

DETEKSI KUALITAS DAN KESEGERAN TELUR AYAM NEGERI BERDASARKAN SEGMENTASI WARNA DENGAN METODE FUZZY COLOR HISTOGRAM (FCH) DAN HISTOGRAM EQUALIZATION DENGAN KLASIFIKASI K-NEAREST NEIGHBOR (K-NN) PADA CITRA DIGITAL
QUALITY AND FRESHNESS DETECTION OF NEGERI CHICKEN EGG BASED ON COLOR SEGMENTATION USING FUZZY COLOR HISTOGRAM AND HISTOGRAM EQUALIZATION WITH K-NEAREST NEIGHBOR (K-NN) CLASSIFICATION METHOD

Gita Meirinda¹, Dr. Ir. Bambang Hidayat, DEA², Prof. Dr. Ir. Sjafril Darana, S.U.³

^{1,2}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
¹gitameirinda@student.telkomuniversity.ac.id, ²bhidayat@Telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Telur ayam adalah bahan makanan yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Disamping harganya yang murah, telur memiliki protein yang bermutu tinggi dan memiliki susunan asam amino esensial yang lengkap sehingga telur banyak dijadikan sebagai bahan olahan makanan, seperti roti dan pizza. Akan tetapi, telur yang dihasilkan dari masing-masing peternakan memiliki perbedaan kualitas dan kesegaran. Kualitas dan kesegaran ini salah satunya dapat dilihat dari ketinggian albumen/putih telur, semakin tebal albumen telur, maka kualitas dan kesegarannya akan semakin baik. Kualitas kuning telur dapat dilihat dari warna kuning telur. Warna kuning telur memiliki tingkatan dari 1 sampai 15. Biasanya untuk menentukan tingkat warna kuning telur, digunakan alat yang disebut dengan *Yolk Color Fan*. Namun, untuk mencocokkan warna kuning telur dengan menggunakan *Yolk Color Fan* secara kasat mata, hasil yang didapat akan bersifat subjektif sehingga adanya perbedaan perspektif yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti cahaya dan perbedaan kemampuan penglihatan seseorang.

Dalam Tugas Akhir ini penulis membahas bagaimana cara mendeteksi kualitas dan kesegaran dari bagian albumen, dan mendeteksi kualitas kuning telur dari warna kuning telur ayam negeri. 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), Histogram Equalization 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, RGB to HSV, otsu, Strel (Disk-12), threshold, erosi, filling, deteksi tepi dan deteksi jarak.

Hasil penelitian Tugas Akhir ini didapatkan nilai akurasi deteksi kualitas kuning telur adalah 76% dengan waktu komputasi 5.707324s detik, dan nilai akurasi deteksi kualitas kesegaran telur adalah 65%. Diharapkan dengan kemampuan sistem ini, dapat membantu pengguna *Yolk Color Fan* sehingga dapat dijadikan standar akurasi yang tepat dalam pengukuran kualitas kuning telur dan juga kualitas telur ayam negeri.

Kata kunci: Histogram Equalization, Fuzzy Color Histogram (FCH), K-Nearest Neighbor (K-NN)

Abstract

*Indonesian people commonly consume chicken egg as an ingredient. Not only cheap, but egg also has a high-quality protein and a complete composition of essential amino acids. Therefore, many people use an egg as ingredients to make some foods, such as bread and pizza. However, eggs have a different quality and freshness in each farm. The quality and freshness can be seen by the height of albumen/egg white. While to detect the quality of yolk, we can see from the color of yolk itself. The higher the albumen level, the more freshness the egg can be. Yolk color has a level of 1 to 15. And typically for determining the color of yolk, we use a tool called *Yolk Color Fan*. However, to match the color of the yolk by using *Yolk Color Fan* with naked eye, the results would be subjective so there will be differences in any perspectives caused by several factors such as light and differences in visual abilities of a person.*

In this final project, the author discusses how to detect the quality and the freshness from the albumen and to detect the quality of yolk from the color of chicken egg yolk. There are several methods that can be used to detect the quality and freshness of the yolk. In this final project the author uses Fuzzy Color Histogram (FCH), Histogram Equalization and edge detection with K-Nearest Neighbor (K-NN) classification method, which begins with the preprocessing consisting of cropping, resizing, RGB to grayscale, RGB to CMYK, RGB to HSV, otsu, Strel (Disk-12), threshold, erosion, filling, edge detection and distance detection.

*The results of this final project are obtained 76% accuracy of the yolk quality detection with computing time 5.707324s seconds, and 65% accuracy of quality and freshness detection of chicken egg. With this system capabilities, the author expect that it can help *Yolk Color Fan* user well. Thus, it can be used as a proper standard of accuracy in measuring the quality of the yolk and the quality and freshness of negeri chicken eggs.*

Keyword: Histogram Equalization, Fuzzy Color Histogram (FCH), K-Nearest Neighbor (K-NN)

1. Pendahuluan

Slogan "Empat Sehat Lima Sempurna" mengatakan bahwa telur merupakan lauk yang bergizi tinggi. Umumnya bahan makanan yang satu ini hampir setiap hari ada dalam hidangan menu makanan. Telur adalah bahan makan yang simpel namun banyak dijadikan masyarakat sebagai sumber makanan utama. Bahan makanan yang memiliki isi berwarna kuning ini memang sangat lezat untuk disantap.

Secara umum telur ayam negeri merupakan telur yang sering dikonsumsi oleh masyarakat karena mengandung gizi dan protein yang melimpah. Namun, kita harus teliti dalam memilih telur sebelum dikonsumsi karena ada kemungkinan telur yang dijual telah rusak atau mengalami penurunan kualitas. Hal ini disebabkan terlalu lamanya 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.

Dalam Tugas Akhir sebelumnya yang berjudul "Klasifikasi Jenis dan Kualitas Telur Asin berdasarkan Warna Kuning Telur menggunakan Transformasi LBP (Local Binary Pattern) dan Metoda SVM (Support Vector Machine)" yang dikarang oleh Shintya Yosvine Monro [21] meneliti tentang kualitas telur asin dengan menggunakan pengolahan citra digital. Akurasi yang diperoleh sebesar 81,25%. Metode ekstraksi ciri yang digunakan adalah LBP (Local binary pattern). Dan metode klasifikasi yang digunakan adalah SVM (Support Vector Machine).

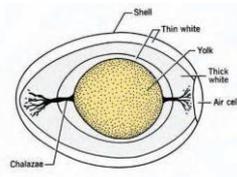
Warna berperan sebagai faktor penting dalam sistem visual manusia. Pendeteksian kualitas kuning telur dapat dilihat dari kenampakan dan warna kuning telur. Pendeteksian kualitas telur itu sendiri dapat dilihat dari ketinggian putih telurnya. Maka penelitian pada Tugas Akhir ini penulis menggunakan metode Histogram Equalization, Fuzzy Color Histogram (FCH), dan deteksi tepi. Metode Histogram Equalization melebarkan histogram sehingga perbedaan piksel menjadi lebih besar atau dengan kata lain informasi menjadi lebih kuat sehingga mata dapat menangkap informasi yang disampaikan. Kemudian metode ekstraksi ciri 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 merupakan bahan makanan yang sangat akrab dengan kehidupan kita. Telur adalah salah satu bahan makanan hewani yang dikonsumsi selain daging, ikan, dan susu. Umumnya telur yang dikonsumsi berasal dari berbagai jenis unggas, seperti ayam, bebek, dan angsa. Sebagai sumber protein, telur mempunyai banyak kelebihan yaitu kandungan asam amino yang lengkap. Telur digemari oleh banyak orang karena rasanya yang enak dan lezat. Telur juga berfungsi dalam aneka ragam pengolahan bahan makanan. Selain itu, telur juga termasuk bahan makanan sumber protein yang relatif murah dan mudah ditemukan. Hampir semua orang membutuhkan telur [11].

2.2. Komponen Telur



Gambar 2. 1 Komponen Telur (Sumber: *Professional Baking 4th Edition*, Wayne Gisslen [17])

Menurut Paula Figoni [6], telur memiliki beberapa komponen didalamnya yaitu:

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

2.3. Kualitas Telur

Di dalam penelitiannya, Bowo Bangun [4] menerangkan bahwa kualitas telur dapat dilihat dari segi indeks albumen, indeks yolk, dan warna yolk.

1. Indeks albumen

Indeks albumen merupakan salah satu parameter kualitas internal telur yang mengarah pada kekentalan albumen. Indeks albumen dapat dihubungkan dengan tinggi dan lebar albumen. Indeks albumen merupakan perbandingan antara tinggi albumen dengan diameter rata-rata albumen kental. Dalam penelitiannya, Prasetyo et al.[18] menemukan bahwa penggunaan probiotik dalam ransum dapat meningkatkan indeks albumen pada telur ayam arab.

2. Indeks Yolk

Indeks yolk yaitu perbandingan antara tinggi dan lebar yolk.

3. Warna yolk

Kecerahan yolk merupakan salah satu indikator yang dapat digunakan untuk menentukan kualitas telur. Untuk mengukur kualitas yolk dapat digunakan alat roche yolk colour fan. Cara pengukurannya sangat mudah dilakukan karena yolk tinggal dicocokkan dengan warna pada alat tersebut. Berdasarkan pengukuran dengan alat tersebut maka yolk yang baik berada pada kisaran angka 9--12 (Sudaryani, [7]). Dalam hasil penelitiannya, Akbarillah et al. [3] melaporkan warna yolk yang cerah (orange) pada telur merupakan warna yang diminati konsumen.

Menurut Kurtini et al. [9], kualitas warna yolk ditentukan secara visual, yaitu membandingkan dengan berbagai warna standar dari yolk colour fan berupa lembaran kipas warna standar dengan skor 1--15 dari warna pucat sampai orange tua (pekat).

2.4. Yolk Color Fan



Gambar 2. 2 Yolk Color Fan (Sumber: DSM Products [12])

Pada saat ini Yolk Color Fan adalah pembanding yang paling umum digunakan ini terdiri dari serangkaian 15 plastik berwarna. Kualitas warna yolk ditentukan secara visual, yaitu membandingkan dengan berbagai warna standar dari 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.

2.5. Citra Digital

A. Definisi Citra Digital

Citra digital dapat dinyatakan sebagai suatu fungsi dua dimensi $f(x,y)$, dengan x maupun y adalah posisi koordinat sedangkan f merupakan amplitudo pada posisi (x,y) yang sering dikenal sebagai intensitas atau grayscale. Nilai intensitas diskrit mulai dari 0 sampai 255, begitu pula nilai-nilai x , y , dan $f(x,y)$ harus berada pada jangkauan atau range tertentu yang jumlahnya terbatas. Citra yang ditangkap oleh kamera dan telah dikuantisasi dalam bentuk diskrit dinamakan citra digital. Citra digital tersusun dari sejumlah nilai tingkat keabuan yang disebut piksel pada posisi tertentu. Secara matematis persamaan untuk fungsi intensitas $f(x,y)$ adalah:

$$0 \leq f(x,y) < \infty \tag{2.1}$$

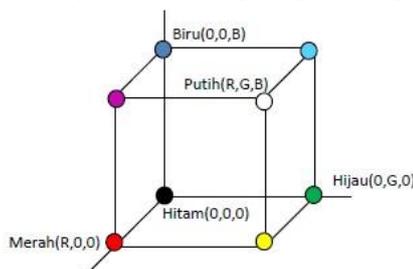
Misalkan f merupakan sebuah citra digital 2 dimensi berukuran $N \times M$. Maka representasi f dalam sebuah matriks dapat dilihat pada gambar di bawah ini, di mana $f(0,0)$ berada pada sudut kiri atas dari matriks tersebut, sedangkan $f(n-1,m-1)$ berada pada sudut kanan bawah ([10],[13]):

$$\begin{matrix}
 f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0, m-1) \\
 f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1, m-1) \\
 \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
 f(n-1,0) & f(n-1,1) & \dots & f(n-1, m-1)
 \end{matrix} \tag{2.2}$$

B. Konsep Citra Warna

a) RGB

Suatu citra dalam model RGB terdiri dari tiga bidang citra yang saling lepas, masing-masing terdiri dari warna utama: merah, hijau dan biru. Suatu warna dispesifikasikan sebagai campuran sejumlah komponen warna utama. Gambar dibawah menunjukkan bentuk geometri dari model warna RGB untuk menspesifikasikan warna menggunakan sistem koordinat Cartesian. Spektrum greyscale (tingkat keabuan) yaitu warna yang dibentuk dari gabungan tiga warna utama dengan jumlah yang sama, berada pada garis yang menghubungkan titik hitam dan putih.



Gambar 2. 3 Representasi Ruang Warna RGB (Sumber: *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra* (2013) [1])

Dalam Tugas Akhir ini juga digunakan jenis pencitraan HVC. HVC (*Hue, Value, Chrome*) biasa disebut juga dengan HSV (*Hue, Saturation, Value*). *Hue* adalah ciri paling jelas dari warna, menunjukkan warna-warna utama yang direpresentasikan dalam bentuk heksagonal. Terdiri dari warna merah, kuning, hijau, cyan, biru, dan magenta. *Chrome* adalah kemurnian warna. Warna *chrome* tinggi terlihat kaya dan penuh. Warna *chrome* rendah terlihat kusam dan abu. Kadang-kadang *chrome* disebut saturasi. *Value* adalah nilai terang atau gelap warna. Kadang-kadang warna terang disebut *tints*, dan warna gelap disebut *shades*. Warna dengan *chrome* tinggi harus memiliki *value* medium (ketika dibuat dengan campuran warna subtraktif) ([11],[13]).

2.6 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital adalah pemrosesan citra dua dimensi atau tiga dimensi oleh komputer. Masukan dari sistem komputer tersebut berupa sinyal elektrik yang dapat direpresentasikan dalam bentuk numerik. Karena itu dibutuhkan digitizer untuk mengubah citra kontinyu ke dalam suatu bentuk numerik, contohnya adalah kamera digital, web camera, scanner, dan lain-lain. Kemudian hasil dari proses tersebut harus dapat dinilai oleh mata manusia melalui suatu penampil (display), biasanya berupa graphic monitor.

2.7 Fuzzy Color Histogram

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 terasosiasi 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 [5].

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. Himpunan fuzzy F pada ruang ciri R_n didefinisikan oleh pemetaan $\mu_F(f)$ disebut derajat keanggotaan dari f terhadap himpunan fuzzy F . Nilai dari $\mu_F(f)$ yang mendekati 1 berarti vektor ciri f lebih representatif terhadap himpunan fuzzy f [22].

2.8 Histogram Equalization (HE)

Histogram didefinisikan sebagai probabilitas statistik distribusi setiap tingkat abu-abu dalam gambar digital. Persamaan histogram (HE) adalah teknik yang sangat populer untuk peningkatan kontras gambar ([8],[15]). Konsep dasar dari Histogram Equalization adalah dengan melebarkan histogram, sehingga perbedaan piksel menjadi lebih besar atau dengan kata lain informasi menjadi lebih kuat sehingga mata dapat menangkap informasi yang disampaikan [2].

Citra kontras ditentukan oleh rentang dinamis, yang didefinisikan sebagai perbandingan antara bagian paling terang dan paling gelap intensitas piksel. Histogram memberikan informasi untuk kontras dan intensitas keseluruhan distribusi dari suatu gambar. Misalkan gambar input $f(x, y)$ terdiri dari tingkat abu-abu diskrit dalam kisaran dinamis $[0, L-1]$ maka fungsi transformasi $C(r_k)$ dapat didefinisikan sebagai Persamaan. 2.3 [16]:

$$C(r_k) = \frac{L-1}{r_j} \sum_{r=0}^{r_k} p(r) = \sum_{r=0}^{r_k} \frac{L-1}{r_j} p(r) \quad k = 0, 1, 2, \dots, L-1 \quad (2.3)$$

Untuk persamaan transformasi Histogram Equalization pada gambar digital, variabel $M \times N$ menunjukkan total jumlah piksel, L jumlah tingkat abu-abu, dan $p(r_j)$ jumlah piksel dalam gambar masukan dengan intensitas nilai r_j . Rentang nilai input dan output abu-abu berada di kisaran $0, 1, 2, \dots, L-1$. Kemudian, transformasi Histogram Equalization memetakan input nilai r_k (di mana $k = 0, 1, 2, \dots, L-1$) hingga nilai output S_k .

2.9 K-Nearest Neighbor (K-NN)

Algoritma k-Nearest Neighbor (K-NN) adalah metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan suatu data. Pada data latih biasanya diambil lebih dari satu tetangga terdekat dengan data uji kemudian akan digunakan algoritma ini untuk ditentukan kelasnya [19].

Ide utama dari algoritma K-NN ditunjukkan pada gambar di bawah yang menunjukkan K-Nearest Neighbor pada dua kelas masalah dalam ruang dua dimensi. Pada contoh ini keputusan untuk q_1 sangat mudah karena semua dari ketiga tetangga terdekat adalah kelas O sehingga diklasifikasikan sebagai kelas O. Situasi dari q_2 sedikit lebih rumit karena memiliki dua tetangga dari kelas X dan satu dari kelas O. Masalah pada q_2 dapat diatasi dengan voting mayoritas sederhana [14].

Jadi klasifikasi K-NN mempunyai dua langkah, yaitu : [20]

1. Menentukan tetangga – tetangga terdekat dari data tersebut.
2. Menentukan kelas dari masing – masing tetangga terdekat tersebut.

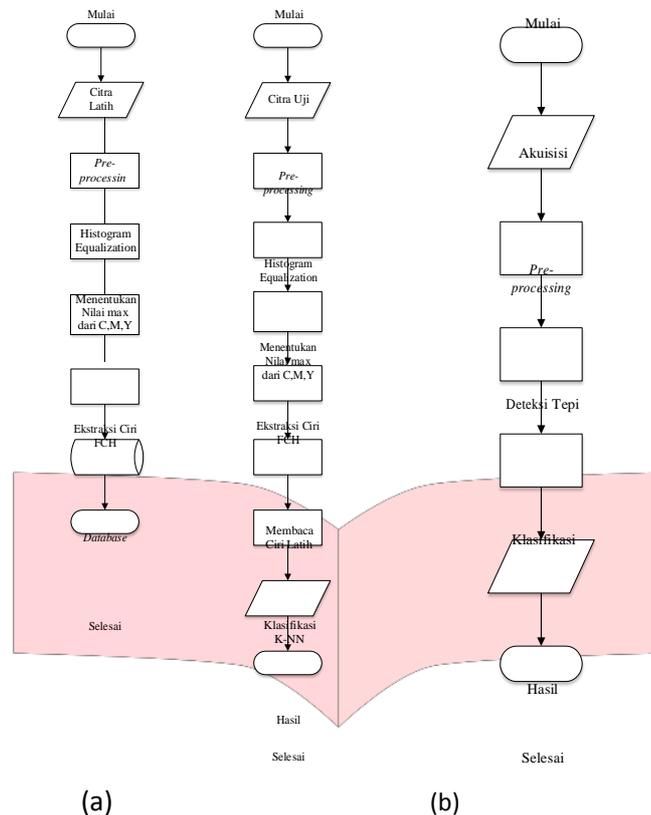
2.10 Deteksi Tepi

Tepi (edge) adalah perubahan nilai intensitas derajat keabuan yang mendadak besar dalam jarak yang dekat. Suatu titik (x, y) dikatakan sebagai tepi bila titik tersebut mempunyai perbedaan nilai piksel yang tinggi dengan nilai piksel tetangganya. Perubahan mencapai maksimum pada saat nilai turunan pertamanya mencapai nilai maksimum atau nilai turunan kedua (2nd derivative) bernilai 0. Deteksi tepi (Edge detection) adalah operasi yang dijalankan untuk mendeteksi garis tepi (edges) yang membatasi dua wilayah citra homogen yang memiliki tingkat kecerahan yang berbeda.

2.11 Klasifikasi Nilai Threshold

Nilai threshold merupakan parameter yang digunakan untuk menyeleksi fitur. Nilai threshold sangat menentukan jumlah fitur yang terseleksi. Jumlah fitur yang terseleksi berdasarkan beragam nilai threshold yang digunakan. Pemangkasan fitur yang dilakukan pada proses seleksi fitur dengan berbagai nilai threshold memberikan pengaruh terhadap hasil klasifikasi kualitas kesegaran telur.

3. Perancangan Sistem



Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Identifikasi Metode (a) FCH (Tahap citra latih & tahap citra uji) (b) 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

1. Tahap Pengujian Sistem

Citra masukan berupa citra hasil capture telur ayam negeri yang secara manual diambil menggunakan kamera untuk memperoleh format citra digital yang kemudian di-copy pada laptop. Dalam memperoleh citra telur, ukuran citra serta ketajaman citra hasil capture telur ayam negeri berbeda-beda dimana hal ini disebabkan oleh keterbatasan setiap individu dalam teknik pengambilan gambar. Berikut adalah tahap pengujian sistem:

A. Tahap Pertama

a. Deteksi Warna Kuning Telur

Hasil capture citra telur yang telah dicocokkan dengan yolk color fan dijadikan citra latih sebanyak 57 citra yang akan disimpan sebagai database. Citra uji yang digunakan merupakan hasil capture telur ayam negeri yang berjumlah 38 citra.

Citra uji yang telah diakuisisi, dijadikan sebagai input pada proses pre-processing. Pada proses pre-processing ini, dilakukan resize citra menjadi 476x317 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 diubah menjadi citra CMY (Cyan-Magenta-Yellow). Kemudian dilakukan fungsi otsu, dan strel (disk-12). Hasil dari proses ini akan menghasilkan citra dua layer, yaitu black and white (biner 0 dan 1). Kemudian dilakukan proses erosi, yaitu proses untuk membuat ukuran sebuah citra menjadi lebih kecil. Proses erosi ini memindahkan piksel pada batasan-batasan objek yang akan dierosi. Jumlah dari piksel yang ditambah atau dihilangkan bergantung pada ukuran dan bentuk dari structuring yang digunakan untuk memproses citra. Kemudian dilakukan proses cropping yang nantinya akan mendapatkan citra warna kuning telurnya saja. Dari citra warna kuning tersebut dilakukan resizing 100x100 dan selanjutnya diperoleh citra baru dengan rentang warna yang lebih lebar dan struktur warna yang lebih jelas dengan metode histogram equalization. Hasil citra histogram equalization, dilakukan pencarian nilai maksimal dari layer C, M, dan Y yang nantinya dijadikan sebagai nilai inputan FCH.

b) Deteksi Ketebalan Putih Telur

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.

B. Tahap Kedua

a) Deteksi Warna Kuning Telur

Setelah pre-processing, kemudian dilakukan proses ekstraksi ciri dengan menggunakan metode ekstraksi ciri FCH (Fuzzy Color Histogram). Tahap ini dilakukan untuk menentukan ciri dari masing-masing citra dengan menghitung nilai tiap parameter sesuai dengan rules pada metode FCH. Kemudian ekstraksi ciri pada metode FCH, nantinya akan menggunakan tools fuzzy yang sudah tersedia di matlab. Untuk input fuzzynya menggunakan variabel cyan, magenta dan yellow dari citra kuning telur, dengan dua membership function, dan menggunakan fungsi keanggotaan segitiga dengan 8 rules fuzzy.

b) Deteksi Ketinggian Putih Telur

Setelah pre-processing, kemudian dilakukan proses ekstraksi ciri dengan menggunakan metode ekstraksi ciri FCH (Fuzzy Color Histogram). Tahap ini dilakukan untuk menentukan ciri dari masing-masing citra dengan menghitung nilai tiap parameter sesuai dengan rules pada metode FCH. Kemudian ekstraksi ciri pada metode FCH, nantinya akan menggunakan tools fuzzy yang sudah tersedia di matlab. Untuk input fuzzynya menggunakan variabel cyan, magenta dan yellow dari citra kuning telur, dengan dua membership function, dan menggunakan fungsi keanggotaan segitiga dengan 8 rules fuzzy.

C. Tahap Ketiga

a) Deteksi Warna Kuning Telur

Setelah ekstraksi ciri, kemudian dilakukan proses deteksi kualitas kuning telur atau pengelompokan citra menjadi beberapa kelas dimana terdapat kelas pucat, mulai menguning, kuning, dan sangat kuning dengan menggunakan klasifikasi K-NN. Parameter k yang digunakan antara lain adalah 1, 3, 5, dan 7.

b) Deteksi Ketinggian Putih Telur

Selanjutnya citra yg sudah dideteksi ketinggian putih telurnya dalam satuan HU, kemudian diklasifikasikan menggunakan nilai threshold menjadi kualitas AA, A, B, dan C. Dimana ketika nilai HU<31 maka kualitas telur tersebut adalah C, HU 31-59 kualitas B, HU 60-71 kualitas A, dan HU>71 adalah kualitas AA..

D. Tahap Keempat

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

E. Tahap Kelima

Pada tahap ini dilakukan pengujian untuk memperoleh perbandingan akurasi yang paling baik yaitu membandingkan variabel RGB, CMYK, HSV, dan YcbCr sebagai inputan FCH.

2. Hasil Analisis Sistem

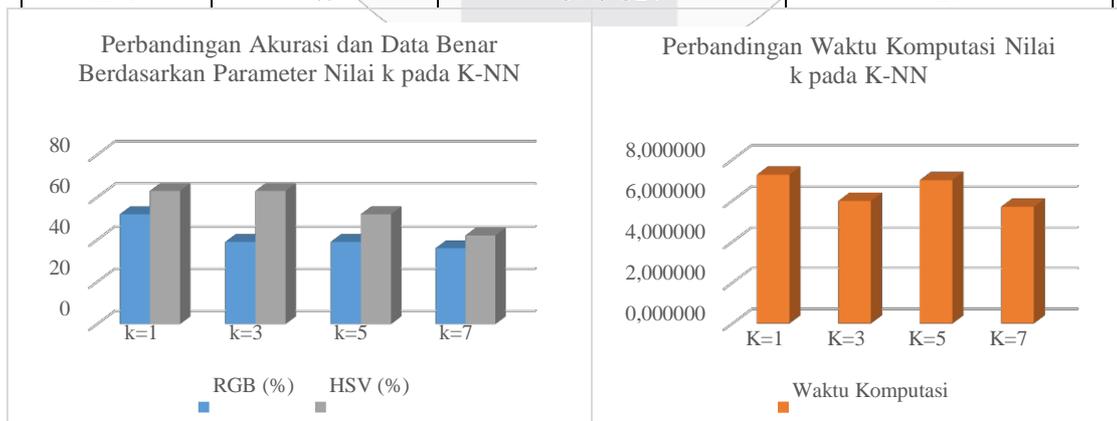
A. Hasil Pengujian Skenario 1 Mendeteksi Kualitas Kuning Telur Menggunakan Ekstraksi Ciri FCH dan K-NN

a. Hasil Pengujian Pengaruh Parameter Nilai k terhadap Klasifikasi Kualitas Kesegaran Telur

Berikut adalah data hasil pengujian terhadap perubahan parameter nilai k pada proses klasifikasi kualitas kuning telur. Pengujian pada tahap ini menggunakan 38 data uji dengan jenis jarak Euclidean. Pada pengujian ini hasil pengujian ditampilkan pada Table 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Sistem

| K | Akurasi (%) | Waktu Komputasi (s) | Jumlah Data Benar |
|-----|-------------|---------------------|-------------------|
| K=1 | 71 | 7.264058 | 27 |
| K=3 | 76 | 5.988884 | 29 |
| K=5 | 65 | 6.999923 | 25 |
| K=7 | 63 | 5.707324 | 24 |



Gambar 4. 1 Perbandingan Akurasi Parameter Nilai k pada K-NN dan Perbandingan Waktu Komputasi Nilai k pada K-NN

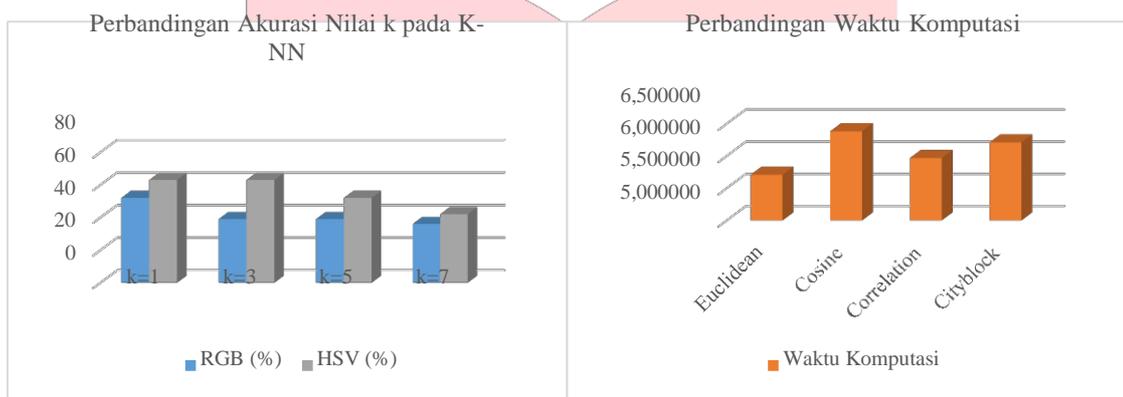
Berdasarkan Table 4.1 dapat dilihat hasil klasifikasi dengan K-Nearest Neighbor menggunakan nilai k=1,3,5 dan 7. Hasil akurasi tertinggi didapatkan saat menggunakan metode Euclidean dengan nilai k=3, yaitu 76% dengan waktu komputasi 5.988884s. Nilai k=3 berarti terdapat tiga vektor berdekatan yang digunakan sebagai pembanding, dengan nilai tersebut maka sudah dapat mewakili vektor ciri dari berbagai kelas. Akurasi terendah didapatkan saat menggunakan metode Euclidean dengan nilai k=7, yaitu sebesar 63%.

b. Hasil Pengujian Pengaruh Parameter Jenis Jarak terhadap Klasifikasi Kualitas Kuning Telur

Selanjutnya dilakukan percobaan terhadap perubahan parameter jenis jarak pada proses klasifikasi. Dari hasil Tabel 4.1 akurasi terbaik didapatkan pada saat menggunakan nilai k=3. Pengujian pada tahap ini menggunakan 38 data uji dengan nilai k=3. Pada pengujian ini hasil pengujian ditampilkan pada Table 4.2.

Tabel 4. 2 Akurasi dan Waktu Komputasi parameter jenis jarak

| Jenis Jarak | Akurasi | Waktu Komputasi | Jumlah Data Benar |
|-------------|---------|-----------------|-------------------|
| Euclidean | 76 | 5.707324 | 29 |
| Cosine | 5 | 6.383502 | 2 |
| Correlation | 5 | 5.96699 | 2 |
| Cityblock | 76 | 6.210105 | 29 |



Gambar 4. 2 Perbandingan Akurasi parameter jenis jarak dan Perbandingan Waktu Komputasi Parameter Jarak

Berdasarkan Table 4.2 akurasi terbesar di dapatkan pada saat jenis jarak Euclidean dan Cityblock yaitu sebesar 76 % dengan waktu komputasi 5.707324s dan 6.210105s. Dan akurasi terkecil pada saat jenis jarak Cosine dan Correlation yaitu sebesar 5%.

c) Hasil Pengujian Pengaruh Parameter Variabel Nilai Input Ekstraksi Ciri FCH pada Klasifikasi Kualitas Kuning Telur

Selanjutnya dilakukan percobaan terhadap perubahan parameter variabel nilai input ekstraksi ciri FCH. Dari hasil Tabel 4.3 akurasi terbaik didapatkan pada saat menggunakan variabel CMYK sebagai nilai input FCH dengan nilai k=3. Pengujian pada tahap ini menggunakan 38 data uji. Pada pengujian ini hasil pengujian ditampilkan pada Table 4.3.

Tabel 4. 3 Akurasi Parameter Perubahan Variabel Nilai Input FCH

| k | RGB | CMYK | HSV | YCbCr |
|-----|-----|------|-----|-------|
| k=1 | 52 | 71 | 63 | 71 |
| k=3 | 39 | 76 | 63 | 68 |
| k=5 | 39 | 65 | 52 | 68 |
| k=7 | 36 | 63 | 42 | 68 |

Berdasarkan Table 4.3 akurasi terbesar di dapatkan pada saat menggunakan variabel CMYK yaitu sebesar 76 % dengan nilai k=3. Dan akurasi terkecil pada saat menggunakan variabel RGB yaitu sebesar 36% dengan nilai k=7.

B. Hasil Pengujian Skenario 2 Mendeteksi Kualitas Kesegaran Telur Menggunakan Metode Deteksi Tepi dan Klasifikasi Menggunakan Fungsi Threshold

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

Tabel 4. 4 Hasil Sistem Deteksi Kualitas Kesegaran Telur

| | Data Benar | Data Salah | Akurasi (%) |
|--------------------------|------------|------------|-------------|
| Deteksi Tepi Menggunakan | 42 | 23 | 65 |

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dilihat hasil metode deteksi tepi dengan klasifikasi menggunakan fungsi threshold. Akurasi yang didapat dari metode deteksi tepi adalah 65% dengan data yang benar sebanyak 42 dan data yang salah sebanyak 23.

5. Kesimpulan

Dari hasil analisis pada pengujian didapatkan bahwa implementasi metode menggunakan Fuzzy Color Histogram dan klasifikasi K-NN mampu mendeteksi kualitas kuning telur ayam negeri dengan akurasi 76%. Sedangkan implementasi metode deteksi tepi dan klasifikasi menggunakan nilai *threshold* mampu mendeteksi kualitas kesegaran telur ayam negeri dengan akurasi 65%. Jenis jarak euclidean distance sangat cocok digunakan sehingga didapat hasil klasifikasi yang paling optimal. Citra warna yang paling baik antara RGB, CMYK, HSV, dan YcbCr sebagai variabel input FCH adalah variabel CMYK yaitu akurasi sebesar 76% dengan nilai $k=3$ pada klasifikasi K-NN.

Daftar Pustaka

- [1]. Abdul, Kadir. Adh., Susanto. (2013). *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*, Yogyakarta: Andi.
- [2]. Ahmad I Nazaruddin, Hadinegoro Arifyanto. (2012). *METODE HISTOGRAM EQUALIZATION UNTUK PERBAIKAN CITRA DIGITAL*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta: Program Pasca Sarjana Magister Teknik Informatika.
- [3]. Akbarillah TD, Kusuyah, Hidayat. (2010). *Pengaruh penggunaan daun Indigofera segar sebagai suplemen pakan terhadap produksi dan warna yolk itik*. -. J Sains Peternakan Indonesia.
- [4]. 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
- [5]. Fatimah s, Wijaya S.H. (-). *Ekstraksi Ciri Warna, Bentuk, dan Tekstur untuk Pengenalan Citra Ikan*. Institut Pertanian Bogor: Departemen Ilmu Komputer.
- [6]. Fioni, Paula, (2008). *How Baking Works Exploring The Fundamental of Baking Science*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc. Page 238
- [7]. Gisslen, Wayne. (2005). *Professional Baking (fourth edition)*. New Jersey: John Willey & Sons Inc.
- [8]. Kim, T. and J. Paik. (2008). "Adaptive Contrast Enhancement Using Gain-Controllable Clipped Histogram Equalization". IEEE Trans. Consumer Electr., 54: 1803-1810. DOI: 10.1109/TCE.2008.4711238
- [9]. Kurtini, T., K. Nova., dan D. Septinova. (2014). *Produksi Ternak Unggas*. Bandar Lampung : Anugrah Utama Raharja (AURA).
- [10]. Mayhoneys. (2008). *Pengolahan citra digital*. [Online]. Tersedia: http://www.itelkom.ac.id/library/index.php?view=article&catid=15%3Apemrosesansinyal&id=383%3Ape%20ngolahan-citradigital&option=com_content&Itemid=15 [24 September 2013]
- [11]. Mietha. (2008). "Kandungan Gizi Telur". <http://mietha.wordpress.com/2008/11/26/telur-makanan-berlimpah-gizi/>. Diakses 26 November 2015
- [12]. Produk DSM. Tersedia di http://www.dsm.com/markets/anh/en_US/products/products-solutions/products_solutions_tools/Products_solutions_tools_EggYolk.html [20 November 2015]
- [13]. Purnomo, Mauridhi Hery dan Arif Muntasa. (2010). *Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi Fitur*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [14]. S. Aksoy. (2008). "Non Bayesian Classifier, k-Nearest Neighbor Classifier and Distance Functions". Ankara: Bilkent University., vol. I, pp. 5-6.
- [15]. Sengge, N. and H. Choi. (2008). "Brightness Preserving Weight Clustering Histogram Equalization", IEEE Trans. Consumer Electr., 54: 1329-1337. DOI:10.1109/TCE.2008.4637624.
- [16]. Shih Frank Y., (2010). "Image Processing and Pattern Recognition Fundamental and Techniques". (-): IEEE Press and A John Wiley and Sons, Inc, Publication.
- [17]. Sudaryani, T., (2003). *Kualitas Telur*. Jakarta: Penebar Swadaya. Halaman 1, 8-10
- [18]. Untung Teddy Prasetyo, Kusuma Widayaka, Ning Iriyanti. (Juli 2013). *PENGUNAAN BERBAGAI JENIS PROBIOTIK DALAM RANSUM TERHADAP VISKOSITAS DAN INDEK PUTIH TELUR*. Purwokerto: Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman.
- [19]. Pdraig. Cunningham, and Sarah Jane Delany, "k-Nearest Neighbor Classifier". (-): Technical Report UCD-CSI, vol. 4, pp. 1-2, 2007.
- [20]. W. Hidayat, (2009). *Penerapan K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Gambar Landscape Berdasarkan Fitur Warna dan Tekstur*. Bandung: Politeknik Telkom Bandung.
- [21]. Yosvine, Shintya. (2013). *KLASIFIKASI JENIS DAN KUALITAS TELUR ASIN BERDASARKAN WARNA KUNING TELUR MENGGUNAKAN TRANSFORMASI LBP(LOCAL BINARY PATTERN) DAN METODA SVM (SUPPORT VECTOR MACHINE)*. Kab. Bandung: Universitas Telkom.
- [22]. Zhang R, Zhang Z. (2004). *A Robust Color Object Analysis Approach to Efficient Image*. (-). EURASIP Journal on Applied Signal Processing, 6, 871-885.