

DETEKSI KUALITAS DAN KESEGERAN TELUR BERDASARKAN SEGMENTASI WARNA DENGAN METODE FUZZY COLOR HISTOGRAM DAN DISCRETE COSINE TRANSFORM DAN KLASIFIKASI KNN

DETECTION QUALITY AND FRESHNESS EGGS BY USING FUZZY SEGMENTATION COLOR HISTOGRAM AND DISCRETE COSINE TRANSFORM WITH CLASSIFICATION BY KNN

Yeni Ernita Kusuma Wardani¹, Dr.Ir.Bambang Hidayat,DEA², Prof.Dr.Ir.Sjafril Darana,S.U³

¹²³ Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹yeniernita@student.telkomuniversity.ac.id, ²bhidayat@Telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Telur dikenal oleh banyak orang dengan kandungan protein dan gizi. Dengan harga yang murah, telur memiliki protein yang bermutu tinggi dan susunan asam amino esensial yang lengkap sehingga telur banyak dijadikan bahan untuk olahan makanan. Namun, kualitas dan kesegaran telur bisa dilihat dari berbagai aspek bentuk dan warna dari telur. Warna kuning telur memiliki tingkatan dari 1 sampai 15 grade. Biasanya untuk menentukan tingkat warna kuning telur menggunakan alat yang disebut *Yolk Color Fan* namun hasil yang didapat akan bersifat subjektif sehingga ada perbedaan perspektif yang disebabkan oleh beberapa faktor, seperti cahaya dan perbedaan kemampuan penglihatan seseorang. Hal inilah akan menjadi topik tugas akhir ini yaitu klasifikasi kuning telur. Seperti banyak orang ketahui bahwa perkembangan teknologi dibidang pengolahan citra digital sudah sangat pesat tepatnya dalam teknik pengenalan pola suatu citra digital sehingga digunakan pengolahan citra digital untuk mengklasifikasikan kuning telur pada ayam negeri

Dalam Tugas Akhir ini penulis dalam pengambilan data telur yang dilaksanakan kerja sama dengan Universitas Padjadjaran, Jatinangor Jawa Barat dan penulis membahas mengenai cara mendeteksi kualitas dan kesegaran dari bagian albumen, dan mendeteksi kualitas kuning telur dari warna kuning telur ayam menggunakan pengolahan citra digital dengan metode *Fuzzy Color Histogram (FCH)*, *Discrete Cosine Transform (DCT)* dan deteksi tepi dengan klasifikasi *K-Nearest Neighbor (K-NN)* yang diawali dengan proses preprocessing yang terdiri dari operasi *cropping* dan *resizing*, *RGB to grayscale*, *RGB to CMYK*, *filling*, deteksi tepi, dan deteksi jarak.

Kata Kunci : telur ayam negeri, DCT, FCH, RGB

Abstract

Eggs are known by many people with protein and nutrients. With the low price, the egg has a high-quality protein and essential amino acid composition is complete so many eggs used as ingredients for processed foods. However, the quality and freshness of eggs can be seen from various aspects of the shape and color of the eggs. Yolk color has a level of 1 to 15 grade. Usually to determine the color of the yolk using an instrument called *Yolk Color Fan* but the results obtained will be subjective so there is a difference in perspective caused by several factors, such as the light and the difference of the person's vision. This is going to be the topic of this thesis is the classification of the yolk. As most people know that technological development in the field of digital image processing has been very rapid pattern recognition techniques precisely in a digital image that use digital image processing to classify the domestic chicken egg yolk.

In this final project in the data retrieval of eggs held in collaboration with the University of Padjadjaran, Jatinangor West Java and the author discusses about how to detect the quality and kesegaran from the albumen, and detecting the quality of the yolk of yellow chicken eggs using digital image processing with *Fuzzy Color Histogram (FCH)*, *Discrete Cosine Transform (DCT)* and edge detection with classification *K-Nearest Neighbor (K-NN)*, which begins with the preprocessing consisting of operations *cropping* and *resizing*, *RGB to grayscale*, *RGB to CMYK*, *filling*, detection edge, and detection distance.

Keywords: domestic chicken eggs, DCT, FCH, RGB, CMYK

1. PENDAHULUAN

Masyarakat Indonesia sebagian besar mengkonsumsi bahan makanan hewani untuk lauk pauk sehari-hari, salah satunya adalah telur. Pada umumnya telur yang dikonsumsi berasal dari jenis-jenis unggas, seperti ayam, bebek, angsa dan puyuh. Sebagai bahan makanan telur mempunyai kandungan gizi yang cukup lengkap, meliputi karbohidrat, protein, lemak, kalori, vitamin, mineral dan delapan macam asam amino sehingga berguna bagi kesehatan tubuh, terutama bagi anak-anak yang masih berada dalam masa pertumbuhan. Tetapi, kita harus teliti dalam memilih telur sebelum dikonsumsi karena ada kemungkinan telur yang dijual telah rusak atau mengalami penurunan kualitas. Hal ini disebabkan terlalu lama penyimpanan atau proses angkut telur. Beberapa cara untuk memilih telur yang baik kualitas dan kesegarannya, salah satunya dapat dilihat dari ketebalan putih telurnya. Kualitas kuning telur dapat dilihat dari warna kuning telurnya. Kuning telur mempunyai 15 tingkatan yang bisa dilihat pada alat *Yolk Color Fan*[1]. Urutan jenis telur yang mempunyai jumlah protein terbanyak adalah telur bebek→telur ayam→telur puyuh.

Dalam hal ini kualitas kuning telur dapat dilihat dari kenampakan dan warna kuning telur. Pendeteksian kualitas telur itu sendiri dapat dilihat dari ketinggian putih telurnya. Maka penelitian pada ini penulis menggunakan metode *Discrete Cosine Transform (DCT)*, *Fuzzy Color Histogram (FCH)*, *K-Nearest Neighbor (KNN)* dan deteksi tepi. Metode *Discrete Cosine Transform (DCT)* mengungkapkan urutan terbatas titik data dalam hal jumlah fungsi kosinus beresilasi pada frekuensi yang berbeda. Metode *Fuzzy Color Histogram (FCH)* mempertimbangkan persamaan warna pada tiap pixel warna yang terasosiasi ke semua *bin histogram* melalui *fuzzy set membership function*. Selanjutnya deteksi tepi digunakan untuk mendeteksi ketebalan putih telur, sehingga kita dapat mendeteksi kualitas dan kesegaran telur ayam negeri. Untuk metode klasifikasi yang digunakan adalah *K-Nearest Neighbor (K-NN)* yang dibagi menjadi dua bagian, yaitu tahap pelatihan dan tahap pengujian. Tahap pelatihan bertujuan untuk mendapatkan fitur-fitur penting hasil proses ekstraksi ciri yang akan menjadi masukan untuk tahap pengujian. Tahap pengujian bertujuan untuk melihat bagaimana perangkat lunak berjalan dari awal sampai akhir dengan beberapa parameter pengujian. Karena aplikasi ini memiliki dua mode, yaitu struktur dan warna.[2]

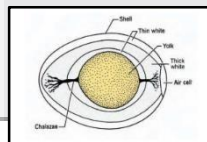
Dalam penelitian sebelumnya yang berjudul “Deteksi kualitas dan kesegaran telur berdasarkan segmentasi warna dengan metode *fuzzy color histogram* dan *wavelet* dengan klasifikasi *KNN*” yang dikarang oleh Annisa Faradhita Basuki meneliti tentang kualitas dan kesegaran telur ayam dengan menggunakan pengolahan citra digital. Nilai akurasi yang diperoleh sebesar 73,84%[3]. Maka dalam paper ini penulis ingin membandingkan metode mana yang lebih baik dalam pengukuran kesegaran dan kualitas telur.

2. DASAR TEORI

2.1 Definisi Telur

Telur merupakan salah satu bahan makanan hewani yang dikonsumsi masyarakat selain daging, ikan dan susu. Umumnya telur yang dikonsumsi berasal dari berbagai jenis unggas. Telur sebagai sumber protein mempunyai banyak keunggulan antara lain, kandungan asam amino paling lengkap dibandingkan bahan makanan lain seperti ikan, daging, ayam, tahu, tempe dan makanan lainnya. Telur juga digemari oleh banyak orang dengan cita rasa yang enak, yang merupakan sumber protein relative murah dan mudah ditemukan.[4]

2.2 Komponen Telur



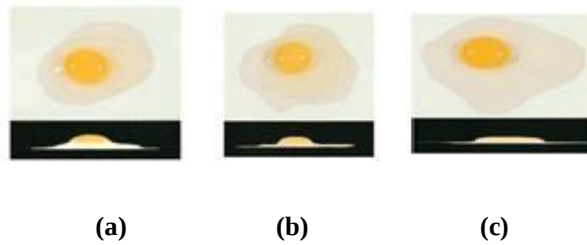
Gambar 2.2 Komponen Telur [5]

Menurut Paula Figoni (2008), telur memiliki beberapa komponen didalamnya yaitu[5]:

1. *Putih Telur*, yang sepenuhnya terdiri oleh protein & air.
2. *Kuning Telur(Yolk)*, mengandung 50% uap basah dan 50% kuning padat.
3. *Kulit Telur(shell)*, memiliki berat sekitar 11 % dari jumlah total berat telur.
4. *Rongga Udara (air cell)*, selaput pelindung yang berupa udara yang terletak diantara kulit telur dan kuning telur.
5. *Chalazae*, tali dari putih telur yang mempertahankan kuning telur agar tetap di tengah

2.3 Kualitas Telur

Secara umum, telur memiliki 3 tingkat kualitas (*grade*) yaitu *grade* AA, *grade* A, dan *grade* B. *Grade* telur tidak mempengaruhi keamanan produk atau kualitas nutrisi pada telur [6].



Gambar 2.3 : (a) Telur Grade “AA”, (b) Telur Grade “A”, (c) Telur Grade “B”

Perbedaan *Grade* AA dan *Grade* A dapat dilihat dari kekakuan (*firmness*) dari kuning telur, putih telur, dan ukuran rongga udara (0.3 cm untuk *grade* AA dan 0.5 cm untuk *grade* B). *Grade* B ada kemungkinan memiliki satu atau lebih cacar didalamnya seperti kulit telur ternoda, rongga udara terlalu besar (>0.5 cm untuk *grade* B), kuning telur terlalu melebar, dan ada sedikit bercak darah pada putih telur.

Kualitas telur dipengaruhi oleh beberapa hal seperti faktor keturunan, kualitas makanan, sistem pemeliharaan (berkaitan dengan kebersihan dan sanitasi kandang serta lingkungan hidup unggas) iklim, dan umur telur setelah dikeluarkan unggas.

2.4 Pengolahan Citra Digital

2.4.1 Citra grayscale

Untuk mendapatkan citra grayscale (keabuan) digunakan rumus[7]:

$$I(x,y) = \alpha R + \beta G + \gamma B$$

Dengan $I(x,y)$ adalah level keabuan pada suatu koordinat yang diperoleh dengan mengatur komposisi warna R (merah), G (hijau) dan B (biru) yang ditunjukkan oleh nilai parameter α , β dan γ . Secara umum nilai untuk ketiga parameter tersebut adalah 0.33. Nilai yang lain juga dapat diberikan dengan syarat total nilai seluruh parameter adalah 1[7]. Intensitas citra keabuan disimpan sebagai integer 8 bit sehingga memberikan $2^8 = 256$ tingkat keabuan dari warna hitam sampai warna putih. Dengan menggunakan pola 8-bit ini citra beraras keabuan membutuhkan ruang memori dan waktu pengolahan yang lebih sedikit daripada citra berwarna (RGB).

2.4.2 Citra RGB

Citra warna RGB menggunakan tiga komponen dasar yaitu merah (R), hijau (G) dan biru (B). Setiap piksel ditentukan oleh ketiga komponen tersebut. Model RGB biasa disajikan dalam bentuk kubus tiga dimensi, dengan warna merah, hijau, dan biru berada pada pojok sumbu. warna hitam berada pada titik asal dan warna putih berada di ujung kubus yang berseberangan. Ruang warna RGB beresolusi 24 bit [9].

2.4.3 Deteksi Tepi

Tepi (edge) adalah perubahan nilai intensitas derajat keabuan yang mendadak (besar) dalam jarak yang singkat. Perbedaan intensitas inilah yang menampakkan rincian pada gambar. Tepi biasanya terdapat pada batas antara dua daerah berbeda pada suatu citra. Tepi dapat diorientasikan dengan suatu arah, dan arah ini berbeda-beda pada bergantung pada perubahan intensitas[10].

2.4.4 Metode Discrete Cosine Transform

Discrete Cosine Transform (DCT) biasa digunakan untuk mengubah sebuah sinyal menjadi komponen frekuensi dasarnya. DCT mempunyai dua sifat utama untuk kompresi citra dan video yaitu[9] :

1. Mengkonsentrasikan energi citra ke dalam sejumlah kecil koefisien (energi compaction).
2. Meminimalkan saling ketergantungan diantara koefisien-koefisien (decorrelation).

3. Discrete Cosine Transform dari sederet n bilangan real $s(x)$, $x = 0, \dots, n-1$, dirumuskan sebagai berikut[9] :

$$S(u) = \frac{1}{\sqrt{2/n}} C(u) \sum_{x=0}^{n-1} s(x) \cos \frac{(2x+1)u}{2n}$$

dengan $u = 0, \dots, n-1$

dimana $C(u) = \begin{cases} 2^{-1/2}, & \text{untuk } u = 0 \\ 1, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$

2.4.5 Fuzzy Color Histogram

Fuzzy Color Histogram (FCH) merupakan salah satu metode untuk mempresentasikan informasi warna dalam citra digital ke dalam bentuk histogram. Inti dari FCH adalah bahwa tiap warna dipresentasikan dengan himpunan fuzzy (*fuzzy set*) dan hubungan antar warna dimodelkan dengan fungsi keanggotaan (*membership function*) dari himpunan fuzzy[10]:

2.4.6 Klasifikasi KNN

KNN (K-Nearest Neighbor) adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan ciri-ciri data pembelajaran (data latih) yang paling mendekati objek tersebut[12][13]. Ciri ini direpresentasikan dengan ukuran jarak, sehingga dapat diolah ke dalam hitungan matematis. Persamaan jarak Euclidean digunakan untuk mengukur kedekatan jarak (ciri) antara dua obyek, data latih dan data uji[11].

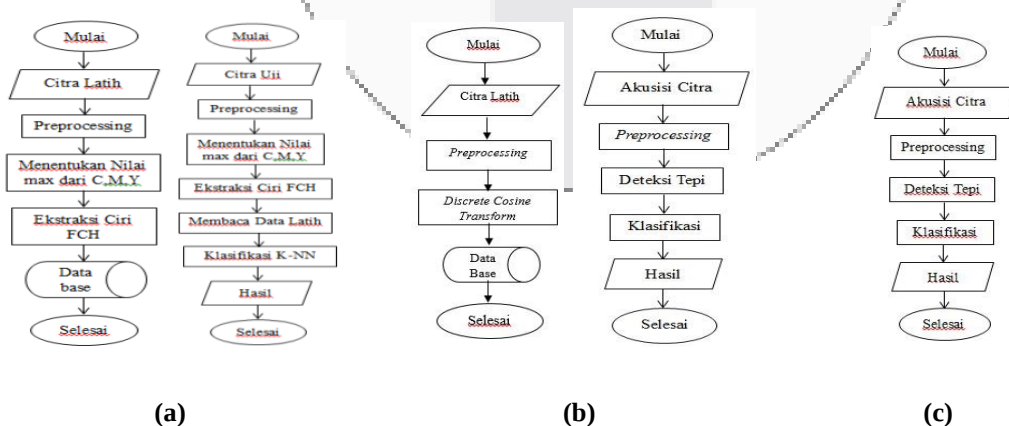
2.4.5 Yolk Color Fan

Serangkaian plastic berwarna yang diberi nomor 1 sampai 15. Berfungsi untuk membandingkan kualitas yolk secara visual dengan fan. Yolk yang disukai konsumen ada pada kisaran 9-12.[1]



Gambar 2.4.8 Yolk Color Fan[1]

3. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM



Gambar 3. Diagram Alir Proses Identifikasi : “(a) Metode FCH (Tahap citra latih & tahap citra uji)”, “(b) Metode DCT (Tahap citra latih & tahap citra uji)”, “(c) Metode Deteksi Tepi”.

Pada **Gambar 3** tahapan yang digunakan pada proses citra latih dan citra uji hampir sama, yang membedakan adalah pada proses citra uji. Setelah ekstraksi ciri pada citra uji hasilnya dibandingkan dengan database pada citra latih yang telah tersimpan. Yang untuk kemudian didapatkan kelas klasifikasi dari citra kuning telur ayam negeri tersebut.

4. PEMBAHASAN

4.1 Tahap Pengujian Sistem

1. Tahap Pertama

a. Deteksi Warna Kuning Telur Ayam Negeri

Citra telur ayam negeri berjumlah 64 buah, dengan rincian 32 citra pada data latih, dan 32 citra pada data uji. Dimana citra yang dijadikan sebagai data latih akan disimpan sebagai *database*. Citra uji yang telah diakuisisi, dijadikan sebagai *input* pada proses *preprocessing*. Pada proses *pre-processing* ini, dilakukan *resize* karena citra yang diperoleh memiliki ukuran yang berbeda.

Untuk tahap *preprocessing* ekstraksi ciri DCT yaitu citra yang sudah diakuisisi diubah menjadi citra dengan satu layer yaitu layer *red* saja. Sedangkan untuk untuk *preprocessing* metode FCH dilakukan penghitungan rata-rata nilai layer R, G, dan B dari *image* input.

b. Deteksi Ketebalan Telur Ayam Negeri

Citra uji yang telah diakuisisi, dijadikan sebagai *input* pada proses *pre-processing*. Pada proses *pre-processing* ini, dilakukan *resize* citra menjadi 512x512 karena citra yang diperoleh memiliki ukuran yang berbeda-beda. Citra telur ayam negeri didapatkan dari pemotretan telur ayam negeri yang dipecahkan di atas kaca, sehingga setiap citra mempunyai letak dan posisi yang berbeda. Setelah itu, citra RGB diubah menjadi citra *Grayscale*. Kemudian citra *grayscale* tersebut diubah menjadi citra HSV yang kemudian dilakukan metode *threshold bwareaopen* dan *otsu*. Selanjutnya, dilakukan deteksi tepi agar dapat mendeteksi bagian telurnya saja kemudian dilakukan *filling* sehingga diperoleh segmen objek yang pejal/solid. Citra hasil *filling* tersebut *dicropping* dan selanjutnya dilakukan deteksi jarak antara bawah putih telur sampai atas putih telur.

2. Tahap Kedua

a. Deteksi Warna Kuning Telur Ayam Negeri

Setelah *preprocessing*, kemudian dilakukan proses ekstraksi ciri dengan menggunakan metode ekstraksi ciri DCT (*Discrete Cosine Transform*) dan FCH (*Fuzzy Color Histogram*). Tahap ini dilakukan untuk menentukan ciri dari masing-masing citra dengan menganalisis tiap parameter sesuai dengan ketentuan pada metode DCT dan FCH. Pada metode DCT, yang digunakan pada pengujian tahap ini adalah dengan mengubah informasi citra yang signifikan dikonsentrasikan hanya pada beberapa koefisien DCT. Kemudian ekstraksi ciri pada metode FCH, nantinya akan menggunakan tools fuzzy yang sudah tersedia di matlab. Untuk input fuzzynya menggunakan nilai rata-rata layer C, layer M, dan layer Y dari citra telur ayam, dengan dua *membership function*, dan menggunakan fungsi keanggotaan segitiga dengan 8 *rules fuzzy*.

b. Deteksi Ketebalan Telur Ayam Negeri

Setelah *Pre-processing* dilakukan perhitungan jarak dari bagian tertinggi sampai ke yang terendah putih telur, sehingga data tinggi dalam satuan piksel didapatkan dan kemudian diubah menjadi satuan HU dengan cara mengalikannya menggunakan skala dan jarak dari telur ke kamera pada saat pengambilan data.

3. Tahap Ketiga

a. Deteksi Warna Kuning Telur Ayam Negeri

Setelah ekstraksi ciri, kemudian dilakukan proses klasifikasi atau pengelompokkan citra menjadi beberapa kelas dimana terdapat tiga kelas yaitu kelas kualitas rendah, sedang, dan tinggi dengan menggunakan klasifikasi K-NN (*K-Nearest Neighbor*). Parameter yang digunakan antara lain adalah nilai *k* dengan nilai 1, 3, 5, 7 dan 9 dan jenis jarak yang digunakan yaitu *Euclidean*.

b. Deteksi Ketebalan Telur Ayam Negeri

Citra yang telah di deteksi ketinggian putih telur dalam satuan Haugh Unit (HU), dikelompokkan sesuai dengan *grade* dimana kualitas AA memiliki tinggi HU putih telur > 72, Kualitas A memiliki tinggi HU putih telur 60-71, Kualitas B memiliki tinggi HU putih telur 31-59, dan Kualitas C memiliki tinggi HU putih telur <30.

4. Tahap Keempat

Tahap terakhir yaitu tahap pengujian untuk memperoleh tingkat akurasi dan waktu komputasi yang paling bagus dengan mengubah parameter dari metode DCT, FCH dengan K-NN dan metode deteksi tepi dengan fungsi threshold.

4.2 Hasil Analisis Sistem

A. Skenario 1 Hasil Pengujian menggunakan Metode Ekstraksi ciri FCH dan Klasifikasi K-NN

a. Hasil Pengujian Pengaruh Parameter nilai K terhadap klasifikasi kualitas kuning telur

Berikut ini adalah data hasil pengujian metode FCH untuk parameter nilai k terhadap klasifikasi kualitas kuning telur, klasifikasi kualitas kuning telur menggunakan 32 data citra latih dan 32 data citra uji dengan jarak *Euclidean*.

Nilai K	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)	Jumlah Data Benar
K=1	71,875 %	10.548171	23 Benar
K=3	65,62%	8.349290	21 Benar
K=5	68,75%	8.426789	22 Benar
K=7	65,62%	8.447987	21 Benar
K=9	62,50%	7.471154	20 Benar

Tabel 4.1 Hasil Sistem Metode FCH Deteksi Kuning Telur

Berdasarkan **Tabel 4.1** dapat dilihat bahwa hasil akurasi didapat dengan jumlah data latih 32 citra dan uji 32 citra memiliki akurasi paling baik sebesar 71,875% dengan nilai K=1 dengan waktu komputasi dan jarak *Euclidean*. Beberapa hal yang mempengaruhi nilai akurasi antara lain pengambilan citra telur yang salah dan pencocokan warna kuning telur dengan yolk color fan melalui kasat mata manusia.

4.4.2 Skenario 2 Hasil Pengujian menggunakan Metode Ekstraksi ciri DCT dan Klasifikasi K-NN

4.4.2.1 Hasil pengujian Pengaruh Parameter Pada DCT terhadap klasifikasi kualitas kuning telur

Berikut ini adalah data hasil pengujian ekstraksi ciri DCT yang paling tepat terhadap akurasi. **Tabel 4.2** merupakan akurasi hasil dari klasifikasi kualitas kuning telur ayam dengan 32 citra uji. Pengujian pada tahap ini menggunakan parameter DCT nilai $k = 1, 3, 5, 7, 9$ dan jenis jarak *Euclidean*.

Nilai K	Akurasi	Jumlah Data Benar	Waktu Komputasi (s)
K = 1	78,128%	25	0.0218
K = 3	75,00%	24	0.0256
K = 5	78,128%	25	0.0290
K = 7	81,25%	26	0.0321
K = 9	71,875%	23	0.0353

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Parameter DCT Deteksi Kuning Telur

Berdasarkan **Tabel 4.2** akurasi terbesar di dapatkan pada $k = 7$ yaitu 81,25% dengan nilai $k=7$. Hasil ini dikarenakan pada *Discrete Cosine Transform* (DCT) sangat ditentukan oleh tingkat pencahayaan dan kualitas dari citra yang menjadi inputnya. Sedangkan pemilihan citra pada data uji sudah ditentukan 32 data uji yang sama data citranya dengan pengujian parameter FCH. Sehingga bisa menentukan citra kuning telur ayam disetiap kelasnya.

4.4.3 Skenario 3 Hasil Pengujian menggunakan Metode Deteksi Tepi dengan Klasifikasi *Threshold*

Berikut adalah data hasil pengujian deteksi kualitas kesegaran telur menggunakan deteksi tepi dengan klasifikasi menggunakan fungsi *threshold* dengan 64 citra uji.

Tabel 4.3 Deteksi Tepi dengan Klasifikasi *Threshold*

	Data Benar	Data Salah	Akurasi
Deteksi tepi dengan klasifikasi threshold	42	22	65,62%

Berdasarkan **Tabel 4.3** dapat dilihat hasil metode deteksi tepi dengan klasifikasi menggunakan fungsi *threshold*. Akurasi citra bentuk sebanyak 64 citra dari metode deteksi tepi adalah 65,62% dengan data yang benar sebanyak 42 dan data yang salah sebanyak 22. Perhitungan akurasi berdasarkan deteksi tepi dan deteksi jarak, beberapa hal yang mempengaruhi nilai akurasi antara lain pengambilan setiap citra telur yang mempunyai jarak yang berbeda dan proses pengukuran dengan *haugh unit* yang lama sehingga putih telur menurun.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem ini dapat mengklasifikasikan jenis kualitas kesegaran telur ayam menggunakan metode DCT dan K-NN, dan metode FCH dan K-NN.
2. Klasifikasi jenis kualitas kuning telur ayam dapat menggunakan metode Deteksi Tepi dan Deteksi Jarak.
3. Setelah dilakukan pengujian terhadap parameter DCT akurasi tertinggi adalah 81,25% pada $k=7$ tingkat pencahayaan dan kualitas dari citra yang menjadi inputnya sangat mempengaruhi kinerja dari proses ekstraksi ciri DCT.
4. Pengujian metode FCH dengan klasifikasi K-NN mendapat akurasi sebesar 71,875% dengan nilai komputasi 10.548171s. Tingkat akurasi didapat dengan nilai $k=1$ dengan jarak Euclidean.
5. Metode deteksi tepi mendapat akurasi sebesar 65,62% untuk klasifikasi kualitas kesegaran telur ayam dengan jumlah data 64 citra

5.2 Saran

Saran yang dapat digunakan untuk perkembangan penelitian Tugas Akhir selanjutnya, yaitu:

1. Sistem dapat digunakan secara real time.
2. Metode FCH dengan klasifikasi KNN lebih baik digunakan untuk mengklasifikasi kualitas kuning telur ayam. menggunakan metode yang berbeda untuk klasifikasi kualitas kesegaran telur ayam dan kualitas kuning telur ayam, agar dapat di bandingkan metode mana yang lebih baik digunakan.

Daftar Pustaka

- [1]. Sudaryani, T., 1999. Kualitas Telur. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta
- [2]. Inderasty, Kanigia. Aplikasi Identifikasi Daun Herbal Menggunakan Analisis Warna dan Struktur Pada Citra Daun dengan Metoda Sum Of Difference Berbasis Android
- [3]. Faradhita, Annisa, 2016. Deteksi Kesegaran dan Kualitas Telur Berdasarkan Segmentasi Warna dengan Metode Fuzzy Color Histogram dan Wavelet dengan Klasifikasi KNN.
- [4]. Merinda, Gita, 2016. Deteksi Kesegaran dan Kualitas Telur Berdasarkan Segmentasi Warna dengan Metode Fuzzy Color Histogram dan Histogram Equalization dengan Klasifikasi KNN.
- [5]. Utami, Devi, 2016. Deteksi Kesegaran dan Kualitas Telur Berdasarkan Color Matching dan Template Matching.
- [6]. [https://id.wikipedia.org/wiki/Telur_\(makanan\)](https://id.wikipedia.org/wiki/Telur_(makanan)).
- [7]. <http://infodanpengertian.blogspot.co.id/2016/02/pengertian-telur-menurut-para-ahli.html>
- [8]. <http://dithacookingclass.blogspot.co.id/2013/04/mengenal-telur-dan-pemilihan-telur.html>
- [9]. U.S. Department of Agriculture
- [10] Bangun, Bowo. (2005). *Pengaruh level protein dalam ransum yang disuplementasi dengan probiotik terhadap kualitas telur ayam petelur*. UNS-F: Pertanian Jur. Produksi Ternak-H.0599031-2005
- [11] Suardana, I. W. dan I. B. N. Swacita. (2009). *Higiene Makanan*. Denpasar: Udayana University Press.
- [12] Sudaryani, T., (2003). *Kualitas Telur*. Jakarta: Penebar Swadaya. Halaman 1, 8-10
- [13] Akbarillah TD, Kususiya, Hidayat. (2010). *Pengaruh penggunaan daun Indigofera segar sebagai suplemen pakan terhadap produksi dan warna yolk itik*. -. J Sains Peternakan Indonesia.

