] B. Yufa Ardana, I. B. Hidayat, and F. Oscandar, "Deteksi Usia Pasien Di Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Universitas Padjajaran Berdasarkan Citra Radiograf Panoramik Dengan Metode Image Registration Dan Adaptive Region Growing Dengan Teknik Klasifikasi Decision Tree," pp. 2–9, 2019.
- [7] S. Tan, L. Li, W. Choi, M. K. Kang, W. D. D'Souza, and W. Lu, "Adaptive region-growing with maximum curvature strategy for tumor segmentation in 18F-FDG PET," *Phys. Med. Biol.*, vol. 62, no. 13, pp. 5383–5402, 2017.
- [8] R. I. Hardianzah, F. T. Elektro, U. Telkom, F. K. Gigi, U. Padjajaran, and R. Growing, "Pengolahan Citra Radiograf Periapikal Pada Deteksi Penyakit Pulpitis Menggunakan Metode Adaptive Region Growing Approach Berbasis Android Image Processing of Periapical Radiograph on Pulpitis Detection Using Adaptive Region Growing Approach Method," vol. 5, no. 2, pp. 2178–2185, 2018.
- [9] E. Sabrina and I. G. P. A. Buditjahjanto, "Klasifikasi Penyakit Diabetic Retinopathy menggunakan Metode Learning Vector Quantization (LVQ)," *J. Tek. Elektro*, vol. 06, no. 02, pp. 97–104, 2017.
- [10] C. P. Riesmala, A. Rizal, and L. Novamizanti, "Pengenalan Motif Batik Dengan Analisis Struktur dan Warna Pada Citra Digital," pp. 0–6, 2012.
- [11] L. Novamizanti, J. Raharjo, and I. I. Tirtoasmoro, "Identifikasi pola iris mata menggunakan dekomposisi transformasi wavelet dan levenshtein distance," 2008.