

DETEKSI KUALITAS KEJU DENGAN METODE GABOR WAVELET DAN KLASIFIKASI *LEARNING VECTOR QUANTIZATION* (LVQ) BERBASIS ANDROID

QUALITY DETECTION OF CHEESE USING GABOR WAVELET METHOD AND LEARNING VECTOR QUANTIZATION (LVQ) BASED ON ANDROID

‘Afina Fatharani, Bambang Hidayat², Sjafril Darana³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro,
Universitas Telkom

¹afatharanii@gmail.com, ²bbhavenir@gmail.com

Abstrak

Keju adalah makanan yang terbuat dari susu dengan memanfaatkan proses fermentasi atau olahan susu yang mempunyai rasa gurih dan umumnya berwarna kuning. Dalam menggunakan keju sebagai bahan konsumsi, perlu memperhatikan kualitas yang digunakan. Keju yang digunakan adalah masih layak untuk dikonsumsi atau tidak. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketidaklayakan keju untuk dikonsumsi biasanya karena sudah melewati batas tanggal kadaluarsa. Selain itu, suhu yang tidak sesuai juga dapat memengaruhi kelayakan kualitas keju. Cara yang biasanya dilakukan untuk mengetahui kualitas keju masih layak atau tidak untuk dikonsumsi adalah dengan melihat secara visual perubahan warna dan teksturnya. Namun terkadang dalam memastikannya dengan cara mencoba mencicipi keju akibat keterbatasan visual manusia.

Dalam tugas akhir penulis membuat penelitian mengenai deteksi kualitas keju dengan teknik pengolahan citra untuk mempermudah pengidentifikasian kualitas keju melalui pengamatan pola tekstur. Penulis menggunakan metode ekstraksi ciri *Gabor Wavelet* dengan parameter frekuensi spasial, orientasi filter, standar deviasi, dan rasio filter. Klasifikasi *Learning Vector Quantization* (LVQ) dengan parameter *Epoch*, *Learning rate* dan *minimum error*.

Penelitian tugas akhir menggunakan *software* Android Studio untuk implementasi aplikasi deteksi kualitas keju. Implementasi berdasarkan serangkaian proses pengujian dan pengamatan terhadap beberapa 48 *sample* citra uji dan 8 *sample* citra latih yang diambil menggunakan *microscop digital*. Dari penelitian diperoleh waktu komputasi sistem 20.69 s dan akurasi sistem 85.42%. Diharapkan hasil dari penelitian dapat mempermudah mengetahui identifikasi keju berkualitas baik atau tidak.

Kata kunci : *Cheese, Gabor Wavelet, Learning Vector Quantization.*

Abstract

Cheese is food made from milk by utilizing the fermentation process or processed milk which has a savory taste and is generally yellow. In using cheese as a consumption material, it is necessary to pay attention to the quality used. Cheese used is still suitable for consumption or not. Factors that influence the unworthiness of cheese to be consumed usually because it has passed the expiration date. In addition, inappropriate temperatures can also affect the feasibility of cheese quality. The way that is usually done to find out the quality of cheese is still feasible or not to be consumed is to see visually changes in color and texture. But sometimes in ensuring it by trying to taste cheese due to human visual limitations.

In the final task the author makes a study on the detection of cheese quality with image processing techniques to facilitate identification of cheese quality through observation of texture patterns. The author uses the Gabor Wavelet feature extraction method with spatial frequency parameters, filter orientation, standard deviation, and filter ratio. Classification of Learning Vector Quantization (LVQ) with Epoch parameters, Learning rate and minimum error.

Final task research using Android Studio software for the implementation of cheese quality detection application. Implementation is based on a series of testing processes and observations of some 48 test image samples and 8 training image samples taken using digital microscopes. From the research, the system computation time was 20.69 s and the system accuracy was 85.42%. It is expected that the results of the study can facilitate the identification of good quality cheese or not

Keywords: *Cheese, Gabor Wavelet, Learning Vector Quantization.*

1. Pendahuluan

Keju merupakan bahan makanan yang terbuat dari fermentasi susu. Saat ini sudah banyak makanan yang menggunakan keju sebagai bahan dasar maupun pelengkap. Sehingga keju banyak ditemukan di sekitar kita dan mudah untuk didapatkan. Selain dapat menambah cita rasa pada makanan, keju juga mengandung beberapa zat gizi yang baik untuk tubuh diantaranya protein, kalsium dan zat besi.

Keju dibuat melalui proses koagulasi, pemotongan, pemanasan *curd*, pembuangan *whey* dan pengepresan. Meskipun demikian, kita harus teliti dalam memilih keju yang akan digunakan pada makanan. Sebab keju sangat rentan terhadap jamur yang mengakibatkan keju tersebut tidak layak untuk dikonsumsi. Hal tersebut dapat dikarenakan penyimpanan keju yang terlalu lama dan melebihi tanggal kadaluarsa atau karena suhu yang tidak sesuai, sehingga mengakibatkan penurunan kualitas keju. Cara mengidentifikasi apakah keju masih layak untuk dikonsumsi atau tidak, dapat dilakukan dengan berbagai cara. Salah satu contoh yaitu melalui penglihatan visual.

Dengan berkembangnya ilmu teknologi, kualitas keju dapat ditentukan dengan menggunakan *image processing*, yang bertujuan untuk memudahkan identifikasi kualitas keju, khususnya dalam hal kelayakan untuk dikonsumsi. Maka pada penelitian tugas akhir ini, penulis merancang sebuah aplikasi dengan menggunakan *Gabor Wavelet* sebagai metode dan *Learning Vector Quantization (LVQ)* sebagai klasifikasi, yang bertujuan untuk melihat bagaimana perangkat lunak berjalan dari awal sampai akhir dengan beberapa parameter pengujian untuk mendeteksi kualitas keju.

2. Dasar Teori

2.1 Keju

Keju merupakan salah satu hasil olahan susu yang dibuat dengan cara memisahkan *curd* dengan *whey*. Penyusun utama keju adalah kasein, selebihnya terdiri dari protein *whey*, lemak, laktosa, vitamin, serta mineral [1].

Pembuatan keju pada dasarnya merupakan dehidrasi susu. Sehingga kasein, lemak dan mineralnya terkonsentrasi 6-12 kali lipat, tergantung jenis keju yang akan dibuat. Secara umum, langkah pembuatan keju adalah asidifikasi (pengasaman), koagulasi, dehidrasi dan penggaraman.

Dalam pembuatan keju, diperlukan juga penggunaan bakteri. Bakteri yang digunakan yaitu asam laktat. Pada langkah awal, bakteri asam laktat berperan untuk pemberi rasa asam yang segar pada keju mentah. Koagulasi kasein dapat berlangsung dengan penambahan enzim rennet. Enzim rennet merupakan enzim protease yang diperoleh dari lambung anak sapi yang berumur 3-4 minggu. Mikroba berperan sangat penting dalam memberikan aroma/bau yang khas [2].

Berdasarkan keras tidaknya, keju dibagi menjadi 3 jenis yaitu keju lunak, keju semi lunak dan keju keras. Ketiga jenis keju tersebut juga berkaitan dengan proses pembuatannya, semakin keras jenis keju, semakin lama dan semakin kompleks proses pembuatannya. Contoh keju lunak diantaranya adalah keju krim (*cream cheese*), *quark*, *cottage*, *camembert* dan *roquefort*. Contoh keju semi lunak adalah muenster dan stilton. Sedangkan untuk contoh keju keras adalah cheddar, parmesan dan mozzarella [2]. Keju *Cheddar* merupakan jenis *hard cheese* yang berasal dari inggris. *Cheddar* dibuat dari susu sapi. Bila *cheddar* masih muda, warnanya kuning terang dan teksturnya lunak. Ketika makin tua warnanya makin gelap dan tekstur makin keras.

Perhitungan jumlah mikroba secara langsung yaitu jumlah mikroba dihitung secara keseluruhan, baik yang mati atau yang hidup sedangkan perhitungan jumlah mikroba secara tidak langsung yaitu jumlah mikroba dihitung secara keseluruhan baik yang mati atau yang hidup atau hanya untuk menentukan jumlah mikroba yang hidup saja, ini tergantung cara-cara yang digunakan. Untuk menentukan jumlah mikroba yang hidup dapat dilakukan setelah larutan bahan atau biakan mikroba diencerkan dengan faktor pengenceran tertentu dan ditumbuhkan dalam media dengan cara-cara tertentu tergantung dari macam dan sifat-sifat mikroba.

No	Kode Sampel	Hasil (cfu/ml)
1.	H-1	1270
2.	H-5	440.900
3.	H-10	2.791.000

Dari Tabel 2.1 dapat disimpulkan bahwa:

Keju sangat layak makan : Hari 1 – Hari 5

Keju layak makan : Hari 6 – Hari 10

Keju tidak layak makan : Hari 11 – hari 15

2.2 Citra digital

Merupakan sebuah array yang berisi nilai-nilai real maupun kompleks yang dipresentasikan dengan deretan bit tertentu.

Citra didefinisikan sebagai fungsi $f(x,y)$ berukuran M baris dan N kolom, dengan x dan y merupakan koordinat spasial, dan amplitudo f di titik koordinat (x,y) dinamakan tingkat keabuan dari citra pada titik tersebut. Apabila x , y dan amplitudo f mempunyai nilai berhingga (*finite*) dan diskrit, maka dapat dikatakan bahwa citra tersebut adalah citra digital [3].

Citra digital secara matematis dapat ditulis dalam bentuk matriks sebagai berikut :

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

Jenis-jenis citra diantaranya :

1. Citra *Grayscale*

Citra *grayscale* memiliki satu nilai kanal pada setiap pikselnya. Nilai tersebut digunakan untuk menunjukkan tingkat intensitas. Warna yang memiliki *grayscale* adalah warna keabuan dengan berbagai tingkatan dari hitam hingga putih.

2. Citra Warna (RGB)

Suatu citra RGB (*Red, Green, Blue*) merupakan citra yang terdiri dari tiga bidang citra yang saling lepas, masing-masing terdiri dari warna utama yaitu merah, hijau dan biru di setiap *pixel* [5].

3. Citra Biner

Citra biner merupakan citra digital yang memiliki 2 kemungkinan nilai *pixel* yaitu hitam (0) dan putih (1). Citra biner atau sering juga disebut citra monokrom dan sering muncul sebagai hasil dari proses pengambangan (*thresholding*).

2.3 Gabor Wavelet [4]

Gabor Wavelet merupakan tapis spasial pelewat bidang yang optimum dalam meminimalisir ciri yang tidak penting dalam kawasan spasial dan frekuensi. Fungsi dasar 2-D Gabor didefinisikan sebagai berikut :

$$|g(x,y) = \frac{1}{2\pi} \exp \left[-\alpha^2 j \frac{x^2+y^2}{2} \right] \exp [j\pi\alpha] | \quad (2.2)$$

Dimana σ merupakan varians dari distribusi *Gaussian riajiner* baik pada arah x dan arah y , ω_0 merupakan frekuensi sinusoidal dan θ merupakan arah sinusoidal. Sebenarnya fungsi dasar Gabor adalah 2-D *Gaussian envelope* yang dimodulasikan dengan frekuensi ω_0 dan orientasi Θ . Fungsi *Gabor Wavelet* yang digunakan didefinisikan sebagai berikut :

$$h(x,y) = \exp \left[-\alpha^2 j \frac{x^2+y^2}{2} \right] \exp [j\pi\alpha(x\cos\theta + y\sin\theta)] \quad (2.3)$$

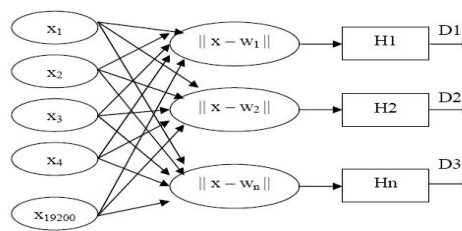
dengan $\alpha = \frac{1}{\sqrt{2}}$, $j=0,1,2,\dots$ dan $\theta \in [0, 2\pi]$

Pemilihan frekuensi j dan orientasi Θ yang berbeda-beda akan membentuk sebuah tapis. Jika frekuensi sinusoidal berubah, ukuran jendela akan berubah. Sebagai perbandingan, untuk alih ragam Gabor, ukuran jendela Gaussian akan tetap. Fungsi 2-D Gabor Wavelet merupakan tapis ruang pelewat bidang yang optimum dalam meminimalisasi ciri yang tidak penting dalam domain ruang dan frekuensi.

2.4 Learning Vector Quantization (LVQ)

Jaringan LVQ merupakan metode klasifikasi bentuk khusus dari *Competitive Learning Algorithm*, namun LVQ mempunyai target. Lapisan kompetitif belajar mengenali dan mengklasifikasikan vektor-vektor masukan. Jika ada dua vektor

yang hampir sama, maka lapisan kompetitif akan menempatkan keduanya pada kelas yang sama. Dengan kata lain, LVQ belajar mengklasifikasikan vektor masukan ke kelas target yang ditentukan oleh pengguna [4].

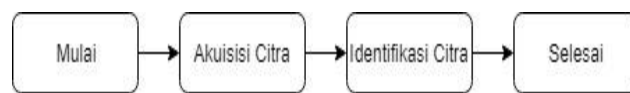


Gambar 2 1 Arsitektur LVQ

3. Pembahasan

3.1 Gambaran Umum Sistem

Tahapan proses perancangan sistem dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3 1 Blok Diagram Sistem

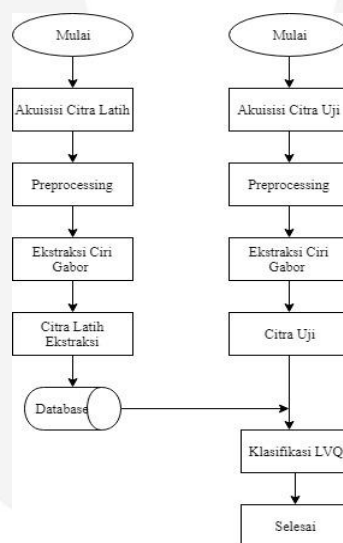
3.2 Akuisisi Citra

Akuisisi citra merupakan tahap awal untuk mendapatkan citra digital. Tujuan akuisisi citra adalah untuk menentukan data yang diperlukan. Tahap ini dimulai dengan pengambilan gambar objek, persiapan alat-alat, serta pencitraan. Pencitraan adalah kegiatan transformasi dari citra tampak seperti foto, menjadi citra digital.

Pada tugas akhir ini, penulis menggunakan objek gambar keju yang sudah diteliti dan didiamkan selama 15 hari, yang kemudian mengalami perubahan tekstur. Pengambilan objek dilakukan dengan menggunakan mikroskop digital. Hasil foto berupa citra digital yang akan disimpan dengan format *.jpg.

3.3. Identifikasi Citra

Setelah memperoleh citra digital, selanjutnya adalah proses identifikasi citra. Proses identifikasi citra dibagi menjadi dua tahap proses, yaitu proses latih dan proses uji. Proses latih merupakan proses pencarian nilai *pixel* yang akan menjadi nilai acuan untuk database program. Nilai *pixel* acuan tersebut yang nanti akan dicocokkan dengan citra uji untuk mendapatkan identifikasi citra deteksi keju. Proses uji adalah proses yang digunakan untuk menguji data citra sehingga dapat diklasifikasikan oleh perangkat lunak.

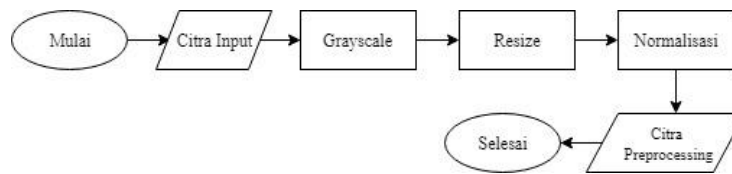


Gambar 3 2 Diagram Alir Identifikasi Citra

3.4. Preprocessing

Pre-processing adalah tahap awal dimana dilakukan proses pada citra digital sebelum dilakukan pemrosesan citra selanjutnya. Tujuan dari *preprocessing* adalah untuk meningkatkan kualitas dari citra masukan.

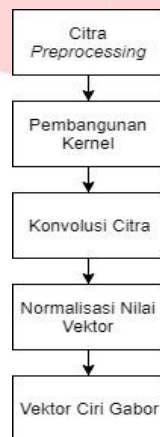
Pada tahap ini, terjadi perubahan dari citra RGB menjadi citra *greyscale*. Proses ini berfungsi sebagai reduksi dari citra tiga dimensi menjadi satu dimensi dengan nilai intensitas yang sama, sehingga dapat mempercepat proses komputasi.



Gambar 3 3Diagram Preprocessing

3.5 Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri adalah suatu proses untuk mendapatkan ciri dari sebuah citra. Proses ekstraksi ciri ini menggunakan metode filter 2-D *Gabor Wavelet*. Fungsinya adalah melewati suatu objek tertentu dengan meminimalisasi ciri yang tidak penting dalam domain ruang dan frekuensi. Orientasi yang berbeda-beda dapat menghasilkan sebuah filter yang akan digunakan dalam ekstraksi ciri.



Gambar 3 5 Diagram Alir Ekstraksi Ciri

3.6 Klasifikasi *Learning Vector Quantization* (LVQ)

Setelah diperoleh ekstraksi ciri, tahap selanjutnya adalah melakukan klasifikasi. Klasifikasi dilakukan menggunakan metode LVQ. Tujuan klasifikasi adalah untuk memperoleh Citra diklasifikasi menggunakan LVQ untuk mengetahui kecocokan vektor ciri dari data uji terhadap data latih, sehingga didapatkan hasil klasifikasi.

3.7 Performansi Sistem

3.7.1 Akurasi Sistem

Akurasi merupakan ukuran ketepatan sistem dalam mengenali *input* yang diberikan sehingga menghasilkan *output* yang benar. Secara sistematis dapat dituliskan seperti persamaan berikut :

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah Data Benar}}{\text{Jumlah Seluruh Data}} \times 100\% \quad (3.1)$$

3.7.2 Waktu Komputasi

Waktu komputasi adalah waktu yang dibutuhkan sistem melakukan suatu proses. Pada sistem ini, waktu komputasi diperoleh dengan cara perhitungan waktu selesai dikurangi waktu mulai. Secara sistematis dapat dituliskan seperti persamaan berikut :

$$\text{Waktu Komputasi} = \text{Waktu Selesai} - \text{Waktu Mulai} \quad (3.2)$$

4. Analisis

4.1 Pengujian Sistem Dengan Input Citra Keju Dari Galeri

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil citra uji keju yang sudah disimpan dalam galeri *smartphone*. Pengambilan citra dilakukan dengan cara menekan tombol menu "*start*" yang terdapat pada aplikasi, kemudian pilih tombol "*galeri*". Setelah itu pilih citra keju yang ingin diujikan. Pilih tombol "*proses*", maka akan muncul *toast* berupa tulisan *success* jika pemrosesan berhasil. Tunggu beberapa saat sampai muncul hasil dari pengujian. Jika pengujian berhasil, maka akan muncul tulisan keterangan hasil deteksi citra keju tersebut.

Hasil dari pengujian melalui galeri adalah sebagai berikut :

1. Jumlah Citra Benar

Tabel 4.1 Jumlah Citra Benar Berdasarkan Pengujian Galeri

Kategori	Jumlah Citra Benar
Sangat Layak Makan	14
Layak Makan	13
Tidak Layak Makan	14

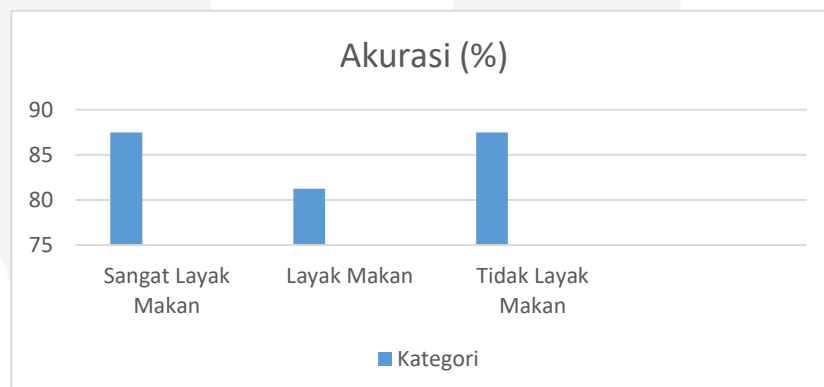
Dari tabel 4.1 dapat dilihat bahwa dari pengujian aplikasi didapatkan hasil kelas Sangat Layak Makan dan Tidak Layak Makan mempunyai jumlah citra benar yang sama yaitu 14 citra. Sedangkan kelas Layak Makan mempunyai jumlah citra benar paling sedikit dibandingkan kelas lainnya yaitu 13 kelas.

Hal ini disebabkan karena citra keju dari kelas Layak Makan mempunyai tekstur yang hampir mirip dengan citra Sangat Layak Makan, sehingga terdapat beberapa citra yang hasilnya masuk pada kelas Sangat Layak Makan.

2. Akurasi Masing-Masing Kelas

Tabel 4.2 Akurasi Berdasarkan Citra Masukan Dari Galeri

Kategori	Akurasi (%)
Sangat Layak Makan	87.50
Layak Makan	81.25
Tidak Layak Makan	87.50
Total Akurasi Rata-Rata	85.42



Gambar 4.1 Grafik Akurasi

Dari tabel 4.2 dapat dilihat bahwa akurasi tertinggi terdapat pada kelas Sangat Layak Makan dan Tidak Layak Makan yaitu 87.50%. Sedangkan akurasi dari kelas Layak Makan yaitu 81.25% dan merupakan kelas yang mempunyai akurasi paling rendah.

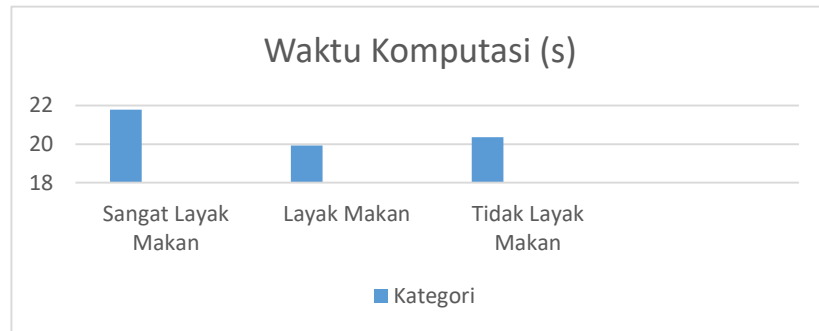
Hal itu dikarenakan kelas Layak Makan hanya mempunyai 13 citra benar, sedangkan kelas Sangat Layak Makan dan Tidak Layak Makan mempunyai 14 citra benar dalam pengujian aplikasi.

3. Waktu Komputasi Masing-Masing Kelas

Tabel 4.3 Rata-Rata Waktu Komputasi Citra Masukan Dari Galeri

Kategori	Rata-Rata Waktu Komputasi (s)
Sangat Layak Makan	21.78

Layak Makan	19.93
Tidak Layak Makan	20.35
Total Rata-Rata Waktu Komputasi	20.69



Gambar 4 2 Grafik Waktu Komputasi

Waktu komputasi dihitung mulai saat menekan tombol “proses” sampai muncul keterangan hasil. Pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa waktu komputasi paling cepat adalah kelas Layak Makan, yaitu 19.93 s. Sedangkan kelas Sangat Layak Makan mempunyai waktu komputasi rata-rata 21.78 s dan kelas Tidak Layak Makan yaitu 20.35 s. Total rata-rata waktu komputasi sistem adalah 20.69s.

4.2 Pengujian Sistem Dengan Input Citra Keju Melalui Kamera

Tabel 4.4 Akurasi dan Waktu Komputasi Citra Masukan Dari Kamera

Parameter Uji	Kategori Keju	Pengujian ke-	Hasil	Waktu Komputasi (s)	Akurasi (%)
Luar Ruangan	Sangat Layak Makan	1	Tidak Layak Makan	19.20	33.3
		2	Tidak Layak Makan	18.81	
		3	Sangat Layak Makan	18.95	
Dalam Ruangan	Sangat Layak Makan	1	Tidak Layak Makan	19.08	0
		2	Tidak Layak Makan	19.07	
		3	Tidak Layak Makan	18.94	
Dalam Ruangan Dengan Bantuan Lampu <i>Flash</i>	Sangat Layak Makan	1	Sangat Layak Makan	18.87	100
		2	Sangat Layak Makan	18.95	
		3	Sangat Layak Makan	19.00	
Total Rata-Rata				18.98	44.4

Dari Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa performansi dari pengujian melalui kamera mempunyai hasil yang kurang baik dibandingkan pengujian melalui galeri. Hal itu disebabkan karena kualitas kamera yang digunakan kurang baik, sehingga mempengaruhi hasil dari pengujian. Pengujian dengan citra masukan dari galeri yang diambil dengan menggunakan mikroskop digital mempunyai performansi lebih bagus karena detail tekstur lebih terlihat jelas dan mempunyai kemiripan dengan citra pada *database*.

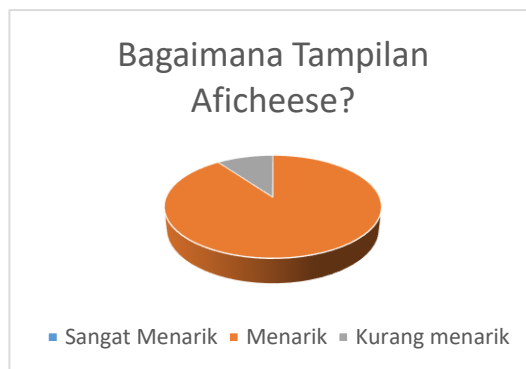
4.3 Pengujian MOS



Gambar 4.4 Pertanyaan 2

Dari 20 *responden* diperoleh hasil sebanyak 17 orang mengatakan bahwa aplikasi Aficheese sangat mudah digunakan, sebanyak 2 orang mengatakan mudah digunakan dan 1 orang mengatakan kurang mudah digunakan.

Dari 20 *responden* diperoleh hasil sebanyak 3 orang mengatakan bahwa aplikasi Aficheese sangat membantu dalam kehidupan sehari-hari, sebanyak 14 orang mengatakan membantu dan 3 orang mengatakan kurang membantu.



Dari 20 *responden* diperoleh hasil sebanyak 18 orang mengatakan bahwa tampilan aplikasi Aficheese menarik dan sebanyak 2 orang mengatakan kurang menarik.

Gambar 4.5 Pertanyaan 3

5. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada Tugas Akhir ini menghasilkan aplikasi berbasis android untuk mendeteksi kualitas keju dengan metode *Gabor Wavelet* dan klasifikasi LVQ.
2. Aplikasi Aficheese mempunyai akurasi 85.42% berdasarkan pengujian dengan masukan citra dari galeri.
3. Aplikasi Aficheese mempunyai waktu komputasi 20.69 s berdasarkan pengujian dengan masukan citra dari galeri.
4. Aplikasi Aficheese belum memberikan hasil yang baik dalam pengambilan citra melalui kamera *handphone*.

Daftar Pustaka

- [1] S. Budiman, S. R. Hadju dan G.D.G Rembet, "Pemanfaatan Enzim Rennet dan *Lactobacillus Plantarum* YN 1.3 Terhadap pH, Curd dan Total Padatan Keju," 2017.
- [2] S. Sukotjo, Training Of Trainers Widyaiswara Pusdiklat Agribisnis : Proses Pembuatan Keju Lunak, Institut Teknologi Indonesia, 2003.
- [3] D. Putra, Pengolahan Citra Digital, Yogyakarta: ANDI, 2010.
- [4] R. Istanto, "Identifikasi Iris Mata Menggunakan Tapis Metode *Gabor Wavelet* dan Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization," 2009.