

Kombinasi Fitur Bentuk, Warna dan Tekstur untuk Identifikasi Kesuburan Telur Ayam Kampung Sebelum Inkubasi

Rohman Dijaya¹, Nanik Suciati², Darlis Herumurti³

Jurusan Teknik Informatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Jalan Teknik Kimia ITS, Surabaya

E-mail: ¹rohman.dijhe@gmail.com, ²nanik@if.its.ac.id, ³darlis@its-sby.edu

Masuk: 19 Januari 2016; Direvisi: 2 Februari 2016; Diterima: 3 Februari 2016

Abstract. *In the chicken nursery industry (doc) hatching efficiency is obtained by observing the eggs through candling before the incubation process. To sort out infertile eggs the use of fertility image identification thought egg candling is needed before incubation. The focus of this study is to combine the features of shape, texture and color to the area and egg yolk to determine the most dominant features in the image representing fertile egg candling. Features used in this study are the feature of forms: roundness, elongation, Index, Ellips Variance and Circularity Ratio, moment invariant texture features of the area and the egg yolk, and features HSI color in egg yolks area. The test results show that the highest accuracy is on the features of the new forms of egg yolk with an accuracy of 76.67%. The second highest is shown by the combination of form features (Circularity Ratio, Ellips Variance) and texture features in the area moment yolk color features HSI with 81.67% accuracy using SVM classification method.*

Keywords: Egg candling imagery, fertile, infertile, incubation

Abstrak. *Pada industri pembibitan ayam (doc) efisiensi penetasan telur ayam didapatkan dengan melakukan candling (peneropongan telur) sebelum proses inkubasi menggunakan mesin tetas. Untuk mengklasifikasikan telur fertile dan infertile dibutuhkan identifikasi kesuburan telur menggunakan citra candling sebelum inkubasi. Fokus dari penelitian ini adalah mengkombinasikan fitur bentuk, tekstur dan warna pada area kuning telur dan telur untuk mengetahui fitur yang paling dominan dalam merepresentasikan citra candling telur ayam kampung. Fitur yang digunakan dalam penelitian ini adalah fitur bentuk (Roundness, Elongation, Index, Ellips Variance dan Circularity Ratio), fitur tektur moment invarian dari area telur dan kuning telur dan fitur warna HSI pada area kuning telur. Hasil pengujian menunjukkan akurasi tertinggi pada fitur bentuk kuning telur baru dengan akurasi 76,67% dan kombinasi fitur bentuk (Circularity Ratio, Ellips Variance), fitur tekstur moment pada area kuning telur dengan fitur warna HSI dengan akurasi 81,67 % menggunakan metode klasifikasi SVM.*

Kata Kunci: Citra candling telur, fertile, infertile, inkubasi.

1. Pendahuluan

Pada industri peternakan ayam pemilihan bibit berkualitas didukung oleh proses inkubasi telur ayam yang baik. Pada proses inkubasi telur dan pembibitan ayam (*doc* ayam) hampir 8-9% dari keseluruhan telur tidak dapat menetas pada inkubasi menggunakan mesin tetas (Das & Evans, 1992a) dan (Das & Evans, 1992b). Dalam proses inkubasi telur ayam hanya telur subur yang berkualitas saja yang dapat menetas dengan baik (Patel, dkk., 1998). Untuk mengetahui kualitas dan kesuburan dari telur untuk proses inkubasi dilakukan proses pemilihan telur (Arivazhagan, dkk., 2013). Proses ini berupa analisa visual dalam peneropongan pada telur yang diberikan cahaya pada salah satu sisi didalam ruang gelap atau sering disebut *candling*. Waktu pelaksanaan proses *candling* dilakukan dalam beberapa tahap untuk mengetahui kesuburan telur dan perkembangan embrio ayam (Bamelis, dkk., 2002). Waktu yang dilakukan untuk melakukan *candling* dengan tujuan mengetahui kesuburan telur dilakukan pada hari ke-3

sampai ke-6 proses inkubasi (inkubasi dengan mesin tetas) dengan melihat nokta merah pada telur, sedangkan waktu *candling* pada hari ke-12 sampai ke-18 proses inkubasi dilakukan untuk melihat pertumbuhan ataupun kematian dari embrio (Lawrence, dkk., 2006) dan (Shan, 2010).

Penelitian menggunakan citra *candling* telur dengan tujuan untuk konsumsi dan *doc* ayam dilakukan oleh Zhu & Ma (2011). Pada penelitian tersebut efisiensi inkubasi didapatkan dengan melakukan *candling* ketika sebelum inkubasi dimulai, hal ini bertujuan untuk mendapatkan anak ayam yang baik dari inkubasi dan mengalihkan fungsi konsumsi dari telur yang tidak dapat menetas (*infertile*). Untuk mendukung tujuan tersebut dikembangkan identifikasi kesuburan telur sebelum inkubasi melalui citra *candling* yang didasarkan pada bentuk telur, bentuk kuning telur dan intensitas warna kuning telur. Berdasarkan penelitian Taniguchi (2007) bentuk telur *fertile* cenderung lonjong dan tipis dan bentuk telur *infertile* cenderung bulat. Kemudian area kuning telur dan warna telur menjadi bagian penting dari proses identifikasi kesuburan telur sebelum inkubasi. Pemilihan fitur yang merepresentasikan objek dengan tepat dapat mempengaruhi hasil akurasi dari klasifikasi.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui fitur yang paling dominan dalam identifikasi kesuburan telur ayam kampung sebelum inkubasi. Penelitian ini diawali dengan prapemrosesan citra *candling* telur ayam kampung untuk memisahkan area telur dengan *background* dan memisahkan area kuning telur dengan area telur. Hasil dari area telur dan kuning telur tersebut nantinya akan digunakan dalam proses ekstraksi fitur bentuk dengan menggunakan *descriptor* bentuk (Yang, dkk., 2008), *Ellips Variance* (Eva), *Circularity Ratio*, *Index*, *Roundness*, *Elongation* dan *moment invariant*, sedangkan fitur warna dari kuning telur digunakan *mean* dari model warna *Hue*, *Saturation* dan *Intensity* (HSI). Untuk *classifier* yang digunakan adalah *support vector machine* (SVM), *neural network backpropagation* (Shah Rizam, dkk., 2009), (Youxian, 2006) dan *K-nearest neighbord* (KNN). Dengan proses identifikasi kesuburan sebelum inkubasi dapat mengetahui lebih dini kesuburan telur sehingga memaksimalkan keberhasilan dari proses inkubasi serta mengalihkan telur *infertile* menjadi telur konsumsi.

2. Penelitian terkait

Terdapat dua penelitian utama yang dilakukan oleh Wang, dkk. (2009) dan Zhu & Ma (2011) mengenai identifikasi kesuburan telur sebelum proses inkubasi. Tahapan dari kedua penelitian ini hampir sama namun tujuannya yang berbeda. Adapun tahapan yang sama dari kedua penelitian ini antara lain, pemisahan area telur, pemisahan area kuning telur, ekstraksi fitur kuning telur dan klasifikasi. Penelitian pertama bertujuan mengukur kesegaran pada telur untuk konsumsi dengan mengukur rasio pada indeks kuning telur dan ruang udara pada telur. Tahapan pemisahan telur dan pemisahan area telur penelitian pertama merupakan acuan dari penelitian kedua. Pada penelitian Zhu & Ma (2011) memiliki tujuan mengidentifikasi kesuburan telur putih untuk konsumsi dan *doc* ayam. Dataset citra *candling* telur putih diambil sebelum proses inkubasi. Pada penelitian ini terdapat tiga tahap utama yaitu memisahkan area telur dengan *background*, memisahkan area kuning telur dengan telur dan mendapatkan warna kuning telur. Fitur yang digunakan dalam penelitian fitur bentuk berupa *index*, *roundness*, *elongation*, *geometric moment* dari telur dan kuning telur, serta fitur warna berupa *color mean* seperti *hue* (H), *intensity* (I), *saturation* (S) dari kuning telur. Klasifikasi dari penelitian tersebut menggunakan metode *least square support vector machine* (LS-SVM).

3. Dasar teori

3.1. Citra *Candling* Telur Ayam Kampung

Citra *candling* telur merupakan citra yang didapatkan melalui proses *candling* pada telur. Ilustrasi dan spesifikasi dari *candler* telur untuk pengambilan citra *candling* telur ayam dapat dilihat pada Gambar 1a. Pada penelitian ini objek citra yang digunakan adalah telur ayam kampung seperti pada Gambar 1b. Pada penelitian Wang, dkk. (2009) dan Zhu & Ma (2011) fokus dari area yang akan diambil adalah area telur dan kuning telur.



Gambar 1. (a) Ilustrasi dan spesifikasi dari candler telur untuk pengambilan citra candling telur ayam, (b) Proses pengambilan dataset citra candling telur ayam kampung.

3.2. Deskriptor Bentuk

Untuk mendapatkan deskriptor bentuk dari area telur dan kuning telur dari citra candling digunakan deskriptor bentuk *Circularity Ratio* dan *Elliptic Variance*, (Park, 2011) selain itu digunakan juga *descriptor* bentuk *area*, *perimeter*, *major axis* dan *minor axis* dihitung dari area kuning dan area telur untuk mendapatkan *Index*, *Elongation* dan *Roundness* (Zhu & Ma, 2011), (Wang, dkk., 2009).

Circularity Ratio merupakan tingkat kemiripan objek terhadap lingkaran. Untuk mendapatkan nilai dari *Circularity Rasio* digunakan pembagian dari rata-rata jarak radial dari *centroid* objek ke *boundary* dengan standar deviasi *radial* dari objek ke *boundary*. Persamaan (1) digunakan untuk mencari nilai rata-rata jarak radial dari *centroid* objek ke *boundary*, persamaan (2) digunakan untuk mencari standar deviasi *radial* dari objek ke *boundary*, dan jarak *radial centroid* ke tepi objek lingkaran *di* (Park, 2011) dihitung dengan persamaan (3), dimana *di* adalah jarak radial dari *centroid* dengan tepi objek, *n* adalah jumlah *point* tepi dari objek, *x* adalah *point x* dari tepi objek, *g* adalah *centroid* dari objek, dan *y* adalah *point x* dari tepi objek.

$$\sigma R = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N-1} (d_i - \mu R)^2} \tag{1}$$

$$\mu R = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N-1} d_i \tag{2}$$

$$d_i = \sqrt{(x_i - g_x)^2 + (y_i - g_y)^2} \tag{3}$$

Elliptic Variance atau *Eva* merupakan *mapping error* dari bentuk objek terhadap *ellips* yang memiliki *covariance matrix* dengan bentuk untuk *ellips* dengan matriks *kovarians* yang sama dengan bentuk objek. Persamaan (4) dan (5) digunakan untuk menghitung *mean* dan standar deviasi *radial distance*, *radial centroid* ke tepi objek *ellips* *d'i* dihitung dengan persamaan (6), dimana *d'i* adalah jarak radial dari *centroid* dengan tepi objek, *V_i* adalah jarak antara tepi objek ke *centroid*, *x* adalah *point x* dari tepi objek, *g* adalah *centroid* dari objek, *y* adalah *point x* dari tepi objek dan *C* adalah matriks *kovarian* dari bentuk objek.

$$\sigma' R = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N-1} (d'_i - \mu' R)^2}, \tag{4}$$

$$\mu' R = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N-1} d'_i, \tag{5}$$

$$d'_i = \sqrt{V_i^T C^{-1}_{ellipse} V_i} \text{ dan } V_i = \begin{pmatrix} x_i - g_x \\ y_i - g_y \end{pmatrix} \quad (6)$$

Index (SI) bentuk perbandingan *pixel major axis* dan *pixel minor axis* dari objek yang dihitung dengan persamaan (7), dimana a adalah *pixel major axis* and b is *pixel minor axis*. *Roundness* (D) merupakan tingkat kebulatan dari sebuah objek digunakan untuk mengkarakterisasi kompleksitas batas objek. Apabila bentuk telur lebih bulat maka semakin besar tingkat *roundness*-nya. Untuk mendapatkan nilai *roundness*-nya digunakan persamaan (8), dimana a adalah *pixel area*, dan P adalah *pixel perimeter*. *Elongation* (E) merupakan sifat ramping dari sebuah objek, digunakan untuk mengukur kerampingan dari area telur dan kuning telur. Untuk mendapatkan nilai *Elongation* didefinisikan melalui persamaan (9), dimana a adalah *pixel major axis* dan b adalah *pixel minor axis*.

$$SI = \frac{a}{b} \quad (7)$$

$$D_R = \frac{4\pi a}{P^2} \quad (8)$$

$$E = \frac{b}{a} \quad (9)$$

3.3. Deskriptor Warna HSI

HSI merupakan model yang memisahkan komponen intensitas dari informasi warna yang dibawa (*hue* dan *saturation*) dalam warna citra. Berikut adalah cara mendapatkan model warna HSI dari model warna RGB (Gonzalez, 2004). Komponen *hue* ditentukan dengan persamaan (10), dengan nilai θ yang didapatkan dengan persamaan (11). Komponen saturasi ditentukan oleh persamaan (12). Komponen intensitas ditentukan oleh persamaan (13), dimana R adalah komponen warna merah, G adalah komponen warna hijau, dan B adalah komponen warna biru.

$$H = \begin{cases} \theta & \text{jika } B \leq G \\ 360 & \text{jika } B > G \end{cases} \quad (10)$$

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R-G) + (R-B)]}{\left[\frac{1}{4}((R-G)^2 + (R-B)(G-B)) \right]^{\frac{1}{2}}} \right\} \quad (11)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} [\min(R, G, B)] \quad (12)$$

$$I = \frac{1}{3}(R+G+B) \quad (13)$$

3.3. Deskriptor Tekstur *Moment Invariant*

Momen dapat menggambarkan suatu objek dalam hal area, posisi, orientasi dan parameter terdefinisi lainnya. Pada penelitian ini momen digunakan untuk mengekstraksi fitur tekstur dari area telur dan kuning telur. Persamaan dasar dari momen suatu objek didefinisikan dengan persamaan (14) (Ramteke, 2010), dengan order dari momen adalah $(i + j)$. x dan y menyatakan koordinat titik, sedangkan a_{xy} menyatakan intensitas titik. Momen tingkat ke-0 dan ke-1 (*zero- and first-order moments*) didefinisikan dengan persamaan (15) sampai persamaan (17). Pada citra biner yang mana a_{xy} akan bernilai 0 atau 1, momen tingkat ke-0 (m_{00}) adalah sama dengan area dari objek.

$$m_{ij} = \sum_x \sum_y x^i y^j a_{xy} \quad (14)$$

$$m_{00} = \sum_x \sum_y a_{xy} \quad (15)$$

$$m_{10} = \sum_x \sum_y x a_{xy} \quad (16)$$

$$m_{01} = \sum_x \sum_y y a_{xy} \quad (17)$$

Pusat dari area atau massa (*centroid*) adalah parameter yang baik untuk menyatakan lokasi dari objek. Pusat area dari objek didefinisikan dengan persamaan (18), dengan (x',y') merupakan pusat koordinat dari objek. Momen pusat (*central moment*) μ adalah momen yang bersesuaian dengan pusat area, didefinisikan dengan persamaan (19), dan momen pusat yang ternormalisasi dinyatakan dengan persamaan (20), dengan persamaan (21) dan (22).

$$x' = \frac{m_{10}}{m_{00}} \quad \text{dan} \quad y' = \frac{m_{01}}{m_{00}} \quad (18)$$

$$\mu_{ij} = \sum_x \sum_y (x - x')^i (y - y')^j a_{xy} \quad (19)$$

$$\eta_{ij} = \frac{\mu_{ij}}{(\mu_{00})^\lambda} \quad (20)$$

$$\lambda = \frac{(i+j)}{2} + 1, \quad (21)$$

$$(i+j) \geq 2 \quad (22)$$

Momen tingkat ke-1 adalah selalu invarian. Dari momen ternormalisasi di atas, sekumpulan momen-momen invarian (*invariant moments*) dapat didefinisikan. Momen-momen ini sangat berguna dalam membuat vektor ciri untuk pengenalan objek. Persamaan (23) sampai (29) adalah persamaan momen-momen invarian.

$$\phi_1 = \eta_{20} + \eta_{02} \quad (23)$$

$$\phi_2 = (\eta_{20} + \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2 \quad (24)$$

$$\phi_3 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (3\eta_{21} - \eta_{03})^2 \quad (25)$$

$$\phi_4 = (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{21} + \eta_{03})^2 \quad (26)$$

$$\phi_5 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12}) \left\{ (\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2 \right\} + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03}) \left\{ 3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2 \right\} \quad (27)$$

$$\phi_6 = (\eta_{20} - \eta_{02}) \left\{ (\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2 \right\} + 4\eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03}) \quad (28)$$

$$\phi_7 = (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{30} + \eta_{12}) \left\{ (\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2 \right\} + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03}) \left\{ 3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2 \right\} \quad (29)$$

4. Dataset dan Metode

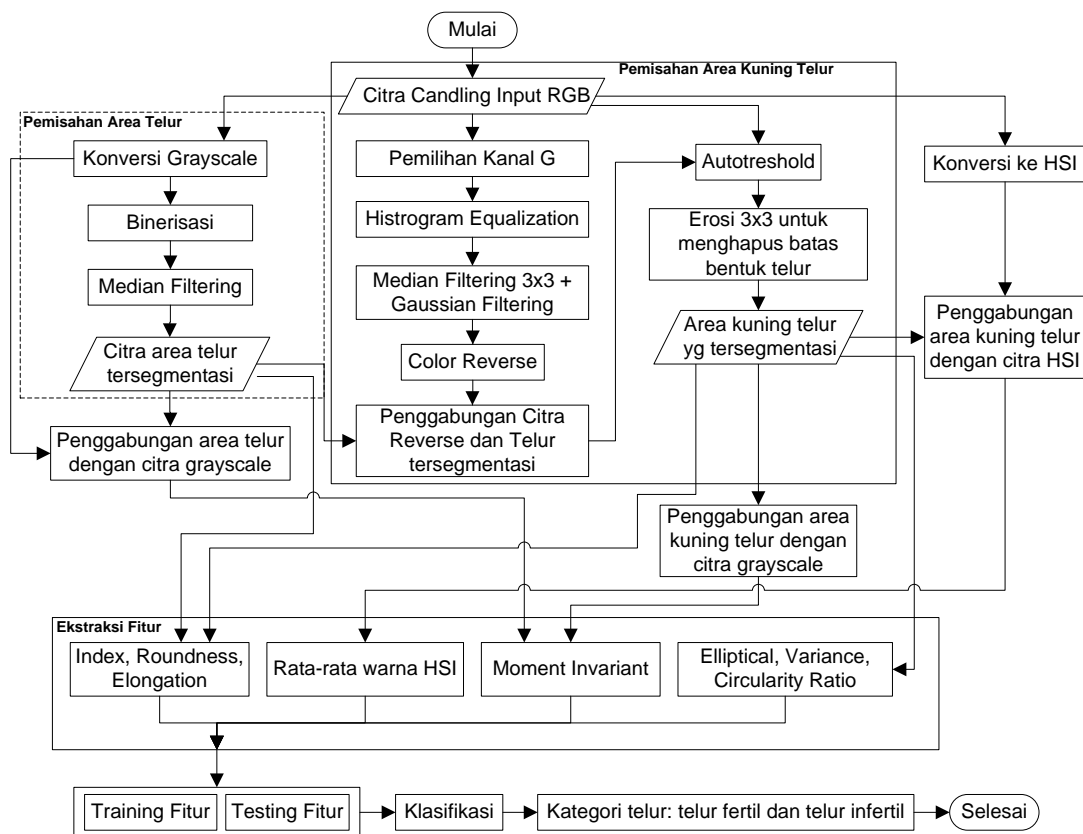
4.1. Dataset

Pada penelitian ini, dataset yang digunakan adalah citra *candling* telur yang didapatkan melalui pemotretan telur ayam kampung oleh penulis. Telur ayam kampung dipotret menggunakan kamera Nikon 20MP sensor CCD pada alat bantu kotak iluminasi (*candler*)

dengan penerangan lampu super LED putih 3 volt seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1a dan mekanisme pengambilan citra *candling* disajikan pada Gambar 1b. Sebelum telur dipotret dilakukan penomoran dan pencatatan telur, pemotretan telur dilakukan sebelum telur masuk pada mesin inkubator. Citra *candling* yang telah didapat kemudian dilakukan perubahan ukuran menjadi 300x225 piksel. Telur yang telah dicatat dan dipotret kemudian dimasukkan pada mesin tetas selama kurang lebih 21 hari. Setelah 21 hari proses inkubasi sebanyak 120 telur dicatat kondisi terakhir untuk proses pelabelan kelas pada dataset citra *candling*. Terdapat dua kelas dari pada citra *candling*, jika embrio dalam telur tumbuh atau telur menetas maka citra *candling* merupakan kelas *fertile* dan jika tidak maka merupakan kelas *infertile*.

4.2. Metode Penelitian

Identifikasi kesuburan telur ayam kampung melalui klasifikasi citra *candling* telur ayam kampung terdiri dari beberapa tahapan (Zhu & Ma, 2011), (Wang, dkk., 2009). Secara umum proses keseluruhan dari penelitian ini disajikan pada Gambar 2, diantaranya adalah pemisahan telur dengan *background*, pemisahan area kuning telur dengan telur, ekstraksi fitur bentuk dan warna dan klasifikasi.



Gambar 2. Desain Sistem

4.2.1. Prapemrosesan

Penelitian ini menggunakan prapemrosesan pada citra *candling* untuk mendapatkan area telur yang terpisahkan dari *background* yang diadopsi dari penelitian (Wang, dkk., 2009) agar mempermudah proses ekstraksi fitur bentuk dari area telur. Untuk proses pemisahan area kuning telur dengan area telur citra *candling* RGB sebagai inputan dilakukan konversi menjadi citra *grayscale*, kemudian dilakukan binerisasi menggunakan metode otsu dan citra biner tersebut diperbaiki tepinya menggunakan *median filtering* 3x3. Selanjutnya proses kedua adalah mendapatkan area kuning telur dengan mengadopsi prapemrosesan citra *candling* pada penelitian (Zhu & Ma, 2011) untuk identifikasi kesuburan telur ayam kampung sebelum

inkubasi. Proses ini diawali dengan memilih komponen warna hijau dari citra *candling* RGB, pada komponen warna tersebut dilakukan penyesuaian *histogram* dengan *histogram equalization*.

Karena masih terdapat titik *noise* dan piksel yang tidak stabil setelah proses *histogram equalization*, maka dilakukan proses *median filtering 3x3* dan *gaussian smoothing* untuk *denoising* dan menjaga kestabilan piksel. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan *reverse* warna dan menggabungkan citra tersebut dengan citra area telur yang didapat pada proses sebelumnya. Hasil dari proses tersebut berupa area kuning telur yang lebih terlihat dengan garis pada tepi area telur karena proses penggabungan. Untuk menghapus garis tersebut dilakukan operasi *morfologi erosi 3x3*. Pada proses terakhir dari prapemrosesan tersebut dilakukan *autothresholding* citra untuk mendapatkan citra biner area kuning telur.

4.2.2. Ekstraksi Fitur

Pada penelitian ini digunakan metode ekstraksi fitur untuk merepresentasikan citra *candling* telur ayam kampung sebelum inkubasi. Digunakan *deskriptor* bentuk (*Roundness*, *Elongation*, *Index*, *Ellips Variance* dan *Circularity Ratio*) untuk merepresentasikan fitur bentuk dari area telur dan kuning telur. Sedangkan untuk warna dari kuning telur pada citra *candling* digunakan fitur warna dari rata-rata tiap komponen warna *hue* (H), *saturation* (S), dan *intensity* (I). Selain itu digunakan *moment invariant* digunakan pula untuk ekstraksi fitur dari area kuning telur dan area telur. Pada penelitian ini digunakan beberapa skenario pengujian untuk mengetahui fitur mana yang paling dominan dan fitur kombinasi mana yang paling dominan untuk klasifikasi citra *candling* telur ayam kampung, oleh karenanya semua fitur tersebut akan dibagi menjadi tiga kelompok fitur.

Kelompok fitur pertama yang digunakan diantaranya kelompok fitur dari penelitian sebelumnya (Zhu & Ma, 2011) yaitu fitur bentuk (*Index*, *Elongation*, *Roundness*), *moment* tekstur dari area telur serta warna HSI dari kuning telur. Pada kelompok fitur kedua digunakan fitur bentuk (*Index*, *Elongation*, *Roundness*) dan *moment* dari area kuning telur serta fitur dari kelompok pertama yang dikombinasikan dengan fitur bentuk baru dari area kuning telur. Kelompok fitur ketiga diajukan deskriptor bentuk kuning telur dan telur baru (*Elliptical Variance*, *Circularity Ratio*). Pada kelompok fitur ini fitur baru tersebut digunakan dan dikombinasikan dengan fitur tekstur *moment* dari area telur dan kuning telur serta fitur warna kuning telur.

4.2.3. Klasifikasi

Pada akhir proses dari identifikasi kesuburan telur ayam kampung sebelum inkubasi melalui klasifikasi. Dalam penelitian ini digunakan beberapa metode klasifikasi diantaranya *K-Nearest Neighbord* (KNN), *Backpropagation Neural Network* (BP-NN) dengan komposisi data 50:50 untuk kelas latih dan kelas diuji, dan *Support Vector Machine* (SVM) proses klasifikasi dilakukan dengan *cross validation* dengan pembagian 10 *k-fold* dan 11 kali pengujian untuk mengambil rata-rata akurasi.

5. Hasil Pengujian dan Pembahasan

Pengujian dilakukan pada PC dengan spesifikasi *Intel Core i3 4005U* CPU 2,40 GHz dan memori 2 GB. Program ini dikembangkan dengan Matlab dan dijalankan pada sistem operasi *Windows 7*. Dataset yang digunakan dalam percobaan adalah 120 citra *candling* yang terdiri dari 60 citra *candling* telur ayam kampung *fertile* dan 60 citra *candling* telur ayam kampung *infertile*. Fokus utama dalam klasifikasi ini adalah untuk menentukan fitur terbaik dan kombinasi fitur terbaik atau dominan untuk identifikasi kesuburan telur ayam kampung. Persentase akurasi klasifikasi dirumuskan dalam persamaan (25).

$$Akurasi = \frac{\text{jumlah data yang terklasifikasi dengan benar}}{\text{jumlah data uji}} * 100 \quad (25)$$

Berdasarkan hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 1 dapat pada kelompok fitur pertama fitur tunggal warna memiliki akurasi tertinggi yaitu 75% dengan *classifer* KNN dan kombinasi fitur bentuk (*index, roundness, elongation*) area telur, fitur tekstur moment telur dan fitur warna HSI memiliki akurasi tertinggi dengan nilai akurasi 76,67%. Pada kelompok fitur kedua dilakukan penambahan area kuning telur untuk fitur bentuk dan tekstur. Nilai akurasi fitur tunggal tertinggi pada kelompok ini pada fitur tekstur kuning telur sebesar 71,67% dan fitur kombinasi tertinggi pada fitur tekstur moment telur dan kuning telur dengan nilai akurasi 75%, keduanya menggunakan *classifier* SVM.

Tabel 1. Hasil Pengujian Setiap Fitur dan Kombinasi Fitur

Fitur		KNN	BP-NN	SVM
Kelompok 1	Fitur Penelitian Sebelumnya (Zhu & Ma, 2011)			
Skenario 1	warna (mean H, mean S, mean I)	75	50	56.81
Skenario 2	moment area telur	66.81	50	68.46
Skenario 3	bentuk 1 area telur (IDX, DR, E)	70.45	50	63.26
Skenario 4	bentuk 1 area telur + warna + moment area telur	67.88	50	76.67
Kelompok 2	Modifikasi Fitur Penelitian Sebelumnya			
Skenario 1	moment area kuning telur	68.63	46.67	71.67
Skenario 2	moment area telur dan kuning telur	67.42	51.67	75
Skenario 3	bentuk 1 area kuning telur (IDX2, DR2, E2)	63.03	71.67	66.29
Skenario 4	bentuk 1 area telur dan kuning telur (IDX, DR, E, IDX2, DR2, E2)	65.30	51.67	57.10
Skenario 5	bentuk 1 area telur + warna	66.36	50	63.93
Skenario 6	bentuk 1 area kuning telur + warna + moment area telur dan kuning telur	67.72	46.67	73.33
Kelompok 3	Fitur Baru Yang Diusulkan			
Skenario 1	bentuk 2 area telur (Eva dan C ratio)	48.485	41.67	47.64
Skenario 2	bentuk 2 area kuning telur (Eva 2 dan C ratio2)	66.364	33.33	76.67
Skenario 3	bentuk 2 area telur dan kuning telur (Eva, C ratio, Eva, C ratio)	54.39	43.33	66.67
Skenario 4	bentuk 2 area telur + warna	67.27	56.67	68.48
Skenario 5	bentuk 2 area telur + warna + moment area telur	67.27	51.67	75
Skenario 6	bentuk 2 area kuning telur + warna + moment area kuning telur	66.96	60	81.67
Skenario 7	semua fitur	67.27	50	71.50

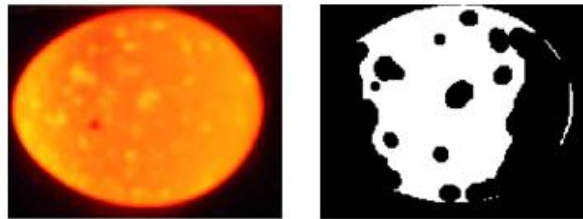
Kelompok fitur ke-3 merupakan kelompok fitur dengan penambahan fitur bentuk baru untuk klasifikasi citra *candling*, pada kelompok fitur ini ditambahkan *descriptor* bentuk baru (*Elliptical Varriance* dan *Circularity Ratio*) pada area telur dan kuning telur. Pada kelompok fitur ini nilai akurasi tertinggi untuk *single* fitur didapatkan pada fitur bentuk baru kuning telur yaitu sebesar 76,67%, nilai ini tertinggi diantara semua *single* fitur lainnya, sedangkan kombinasi fitur pada kelompok fitur ini nilai akurasi tertinggi didapat pada kombinasi fitur bentuk baru kuning telur, tekstur kuning telur dan warna dengan akurasi mencapai 81,67% keduanya menggunakan *classifier* SVM. Dari hasil pengujian didapatkan hasil akurasi dengan menggunakan fitur bentuk baru meningkatkan akurasi 1-8% dari fitur bentuk penelitian sebelumnya ketika menggunakan dataset citra *candling* telur ayam kampung, sedangkan penggunaan kombinasi fitur bentuk, tektur, warna pada area kuning telur meningkatkan akurasi sebanyak 5% dari penggunaan metode sebelumnya.

Nilai kesalahan akurasi dari klasifikasi ini dikarenakan adanya variasi data yang memiliki *noise* yang cukup banyak dan kondisi kontras dari area kuning telur dan area telur yang rendah seperti yang terlihat pada Gambar 3. Gambar 3a merupakan citra *candling* yang memiliki banyak *noise* dan kontras rendah sehingga menghasilkan area kuning telur yang tidak tersegmentasi dengan baik seperti pada Gambar 3b. Dengan kata lain akibat dari kondisi citra *candling* yang memiliki *noise* yang banyak dapat menyebabkan rendahnya nilai akurasi dari klasifikasi citra *candling* terutama pada penggunaan area kuning telur.

6. Kesimpulan

Fokus utama dari penelitian ini adalah mengkombinasikan fitur bentuk, warna dan tekstur untuk mengidentifikasi kesuburan telur ayam kampung sebelum inkubasi dengan dataset citra *candling* telur ayam kampung yang diambil sendiri oleh penulis. Pada hasil percobaan ini dikombinasikan fitur kombinasi dari fitur bentuk baru (*Circularity Ratio*, *Elliptical Varriance*) pada area kuning telur dengan fitur warna HSI dan *Moment Invariant* untuk fitur tekstur area

telur. Hasil klasifikasi menggunakan kontribusi fitur tersebut menghasilkan nilai akurasi tertinggi yaitu sebanyak 81,67% dengan metode klasifikasi SVM dan lebih baik dibanding dengan fitur kombinasi dari penelitian sebelumnya sebesar 76,67%. Berdasarkan hasil evaluasi citra *candling* telur ayam kampung memiliki *noise* yang cukup banyak, kontras yang rendah serta batas antara area kuning telur dan telur yang sama seperti pada Gambar 3. Untuk kedepannya difokuskan pada peningkatan akurasi dari identifikasi kesuburan telur ayam kampung melalui perbaikan citra terhadap *noise* dan penangangan terhadap batas yang samar antara kuning telur dan area telur.



Gambar 3. (a) Citra *Candling* Telur Ayam Kampung, (b) Hasil Pemisahan Area Kuning Telur Citra *Candling* Telur Ayam Kampung Dengan Prapemrosesan Penelitian (Zhu & Ma, 2011)

Referensi

- Arivazhagan, S., Shebiah, R. N., Sudharsan, H., Kannan, R. R., & Ramesh, R. 2013. External and Internal Defect Detection of Egg using Machine Vision. *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*, 4(3), 257-262.
- Bamelis, F. R., Tona, K., De Baerdemaeker, J. G., & Decuypere, E. M. 2002. Detection of early embryonic development in chicken eggs using visible light transmission. *British poultry science*, 43(2), 204-212.
- Das, K., & Evans, M. D. 1992a. Detecting fertility of hatching eggs using machine vision I. Histogram characterization method. *Transactions of the ASAE*, 35(4), 1335-1341.
- Das, K., & Evans, M. D. 1992b. Detecting fertility of hatching eggs using machine vision II: Neural network classifiers. *Transactions of the ASAE*, 35(6), 2035-2041.
- Gonzalez, R. C., Woods, R. E., & Eddins, S. L. 2004. *Digital image processing using MATLAB*. Pearson Prentice Hall.
- Lawrence, K. C., Smith, D. P., Windham, W. R., Heitschmidt, G. W., & Park, B. 2006. Egg embryo development detection with hyperspectral imaging. In *Optics East 2006* (pp. 63810T-63810T). International Society for Optics and Photonics.
- Park, F. 2011. Shape Descriptor/Feature Extraction Techniques. (Online), (http://www.math.uci.edu/icamp/summer/research_11/park/shape_descriptors_survey.pdf)
- Patel, V. C., McClendon, R. W., & Goodrum, J. W. 1998. Development and evaluation of an expert system for egg sorting. *Computers and Electronics in Agriculture*, 20(2), 97-116.
- Ramteke, R. J. 2010. Invariant moments based feature extraction for handwritten devanagari vowels recognition. *International Journal of Computer Applications*, 1(18), 1-5.
- Shah Rizam, M. S. B., Farah Yasmin, A. R., Ahmad Ihsan, M. Y., & Shazana, K. 2009. Non-destructive watermelon ripeness determination using image processing and artificial neural network (ANN). *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 4(6).
- Shan, B. 2010. Fertility Detection of Middle-stage Hatching Egg in Vaccine Production Using Machine Vision. In *Education Technology and Computer Science (ETCS), 2010 Second International Workshop on* (Vol. 3, pp. 95-98). IEEE.
- Taniguchi, R. 2007. *U.S. Patent No. 7,167,579*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Wang, Q., Deng, X., Ren, Y., Ding, Y., Xiong, L., Ping, Z., & Wang, S. 2009. Egg freshness detection based on digital image technology. *Scientific Research and Essay*, 4(10), 1073-1079.

- Yang, M., Kpalma, K., & Ronsin, J. 2008. A survey of shape feature extraction techniques. *Pattern recognition*, 43-90.
- Youxian, W. Q. R. Y. W. 2006. Study on Non-destructive Detection Method for Fresh Degree of Eggs Based on BP Neural Network [J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 1, 029.
- Zhu, Z., & Ma, M. 2011. The identification of white fertile eggs prior to incubation based on machine vision and least square support vector machine. *African Journal of Agricultural Research*, 6(12), 2699-2704.