

IDENTIFIKASI DAN KLASIFIKASI KEMURNIAN SUSU SAPI BERDASARKAN PENGOLAHAN SINYAL VIDEO MENGGUNAKAN METODE DISCRETE WAVELET TRANSFORM (DWT) DAN LEARNING VECTOR QUANTIZATION (LVQ)

IDENTIFICATION AND CLASSIFICATION PURITY OF COW MILK BASED ON SIGNAL VIDEO PROCESSING BY USING DISCRETE WAVELET TRANSFORM (DWT) AND LEARNING VECTOR QUANTIZATION (LVQ)

Nadia Aisyah Permata Putri¹, Dr. Ir. Bambang Hidayat, DEA², Prof. Dr. Ir. Sjafril Darana, S.U³

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

³ Fakultas Peternakan, Universitas Padjajaran

¹ nadia.aisyahpermata@gmail.com, ² bbhavenir@gmail.com

Abstrak

Susu sapi murni merupakan susu sapi yang kandungan alaminya tidak dikurangi atau ditambah sesuatu apapun dan belum mendapat perlakuan apapun. Banyak produsen susu sapi murni yang mencampurkan bahan atau komponen lain agar susu sapi murni tersebut mengalami peningkatan dalam hal kuantitas atau volume. Dengan dilakukannya pencampuran, maka para pedagang memungkinkan untuk memperoleh keuntungan lebih banyak.

Sulit bagi konsumen untuk membedakan susu sapi murni dan yang telah dicampur dengan bahan lain. Dalam mengetahui kemurniannya, penulis mengusulkan sistem untuk identifikasi dan klasifikasi kemurnian susu sapi berdasarkan pemrosesan sinyal video menggunakan metode Discrete Wavelet Transform (DWT) dan Learning Vector Quantization (LVQ) yang diaplikasikan melalui perangkat lunak (software) MATLAB. Adapun tahapan yang dilakukan adalah akuisisi, pre-processing, ekstraksi ciri, hingga tahap terakhir klasifikasi. Berdasarkan identifikasi dan klasifikasi, didapatkan akurasi 62,5% terhadap warna tetesan bulir susu sapi, akurasi 70% terhadap bentuk tetesan bulir susu sapi, dan 4 frames terhadap waktu tempuh tetesan bulir susu sapi.

Kata Kunci : Susu sapi murni, Discrete Wavelet Transform (DWT), Learning Vector Quantization (LVQ)

Abstract

Pure cow's milk is cow's milk whose natural content is not reduced or added anything and has not received any treatment. Many producers of pure cow milk are mixing ingredients or other components so that the pure cow's milk has increased in terms of quantity. With mixing, traders allow for more profits.

It is difficult for consumers to distinguish pure cow's milk and which has been mixed with other ingredients. In recognition of its purity, the authors propose systems for the identification and classification of cow milk purity based on video signal processing using Discrete Wavelet Transform (DWT) and Learning Vector Quantization (LVQ) methods applied through MATLAB software. The steps taken are acquisition, pre-processing, feature extraction, until the last stage of classification. Based on the identification and classification, 62,5% accurate to droplet color of cow milk, 70% accurate to cow's milk droplets, and 4 frames to cow milk droplets time.

Keywords: Pure cow's milk, Discrete Wavelet Transform (DWT), Learning Vector Quantization (LVQ)

1. Pendahuluan

Susu merupakan salah satu sumber protein hewani yang bergizi tinggi karena kelezatan dan komposisinya mengandung semua zat yang diperlukan oleh tubuh. Susu yang banyak menyebar dan dikenal dipasaran adalah air susu sapi.

Banyak produsen susu sapi murni yang mencampurkan bahan atau kandungan lain agar memperoleh keuntungan dalam hal kuantitas dan pendapatan penjualannya.. Jika pencampuran dilakukan, volume susu sapi murni tersebut menjadi lebih banyak ketika dijual ke para konsumen. Air adalah salah satu kandungan atau

bahan lain yang digunakan para pedagang susu sapi murni sebagai materi pencampur, karna pemalsuan susu sapi murni dengan air sangat sulit dibedakan. Jika sedikit air dicampurkan, aspek air susu tidak berubah. Jika air dicampur dalam jumlah banyak, maka susu akan encer dan kebiru-biruan [1].

Identifikasi dan klasifikasi kemurnian susu sapi murni disini dilakukan berdasarkan 3 parameter, yaitu bentuk, warna, dan waktu tempuh. Identifikasi dilakukan dengan menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT). Dalam meminimalisasi kesalahan, data tersebut diklasifikasikan kembali menggunakan *Learning Vector Quantization* (LVQ). Pemilihan LVQ sebagai metode klasifikasi karena metode tersebut mempunyai cara yang berbeda dalam pengkoreksian bobot-bobotnya, yaitu dengan cara bobot kompetisi dan bobot linier [2]. Sistem ini ditentukan berdasarkan bentuk, warna, dan waktu tempuh dari tetesan bulir susu sapi untuk diidentifikasi dan klasifikasi. Susu yang digunakan sebagai sample adalah susu sapi murni dan susu sapi yang telah dicampur 30% air, 60% air, dan 100% air. Hasil klasifikasi tersebut yang akan menunjukkan susu sapi murni dan susu sapi yang dicampur dengan air.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. 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.

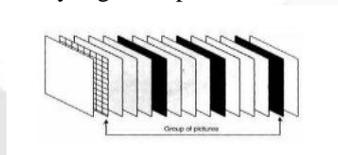
2.2. Citra Digital [3] [4]

Citra dapat dinyatakan sebagai suatu fungsi f dua dimensi dengan x dan y adalah posisi koordinat spasial, sedangkan $f(x,y)$ adalah intensitas atau *grayscale* citra pada koordinat tersebut. Nilai dari intensitas bentuknya adalah diskrit dengan rentang antara 0 sampai 255. Citra yang ditangkap oleh kamera dan telah dikuantisasi dalam bentuk nilai diskrit disebut citra digital. Sebuah citra digital diwakili oleh sebuah matriks yang terdiri dari M kolom dan N baris. Perpotongan antara kolom dan baris disebut piksel (*pixel = picture element*), yaitu elemen terkecil dari sebuah citra.

2.3. Video Digital

Pada dasarnya, video digital dapat didefinisikan sebagai suatu rangkaian citra digital yang tersusun berdasarkan waktu. Dengan demikian, video juga dapat diartikan sebagai citra digital yang dibaca secara berurutan dalam suatu waktu dengan waktu tempuh yang relatif cepat, sehingga menimbulkan efek gambar bergerak.

Satu buah citra pada video dikenal sebagai *frame*, dan waktu tempuh yang digunakan untuk menggerakkan citra-citra tersebut dinamakan *frame rate*, dengan satuan *frame per second* (fps). Semakin besar nilai fps, maka semakin halus video yang ditampilkan.



Gambar 1 *Frame* pada video[5]

2.4. Discrete Wavelet Transform

Implementasi transformasi wavelet diskrit dilakukan dengan cara melewati sinyal melalui sebuah *low pass filter* (LPF) dan *high pass filter* (HPF) dan melakukan *down sampling* pada keluaran masing-masing filter[6]. Hasil Transformasi Wavelet Diskrit pada citra ditunjukkan oleh Gambar 2.



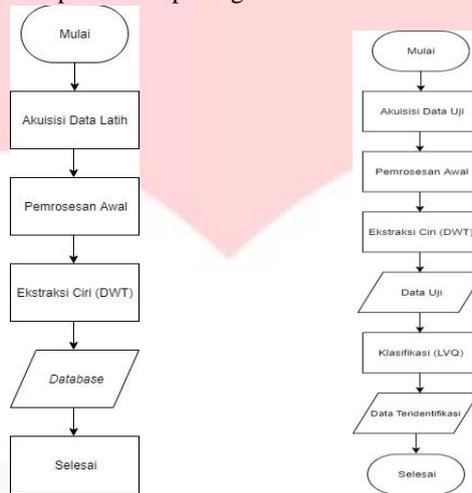
Gambar 2 Transformasi Wavelet Diskrit Pada Citra[7]

2.4.1. Learning Vector Quantization

Learning Vector Quantization (LVQ) merupakan metode untuk melakukan pembelajaran lapisan kompetitif yang terbimbing. Digunakan untuk mengklasifikasikan ciri dimana jumlah klasifikasi sudah ditentukan kelasnya. Suatu lapisan kompetitif secara otomatis belajar untuk mengklasifikasikan vector-vector input. Jika dua vektor input mendekati sama, maka lapisan kompetitif akan meletakkan kedua vektor input tersebut ke dalam kelas yang sama. Kelas-kelas yang didapatkan sebagai hasil dari lapisan kompetitif ini hanya tergantung pada jarak antara vector-vector input [8]

3. Perancangan Sistem

Dalam model sistem ini dijelaskan tentang alur dalam proses identifikasi kemurnian susu sapi. Secara umum tahapan proses identifikasi dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 3 Diagram alir data latih Gambar 4 Diagram alir data uji

3.1. Akuisisi

Akuisisi merupakan sebuah tahapan yang diawali dengan bagaimana video *input* diperoleh hingga mendapatkan *frame* berupa citra yang dipilih. Pembuatan video terhadap tetesan bulir susu sapi dilakukan menggunakan kamera Canon 500d yang dibantu dengan *tripod*. Video diambil di dalam ruangan dengan ukuran 40cm x 21cm x 28cm. Dari kamera ke objek, memiliki jarak 20cm. Ketika susu sapi ditetaskan, jarak dari pipet ke permukaan sekitar 26cm. Latar belakang, sisi kanan, sisi kiri ruangan menggunakan warna hitam polos dan sisi depannya terbuka untuk pengambilan video dengan pencahayaan yang cukup baik. Video yang telah diperoleh berbentuk .mov dengan ukuran resolusi 1280 x 720 piksel yang kemudian diedit menggunakan Adobe Premiere.

3.2. Pre-Processing

Berikut adalah langkah-langkah *pre-processing* :

1. *Resize* : Citra masukan di *resize* menjadi 640x360 piksel, sehingga semua citra memiliki ukuran yang sama. *Resize* dilakukan, agar waktu komputasi yang dihasilkan tidak membutuhkan waktu yang lama.
2. *Cropping* : Pada tahap ini dilakukan pemotongan citra tetesan susu, agar citra yang tampak hanya daerah yang akan dideteksi saja.
3. *Grayscale* : Dalam tahap ini akan dilakukan pengonversian citra dari RGB ke format *grayscale*, sehingga citra yang diproses berikutnya hanya terdiri dari satu layer saja.
4. Citra *pre-processing* : Citra telah siap untuk di ekstraksi.

3.3. Ekstraksi Ciri Warna

Berikut adalah langkah untuk menghasilkan ekstraksi ciri warna menggunakan Transformasi Wavelet Diskrit :

Pada tahap *filter*, dilakukan proses dekomposisi citra hasil *preprocessing* dengan cara melewati sinyal melalui sebuah *low pass filter* (LPF) dan *high pass filter* (HPF) dan melakukan *down sampling* pada keluaran masing-masing *filter*.

1. Pada tahap *sampling*, dilakukan proses dekomposisi citra dengan level dekomposisi satu, menghasilkan empat buah *subband*, yaitu LL, HL, LH, HH. Proses dekomposisi selanjutnya dilakukan pada LL, karena berisi sebagian besar dari informasi citra. Kemudian didapat 4 *subband* lagi, yaitu LL1, LH1, HL1 dan HH1.
 2. Setelah proses dekomposisi selesai, maka akan mendapatkan ciri data berupa nilai hasil perhitungan *mean*, variansi, *skewness*, dan *kurtosis* pada setiap levelnya sebagai hasil akhir dari ekstraksi ciri warna.
- 3.4. Ekstraksi Ciri Bentuk

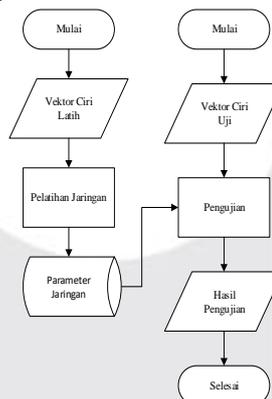
Proses ekstraksi ciri bentuk yang dilakukan berdasarkan nilai panjang dan lebar, digambarkan sebagaimana pada Gambar 4 berikut:



Gambar 5 Diagram alir ekstraksi ciri bentuk

3.5. Pelatihan Pengujian *Learning Vector Quantization*

Pelatihan dan pengujian pada sistem ini menggunakan algoritma *Learning Vector Quantization* (LVQ). Prosesnya digambarkan sebagai berikut:



Gambar 6 Diagram alir pelatihan dan pengujian jaringan

4. Hasil Pengujian Sistem

4.1. Hasil Pengujian Waktu tempuh

Pada hasil pengujian, dapat dilihat bahwa waktu tempuh tidak berpengaruh terhadap pengujian yang dilakukan. *Frame* yang dihasilkan pada susu sapi murni dan susu sapi murni yang dicampur 30%, 60%, dan 100% air memiliki jumlah yang sama, yaitu 4 *frame* disetiap kelasnya.

1. Susu sapi murni

Tabel 1 contoh *frame* pada susu sapi murni

Gambar <i>Frame</i>	<i>Frame</i> ke-
	1
	2
	3
	4
Jumlah <i>frame</i> : 4	

4.2. Hasil Pengujian Warna

. Skenario pengujian sistem adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui jenis *subband* yang paling tepat digunakan pada proses ekstraksi ciri, dilakukan pengujian terhadap berbagai jenis *subband* . yakni LL saja, LH saja, HL saja, dan HH saja. Pengujian ini dilakukan pada level dekomposisi level 1, nilai Epoch=50, nilai *hidden layer*=10, dan menggunakan ukuran citra uji 640×360.
2. Untuk mengetahui level dekomposisi yang paling tepat digunakan pada proses ekstraksi ciri, dilakukan pengujian terhadap level dekomposisi. Pengujian ini dilakukan pada *subband* yang paling tepat berdasarkan kesimpulan skenario 1, nilai Epoch=50, dan menggunakan ukuran citra uji 640×360.
3. Untuk mengetahui nilai Epoch dan *hidden layer* yang paling tepat digunakan pada proses klasifikasi dengan *Learning Vector Quantization* (LVQ), dilakukan pengujian dengan nilai Epoch= 20, 30, 40, 50 dan nilai *hidden layer*= 10, 15, 20, 25. Pada pengujian ini digunakan jenis *subband* yang paling tepat berdasarkan kesimpulan skenario 1, level dekomposisi yang paling tepat berdasarkan skenario 2, dan ukuran citra uji 640×360.
4. Untuk mengetahui ukuran citra yang paling tepat digunakan sebagai input sistem, dilakukan pengujian dengan ukuran citra uji 1280×720, 640×360, 320×180. Pada pengujian ini digunakan jenis *subband* yang paling tepat berdasarkan kesimpulan skenario 1, level dekomposisi yang paling tepat berdasarkan skenario 2, nilai Epoch dan nilai *hidden layer* yang paling tepat pada skenario 3.

4.2.1. Hasil Pengujian Warna Skenario 1

Tabel 2 Hasil pengujian warna skenario 1

<i>Subband</i>	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
LL	57,5	17
LH	32,5	15
HL	35	16
HH	35	17

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa jenis *subband* yang digunakan mempengaruhi akurasi dan waktu komputasi. *Subband* LL yang paling baik digunakan, sebab pada kondisi inilah didapat akurasi terbaik yakni 57,5% dengan waktu komputasi 17s.

4.2.2. Hasil Pengujian Warna Skenario 2

Tabel 3 Hasil pengujian warna skenario 2

Level Dekomposisi	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
1	57,5	17
2	50	18
3	45	17
4	40	19

Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa level dekomposisi yang digunakan akan mempengaruhi akurasi dan waktu komputasi. Level dekomposisi 1 yang paling baik digunakan, sebab pada kondisi inilah didapat akurasi terbaik yakni 57,5% dengan waktu komputasi 17s.

4.2.3. Hasil Pengujian Warna Skenario 3

Pada bagian ini, dilakukan analisis akurasi sistem menggunakan skenario 3.

Tabel 4 Hasil pengujian warna skenario 3

Hidden Layer	Epoch=20		Epoch=30		Epoch=40		Epoch=50	
	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)						
10	45	6	55	7	55	13	60	17
15	42,5	8	47,5	12	47,5	15	57,5	17
20	40	8	45	12	45	15	55	19
25	30	8	37,5	13	37,5	16	52,5	22

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa *hidden layer* dan epoch yang digunakan akan mempengaruhi akurasi dan waktu komputasi. Hidden layer=10 dan epoch=50 yang paling baik digunakan, sebab pada kondisi inilah didapat akurasi terbaik yakni 60% dengan waktu komputasi 17s.

4.2.4. Hasil Pengujian Warna Skenario 4

Tabel 5 Hasil pengujian warna skenario 4

No.	Ukuran Citra (piksel)	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
1.	1280x720	62,5	18
2.	640x360	57,5	17
3.	320x130	47,5	15

Pada tabel 5 dapat dilihat pula bahwa akurasi dan waktu komputasi terbaik didapat saat ukuran citra yang digunakan adalah 1280x720 yakni mencapai 62,5% dengan waktu 18s. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa sistem ini lebih cocok menggunakan citra pada ukuran sebenarnya.

4.3. Hasil Pengujian Bentuk

. Skenario pengujian sistem adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui nilai panjang dan lebar tetesan bulir susu sapi pada proses ekstraksi ciri, dilakukan pengujian terhadap nilai Epoch=50, nilai hidden layer=20, dan menggunakan ukuran citra uji 1280x720.
2. Untuk mengetahui nilai Epoch dan nilai *hidden layer* yang paling tepat digunakan pada proses klasifikasi dengan *Learning Vector Quantization (LVQ)*, dilakukan pengujian dengan nilai Epoch= 50, 100, 150, 200 dan nilai *hidden layer*= 10, 15, 20, 25. Pada pengujian ini digunakan ukuran citra uji 1280x720.

- Untuk mengetahui ukuran citra yang paling tepat digunakan sebagai input sistem, dilakukan pengujian dengan ukuran citra uji 1280x720, 640x360, 320x180. Pada pengujian ini menggunakan nilai Epoch dan nilai *hidden layer* yang paling tepat pada skenario 2.

4.3.1. Hasil Pengujian Bentuk Skenario 2

Pada bagian ini, akan dilakukan analisis akurasi sistem menggunakan skenario 2

Tabel 6 Hasil pengujian bentuk skenario 2

Hidden Layer	Epoch=50		Epoch=100		Epoch=150		Epoch=200	
	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)						
10	62,5	13	65	30	67,5	48	70	63
15	62,5	16	65	36	67,5	52	70	65
20	60	18	62,5	38	65	57	67,5	76
25	60	19	60	39	65	58	67,5	75

Dari Tabel 6 dapat diketahui bahwa *hidden layer* dan epoch yang digunakan akan mempengaruhi akurasi dan waktu komputasi. *Hidden layer*=10 dan epoch=200 yang paling baik digunakan, sebab pada kondisi inilah didapat akurasi terbaik yakni 70% dengan waktu komputasi 63s.

4.3.2. Hasil Pengujian Bentuk Skenario 3

Pada bagian ini, akan dilakukan analisis akurasi sistem menggunakan skenario 3.

Tabel 7 Hasil pengujian bentuk skenario 3

No.	Ukuran Citra (piksel)	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
1.	1280x720	70	63
2.	640x360	65	62
3.	320x130	65	61

Pada tabel 7 dapat dilihat pula bahwa akurasi dan waktu komputasi terbaik didapat saat ukuran citra yang digunakan adalah 1280x720 yakni mencapai 70% dengan waktu 63s. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sistem ini lebih cocok menggunakan citra pada ukuran sebenarnya.

5. Penutup

5.1. Kesimpulan

- Parameter waktu tempuh tidak berpengaruh pada identifikasi dan klasifikasi sistem ini. Dikarenakan, kamera yang digunakan memiliki spesifikasi fps yang kurang tinggi. Sehingga, jumlah *frame* susu sapi murni dan susu sapi yang telah dicampur 30%, 60%, 100% air berjumlah sama yaitu 4 *frame*.
- Pengimplementasian *Discrete Wavelet Transform* (DWT) pada proses ekstraksi ciri dan *Learning Vector Quantization* (LVQ) pada proses klasifikasi warna mampu memberikan akurasi pada sistem identifikasi kemurnian susu sapi, yakni mencapai 62.50% dengan waktu komputasi 17 detik. Dari masing-masing parameter sistem adalah sebagai berikut: jenis *subband*= LL, level 1, *hidden layer*=10, epoch=50, dan ukuran citra=1280x720.
- Parameter bentuk melalui nilai panjang dan lebar dari tetesan bulir susu sapi memiliki perbedaan. Semakin banyak air yang dicampurkan, maka bentuk tetesan bulir susu sapi akan semakin besar. Pengimplementasian *Learning Vector Quantization* (LVQ) pada proses klasifikasi bentuk mampu memberikan akurasi pada sistem identifikasi kemurnian susu sapi, yakni mencapai 70% dengan waktu komputasi 63 detik. Dari masing-masing parameter sistem adalah sebagai berikut: *hidden layer*=10, epoch=200, dan ukuran citra=1280x720.

5.2. Saran

1. Pada identifikasi dan klasifikasi kemurnian susu sapi, disarankan menggunakan kamera yang memiliki spesifikasi fps (*frame per second*) lebih tinggi.
2. Pada identifikasi dan klasifikasi kemurnian susu sapi, disarankan menggunakan metode identifikasi dan klasifikasi yang lebih baik agar mendapatkan nilai akurasi lebih tinggi.
3. Kadar air untuk sampel susu sapi murni yang dipalsukan, diharapkan agar sesuai dengan kadar air yang banyak dilakukan para penjual dalam melakukan pemalsuan susu sapi murni

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Eniza Saleh, "Dasar Pengolahan Susu dan Hasil Iktan Ternak," *USU Digital Library*, p.1, 2004
- [2] Artiasuti, "Analisis Perbandingan Metode Klasifikasi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dan Learning Vector Quantization pada Sistem Pengenalan Wajah," Bandung, 2008.
- [3] I. Afriliana, *Pengolahan Citra Digital*, Poltek Harapan Bangsa, 2015.
- [4] H. Purnomo dan A. Muntasa, *Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi Fitur*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [5] N. D. Astari, "Implementasi dan Analisis Metode Gabor Wavelet dan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Pengenalan Wajah Berbasis Video," Universitas Telkom, Bandung, 2016.
- [6] S. Zaki, "Program Aplikasi Keamanan Citra dengan Algoritma DES dan Transformasi Wavelet Diskrit," Semarang, 2011.
- [7] S. Zaki, "Program Aplikasi Keamanan Citra dengan Algoritma DES dan Transformasi Wavelet Diskrit," Semarang, 2011.
- [8] Widodo TN, "Sistem Neuro Fuzzy," Graha Ilmu, Yogyakarta, 2005.