

DETEKSI KUALITAS KEJU CHEDDAR LAYAK MAKAN BERDASARKAN TEKSTUR MENGGUNAKAN *METODE DISCRETE COSINE TRANSFORM (DCT)* DENGAN KLASIFIKASI *DECISION TREE* PADA CITRA DIGITAL

Quality Detection of Cheddar Cheese Using Discrete Cosine Transform (DCT) Method with Decision Tree Classification on Digital Image

Hanif Jaka Permana¹, Dr.Ir.Bambang Hidayat, DEA², Prof.Dr.Ir.Sjafril Darana,S.U.³
^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Jln. Telekomunikasi No.1 Terusan Buah Batu Bandung 40257 Indonesia
¹hanifjakap@gmail.com, ²bhidayat@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Keju adalah makanan yang terbuat dari zat-zat pada susu melalui proses pengentalan dengan bantuan bakteri atau enzim tertentu yang disebut *rennet*. Keju sangat bermanfaat karena kaya akan protein dan menjadi bahan favorit untuk berbagai masakan. Namun, kualitas dari keju yang dihasilkan produsen berbeda-beda. Sehingga terdapat batas layak makan untuk tiap keju. Secara kasat mata kualitas keju layak makan ini tidak bisa dilihat. Hal ini yang menjadi latar belakang penulis memilih judul tugas akhir ini.

Dalam Tugas Akhir ini penulis membahas bagaimana cara mendeteksi kualitas keju berdasarkan tekstur. Terdapat metode yang dapat digunakan untuk klasifikasi kualitas keju. Pada Tugas Akhir ini penulis menggunakan metode *Discrete Cosine Transform* dengan klasifikasi *Decision Tree*. Citra digital diubah kedalam komponen frekuensi dasar dengan teknik *Discrete Cosine Transform*. Teknik ini merepresentasikan sebuah citra dari penjumlahan sinusoida dari magnitude dan frekuensi yang berubah-ubah. Sifat dari DCT adalah mengubah informasi citra yang signifikan dikonsentrasikan hanya pada beberapa koefisien DCT. Hasil ekstraksi ciri tersebut diklasifikasikan dengan teknik *Decision Tree* sehingga diketahui kualitas keju yang baik.

Pengujian dilakukan terhadap 48 citra keju, dengan komposisi masing-masing kelas memiliki 16 citra dimana kelas satu sampai tiga dengan keterangan sangat layak makan, layak makan, tidak layak makan. Hasil pengujian ini didapatkan akurasi sebesar 89,58% dan waktu komputasi secepat 0,02 detik dengan menggunakan metode DCT dari nilai ciri *Standard Deviation* dan *Entropy*.

Kata Kunci : Keju, *Discrete Cosine Transform (DCT)*, *Decision Tree*, *Citra Digital*.

ABSTRACT

Cheese is the food made from substances of the milk through the coagulation process with the help of bacteria or enzyme that is named rennet. Cheese is so beneficial because it contains full of protein and becomes favourite ingredient for many dishes. But, the producers make the cheese with many different quality. So there is the limit to cheese to become edible. Normally we can't see the quality of cheese only with eyes. This is the background of the author to choose the title of this final assignment.

In this final task the author examine how to detect the quality of cheese based on its texture. There are some methods which can be used to classify the quality of the cheese. In this final task, the author use Discrete Cosine Transform method with Decision Tree classification. Digital image is changed to the basic frequency component with Discrete Cosine Transform technique. This technique represents an image from the sum of sinusoidal from the changing magnitude and frequency. The character of DCT changes image information which is significantly concentrated on several DCT coefficients. The result of feature extraction is classified with Decision Tree technique, so the good quality of the cheese can be identified.

This examination was performed on 48 pictures of cheese, composed with 16 pictures for every class from the first until the third class with explanation of cheese are very eatable, eatable, not eatable. This examination obtained an accuracy of 89,583% with computing time of 0,02 second by using the first order parameter DCT method of Standard Deviation and Entropy.

Keyword : Cheese, *Discrete Cosine Transform (DCT)*, *Decision Tree*, *Digital Image*.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Masalah

Keju sudah sejak lama menjadi bahan utama dan bahan pelengkap makanan. Berbagai makanan menggunakan keju sebagai bahan utama dan pelengkap rasa yang digemari. Oleh karena itu, keju mudah dijumpai di Indonesia dari pasar swalayan, pasar tradisional, dan restoran. Secara umum keju dikonsumsi karena mengandung nutrisi yang baik untuk tubuh. Kandungan dari keju sama dengan susu, yaitu protein, lemak, kalsium dan vitamin.

Alasan dari keju sering dikonsumsi oleh masyarakat karena mengandung 25% gizi dan protein dari kebutuhan tubuh perhari. Namun, kita harus teliti memilih keju sebelum dikonsumsi karena ada kemungkinan keju yang akan dikonsumsi telah rusak atau mengalami penurunan kualitas. Hal ini disebabkan karena lamanya penyimpanan dan cara penyimpanan. Ada beberapa cara untuk melihat kualitas keju, salah satunya dapat dilihat dari perubahan warna dan tekstur pada keju.

Warna dan tekstur pada keju menjadi faktor penting dalam sistem visual dan pendeteksian kualitas keju ini dapat dilihat dari warna pada keju. Sedangkan untuk tekstur dapat dilihat dari permukaan dan bagian dalam keju. Maka pada Tugas Akhir ini penulis menggunakan ekstraksi ciri dengan metode *Discrete Cosine Transform* (DCT) yang sangat terbukti sebagai deskriptor ciri dalam merepresentasikan ciri. Sifat utama dari DCT adalah mengkonsentrasikan energi citra ke dalam sejumlah kecil koefisien meminimalkan saling ketergantungan diantara koefisien-koefisien (*decorrelation*). Untuk metode klasifikasi yang digunakan adalah *Decision Tree* yang dibagi menjadi dua bagian, yaitu tahap pelatihan dan tahap pengujian. Tahap pengujian bertujuan untuk melihat bagaimana perangkat lunak berjalan dari awal sampai akhir dengan beberapa parameter pengujian.

2. Dasar Teori

2.1 Keju

Keju adalah produk olahan susu yang terbentuk karena koagulasi susu oleh *rennet* (enzim pencernaan pada lambung hewan penghasil susu). Bagian cair dari susu terkoagulasi membentuk substansi padat yang disebut *curd*, dan sebagian besar air serta zat terlarut akan terpisah dari bagian *curd* disebut *whey*. Konon keju diproduksi secara tidak sengaja, yaitu ketika bakteri yang ada dalam susu dan enzim pencernaan hewan ternak bereaksi membentuk *curd*, dan kemudian terbentuklah keju mentah.[2]

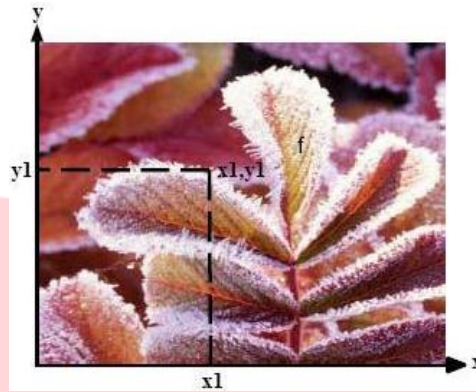
Pembuatan keju dilakukan dengan cara menggumpalkan protein susu dengan pertolongan enzim renin. Dispersi koloidal kalsium fosfokaseinat dapat diganggu dan dirusak oleh enzim renin. Kerja enzim tersebut membuat penggumpalan gel atau tahu susu. Sebetulnya yang mengakibatkan penggumpalan tersebut adalah adanya ion kalsium sehingga terjadi endapan kalsium kaseinat.[3]

Suhu susu untuk penggumpalan akan sangat riskan bila sudah ditambahkan enzim renin. Jika suhu dibawah 15°C, penggumpalan tidak dapat terjadi. Jika lebih dari 60°C, enzim menjadi tidak aktif. Suhu optimumnya adalah 40°C. Susu yang digumpalkan dengan renin tidak boleh dipanaskan terlalu lama, suhu yang terlalu tinggi menyebabkan disposisi ion kalsium dalam susu. Sekali susu pernah mendidih, meskipun telah didinginkan kembali ke suhu optimal, gel yang terbentuk sangat lemah.[3]

Keju merupakan makanan pelengkap yang memiliki kandungan nutrisi yang tinggi. Kandungan gizinya sangat baik untuk tubuh manusia terlebih untuk anak-anak yang sedang dalam masa pertumbuhan karena kandungan kalsiumnya yang tinggi. Keju dapat digunakan sebagai pengganti daging karena kandungan proteinnya yang tinggi.[2]

2.2 Citra Digital

Citra adalah bentuk visual dari suatu objek juga dapat diartikan sebagai gambaran representatif mengenai suatu objek. Citra dapat berbentuk dua dimensi dan tiga dimensi, untuk melakukan proses komputasi citra yang bersifat kontinu harus didigitalisasi terlebih dahulu sehingga didapatkan citra digital [5][6].



Gambar 2.2 Citra Digital [13]

Citra digital dinyatakan dalam bentuk fungsi $f(x,y)$ seperti Gambar 2.2, dimana x dan y adalah koordinat spasial, dan amplitudo di titik koordinat (x,y) dinyatakan sebagai 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. Secara matematis persamaan 2.1 merupakan fungsi dari intensitas $f(x,y)$ [5].

$$0 < f(x,y) < \infty \quad (2.1)$$

Suatu citra dapat pula dikatakan citra digital dengan matrik 2.2 :

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & \dots & f(0,M-1) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f(N-1,0) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

2.3 Ekstraksi Ciri Dengan *Discrete Cosine Transform* (DCT)

Discrete Cosine Transform (DCT) adalah sebuah teknik pengolahan sinyal untuk mengubah suatu sinyal menjadi komponen frekuensi dasar. Metode DCT merepresentasikan sebuah citra dari penjumlahan sinusoidal dari magnitudo dan frekuensi yang berubah-ubah. Sifat dari DCT adalah mengubah informasi citra yang signifikan dikonsentrasikan hanya pada beberapa koefisien DCT. *Discrete Cosine Transform* berkaitan erat dengan *Discrete Fourier Transform* (DFT), sehingga menjadikan data direpresentasikan dalam komponen frekuensinya. Demikian dalam pengolahan citra, DCT dua dimensi (2D) memetakan sebuah citra atau sebuah segmen gambar ke dalam komponen frekuensi 2D [8][9].

Discrete Cosine Transform adalah sebuah skema *lossy compression* dimana $N \times N$ blok ditransformasikan dari domain spasial ke domain DCT. Frekuensi spasial disebut juga koefisien DCT. Sistem penglihatan manusia tidak begitu sensitif terhadap *error* yang ada pada frekuensi rendah. Maka dari itu frekuensi yang lebih tinggi tersebut dapat dikuantisasi.

Discrete Cosine Transform dimensi satu berfungsi untuk mengolah sinyal berbentuk gelombang suara. Sedangkan untuk citra yang merupakan sinyal 2D dibutuhkan versi 2D dari DCT. Rumus 2D DCT adalah sebagai berikut [8][9]:

$$B_{pq} = \alpha_p \alpha_q \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} A_{mn} \cos \frac{\pi(2m+1)p}{2M} \cos \frac{\pi(2n+1)q}{2N} \quad (2.3)$$

$$\alpha_p = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{M}}, & p = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{M}}, & 1 \leq p \leq M-1 \end{cases} \quad (2.4)$$

$$\alpha_q = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{N}}, & q = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{N}}, & 1 \leq q \leq N-1 \end{cases} \quad (2.5)$$

dimana:

- pq = Letak nilai hasil DCT
- M = Besar kolom
- N = Besar baris
- A = Nilai pixel citra
- m = Letak kolom nilai pixel citra
- n = Letak baris nilai pixel citra

2.4 Klasifikasi *Decision Tree*

Decision tree adalah sebuah cara untuk mendapat keputusan dari suatu kondisi yang diinginkan menggunakan grafik pohon dan kemungkinan akibat. *Decision tree* juga dapat membantu untuk mengetahui kemungkinan kejadian, biaya resource, dan utilitas. Ini adalah salah satu cara untuk menampilkan algoritma yang hanya berisi pernyataan kontrol bersyarat.

Decision tree biasanya digunakan dalam suatu penelitian khususnya dalam analisis keputusan, untuk membantu mengklasifikasikan tujuan atau kondisi yang diinginkan. *Decision tree* juga sering digunakan dalam penelitian pada bidang teknik termasuk pengolahan citra digital [10][11].

Struktur dari *decision tree* serupa dengan diagram alir dimana masing nodes mewakili suatu yang diuji (misalnya, kemungkinan sisi koin yang mana yang akan muncul jika koin dilempar), masing-masing cabang mewakili sebuah class label. Jalur dari cabang ke cabang yang mewakili aturan klasifikasi [11].

Decision tree pada pengklasifikasian citra didapat dengan cara mencari nilai rata-rata yang paling kecil dari setiap kelas selanjutnya menentukan *range class* dari tiap kelas yang ada dengan cara.

$$RC_x = \frac{X_{max} - Y_{min}}{2} \quad (2.8)$$

dimana :

X =range class dari kelas yang dicari

X_{max} =nilai ciri paling besar dari kelas yang dicari

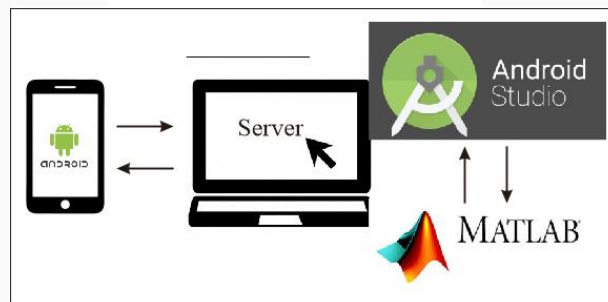
Y_{min} =nilai ciri paling kecil dari rata-rata kelas yang lebih besar

3. Perancangan dan Implementasi Sistem

3.1 Perancangan Sistem

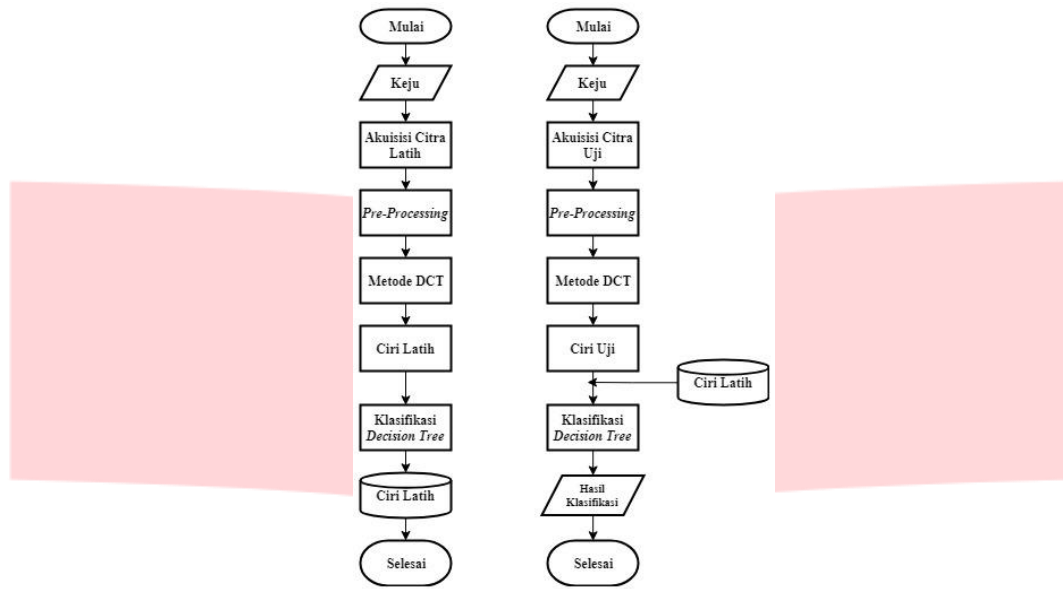
Model sistem pada penelitian ini berupa aplikasi Android. Dalam aplikasi tersebut antarmuka dapat membuat pengguna menggunakan aplikasi secara langsung, yakni pengecekan kualitas keju cheddar.

Sebelum merancang aplikasi pada Android Studio, lebih dulu mencari dan menentukan parameter terbaik yang mempengaruhi performansi aplikasi. Pemilihan parameter ini didasari dari hasil analisis sistem yang dirancang diperangkat lunak Matlab. Jika telah didapatkan parameter terbaik maka file matlab ini akan dipanggil pada aplikasi Android yang telah selesai dirancang. Ketika menjalankan aplikasi, sistem akan terhubung ke server yang ada di laptop atau komputer.



Gambar 3.1 Gambaran Umum Sistem

Pada sistem tersebut xitra keju cheddar pada Gambar 3.1 akan melalui dua proses, yaitu tahap latih dan tahap uji sehingga prosesnya seperti pada Gambar 3.2, selanjutnya dihasilkan ciri dari citra keju cheddar yang dapat diklasifikasikan sebagai keju yang sangat layak makan, layak makan atau tidak layak makan. Sehingga ciri citra tersebut akan disimpan dalam *database* yang nantinya digunakan sebagai pembanding dengan citra uji. Tahap latih adalah pencarian informasi dari citra yang menjadi acuan untuk *database* dimana, nilai dari piksel-piksel yang akan dicari. Tahap uji adalah proses yang dilakukan untuk menguji data citra keju agar dapat diklasifikasikan oleh perangkat lunak. Berikut Gambar 3.2 adalah diagram alir sistem dan analisis dari penelitian ini data dilihat dibawah ini:



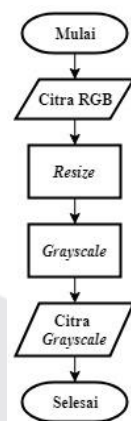
Gambar 3.2 Diagram Alir Sistem

3.2 Akuisisi Citra

Akuisisi citra adalah tahap awal dalam sistem untuk mendapatkan citra digital. Citra yang didapat akan terbagi menjadi citra latih dan citra uji yang akan diproses pada tahap *pre-processing*. Objek penelitian pada tugas akhir ini adalah keju cheddar yang sudah dipotong 1x1 cm kemudian diteliti selama 10 hari sehingga nampak perubahan pada tekstur keju cheddar. Citra keju cheddar diperoleh dari mikroskop digital dengan format JPG. Posisi pengambilan gambar dari atas objek dengan perbesaran seribu kali.

3.3 Preprocessing

Preprocessing adalah proses pengubahan bentuk data yang belum terstruktur menjadi data yang terstruktur sehingga sesuai dengan kebutuhan untuk proses selanjutnya. Tahap *pre-processing* bertujuan untuk meningkatkan kualitas dari citra masukan yang diperoleh. Gambar 3.3 memaparkan proses dari *pre-processing*.



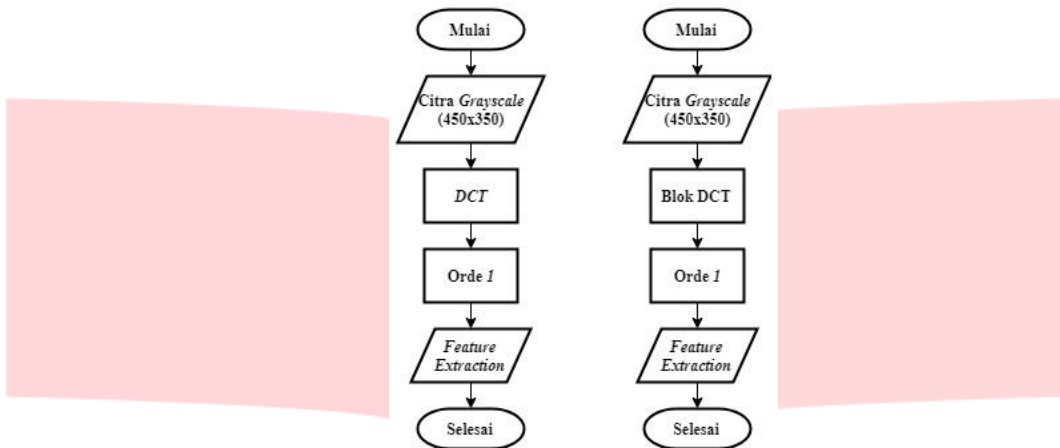
Gambar 3.3 Diagram Alir Pre-Processing

Pada tahap *pre-processing* data awal yang didapatkan diproses mengubah dengan citra RGB menjadi *grayscale* yang sebelumnya citra sudah di *resize* menjadi ukuran 450 x 350 piksel, proses ini berfungsi agar ciri dari citra bisa diekstraksi. Akurasi dan proses komputasi dapat lebih baik karena proses ini mereduksi citra tiga dimensi menjadi satu dimensi.

3.4 Proses Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri merupakan tahap yang dilakukan untuk mendapatkan informasi dari sebuah citra yang ingin dikenali atau dibedakan dengan objek lainnya. Proses ekstraksi ciri adalah tahap penting untuk

mendeteksi keju cheddar layak makan atau tidak. Gambar 3.5 memaparkan proses dari ekstraksi ciri menggunakan metode DCT.

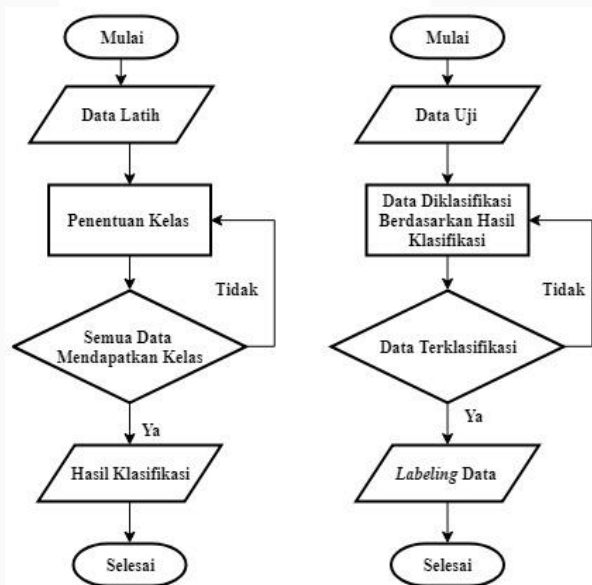


Gambar 3.4 Diagram Alir Ekstraksi Ciri DCT Tanpa Blok dan Menggunakan Blok

Pada Gambar 3.4 pada ekstraksi ciri DCT citra *grayscale* yang berukuran 450 x 350 piksel akan dilanjutkan dengan proses metode DCT. Pada DCT tanpa, blok citra keju akan diekstraksi langsung, sedangkan pada DCT dengan menggunakan blok citra *grayscale* akan disegmentasi menjadi beberapa blok DCT yaitu 50 blok, 25 blok, 10 blok dan 5 blok. Statistik orde 1 digunakan pada penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan *output* yaitu *feature extraction*.

3.5 Klasifikasi Menggunakan *decision tree*

Pada tahap ini hasil dari citra yang telah melalui proses ekstraksi ciri akan diklasifikasikan menurut kualitasnya. Melalui *database* yang telah dimasukan sebagai pembanding akan dicocokkan dengan data yang diuji. Klasifikasi ini memakai klasifikasi *decision tree*. Klasifikasi ini dilakukan dengan cara hasil dari ekstraksi ciri dibagi menjadi berbagai kondisi yang nantinya dirasa paling cocok dengan data pembanding di *database*. Pada Gambar 3.5 memaparkan proses klasifikasinya.



Gambar 3.5 Klasifikasi *Decision Tree* Proses Latih (Kiri) dan Uji (Kanan)

Dapat dilihat pada Gambar 3.7 untuk proses latih *feature extraction* diklasifikasikan menurut kelasnya dengan mencari *range class* dari tiap kelas yang mana kelas pada penelitian ini ada tiga kelas. *Output* dari proses latih adalah acuan untuk proses uji. Data uji akan diklasifikasikan berdasarkan *decision tree* yang terbentuk pada proses latih sehingga bisa mengetahui kelas untuk tiap data uji yang ada.

Pada proses latih, data latih yang berupa *feature extraction* akan ditentukan kelasnya, dimana kelas pada penelitian ini ada tiga yaitu sangat layak makan, layak makan, dan tidak layak makan. Setelah semua *feature extraction* mendapatkan kelasnya, *output* dari proses tersebut adalah *decision tree* yang akan menjadi acuan untuk proses uji. Pada proses uji, nilai *feature extraction* dari data uji akan dibandingkan dengan *decision tree* dari proses latih. *Output* dari proses uji adalah keju yang telah dilabeli klasifikasinya yaitu kelas 1 sangat layak makan, kelas 2 layak makan, dan kelas 3 tidak layak makan.

3.6 Performansi Sistem

Parameter yang diamati untuk mengetahui performansi sistem adalah akurasi dan waktu komputasi.

4. Analisis

4.1 Pengaruh Parameter Orde satu pada Ekstraksi Ciri

Berikut adalah data hasil pengujian untuk mengetahui pengaruh dari parameter orde satu terhadap akurasi dan waktu komputasi. Adapun ciri yang diekstrak pada tahapan ekstraksi merupakan ciri orde pertama. Yang menunjukkan probabilitas kemunculan nilai pada suatu citra. Dimana parameter orde satu terdiri dari *mean*, *variance*, *standar deviasi*, *skewness*, *kurtosis*, dan *entropy*. Berdasarkan pengujian, didapatkan hasil yang terpapar pada Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Terhadap Ciri Orde Satu

No.	Orde Satu	Akurasi	Waktu Komputasi
1	<i>Mean, Variance, Standard Deviasi, Skewness, Kurtosis, Entropy</i>	89,58%	0,076s
2	<i>Skewness, Kurtosis, Entropy</i>	77,08%	0,032s
3	<i>Mean, Variance, Standar Deviation</i>	81,25%	0,017s
4	<i>Variance, Skewness, Entropy</i>	89,58%	0,025s
5	<i>Mean, Standard Deviation, Kurtosis</i>	81,25%	0,024s
6	<i>Standard Deviation, Entropy</i>	89,58%	0,015s
7	<i>Mean</i>	77,08%	0,015s
8	<i>Standard Deviation</i>	81,25%	0,014s

Pada tabel 4.1 terpapar bahwa akurasi paling baik didapatkan saat menggunakan orde satu *standard deviation* dan *entropy* sekaligus yang memiliki akurasi sebesar 89,58% dengan waktu komputasi yang 0,015 detik. Parameter yang mendapatkan akurasi paling buruk adalah *Mean* dan *Skewness, Kurtosis, Entropy* yaitu sama-sama memiliki akurasi sebesar 77,08%. Sedangkan untuk waktu komputasi yang memakan waktu paling lama adalah saat menggunakan semua parameter yaitu *mean, variance, standar deviation, skewness, kurtosis, dan entropy*. Hasil ini dikarenakan semakin bagus ciri pada parameter orde satu, maka semakin besar akurasi yang didapat oleh sistem. Pada skenario ini *feature extraction* yang baik adalah ciri dari data latih yang pada *range class* untuk setiap kelasnya tidak berisiran. Berikut hasil ciri dari data latih menggunakan *standard deviation* dan *variance* sekaligus:

Tabel 4.3 Hasil Feature Extraction Standard Deviation dan Entropy

No	Kelas	Rata-rata		Standard Deviation	Entropy
		Standard Deviation	Entropy		
1	1	194,632	4,045	191,663	4,052
2				189,998	4,074
3				187,597	4,056
4				184,134	4,143
5				202,330	3,976
6				202,355	4,230
7				200,977	3,892
8				198,001	3,939
9	2	166,694	3,555	163,300	3,269
10				163,933	3,134
11				165,063	4,090
12				163,437	3,518
13				169,484	3,080
14				163,193	3,546
15				169,491	3,635
16				175,652	4,165

17	3	211,302	3,588	191,549	3,693
18				211,895	3,752
19				211,627	3,642
20				215,558	3,688
21				213,996	3,697
22				217,395	3,329
23				213,091	3,461
24					

Pada tabel 4.3, dapat dilihat nilai rata-rata dari kelas 2 yang paling kecil sehingga, kelas 2 menjadi *class* pertama yang digunakan. Nilai *standard deviation* pada kelas 2 tidak ada yang beririsan dengan nilai dikelas lainnya, sehingga nilai *standard deviation* menjadi acuan *range class* klasifikasi *decision tree* untuk kelas 2. Pada nilai *entropy* tidak ada yang beririsan untuk kelas 1 dan kelas 3 sehingga nilai *entropy* menjadi acuan *range class* untuk kelas 1 dan kelas 3.

4.2 Pengaruh Blok DCT

Pengujian selanjutnya adalah dengan blok DCT. Parameter blok yang digunakan untuk pengujian ini adalah 50, 25, 10 dan 5 dengan orde 1 *standard deviation* dan *entropy* sekaligus karena mendapatkan akurasi paling baik pada skenario sebelumnya. Tabel 4.4 adalah hasil pengujian parameter blok DCT.

Tabel 4.4 Akurasi dan Waktu Komputasi Blok DCT

No.	Blok	Akurasi	Waktu Komputasi
1	50	87,50%	0,0451s
2	25	81,25%	0,4902s
3	10	81,25%	0,5703s
4	5	79,17%	1,4518s

Berdasarkan Tabel 4.3 akurasi paling besar didapat pada blok DCT 50 yaitu sebesar 87,50% dan akurasi paling kecil pada parameter blok 5 yaitu 79,17%. Sedangkan waktu komputasi terlama didapatkan saat parameter blok 5 yaitu 1,4518 detik untuk setiap citra yang diproses. Hal ini dikarenakan citra dibuat menjadi matriks 5x5 sampai seluruh citra terpenuhi dan melalui proses pre-processing sampai klasifikasi. Sedangkan waktu komputasi tercepat disaat parameter blok DCT 50 yaitu 0,0451 detik. Hal ini juga membuktikan semakin banyak *predictor* semakin buruk juga tingkat akurasi.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada sistem pengklasifikasian citra keju pada penelitian ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem ini sudah mampu mengklasifikasikan jenis kualitas keju menggunakan metode DCT dengan klasifikasi *Decision Tree*.
2. Akurasi terbesar didapatkan 89,583 % dengan waktu komputasi 0,015s.
3. Parameter ciri orde satu terbaik pada saat *standard deviation* dan *entropy*.
4. Semakin kecil blok DCT maka semakin banyak nilai yang diproses sehingga membuat waktu komputasi sistem semakin lama.
5. Jika terlalu banyak prediktor maka akurasi cenderung semakin buruk.

Daftar Pustaka

- [1] Reni Dyah Wahyunigrum 2017. "Deteksi Kualitas Keju Berdasarkan Segmentasi Warna dan Tekstur dengan Metoda Discrete Cosine Transform (DCT) dengan Klasifikasi K-NN pada Citra Digital". Skripsi Universitas Telkom. Bandung
- [2] Winarno. Frenandez Ivone E. 2007 Susu dan Produk Fermentasinya. Mbrion Press.2007
- [3] Pembuatan Keju. Tekno Pangan & Agraindustri, Volume 1 Nomor 5. Bogor : Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi IPB
- [4] Derry Dardanella, 2007. Pengaruh Jenis Kemasan dan Kondisi Penyimpanan Terhadap Mutu Keju Cheddar Selama Penyimpanan. Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor
- [5] Chris Solomon & Toby Breckon, 2011. *Fundamentals of Digital Image rocessing*. Chichester, West Sussex, UK : Wiley-Blackwell
- [6] Agus Priyono & Marvin Ch. Wijaya, 2007. Pengolahan Citra Digital Menggunakan MatLAB Image Processing Toolbox. Bandung : Informatika
- [7] T. Sutoyo, 2009. Teori Pengolahan Citra Digital, Yogyakarta: Andi

- [8] N, Ahmed, T. Natarajan & K. R. RAO, 1974. Discrete Cosine Transform
- [9] Watson."On Image Processing and A Discrete Cosine Transform".1994
- [10] S. Rasoul Safavian and David Landgrebe, 1991. A Survey of Decision Tree Classifier Methodology
- [11] Bogumił Kamiński, 2017. A Framework for Sensitivity Analysis of Decision Trees
- [12] Safaat, H. Nazruddin.2011. Android Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone dan Tablet PC Berbasis Android. Informatika. Bandung
- [13] temukanpengertian (2013), <https://www.temukanpengertian.com/2013/08/pengertian-citra-digital.html?m=0>, diunduh pada tanggal 6 Februari 2018
- [14] https://en.wikipedia.org/wiki/RGB_color_model, diunduh pada tanggal 6 Februari 2018
- [15] Adi Pamungkas (2015), <https://pemrogramanmatlab.com/pengolahan-citra-digital/ekstraksi-ciri-citra-digital/>, diunduh pada tanggal 9 Oktober 2017
- [16] https://en.wikipedia.org/wiki/Discrete_cosine_transform, diunduh pada tanggal 15 Februari 2018