

KLASIFIKASI UNTUK DETEKSI KUALITAS KEJU CHEDDAR MENGGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DENGAN METODE *CONTENT BASED IMAGE RETRIEVAL* DAN *K-NEAREST NEIGHBOR* BERBASIS ANDROID

CLASSIFICATION FOR CHEDDAR CHEESE QUALITY DETECTION USING DIGITAL IMAGE PROCESSING WITH CONTENT BASED IMAGE RETRIEVAL METHOD AND K-NEAREST NEIGHBOR BASED ON ANDROID

Syifa Mellynda Prisca¹, Dr. Ir. Bambang Hidayat, DEA², Prof. Dr. Ir. Sjafril Darana, S.U³

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

mpsvifa@gmail.com, bhidayat@telkomuniveristy.ac.id

Abstrak

Keju merupakan makanan olahan yang terbuat dari hasil fermentasi susu. Dalam kehidupan sehari-hari, keju dimanfaatkan sebagai tambahan bahan makanan karena banyak mengandung protein hewani yang sangat bermanfaat untuk tubuh manusia. Namun, jika dikonsumsi secara berlebihan akan memberikan dampak yang tidak baik pada tubuh, mengingat mengandung lemak dan kolesterol. Dalam pengkonsumsian nya sudah tentu perlu memperhatikan kondisi keju yang layak selaku bahan pangan.

Dalam tugas akhir ini, penulis merancang sebuah perangkat lunak yang dapat mengidentifikasi kualitas sebuah keju berdasarkan dari warna, bentuk dan tekstur. Teknik identifikasi yang digunakan adalah memproses citra digital yang diambil dengan kamera. Kemudian citra query tersebut diolah menggunakan metode *Content Based Image Retrieval* dan *K-Nearest Neighbor*. Lalu dari metode tersebut diperoleh data ciri statistik, sehingga akhirnya dapat diklasifikasikan untuk menentukan kualitas keju.

Dalam penelitian tugas akhir penulis menggunakan beberapa macam sample keju, dari yang berkualitas tinggi hingga rendah. Hasil dari perancangan sistem aplikasi berbasis android diperoleh akurasi sebesar 85,42%, sehingga dengan demikian temuan penelitian diharapkan dapat menjadi suatu alat bantu guna mengetahui kualitas keju.

Kata kunci : *Content based image retrieval, K-nearest neighbor*

Abstract

Cheese is processed food that made from fermented milk. In the daily life, is used as a food ingredient because it contains many animal protein which are have much of beneficial for human body. However, if this food is consumed too much it will have negative effect on body. That is why, before it will be consumed, so we have to know about their quality product.

In this final project, the writer want to design a software that can identify cheese quality based on color, shape and texture. Identification technique used via digital image by using camera, Then image of query is processed by method. Then the characteristic data were studied, so that can be determine about classified of cheese quality.

From this final task research the author used several samples of cheese from several various qualities, the high quality into the low. The design research with android-based application system and get an accuracy of 85.42%. So people should know the condition of the cheese before consumed.

Keywords: *Content based image retrieval, K-nearest neighbor*

1. Pendahuluan

Keju merupakan salah satu makanan yang banyak digemari di dunia karena mempunyai rasa yang khas dan dapat dikonsumsi secara langsung atau pun di olah lagi untuk menjadi campuran masakan. Selain memiliki rasa khas, keju juga mempunyai kandungan yang baik untuk tubuh. Namun jika di konsumsi secara berlebihan, keju akan berdampak kurang baik untuk tubuh karena mempunyai kandungan lemak negative tinggi. Keju dibuat melalui tahapan fermentasi dari susu hewani, serta ada juga dalam proses pembuatannya ditambahkan suatu bakteri atau enzim tertentu. Maka dari itu perlu memperhatikan kualitas keju sebelum mengonsumsinya agar tidak menimbulkan gangguan kesehatan setelah mengkonsumsinya.

Jamur pada keju merupakan faktor yang memengaruhi kualitas keju. Lama ketahanan keju berbeda – beda tergantung jenis nya. Selain dari jamur, kualitas keju juga dapat dilihat dari warna dan teksturnya. Kualitas keju sangat dipengaruhi oleh cara penyimpanan, tempat penyimpanan dan rentang waktu penyimpanan.

Guna mengetahui kualitas keju biasanya cukup melihatnya dengan menggunakan mata saja. Mata mempunyai keterbatasan dalam melihat suatu objek yang terkadang tak terlihat oleh mata secara jelas, seperti jamur yang dapat

mengakibatkan perubahan warna dan tekstur keju. Hal tersebut terkadang membuat konsumen mengonsumsi keju dengan kualitas sudah tidak baik.

Oleh karena itu diperlukan suatu aplikasi yang dapat digunakan dengan mudah untuk mendeteksi kualitas keju secara akurat sebelum dikonsumsi. Pendeteksian kualitas keju dapat ditinjau dari warna dan tekstur dari keju. Penelitian tugas akhir ini penulis menggunakan ekstraksi ciri melalui metode Content Based Image Retrieval (CBIR) dan metode K-Nearest Neighbor (K-NN) untuk klasifikasi yang terbagi menjadi dua tahap, yaitu tahap pelatihan dan pengujian. Diharapkan dengan adanya aplikasi ini dapat mempermudah konsumen dalam memilih keju dalam kualitas baik untuk dikonsumsi.

2. Dasar Teori

2.1 Keju

Menurut The Food and Agriculture Organization (FAO), keju adalah produk segar ataupun hasil pemeraman yang diperoleh dengan penirisan setelah terjadi koagulasi susu segar, krim, dan skim atau campurannya (Scott 1986). Krim atau kepala susu adalah bagian susu berlemak tinggi yang timbul di bagian atas pada waktu susu didiamkan atau dipisahkan. Skim adalah bagian dari susu yang telah diambil sebagian atau seluruh krimnya, sehingga sebagian besar komponennya berupa protein [15].

Keju memiliki kandungan protein 19,4 %, lemak 21,6 %, dan karbohidrat 2,20 %. Selain itu juga memiliki kandungan air yang tinggi, yaitu 54,1 %. Hal ini menjadikan keju sebagai bahan pangan yang sangat rawan terhadap pertumbuhan mikroorganisme. Pertumbuhan mikroorganisme di dalam keju akan mengakibatkan kerusakan pada keju tersebut.

Oleh karena itu cara pengemasan dan penyimpanan juga sangat menentukan kualitas keju. Lama ketahanan setiap keju berbeda-beda, tergantung dari jenis bahan, kandungan gizi dan kandungan air di dalamnya.

Berdasarkan hasil uji total bakteri yang dilakukan, maka diperoleh hasil seperti pada tabel 2.1:

Tabel 2.1 Hasil Uji Total Bakteri Pada Keju [6]

No.	Kode Sampel	Hasil (cfu/ml)
1.	H-1	1270
2.	H-2	440.900
3.	H-10	2.791.000

Dari Tabel 2.1 dapat disimpulkan bahwa [6]:

Kondisi Sangat Baik : Hari 1- Hari 5

Kondisi Baik : Hari 6 – Hari 10

Kondisi Tidak Baik : Hari 11- Hari 15

2.2 Citra Digital [13]

Citra digital merupakan citra yang berbentuk array dua dimensi berukuran M baris dan N kolom. Bagian terkecil elemen penyusun citra digital disebut pixel. Citra digital dapat didefinisikan sebagai fungsi $f(x,y)$, dimana x dan y adalah koordinat spasial dan nilai $f(x,y)$ adalah nilai intensitas citra pada koordinat tersebut. Teknologi dasar untuk menciptakan dan menampilkan warna pada citra digital berdasarkan pada penelitian bahwa sebuah warna merupakan kombinasi dari tiga warna dasar, yaitu merah, hijau, dan biru (Red, Green, Blue – RGB).

Citra digital dapat dilihat dalam bentuk matriks pada persamaan 2.1 :

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

2.3 Ekstraksi Ciri Content Based Image Retrieval (CBIR)

Content Based Image Retrieval (CBIR) atau temu kenali citra merupakan suatu metode yang digunakan untuk melakukan pencarian citra digital pada suatu basis data citra. Beberapa konten aktual pada sebuah citra yang meliputi warna, bentuk, tekstur atau informasi lain yang didapatkan dari citra tersebut merupakan objek yang dianalisa dalam proses pencarian content based [3]. CBIR merupakan suatu aplikasi dari computer vision yang mempunyai teknik pencarian gambar yang diambil dari basis data yang menyediakan gambar sebagai gambar uji. Proses query gambar dilakukan dengan mengekstraksi fitur yang meliputi histogram, nilai warna, tekstur, dan deteksi tepi.

Ada beberapa metode yang digunakan untuk penghitungan kesamaan tekstur, antara lain: *Grey Level Co-occurrence Matrices* (GLCM), *Tamura*, dan *Gabor Filter*. Dalam penelitian digunakan metode untuk mengekstraksi fitur tekstur dengan metode *Gabor Filter*.

2.3.1 Gabor Filter

Gabor filters adalah sekelompok *wavelet*, dengan masing-masing *wavelet* menangkap energi pada frekuensi tertentu dan arah tertentu. Dalam memperluas daya sinyal menggunakan basis ini disediakan deskripsi frekuensi lokal, sehingga mampu menangkap fitur lokal / energi dari sinyal. Fitur tekstur kemudian dapat diekstrak dari kelompok distribusi energi ini. Skala (frekuensi) dan orientasi properti yang dapat diraba dari filter Gabor, sehingga membuatnya sangat berguna untuk analisis tekstur.

Untuk gambar yang diberikan $I(x, y)$, transformasi Gabor Wavelet diskrit diberikan oleh konvolusi:

$$W_{mn} = \sum_{x_1} \sum_{y_1} I(x_1, y_1) g_{mn} * (x - x_1, y - y_1) \quad (2.2)$$

di mana * menunjukkan konjugasi kompleks dan m, n menentukan skala dan orientasi wavelet masing-masing. Setelah menerapkan filter Gabor pada gambar dengan orientasi yang berbeda pada skala yang berbeda, maka diperoleh berbagai besaran:

$$E(m, n) = \sum_x \sum_y |W_{mn}(x, y)| \quad (2.3)$$

Besaran ini mewakili kandungan energi pada skala dan orientasi gambar yang berbeda. Tujuan utama pengambilan berbasis tekstur adalah untuk mencari gambar atau wilayah dengan tekstur yang sama.

Standar deviasi σ dari besarnya koefisien yang ditransformasikan adalah:

$$\sigma_{mn} = \sqrt{\frac{\sum_x \sum_y (|W_{mn}(x, y)| - \mu_{mn})^2}{P \times Q}} \quad (2.4)$$

Dimana $\mu_{mn} = \frac{E(m, n)}{P \times Q}$ adalah nilai rata-rata (*magnitude*).

Vektor fitur f (representasi tekstur) dibuat menggunakan m, n dan σ_{mn} sebagai komponen fitur. Skala M dan orientasi N digunakan dan vektor fitur diberikan oleh:

$$f = [\sigma_{00}, \sigma_{01}, \dots, \sigma_{(M-1)(N-1)}] \quad (2.5)$$

$f_{Gabor} = \frac{f - \mu}{\sigma}$ di mana μ adalah mean dan σ adalah standar deviasi f .

2.4 Klasifikasi *K-Nearest Neighbor* (*K-NN*) [16]

Dalam menentukan kategori suatu citra atau gambar dapat dilakukan dengan menggunakan teknik pengukuran jarak. Hasil dari perhitungan itulah yang nantinya dijadikan sebagai acuan untuk menentukan kategori citra pada klasifikasi *K-NN*, perhitungan jarak terdekat yang digunakan adalah *Euclidean Distance*. Perhitungan jarak terdekat diperlukan untuk menentukan jumlah kemiripan yang dihitung dari ciri yang dimiliki oleh suatu citra. Setelah itu kemunculan ciri atau fitur karakter yang sedang diujikan dibandingkan terhadap masing-masing sample data asli.

Euclidean distance adalah jarak antara dua titik atau koordinat yang diturunkan dari rumus *pythagoras*. *Euclidean distance* antara titik dan adalah panjang garis yang menghubungkan keduanya ab . ab sendiri adalah sisi miring dari garis yang dibentuk pada sumbu x dan sumbu y antara koordinat a dan b .

Berikut ini adalah rumus *Euclidean Distance* secara sistematis:

$$d_{s,t} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{s,j} - y_{t,j})^2} \quad (2.6)$$

3. Pembahasan

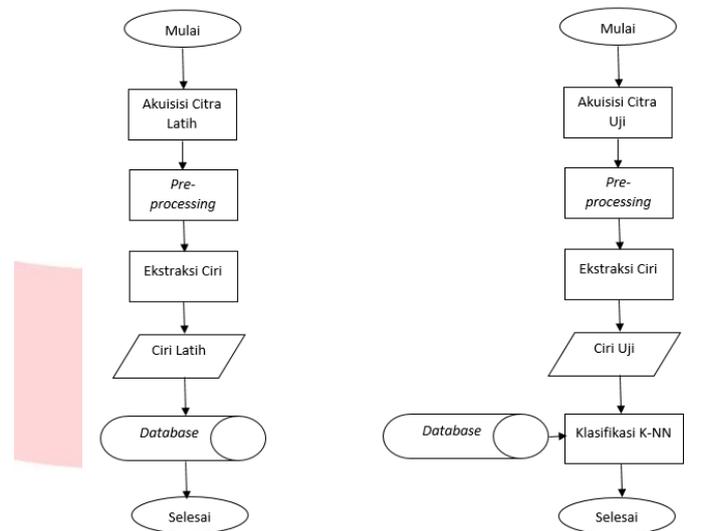
3.1. Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem ini dijelaskan tahapan proses pembuatan program beserta penjelasan untuk setiap tahapnya. Secara umum, blok diagram tahap perancangan system direpresentasikan seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Dalam proses mengidentifikasi dan mengklasifikasikan tingkat kualitas keju dilakukan dalam dua system identifikasi yang berbeda, yaitu pertama melalui tes laboratorium dan yang kedua, proses identifikasi dan klasifikasi kualitas keju menggunakan metode ekstraksi ciri *Content Based Image Retrieval* dengan klasifikasi *K-Nearest Neighbor*. Secara umum, gambaran sistem dapat dilihat pada Gambar 3.2.



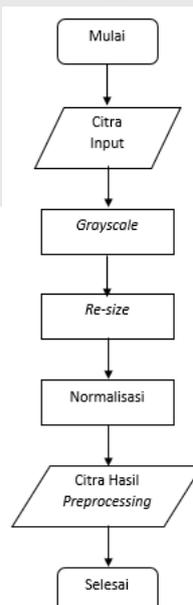
Gambar 3.2 Blok Diagram Proses Latih dan Proses Uji

3.1.1 Akuisisi Citra

Akuisisi citra merupakan langkah awal yang digunakan untuk mendapatkan citra digital, citra yang diperoleh adalah dalam format JPEG. Setelah mendapatkan citra digital, maka selanjutnya mengalami dua tahap proses, yaitu tahap latih dan tahap uji. Tahap latih merupakan proses pencarian nilai *pixel* yang menjadi nilai acuan untuk *database* program. Nilai *pixel* acuan tersebut yang nanti dicocokkan dengan citra uji untuk mengidentifikasi kelas keju. Tahap uji merupakan proses yang digunakan untuk menguji data citra sehingga dapat diklasifikasikan oleh *software*.

3.1.2 Pre-processing

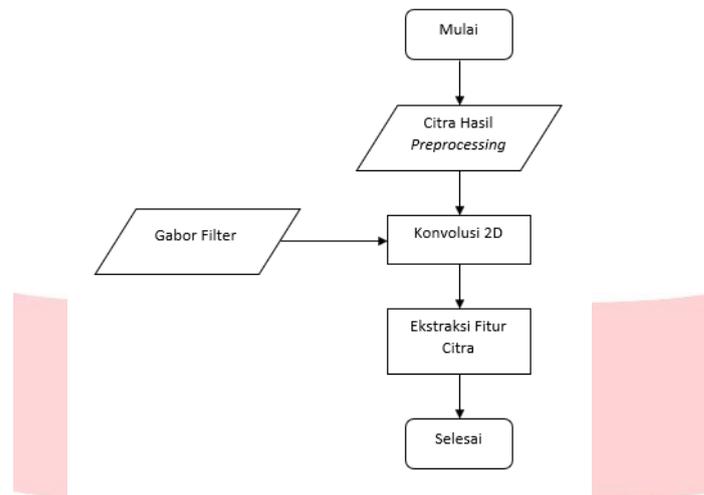
Pada tahap *pre-processing* citra digital diolah untuk meningkatkan kualitasnya, dimulai dari mengambil citra yang sudah didapat pada tahap akuisisi citra kemudian dilakukan *cropping*. Setelah itu akan didapatkan citra yang masih dalam citra RGB maka dikonversikan terlebih dahulu ke citra *grayscale*. Pada morfologi citra, setiap citra memiliki pola dengan objek kecil yang tidak diperlukan dan dapat mengganggu proses ekstraksi ciri maka pola tersebut lalu dihapus. Kemudian dilakukan segmentasi citra dengan pengelompokan secara homogen terhadap pola lainnya. Tahapan *Pre-processing* dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Blok Tahap *Pre-processing*

3.1.3 Ekstraksi Ciri

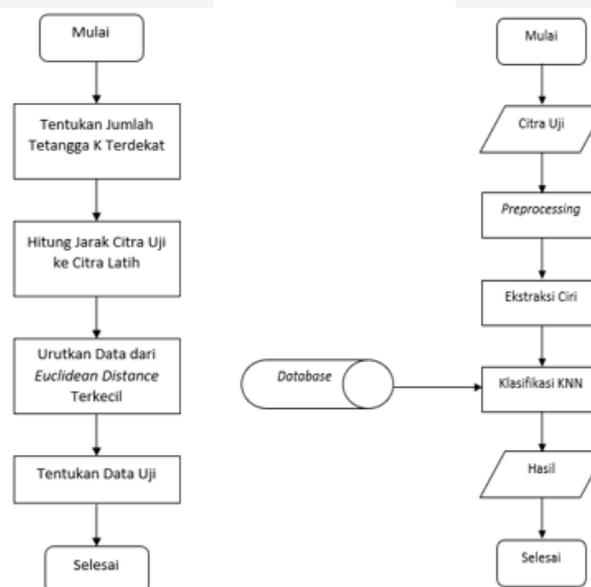
Pada tahap ini merupakan cara untuk mendapatkan nilai ciri pada citra keju yang digunakan untuk mengidentifikasi citra keju menjadi beberapa kategori, yaitu Kondisi Sangat Baik, Kondisi Baik dan Kondisi Tidak Baik. Pada proses ekstraksi ciri ini menggunakan metode *Content Based Image Retrieval* dengan ekstraksi tekstur menggunakan *Gabor Filter*. Gambar 3.4 menunjukkan tahap dari ekstraksi ciri.



Gambar 3.4 Diagram Blok Tahap Ekstraksi Ciri

3.1.4 Klasifikasi

Pada proses ini akan dilakukan deteksi tingkat warna keju sangat layak makan, layak makan dan tidak layak makan dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* atau K-NN yang merupakan metode pengukuran kemiripan sederhana. Ekstraksi ciri milik data uji dicocokkan dengan kriteria pada tiap kelas yang tersimpan dalam database menggunakan metode ketetanggaan terdekat. Analisis yang dilakukan pada K-NN adalah pengaruh penggunaan pengukuran ketetanggaan dan dikelompokkan berdasarkan nilai k. Nilai k yang digunakan pada klasifikasi K-NN sistem ini adalah k=1. Dipilihnya nilai k yang ganjil agar mengurangi kesalahan algoritma jika peluang kemiripannya sama. Jenis jarak yang digunakan dalam sistem ini yaitu *Euclidean Distance*.



Gambar 3.5 Diagram Blok Tahap Klasifikasi

3.2 Performansi Sistem

Untuk mengevaluasi performansi sistem, maka dilakukan pengujian terhadap data latih dan data uji menggunakan aplikasi *SayCheese*, sehingga telah diketahui kelebihan dan kekurangan dari sistem. Performansi sistem diukur berdasarkan parameter akurasi dan waktu komputasi sistem.

4. Analisis

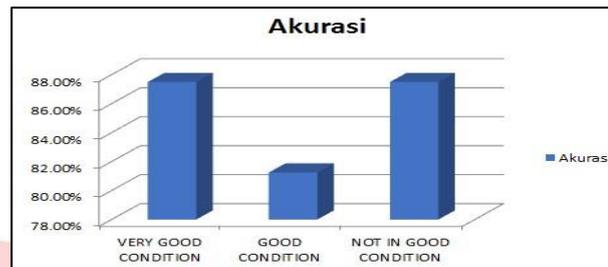
4.1 Pengujian Sistem Dengan Inputan Dari Galeri

Pengujian system dengan inputan dari galeri adalah dengan cara mengambil citra uji yang telah disimpan dalam memori *smartphone*.

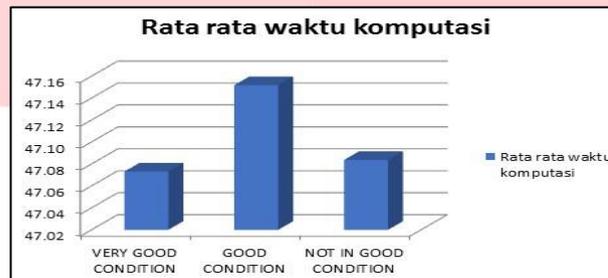
Berikut adalah hasil pengujian dari masing-masing kelas keju :

Tabel 4.1 Hasil Pengujian dengan Inputan dari Galeri

Kategori	Jumlah Citra Benar	Akurasi	Rata rata waktu komputasi
VERY GOOD CONDITION	14	87.50%	47.07
GOOD CONDITION	13	81.25%	47.15
NOT IN GOOD CONDITION	14	87.50%	47.08
Sistem		85.42%	47.10



Gambar 4.1 Grafik Akurasi Sistem



Gambar 4.2 Grafik Rata-rata Waktu Komputasi (s)

Tabel 4.1 adalah hasil dari pengujian system dengan inputan dari galeri. Dari tiga kelas kualitas keju yaitu Kondisi Sangat Baik (*Very Good Condition*), Kondisi Baik (*Good Condition*) dan Kondisi Tidak Baik (*Not in Good Condition*). Hasil akurasi keseluruhan sistem diperoleh sebesar 85,42% dengan waktu komputasi rata-rata selama 42,10 s. Hasil akurasi tertinggi diperoleh pada kelas Kondisi Sangat Baik (*Very Good Condition*) dan Kondisi Tidak Baik (*Not in Good Condition*). Hal tersebut dikarenakan pada kelas tersebut penampakan tekstur lebih jelas perbedaannya, sehingga lebih mudah di klasifikasikan. Pada kelas Kondisi Baik (*Good Condition*) hanya mendapatkan akurasi 81,25%. Hal tersebut terjadi karena tekstur dari kelas ini hampir mirip dengan tekstur dari kelas Kondisi Sangat Baik (*Very Good Condition*) yang mengakibatkan nilai hasil ekstraksi ciri keduanya berdekatan, sehingga terkadang menyebabkan proses klasifikasinya terjadi kesalahan.

4.2 Pengujian Inputan Dari Galeri Dengan Citra Uji Bukan Citra Keju

Pengujian sistem dengan inputan dari galeri adalah dengan cara mengambil citra uji yang telah disimpan dalam memori *smartphone*.

Berikut adalah hasil pengujian dari 16 citra bukan keju :

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Citra Bukan Keju dari Galeri

Citra	Hasil	Waktu Komputasi (s)
images1	that's not a cheese	47.12
images2	that's not a cheese	47.02
images3	that's not a cheese	47.37
images4	that's not a cheese	47.2
images5	very good condition	47.25
images6	good condition	47.38
images7	that's not a cheese	47.19
images8	that's not a cheese	47.23
images9	that's not a cheese	47.05
images10	that's not a cheese	47.09
images11	that's not a cheese	46.9
images12	that's not a cheese	46.7
images13	that's not a cheese	46.99
images14	that's not a cheese	47.16
images15	that's not a cheese	46.82
images16	that's not a cheese	46.85
Akurasi		88%
Rata-rata waktu komputasi		47.08

Tabel 4.2 adalah hasil dari pengujian citra bukan keju yang di input dari galeri. Dari 16 citra bukan keju yang telah di uji mendapatkan akurasi sebesar 88% dengan rata-rata waktu komputasi selama 47,08 s. Kesalahan terjadi pada saat citra yang di input memiliki intensitas warna putih yang cukup banyak, sehingga hasil nilai ekstraksi cirinya dapat mendekati ke klasifikasi citra keju.

4.3 Pengujian Sistem Dengan Inputan Dari Kamera Langsung

Pengujian pada tahap ini adalah dengan menggunakan fitur pengambilan gambar langsung dari kamera yang ada pada aplikasi. Tahapan pengujiannya dilakukan dengan beberapa parameter uji berupa variasi kondisi cahaya pengambilan gambar.

Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.3 berikut :

Tabel 4.3 Tabel Uji Kamera Langsung

Parameter Uji	Kualitas Keju	Citra	Hasil	Waktu Komputasi (s)
LUAR RUANGAN (Mendung)	Very Good Condition	Test 1	that's not a cheese	47.62
		Test 2	that's not a cheese	47.25
		Test 3	that's not a cheese	47.68
DALAM RUANGAN (Tambahkan Lampu)	Very Good Condition	Test 1	Good Condition	47.01
		Test 2	Good Condition	30.78
		Test 3	Good Condition	43.56
DALAM RUANGAN	Very Good Condition	Test 1	Good Condition	44.61
		Test 2	Good Condition	47.66
		Test 3	Good Condition	64.77
BUKAN CITRA KEJU	Very Good Condition	Test 1	Good Condition	48.12
		Test 2	that's not a cheese	47.82
		Test 3	that's not a cheese	48.42
Rata Rata waktu Komputasi				47.11

Dari Tabel 4.3 dapat terlihat bahwa performansi system menunjukkan hasil yang tidak bagus, karena tidak menunjukkan hasil yang benar. Walaupun ada hasil yang mendekati benar yaitu. Hal tersebut dapat terjadi, karena faktor dari kualitas kamera *smartphone* yang digunakan. Sangat jauh berbeda tingkat detail tekstur yang dapat diberikan dibandingkan dengan gambar dari galeri yang mana hasil dari pengambilan dari mikroskop digital, sehingga tingkat kemiripan terhadap database ekstraksi ciri tidak semirip hasil pemrosesan dari citra uji galeri.

4.4 Pengujian Waktu Komputasi Sistem

Sistem melakukan pemrosesan data dimulai ketika tombol "process" di klik. Pada waktu tersebut juga waktu komputasi sistem mulai dihitung. Dan berakhir ketika hasil deteksi muncul. Untuk hasil waktu komputasi ditunjukkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Waktu Komputasi Sistem

Dari masing-masing pengujian yang dilakukan, waktu komputasi yang diperlukan ketika melakukan pemrosesan data dari kamera langsung memerlukan waktu sedikit lebih lama, karena ukuran gambar yang dihasilkan ketika pengambilan gambar menggunakan kamera langsung lebih besar daripada citra input dari galeri sehingga ketika sistem melakukan *resize* memerlukan waktu lebih lama. Waktu komputasi rata rata sistem adalah 47.10 s.

5. Kesimpulan

Dari penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah berhasil dibuat aplikasi pendeteksi kualitas keju melalui metode *Content Based Image Retrieval (CBIR)* dan *K-Nearest Neighbour* dengan nama SayCheese.
2. Aplikasi SayCheese memiliki tingkat akurasi sebesar 85.42% pada pengambilan gambar uji dari galeri.
3. Aplikasi Saycheese belum dapat memberikan hasil secara baik pada pengujian menggunakan kamera langsung.
4. Waktu komputasi rata rata sistem adalah 47.10 s.

Daftar Pustaka :

- [1] Agus Prijono & Marvin Ch. Wijaya, 2007. *Pengolahan Citra Digital Menggunakan MatLAB Image Processing Toolbox*. Bandung : Informatika.
- [2] Daulay, D. 1991. *Fermentasi Keju*. Pusat Antar Universitas IPB, Bogor. [4]
- [3] Eakins, John; Graham, Margaret. "Content-based Image Retrieval". University of Northumbria at Newcastle.
- [4] Institut Pertanian Bogor. 2010. *Tekno Pangan & Agroindustri*, Volume 1 Nomor 5. Jurusan teknologi Pangan dan Gizi. Bogor.
- [5] Kosikowski, H. 1982. *Cheese and Fermented Milk Foods*. H. V. Kosikowski and Associated, Broolendale, New York.
- [6] Laboratorium Riset Dan Pengujian. 2017. Bandung : Universitas Padjadjaran.
- [7] M. Haralick, Robert. 1973. *Textural Features for Image Classification*. IEEE.USA.
- [8] Murti, T. W. 2004. *Aneka Keju*. Fakultas Peternakan UGM. Yogyakarta
- [9] National Dairy Council. 1967. *Newen Knowledge of Cheese*. NDC., Chicago.
- [10] N. Safaat, *Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone dan Tablet PC Berbasis Android*, Informatika, Bandung, 2011.
- [11] Nelson, J. A. dan G. Malcom Trout. 1951. *Judging Dairy Products*. 3rd. ed. The Olsen Publishing Co., Milwaukee, Winconsin.
- [12] P. I. Hastuti, M. Hariadi dan I K. Eddy, "Content Based Image Retrieval Berdasarkan Fitur Bentuk Menggunakan Metode Gradient Vector Flow Snake," in *Seminar Nasional Informatika* , Yogyakarta, 2009.
- [13] Putra, D. (2010). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- [14] Sa'id, R. 1987. *Bioindustry, Penerapan Teknologi Fermentasi*. PT Mediyatama Sarama Perkasa, Jakarta.
- [15] Scott, R. 1986. *Cheesemaking Practice*. Applied Science Ltd., London.
- [16] Solomon, Chris. 2011. *Fundamentals of Digital Image Processing-A Practical Approach with Examples in Matlab*. USA: A John Wiley & Sons, INC
- [17] Wijo, Wisnu Narko. 2015. *Analisis CBIR (Content Based Image Retrieval) Untuk Menentukan Tingkat Kematangan Biji Kopi Jenis Robusta*. Universitas Dian Nuswantoro.
- [18] Wikipedia, *Pembuatan keju*, http://id.wikipedia.org/wiki/Keju#Pembuatan_keju, diunduh pada 01 November 2017
- [19] "Android versions comparison" <http://socialcompare.com/en/comparison/android-versions-comparison> , diakses pada 02 Mei 2018
- [20] "Pengenalan Android Studio" <http://www.jadibaru.com/android/pengenalan-android-studio-2> , diakses pada 02 Mei 2018