

## DETEKSI KUALITAS DAN KESEGARAN TELUR BERDASARKAN SEGMENTASI WARNA DENGAN METODE FUZZY COLOR HISTOGRAM DAN WAVELET DENGAN KLASIFIKASI KNN

### QUALITY AND FRESHNESS DETECTION OF CHICKEN EGG BASED ON COLOR SEGMENTATION USING FUZZY COLOR HISTOGRAM (FCH) AND WAVELET WITH K-NEAREST NEIGHBOR (K-NN) CLASSIFICATION METHOD

Annisa Faraditha Basuki<sup>1</sup>, Dr. Ir. Bambang Hidayat, DEA<sup>2</sup>, Prof. Dr. Ir. Sjafril Darana, S.U.<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>annisafaraditha@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>bhidayat@Telkomuniversity.ac.id

#### Abstrak

Telur merupakan bahan makanan yang sangat akrab dengan kehidupan kita sehari-hari. Setiap telur mempunyai warna kuning telur yang berbeda tipis. Kuning telur mempunyai 15 tingkatan ( 15 grade) yang bisa dilihat dari alat yang bernama *Yolk Color Fan* ,sehingga dapat diklasifikasikan ke dalam perbedaan kuning telur. Hal inilah yang menjadi latar belakang topik tugas akhir ini yaitu klasifikasi kuning telur. Seperti kita ketahui perkembangan teknologi dibidang pengolahan citra digital sudah sangat pesat tepatnya teknik pengenalan pola suatu citra digital sehingga digunakan pengolahan citra digital untuk mengklasifikasikan kuning telur pada ayam negeri.

Dalam tugas akhir ini penulis membahas mengenai teknik untuk mengklasifikasikan kualitas dan kesegaran telur dari bagian albumen dan mendeteksi kualitas kuning telur dari warna kuning telur ayam dengan menggunakan pengolahan citra digital. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk mendeteksi kualitas dan kesegaran telur dan kuning telur. Pada Tugas Akhir ini penulis menggunakan metode *Fuzzy Color Histogram* (FCH), *Discrete Wavelet Transform* (DWT) 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, DWT, FCH, KNN

#### ABSTRACT

The egg is the food very familiar with our lives a day. Each eggs have yellow eggs are different types. Yolks have 15 levels that can be seen from the named *Yolk Color Fun*, so it can be classified into the egg yolks. This is what into the background of the topic of the task of the end of this is the classification of yellow egg. Like we know technological developments in the field of treatment image of digital has been very rapidly precisely techniques mauldin patterns of an image of digital so in the use of treatment image of digital to classify egg yolks in the country.

In the task of this end of the author discuss about a to classify quality and fitness eggs from the acquisition and detect the quality of the egg yolks of color egg yolks chicken with using the processing image of digital. There are several methods that can be used to detect quality and fitness eggs and yellow eggs. At the task of this end of the author of using the *Fuzzy Color Histogram* ( FCH ), *Discrete Wavelet Transform* ( DWT ) and detection of the with the classification of *K-Nearest Neighbour* ( K-NN ) at the start with the process of preprocessing consisting of surgery *cropping* and *resizing*. *RGB to grayscale*, *RGB to CMYK*, *filling*, detection of the and detection of the distance.

**Key words:** Eggs chicken country, DWT, FCH, KNN.

#### 1. Pendahuluan

Pada dasarnya setiap manusia pasti membutuhkan tenaga untuk melakukan kegiatan sehari-hari. Tenaga bisa di dapat dari istirahat yang cukup, makanan, dan lain-lain. Salah satu dari contoh untuk memberi energi kepada tubuh manusia adalah makanan. Di dunia terdapat banyak jenis makanan yang biasa di konsumsi sehari-hari ada daging, telur, sayuran, buah-buahan.

Telur adalah salah satu contoh makanan yang biasa di konsumsi oleh banyak orang. Telur mempunyai beragam bentuk, beragam jenis, dan mempunyai warna yang berbeda. Telur mempunyai manfaat bagi tubuh yaitu sangat baik untuk di jadikan menu sarapan pagi, telur berguna untuk kesehatan tulang, penurunan berat badan, memperlancar proses metabolisme tubuh, menutrisi organ penlihatan, penyakal kanker payudara dan masih banyak manfaat yang dimiliki telur untuk tubuh kita. Telur yang biasa di konsumsi oleh manusia adalah telur puyuh, telur ayam, dan telur bebek. Masing-masing telur mempunyai jumlah kandungan gizi protein, lemak, kalori, vitamin dan mineral yang berbeda-beda.

Untuk mengetahui apakah telur yang kita akan konsumsi baik atau tidak kita bisa lihat dari kekentalan dari putih dan kuning telur serta kita juga bisa merasakan bau dari aroma telur tersebut. Jika telur mengeluarkan bau yang tidak sedap serta kekentalan dari putih dan kuning telur sudah mencair maka telur itu tidak layak untuk kita konsumsi. 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.

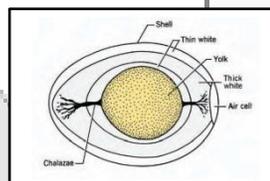
Dalam tugas akhir mengenai kualitas kesegaran kuning telur saya menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform (DWT)*, *Fuzzy Color Histogram (FCH)*, *K-Nearest Neighbor* dan deteksi tepi. Metode *Discrete Wavelet Transform (DWT)* membagi citra menjadi subband-subband yang memiliki frekuensi tinggi dan frekuensi rendah. Metode *Fuzzy Color Histogram (FCH)* mempertimbangkan persamaan warna pada tiap pixel warna yang terasosiasikan 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.

## 2. Dasar Teori

### 2.1. Definisi Telur

Telur adalah salah satu bahan makanan hewani yang dikonsumsi selain daging, ikan dan susu. Umumnya telur yang dikonsumsi berasal dari jenis-jenis unggas, seperti ayam, bebek, dan angsa. Telur merupakan bahan makanan yang sangat akrab dengan kehidupan kita sehari-hari. Telur sebagai sumber protein mempunyai banyak keunggulan antara lain, kandungan asam amino paling lengkap dibandingkan bahan makanan lain seperti ikan, daging, ayam, tahu, tempe, dll. Telur mempunyai cita rasa yang enak sehingga digemari oleh banyak orang. Telur juga berfungsi dalam aneka ragam pengolahan bahan makanan. Selain itu, telur termasuk bahan makanan sumber protein yang relatif murah dan mudah ditemukan. Hampir semua orang membutuhkan telur[2].

### 2.2. Komponen Telur



Gambar 2.1 Komponen telur

Menurut Paula Figoni (2008), telur memiliki beberapa komponen didalamnya yaitu[3]:

1. Putih telur
2. Kuning telur (*Yolk*)
3. Kulit telur (*Shell*)
4. Rongga udara (*Air Cell*)
5. *Chalazae*

### 2.3. Kualitas Telur

*Grade* dari telur tidak berpengaruh terhadap keamanan produk (*product safety*) atau kualitas nutrisi (sebagai contoh, anda memiliki telur dengan *grade B* yang disimpan dengan baik, maka telur tersebut baik untuk dikonsumsi & memiliki kualitas nutrisi yang sama dengan telur dengan *grade* yang lebih tinggi).

*Grade AA & grade A* adalah telur yang paling diminati & dibeli banyak konsumen (terutama industri tata boga). Perbedaan utama dalam *grade AA & grade A* dilihat dari kekakuan (*firmness*) dari kuning telur, putih telur dan ukuran dari rongga udara. Telur dalam *grade AA & grade A* biasanya digunakan untuk digoreng & direbus karena telur dapat mempertahankan tekstur dari telur.

*Grade B* ada kemungkinan memiliki satu atau beberapa cacat didalamnya (misalnya seperti kulit telur yang ternoda, memiliki rongga udara yang besar, telur putih yang terlalu berair, ada sedikit bercak darah di dalam putih telur, atau telur kuning yang melebar). Telur *grade B* masih dapat digunakan secara umum, tetapi telur putih dengan *grade* ini mungkin tidak dapat dikocok dengan baik apabila telur putihnya terlalu berair.

Penentuan *grade* juga bisa diperiksa dengan cara melihat kedalaman ruang udaranya (*air cell*), *grade AA* memiliki kedalaman ruang udara sebesar 0,3 cm, *grade A* memiliki kedalaman ruang udara sebesar 0,5 cm, dan *grade B* memiliki kedalaman ruang udara lebih besar dari 0,5 cm.

## 2.4. Pengolahan Citra

Secara harafiah, citra (*image*) adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manusia, kamera, pemindai (*scanner*), dan sebagainya, sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam [4].

## 2.5. Yolk Color Fan



Gambar 2.2 Yolk Color Fan

Pada saat ini *Roche Yolk Color Fan* adalah pembanding yang paling umum digunakan ini terdiri dari serangkaian 14 plastik berwarna. Kualitas warna *yolk* ditentukan secara visual, yaitu membandingkan dengan berbagai warna standar dari *roche yolk color fan* berupa lembaran kipas warna standar dengan skor 1-15 dari warna pucat sampai orange tua (pekat). Penggunaan kipas tersebut paling populer di seluruh dunia. Warna *yolk* yang disukai konsumen ada pada kisaran skala 9-12. Warna *yolk* dipengaruhi oleh pigmen dalam makanan, kuantitas xanthophyl, strain, variasi insividu ternak unggas, kandang baterai warna lebih baik daripada kandang litter, morbiditas, stress akan mengurangi xanthophyl mencapai ovarium, peningkatan kadar lemak ransum akan meningkatkan penyerapan xanthophyl, dan laju produksi.

## 2.6. Eksraksi Ciri

Vektor ciri adalah suatu metode untuk merepresentasikan ciri dari sebuah citra. Vektor ciri adalah suatu vektor  $n$ -dimensi yang berisi sekumpulan nilai dimana setiap nilai tersebut merepresentasikan ciri tertentu. Vektor ini yang kemudian akan digunakan untuk mengklasifikasikan sebuah objek, atau menyediakan informasi singkat bernilai tinggi mengenai suatu citra.

## 2.7. Metode Wavelet

Transformasi *Wavelet* merupakan fungsi matematis untuk merepresentasikan data atau fungsi sebagai alternatif transformasi-transformasi matematika yang lahir sebelumnya untuk menangani masalah resolusi. Sebuah *wavelet* merupakan gelombang singkat (*small wave*) yang energinya terkonsentrasi pada suatu selang waktu untuk memberikan kemampuan analisis transien, ketidakstasioneran, atau fenomena berubah terhadap waktu (*time varying*). Karakteristik dari *wavelet* antara lain adalah beresolusi singkat, translasi (pergeseran), dan dilatasi (skala)[5].

**2.8 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[6]. 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[6,7].

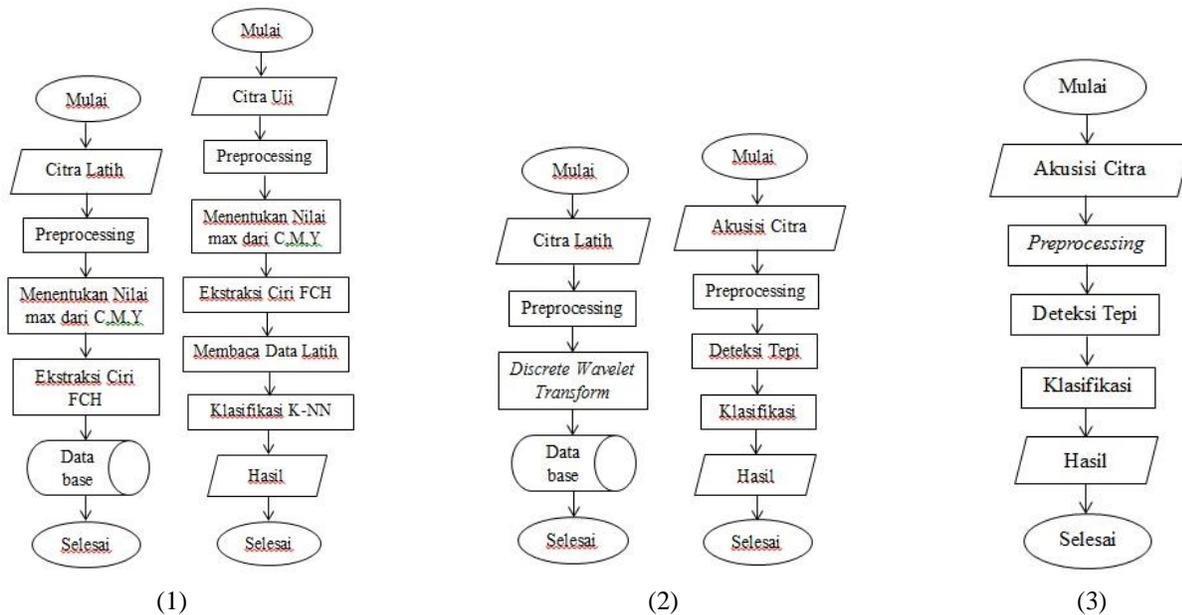
**2.9 Metode Fuzzy Color Histogram ( FCH )**

*Fuzzy Color Histogram* (FCH) merupakan salah satu metode untuk mempresentasikan informasi warna dalam citra digital ke dalam bentuk histogram. Metode ini mempertimbangkan persamaan warna pada tiap piksel warna yang terasosiasikan ke semua *bin* histogram melalui *fuzzy set membership function*. Pada FCH, satu warna dapat masuk ke dalam dua *bin* histogram atau lebih dengan derajat keanggotaan yang berbeda[8].

**2.10 Deteksi Tepi**

Yang dimaksud dengan 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.

**3. Perancangan dan Implementasi Sistem**



**Gambar 3.1** Diagram Alir Proses Identifikasi (1) Metode FCH (Tahap citra latih & tahap citra uji), (2) Metode DWT (Tahap citra latih & tahap citra uji), (3) Metode Deteksi Tepi

Pada Gambar 3.1 pada dasarnya tahap 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 66 buah, dengan rincian 33 citra pada data latih, dan 33 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 DWT 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 DWT (*Discrete Wavelet 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 DWT dan FCH. Pada metode DWT, yang digunakan pada pengujian tahap ini adalah dengan merubah nilai level dekomposisinya. Nilai level dekomposisi yang digunakan pada tahap pengujian ini adalah DWT pada level 1 sampai dengan 6. Setelah merubah nilai level tahap selanjutnya adalah dengan merubah filternya yaitu LL, HL, LH, dan HH. 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 DWT, 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 33 data citra latih dan 33 data citra uji dengan jarak *Euclidean*.

Nilai K	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)	Jumlah Data Benar
K=1	81,81	10.548171	27
K=3	48,48	8.349290	16
K=5	60,60	8.426789	20
K=7	60,60	8.447987	20
K=9	78,78	7.471154	26

**Tabel 4.1** Hasil Sistem Metode FCH Deteksi Kuning Telur

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa hasil akurasi didapat dengan jumlah data latih 33 citra dan uji 33 citra memiliki akurasi paling baik sebesar 81,81% 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.

**B. Skenario 2 Hasil Pengujian menggunakan Metode Ekstraksi ciri DWT dan Klasifikasi K-NN**

**b. Hasil Pengujian Pengaruh Parameter Level Dekomposisi terhadap DWT Klasifikasi Kualitas Kuning Telur Ayam**

Berikut ini adalah data hasil pengujian untuk mencari nilai level pada proses ekstraksi ciri DWT yang paling tepat, terhadap akurasi dan waktu komputasi. Tabel 4.2 merupakan akurasi dan waktu komputasi hasil dari klasifikasi kualitas kuning telur ayam dengan 33 citra uji. Pengujian pada tahap ini menggunakan parameter filter DWT LL,  $dwt\ type=db1$ , nilai  $k = 1$ , dan jenis jarak *Euclidean*.

Level Dekomposisi	Akurasi	Jumlah Data Benar	Waktu Komputasi (s)
Level 1	66,66 %	22	0.0218
Level 2	66,66 %	22	0.0256
Level 3	66,66 %	22	0.0290
Level 4	69,69 %	23	0.0321
Level 5	78,78 %	26	0.0353
Level 6	78,78 %	26	0.0384

**Tabel 4.2** Pengujian Parameter DWT dengan nilai k=1

Level Dekomposisi	Akurasi	Jumlah Data Benar	Waktu Komputasi (s)
Level 1	75,75 %	25	0.0218
Level 2	72,72 %	24	0.0255
Level 3	72,72 %	24	0.0288
Level 4	72,72 %	24	0.0319
Level 5	69,69 %	23	0.0351
Level 6	72,72 %	24	0.0381

**Tabel 4.3** Pengujian Parameter DWT dengan nilai k=3

Berdasarkan table 4.2 dan table 4.3 akurasi terbesar di dapatkan pada saat level dekomposisi 6 yaitu 78,78 % dengan nilai k=1. Hasil ini dikarenakan semakin besar level dekomposisi DWT, maka semakin besar waktu komputasi yang diperlukan oleh system untuk mengukur bagian citra kuning telur ayam, sehingga bagian yang dianalisis menjadi lebih detail dan membuat system perangkat lunak lebih mudah untuk memberikan ciri yang lebih baik dari citra telur ayam disetiap kelasnya.

**C. 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 65 citra uji.

	<b>Data Benar</b>	<b>Data Salah</b>	<b>Akurasi</b>
Deteksi tepi dengan klasifikasi threshold	48	17	73,84 %

**Tabel 4.4** Deteksi Tepi dengan Klasifikasi *Threshold*

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dilihat hasil metode deteksi tepi dengan klasifikasi menggunakan fungsi *threshold*. Akurasi yang didapat dari metode deteksi tepi adalah 73,84% dengan data yang benar sebanyak 48 dan data yang salah sebanyak 17. 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**

**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 DWT dan K-NN, dan metode FCH dan K-NN.
2. Klasifikasi jenis kualitas kuning telur ayam dapat menggunakan metode Deteksi Tepi dan K-NN
3. Setelah dilakukan pengujian terhadap pengaruh level dekomposisi DWT dan filter DWT akurasi tertinggi adalah 78,78% pada saat level DWT 6 dan filter DWT LL, data uji sebanyak 33. Sehingga disimpulkan bahwa level dekomposisi dan jenis filter DWT sangat mempengaruhi kinerja dari proses ekstraksi ciri DWT.
4. Pengujian metode FCH dengan klasifikasi K-NN mendapat akurasi sebesar 81,81% dengan nilai komputasi 10,248208 s. Tingkat akurasi didapat dengan nilai k=1 dengan jarak Euclidean.
5. Metode deteksi tepi mendapat akurasi sebesar 73,84 % untuk klasifikasi kualitas kesegaran telur ayam dengan jumlah data 65 citra.

**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.
3. Menggunakan metode yang berbeda untuk klasifikasi kualitas kesegaran telur ayam dan kualitas kuning telur ayam, agar dapat di bandingkan metode mana yang lebih baik di gunakan.

**Daftar Pustaka**

[1] Sudaryani, T., 1999. Kualitas Telur. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta  
 [2] Utami, Devi, 2016. Deteksi Kesegaran dan Kualitas Telur Berdasarkan Metode Color Matching dan Template Matching.  
 [3] <http://library.binus.ac.id/eColls/eThesisdoc/Bab2/2011-2-01683-HM%20Bab2001.pdf>  
 [4] Professional Baking 4th Edition, Wayne Gisslen

- [5] [http://amutiara.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/39981/Bab-1\\_Pengantar+Pengolahan+Citra.pdf](http://amutiara.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/39981/Bab-1_Pengantar+Pengolahan+Citra.pdf)
- [6] Reza, Chandra. 2013. *Teknik Potensi Differensial Pada Transformasi Daya Fasa Menggunakan Transformasi Wavelet*. Universitas Pendidikan Indonesia
- [7] Whidhiasih, R.N., Wahanani, N.A., & Supriyanto. (2013). Klasifikasi Buah Belimbing Berdasarkan Red Green-Blue Menggunakan KNN dan LDA. *Jurnal Penelitian Ilmu Komputer, System Embedded & Logic*.
- [8] Nugraheni, Y. (6 April 2013). Algoritma KNN. Diakses 30 Oktober 2013, dari [http://yohananugraheni.files.wordpress.com/2013/04/4\\_knn.pptx](http://yohananugraheni.files.wordpress.com/2013/04/4_knn.pptx)
- [9] Kusumaningsih, Idaliana, 2009. Ekstraksi Ciri Warna, Bentuk, dan Tekstur untuk Temu Kembali Citra Hewan

