

ANALISIS PERBANDINGAN HE DAN CLAHE PADA *IMAGE ENHANCEMENT* DALAM PROSES SEGMENTASI CITRA UNTUK DETEKSI FERTILITAS TELUR

Shoffan Saifullah

Jurusan Teknik Informatika, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta
Yogyakarta, Indonesia

e-mail: shoffans@upnyk.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi di bidang peternakan mampu memberikan kemudahan dalam proses penetasan ayam. Namun, proses deteksi fertilitas telur telah diperiksa secara manual oleh pekerja yang menyortir telur yang fertil dan infertil. Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah proses pendeteksian gambar fertilitas telur menggunakan sistem komputerisasi secara otomatis. Deteksi fertilitas telur dilakukan *preprocessing* dengan metode *Image Enhancement*. Dalam metode ini, metode *Histogram Equalization* (HE) dan metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) dibandingkan satu sama lain pada proses peningkatan citra (*Image Enhancement*). HE memberikan hasil yang dapat mengidentifikasi fertilitas telur. Namun, ada satu faktor penting dalam pemrosesan gambar, yaitu pengambilan telur (proses akuisisi). Proses deteksi fertilitas telur menggunakan segmentasi dengan metode morfologi. Proses pengujian yang dilakukan menggunakan metode keakuratan pada metode HE dan CLAHE yang masing-masing adalah sebesar 96% dan 79%. Hasil menunjukkan bahwa hasil HE lebih jelas terlihat dibandingkan dengan CLAHE.

Kata kunci: Fertilitas Telur, HE, CLAHE, Morfologi, Segmentasi

Abstract

Technological developments in the field of chicken farming provide convenience in the process of hatching chickens. However, the process of detecting eggs fertility has checked manually by workers who sort fertile and infertile eggs. This study aims to simplify the process of detecting egg fertility images using a computerized system automatically. Preprocessing of the egg fertility detection used Image Enhancement method. In this method, the Histogram Equalization (HE) method and the Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) method are compared with each other on the process of image enhancement. HE gives results that can detect egg fertility. However, there is one important factor in image processing, which is egg capture (the acquisition process). The process of egg fertility detection used segmentation by morphology methods. The testing was carried out using the accuracy method in the HE and CLAHE methods. The results are 96% and 75%, respectively. Based on the results, HE is more clearly visible compared to CLAHE.

Keywords : Eggs Fertilities, HE, CLAHE, Morphological, Segmentation

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi berdampak pada berbagai bidang, salah satunya adalah bidang peternakan ayam. Saat ini, penetasan ayam sangat berkembang.

Penetasan menggunakan mesin penetasan telur ayam. Dimana proses identifikasi dilakukan menggunakan pengamatan mata secara manual untuk pengamatan telur. Pengamatan berfungsi untuk mengetahui telur yang tidak subur (tidak dibuahi), telur

subur, embrio tumbuh dan mati [1]. Dalam proses penetasan telur ayam, pengamatan telur ayam dilakukan sekurang-kurangnya tiga (3) kali, yaitu pada hari ke 3, 14, dan 18. Telur-telur yang memiliki embrio yang tidak subur atau sudah mati harus dikeluarkan dari inkubator telur. Telur-telur yang infertil masih bisa dikonsumsi sementara telur dengan embrio yang mati dapat digunakan untuk campuran pakan ternak [2].

Deteksi fertilitas telur berdasarkan karakteristik gambar telur mampu mendeteksi telur yang subur atau memiliki embrio. Fertilitas dari sekelompok telur menunjukkan indikator jumlah telur yang bertunas dari sejumlah telur yang diinkubasi [3]. Identifikasi telur juga telah banyak penelitian dilakukan dengan menggunakan berbagai teknik pemrosesan gambar. Teknik yang sering digunakan adalah teknik klasifikasi telur. Klasifikasi telur berdasar karakteristik warna menggunakan ekstraksi fitur warna HSV (*Hue*, *Saturation*, dan *Value* dan jarak minimum *classifier* [4] untuk membedakan jenis telur ayam kampung, desa, dan itik. Selain penggunaan metode HSV, segmentasi dan *buffer* regresi linier dapat mengklasifikasikan jenis telur dan melakukan prediksi bobot dengan keakuratan 42% dari 36 sampel telur [5]. Selain itu, ekstraksi fitur statistik orde 1 dan orde 2, serta *k-nearest neighbor* (k-NN) mampu mengklasifikasikan telur. Segmentasi dengan *connected component analysis* berdasarkan ukuran telur dapat mengklasifikasikan antara telur ayam dan telur puyuh [6]. Dalam proses klasifikasi telur ayam biasa dan omega-3, metode *histogram equalization*, filter gaussian, *thresholding Otsu*, dan statistik orde satu mampu membedakan telur berdasarkan pada tekstur citra telur ayam [7]. Konsep dalam pengolahan citra dapat dilakukan dengan menggunakan proses akuisisi citra berdasarkan pada objek nyata (dari kamera digital).

Selain proses akuisisi dengan kamera digital, proses akuisisi dapat dilakukan menggunakan kamera *thermal* dengan menggunakan teknik *thermal imaging*. Dimana proses identifikasi dilakukan dengan mendeteksi keberadaan embrio telur.

Metode dalam mengidentifikasi fertilitas telur seperti: *Gabor filter*, *region of interest*, dan pengelompokan dengan metode ekstraksi fitur *gray level coocurrence matrix* (GLCM) mampu mengidentifikasi fertilitas telur ayam [8]. Selain metode tersebut, dalam mengidentifikasi fertilitas telur berbasis pencitraan *thermal* berbasis telur menggunakan metode *cooling curve*, area, dan *region growing*, *ellipse fitting*, *region of interest*, *enhancement*, dan Bayes [9]. Proses akuisisi juga dapat dilakukan dengan menggunakan kamera digital biasa dengan penyinaran telur dengan menggunakan laser mampu mendeteksi embrio dalam telur unggas [10].

Proses indentifikasi telur juga telah kami teliti diantaranya yaitu identifikasi telur dengan *thermal imaging* [11], perbandingan citra dan hasil *cropping*-nya [12], perbandingan citra dan hasil kompresi *wavelet*-nya [13], perhitungan telur berdasarkan pada citra digital dan *thermal imaging* [14], proses segmentasi citra telur dengan *watermarking* [15], identifikasi telur dengan ekstraksi fitur GLCM [16] dan *Backpropagation* (BP) [17], dan identifikasi fertilitas telur dengan perbandingan BP dan *K-means* berdasarkan fitur GLCM [18].

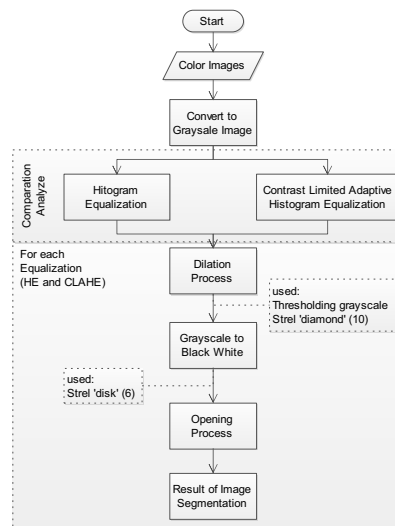
Berdasarkan pada latar belakang tersebut, penelitian ini akan meneliti tentang *image enhancement* dan segmentasi. *Image enhancement* menggunakan perbandingan dua metode HE dan CLAHE. Sedangkan segmentasi berfokus pada hasil segmentasi berdasarkan porsen *dilasi* dan *opening* (metode morfologi) dalam mendeteksi embrio telur.

METODE

Proses deteksi embrio telur menggunakan beberapa metode yaitu *preprocessing* dengan mengkonversi citra warna menjadi citra *grayscale* dan *image enhancement* dengan perbandingan HE dan CLAHE. Proses segmentasi dilakukan dengan menggunakan menggunakan proses dilasi dengan *thresholding* (*strel 'diamond'*), konversi citra *grayscale* ke hitam putih, dan proses *opening*.

Proses awal sebelum *preprocessing* adalah akuisi. Akuisi dilakukan dengan menggunakan senter untuk penyinaran telur dan kamera *smartphone* untuk proses pengambilan gambar yang menghasilkan citra warna. Data citra yang digunakan dalam proses segmentasi berupa citra warna

(RGB) dengan jumlah data set sebesar 100 data (50 data citra telur fertil dan 50 data citra telur infertil). Data citra dalam bentuk format *.jpg* dengan dimensi ukuran yang di-*resize* sebesar 475 x 680 piksel. Setelah proses akuisisi, penelitian akan dilakukan tahapan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur proses HE dan CLAHE dalam proses segmentasi untuk deteksi embrio telur

Proses deteksi seperti pada Gambar 1, alur proses memiliki beberapa tahapan, mulai dari *image preprocessing*, *image enhancement*, dan segmentasi. Masing-masing proses memiliki proses tahapan sendiri-sendiri.

Image Processing

Image processing merupakan suatu pengolahan citra yang diubah ke bentuk gambar lain dengan teknik tertentu dan tujuan tertentu [19], [20], [21]. Proses awal dalam *image processing* adalah akuisisi citra. Hasil akuisisi citra berupa gambar digital yang disimpan dalam disk komputer. Hasil akuisisi citra berupa citra warna yang akan dilakukan proses lanjutan, mulai *preprocessing* sampai proses akhir.

Citra digital berupa yang digambarkan dalam bentuk matriks 2 dimensi dengan koordinat spasial dan intensitas citra [22]. Representasi citra digital dibagi menjadi 3 macam yaitu citra warna, citra *grayscale*, dan citra *binary* [23].

Citra warna memiliki 3 komponen yaitu merah (*red*), hijau (*green*), biru (*blue*) [24], [25]. Masing-masing komponen warna memiliki representasi nilai dengan range 0-255. Citra warna dapat dikonversi menjadi citra *grayscale* dengan menggunakan rumus persamaan (1).

$$grayscale = 0,299R + 0,587G + 0,114B \quad (1)$$

Dimana R, G, B merupakan komponen citra warna yang merepresentasikan nilai dari warna merah, hijau, dan biru.

Image Enhancement

Image enhancement merupakan metode yang digunakan untuk memperbaiki kualitas citra [26]. Tahapan ini merupakan proses awal yang dilakukan untuk mendapatkan kualitas citra yang lebih baik. Citra hasil akuisisi seringkali memiliki kualitas yang buruk, seperti adanya *noise* (derau), terlalu gelap/terang, kabur/kurang jelas, dan lain-lain [27].

Image enhancement memberikan perbaikan kualitas citra tanpa mengubah informasi dari citra yang diperbaiki. Operasi

yang sering dilakukan diantaranya tentang kecerahan gambar, kontras, histogram, dan lain-lain.

Pada penelitian ini menggunakan perbaikan citra dengan operasi histogram. Histogram citra akan diproses dengan menggunakan 2 perbandingan histogram, yaitu HE dan CLAHE.

HE merupakan metode perbaikan citra yang berfungsi untuk memmeratakan histogram citra. Citra yang diproses menggunakan citra *grayscale* dengan meratakan distribusi nilai derajat keabuan.

Proses ini dilakukan karena terdapat penyebaran intensitas piksel-piksel pada citra yang tidak rata, seperti citra terlalu gelap/terang. Perbaikan HE [28] dilakukan dengan menggunakan rumus persamaan (2).

$$h_i = \frac{n_i}{n}, i = 0, 1, 2, \dots, L - 1 \quad (2)$$

dimana, L merupakan derajat keabuan, n_i merupakan jumlah piksel dengan derajat keabuan i , dan n merupakan jumlah semua piksel.

CLAHE merupakan pengembangan dari HE, dimana histogram yang dibuat dari metode ini memberikan nilai batas [29]. Nilai batas tersebut merupakan batas maksimum tinggi dari histogram. Proses perhitungan

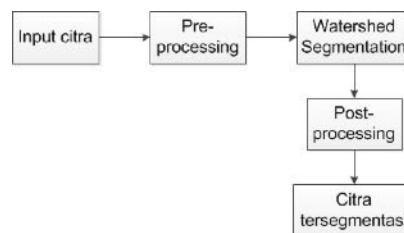
CLAHE dihitung dengan *clip limit* batas histogram, dimana clip limit dihitung dengan persamaan (3).

$$\beta = \frac{M}{n} \left(1 + \frac{\alpha}{100} (s_{max} - 1) \right) \quad (3)$$

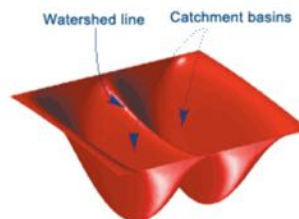
Pada persamaan (3) nilai M merupakan luas *region size*, N merupakan nilai *grayscale*, dan a merupakan *clip factor* sebagai penambahan batas limit dari histogram yang bernilai antara 0-100.

Segmentasi

Segmentasi berbasis *Watershed* atau disebut juga *watershed transformation*, merupakan suatu metode morfologi matematika yang sangat kuat dalam segmentasi citra. Metode ini sangat sering digunakan dalam pemrosesan citra biomedis dan medis, dan visi komputer [30]. *Watershed transform* memberikan batasan pada daerah gambar dan batasannya [31]. Tiga konsep teknik yang dikembangkan berdasarkan metode *watershed* yaitu berbasis ambang, berbasis tepi, dan segmentasi berbasis daerah. Konsep *watershed* tersebut diproses dalam segmentasi citra dapat dilihat pada diagram block [32] seperti pada gambar 2. Konsep *watershed* dapat dilihat pada gambar 3D seperti Gambar 3.



Gambar 2. Diagram block metode *watershed* untuk proses segmentasi citra



Gambar 3. Konsep transformasi *watershed* dalam gambar 3D

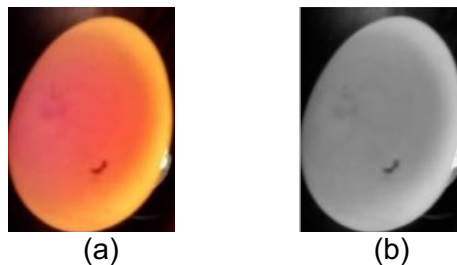
Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan metode akurasi, dimana nilai keberhasilan semua komponen (*true*

positive/TN dan *true negative/TN*) dibagi dengan seluruh data pengujian [33]. Selain itu, dilakukan pengujian dengan *structural*

similarity index method (SSIM). SSIM merupakan metode berbasis persepsi. Pada metode ini, degradasi citra merupakan perubahan persepsi dalam informasi struktural [34]. Faktor penting pada SSIM adalah *luminance*, kontras, dan struktur. Indeks SSIM dihitung pada berbagai jendela gambar. Ukuran antara dua jendela x dan y dengan ukuran umum $N \times N$. Rumus SSIM dapat dilihat pada persamaan 4.

$$SSIM(x, y) = [l(x, y)]^\alpha [c(x, y)]^\beta [s(x, y)]^\gamma \quad (4)$$

Dimana l merupakan *luminance*, c adalah *contrast*, dan s adalah struktur yang mana masing-masing adalah perbandingan antara dua citra. α, β, γ merupakan konstanta positif [35].



Gambar 4. Citra telur fertil hasil akuisi dalam bentuk citra warna (a) dikonversi menjadi citra grayscale

Gambar 4.(a) menunjukkan citra hasil akuisisi dengan menggunakan alat pengambilan gambar dengan menggunakan kamera *smartphone*, dan objek telur ayam dilakukan proses *candling*/penyinaran dengan menggunakan senter. Deteksi fertilitas telur dilakukan peneropangan dengan menyinari telur tersebut dan melihat isi telur tersebut. Pada hasil proses akuisisi citra telur ayam yang dikategorikan dalam telur yang fertil akan menunjukkan adanya embrio/zigot di dalam telur. Akan tetapi untuk menentukan adanya embrio masih sangat sulit karena gambar di dalam isinya tidak jelas.

Proses awal (*preprocessing*) dalam deteksi fertilitas telur dilakukan dengan

HASIL DAN PEMBAHASAN

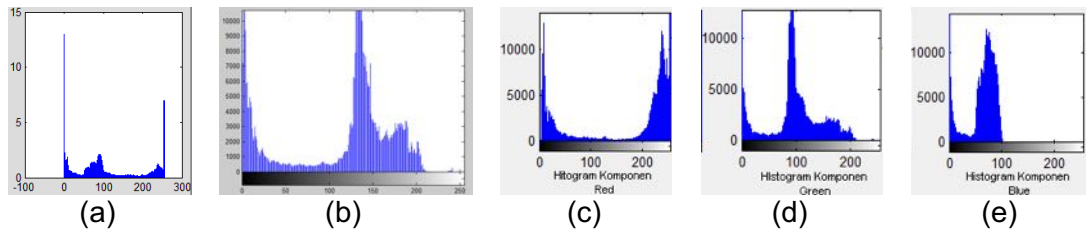
Proses deteksi embrio dengan metode segmentasi diperoleh dengan beberapa proses, mulai dari analisis, penerapan metode dan hasil akhir. Analisis dilakukan menggunakan data telur fertil dan infertil.

Analisis Citra dan Histogram Telur Ferti

Citra telur fertil awalnya diambil gambarnya untuk proses akuisi. Hasil akuisinya berupa citra warna, sehingga perlu dilakukan konversi dengan mengubah citra warna menjadi *grayscale*. Proses *grayscale* ini dilakukan dengan menggunakan persamaan (1). Hasil konversi secara gambar akan terlihat seperti pada Gambar 4.

mengubah citra warna (RGB) menjadi citra *grayscale*. Citra warna memiliki 3 nilai intensitas pada masing-masing komponen warna yaitu merah, hijau, dan biru, sedangkan citra *grayscale* hanya memiliki 1 intensitas warna (*grayscale*). Hasil *grayscale* untuk deteksi fertilitas telur ayam belum sepenuhnya memberikan gambar yang jelas adanya embrio di dalam telur ayam (terlihat pada Gambar 4.(b)). Sehingga perlu diperbaiki lagi dengan menggunakan *histogram equalization* untuk proses meningkatkan kualitas gambar sebelum diproses segmentasi.

Berdasarkan Gambar 4, histogram yang dihasilkan ditunjukkan seperti pada Gambar 5.



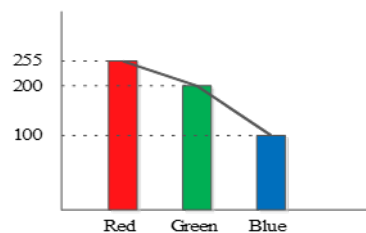
Gambar 5. Histogram (a) Citra Warna (RGB), (b) Citra *Grayscale*, (c) Histogram Warna Komponen Merah, (d) Histogram Warna Komponen Hijau, (e) Histogram Warna Komponen Biru

Histogram dari citra warna (RGB) dari Gambar 4.(a) dapat direpresentasikan menjadi Gambar 5.(a). Proses untuk mendapatkan Gambar 5.(a) diperoleh dari penggabungan dari masing-masing komponen warna dari citra warna yaitu merah, hijau dan biru. Histogram dari masing-masing komponen warna seperti terlihat pada Gambar 5.(c), 5.(d), dan 5.(e). Sedangkan untuk histogram citra *grayscale* secara otomatis akan memberikan satu gambar nilai histogram karena hanya memiliki 1 nilai intensitas citra.

Histogram menunjukkan gambar grafik dimana bagian ordinat x menunjukkan nilai intensitas piksel dari citra, dan ordinat y menunjukkan jumlah kemunculan nilai intensitas piksel citra. Sehingga dapat

digambarkan seperti Gambar 5. Pada bagian ordinat x menunjukkan nilai dengan range 0-255. Sehingga citra *grayscale* tersebut terdapat 256 level *grayscale*, dengan 0 menunjukkan intensitas paling gelap (hitam) dan 255 menunjukkan intensitas paling terang (putih).

Pada Gambar 5.(a), ordinat y digambarkan dengan normalisasi ukuran nilai kemunculan dibagi dengan 10^3 sehingga nilai yang dihasilkan kecil. Sedangkan Gambar 5.(c), 5.(d), dan 5.(e) terlihat bentuk histogram yang berbeda-beda. Komponen warna merah mempunyai perubahan nilai antara 0-255 (full), komponen warna hijau dan biru masing-masing antara 0-200 dan 0-100, sehingga diperoleh perbandingan seperti gambar 6.

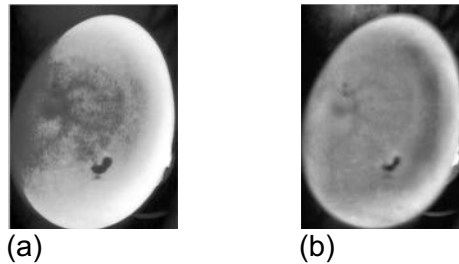


Gambar 6. Perbandingan warna R,G,B pada citra warna

Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai komponen merah hijau dan biru secara berturut-turut bahwa warna merah lebih besar dibanding dengan warna hijau lebih besar dari warna biru.

Proses HE dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki citra, dimana citra

diproses dengan pemerataan histogram. Hasil HE ditunjukkan pada Gambar 7.(a), dimana gambar telur di dalamnya terdapat embrio/zigot. Embrio ditandai dengan adanya gambar seperti akar di dalam telur.

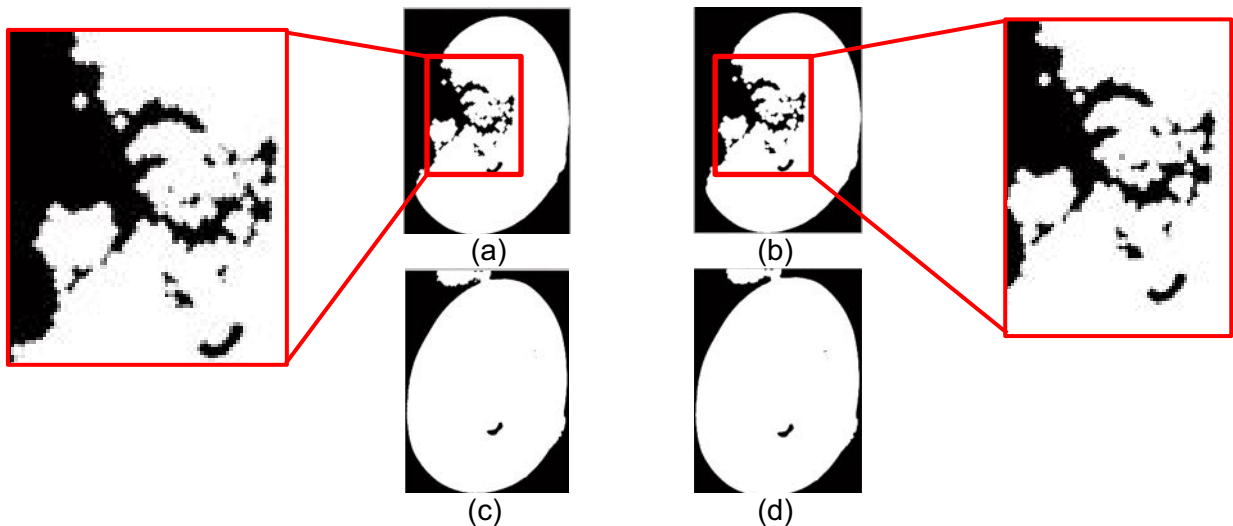


Gambar 7. Hasil citra telur fertil dengan menggunakan metode (a) HE, (b) CLAHE

Gambar 7.(b) merupakan hasil *histogram equalization* dengan menggunakan CLAHE. Jika dibandingkan dengan Gambar 7.(a), maka hasil HE menunjukkan gambar yang lebih jelas dan memberikan gambaran yang menunjukkan fertilitas telur ayam.

Segmentasi dalam proses pemisahan objek dengan *background* memerlukan *preprocessing*. *Preprocessing* merupakan langkah awal dalam proses pengolahan

citra. Dalam setelah *preprocessing* dilakukan dengan *grayscale*, maka selanjutnya adalah mengubah citra *grayscale* menjadi citra hitam putih. Proses ini menghasilkan citra berwarna hitam putih saja, dimana nilai hitam direpresentasikan dalam nilai 0 dan putih direpresentasikan dalam nilai 255. Sehingga proses ini mampu membedakan objek dengan jelas (terlihat pada Gambar 8).



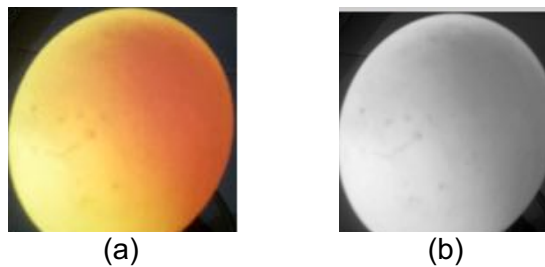
Gambar 8. Perbandingan proses morfologi pada telur fertil yang dikonversi menjadi citra hitam putih dengan metode (a) HE, (b) *Opening* dan HE, (c) CLAHE, (d) *Opening* dan CLAHE

Proses *opening* (*morphological*) dilakukan dari hasil citra hitam putih. Proses ini bertujuan untuk memperbesar warna hitam dan sehingga ketika terdapat garis putus akan bergabung dengan yang terdekat, dan menutup ruang kosong yang kecil dari citra sehingga citra akan terlihat utuh dan penuh. Gambar 8.(a) dan 8.(b) menunjukkan bahwa citra hasil HE memberikan ciri morfologi yang lebih jelas dibandingkan dengan citra hasil CLAHE

(Gambar 8. (c) dan 8.(d)). Citra hasil HE memberikan ciri di dalam telur (objek lingkaran) terdapat seperti cabang yang menunjukkan telur fertil. Sedangkan pada citra hasil CLAHE tidak ada.

Analisis Citra dan Histogram Telur Infertil

Citra akusisi pada telur fertil akan dilakukan konversi ke citra *grayscale*. Hasil konversi ditunjukkan seperti pada Gambar 9

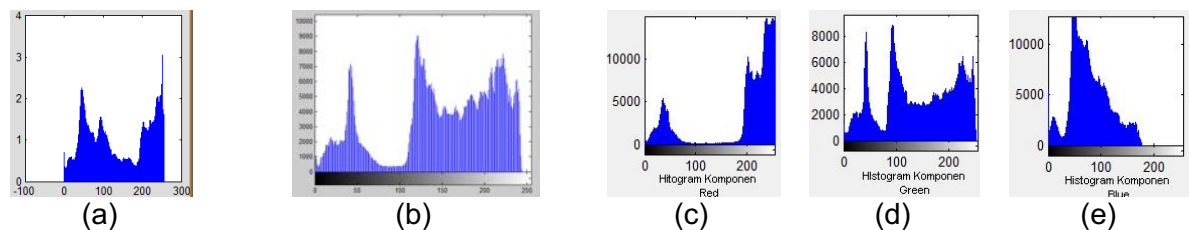


Gambar 9. (a) Citra Warna (RGB), (b) Citra Grayscale dari Citra Telur Ayam Infertil

Gambar 9.(a) merupakan hasil akuisisi dari telur infertil. Proses akuisisi citra sama dengan yang dilakukan dengan telur fertil. Proses *preprocessing* (mengubah citra menjadi *grayscale* terlihat pada Gambar 9.(b)), morfologi dan segmentasi juga dilakukan seperti halnya pada telur ayam

fertil. Proses morfologi dilakukan dengan dilasi, *opening*, dan segmentasi dilakukan dengan menggunakan hasil pengolahan citra metode HE dan CLAHE.

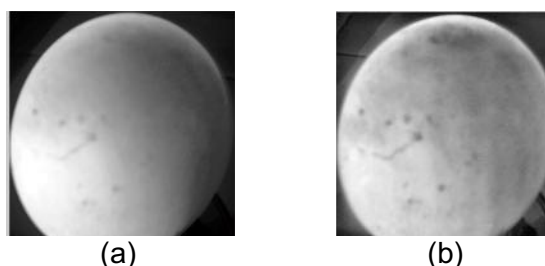
Berdasarkan pada Gambar 9, histogram yang dihasilkan ditunjukkan seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Histogram (a) Citra Warna (RGB), (b) Citra *Grayscale*, (c) Histogram Warna Komponen Merah, (d) Histogram Warna Komponen Hijau, (e) Histogram Warna Komponen Biru

Hasil histogram dari citra telur infertil dihasilkan dari citra warna (RGB) seperti pada Gambar 10.(a) dan *grayscale* (Gambar 10(b)). Histogram hasil citra warna (RGB) merupakan gabungan dari 3 komponen warna yaitu merah, hijau, dan biru. Adapun histogram dari masing-masing komponen (RGB) terlihat pada Gambar 10.(c), 10.(d), dan 10.(e).

HE dan CLAHE pada citra infertil juga digunakan untuk memperjelas telur ayam seperti Gambar 11.(a) untuk hasil HE dan Gambar 11.(b) untuk hasil CLAHE. Karena konsep dasar dari CLAHE adalah lebih pada perataan nilai kontras citra, sehingga terlihat jelas bahwa Gambar 11.(b) memberikan gambar dengan kontras yang lebih jelas.



Gambar 11. Hasil Telur Infertil pada proses (a) HE dan (b) CLAHE

Hasil konversi citra hitam putih dan morfologi dapat terlihat pada Gambar 12). Hasil menunjukkan bahwa proses segmentasi *black white* dan *opening*, citra

telur tersebut infertil, karena hasil tidak memberikan ciri bahwa citra terdapat embrio di dalamnya baik dengan metode HE maupun CLAHE. Walaupun terdeteksi

bagian sisi kanan gelap/hitam, bagian itu bukan merupakan fertil. Bagian tersebut bisa terjadi karena proses akuisisi citra yang kurang baik, sehingga cahaya yang dipancarkan ke telur tidak semua mengenai

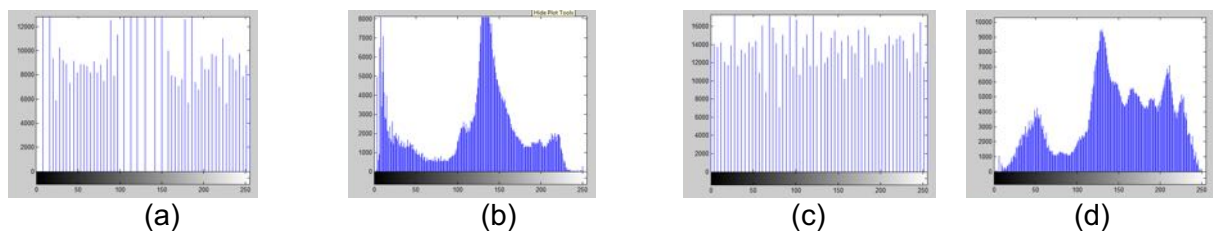
dan menerangi bagian telur. Dalam hal ini berarti proses akuisisi citra khususnya dalam proses *candling* telur ayam sangat berpengaruh dalam identifikasi fertilitas telur.



Gambar 12. Citra Telur Infertil dengan HE (a) Citra hitam Putih, (b) Citra *Opening* Hitam Putih; dan CLAHE (c) Citra hitam Putih, (b) Citra *Opening* Hitam Putih;

Hasil proses HE dan CLAHE menghasilkan histogram yang berbeda, dimana HE (Gambar 13.(a) dan 13.(c)) memberikan nilai yang lebih rata jika dibandingkan dengan CLAHE (Gambar 13.(b) dan Gambar 13.(d)). HE menggunakan proses perataan secara keseluruhan untuk setiap intensitas piksel dalam citra telur sedangkan CLAHE memberikan histogram dengan pemerataan

berdasarkan kontras citra, sehingga histogram dari CLAHE menunjukkan kemiripan dengan gambar histogram citra *grayscale*. Sehingga Gambar 13.(a) dan 13.(d) menunjukkan histogram yang memiliki kemiripan secara berturut-turut dengan Gambar 5.(b) dan Gambar 10.(b), hanya jumlah piksel (pada ordinat y) berbeda.



Gambar 13. Histogram citra telur fertil dengan metode (a) HE, (b) CLAHE; and Infertil dengan metode (c) HE, (d) CLAHE

Data penelitian dilakukan pengujian dengan menggunakan *Structural Similarity* (SSIM) dan akurasi data. Metode SSIM menunjukkan bahwa pengujian SSIM untuk data citra telur fertil dari data hasil HE dan CLAHE diperoleh nilai sebesar 0,8309. Sedangkan pengujian SSIM dengan data infertil berdasarkan data HE dan CLAHE diperoleh nilai sebesar 0,42299.

sebesar 96%, dimana citra telur fertil dan infertil memberikan persentase keberhasilan masing-masing sebesar 98% dan 94%. Sedangkan pengujian dengan metode CLAHE diperoleh hasil sebesar 75%, dimana citra telur fertil dan infertil berhasil dengan persentase masing-masing sebesar 86% dan citra telur infertil 62%.

Selain SSIM, pengujian dilakukan dengan mengecek deteksi embrio pada masing-masing citra. Hasil menunjukkan bahwa citra hasil pengujian dengan metode HE memberikan akurasi keberhasilan

SIMPULAN

Hasil riset ini menunjukkan bahwa *Histogram Equalization* mampu memberikan gambaran yang lebih jelas objek yang ada pada telur fertil dibandingkan dengan

Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE). Sehingga proses deteksi fertilitas telur ayam dengan menggunakan segmentasi dan morfologi dapat dilakukan dan memberikan hasil yang dapat mendeteksi fertilitas telur ayam. Gambar yang dikategorikan sebagai telur fertil memberikan bentuk yang jelas bahwa di dalamnya terdapat embrio, tetapi di proses mengidentifikasi telur infertil masih terlihat banyak *noise* yang disebabkan kurang jelasnya proses penyinaran telur saat proses akuisisi. Walaupun demikian, deteksi fertilitas telur ayam mampu teridentifikasi karena telur infertilnya tidak memiliki ciri adanya embrio yang jelas. Selain itu, metode HE mampu memberikan akurasi deteksi embrio dengan persentase 96%

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Jurusan Teknik Informatika, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta yang telah mendukung dalam publikasi artikel ilmiah ini.

REFERENSI

- [1] Wiraternak, "wiraternak.com," 4 2012. [Online]. Available: <http://www.wiraternak.com/2012/04/ciri-ciri-telur-tetas-yang-g-fertil-atau.html>. [Accessed 12 3 2016].
- [2] Sentralternak, "Distributor Bibit dan Peralatan Ternak," 13 April (2009). [Online]. Available: <http://sentralternak.com/index.php/2009/04/13/agar-pene-tasan-kita-berhasil/>.
- [3] Rukmana, H. R., Ayam Buras Intensifikasi dan Kiat Pengembangan, Yogyakarta: Kanisius, 2003.
- [4] Y. R. A. Utami, "Pengenalan Telur Berdasarkan Karakteristik Warna Citra," *Jurnal Ilmiah SINUS*, vol. VII, no. 2, pp. 1-14, 2009.
- [5] T. A. Wijaya and Y. Prayudi, "Implementasi Visi Komputer Dan Segmentasi Citra Untuk Klasifikasi Bobot Telur Ayam Ras," in *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2010 (SNATI 2010)*, Yogyakarta, 2010.
- [6] I. Ruslianto, "Klasifikasi Telur Ayam Dan Telur Burung Puyuh Menggunakan Metode Connected Component Analysis," *Jurnal Ilmiah SISFOTENIKA*, vol. 3, no. 1, pp. 41-50, 2013.
- [7] O. D. Nurhayati, "Sistem Analisis Tekstur Secara Statistik Orde Pertama Untuk Mengenali Jenis Telur Ayam Biasa dan Telur Ayam Omega-3," *Jurnal Sistem Komputer*, vol. 5, no. 2, pp. 79-82, 2015.
- [8] C.-S. Lin, P. T. Yeh, D.-C. Chen, Y.-C. Chiou and C.-H. Lee, "The Identification and Filtering of Fertilized Eggs with a Thermal Imaging System," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. Computers and Electronics in Agriculture (2013), no. 91, pp. 94-105, 2012.
- [9] L. Hai-ling, C. Jian-rong, S. Li, Y. Lei-ming and L. Meng-lei, "Research on the Discrimination of Hatching Eggs Activity Based on Thermal Imaging: A Food Nondestructive Testing Practice," *International Journal of Smart Home*, vol. 10, no. 2, pp. 175-186, 2016.
- [10] M. A. Khabibulloh, A. Kusumawardhani and D. Y. Pratama, "Rancang Bangun Sistem Deteksi Embrio pada Telur Menggunakan Webcam," *Jurnal Teknik Pomits*, vol. 1, no. 1, pp. 1-6, 2012.
- [11] Sunardi, A. Yudhana and S. Saifullah, "Thermal Imaging untuk Identifikasi Telur," in *Konferensi Nasional Ke-4 Asosiasi Program Pascasarjana Perguruan Tinggi Muhammadiyah (APPPTM)*, Palembang, 2016.
- [12] S. Saifullah, Sunardi and A. Yudhana, "Analisis Perbandingan Pengolahan Citra Asli dan Hasil Cropping untuk Identifikasi Telur," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi (JuTISI)*, vol. II, no. 3, pp. 341-350, Desember 2016.
- [13] A. Yudhana, Sunardi and S. Saifullah, "Perbandingan Segmentasi pada Citra

- Asli dan Citra Kompresi Wavelet untuk Identifikasi Telur," *Jurnal Ilmiah ILKOM*, vol. VIII, no. 3, pp. 190-196, 2016.
- [14] Sunardi, A. Yudhana and S. Saifullah, "Identity analysis of egg based on digital and thermal imaging: image processing and counting object concept," *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, vol. 7, no. 1, pp. 200-208, 2017.
- [15] A. Yudhana, Sunardi and S. Saifullah, "Segmentation Comparing Eggs Watermarking Image and Original Image," *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, vol. 6, no. 1, pp. 47-53, 2017.
- [16] S. Saifullah, Sunardi and A. Yudhana, "Analisis Ekstraks Ciri Fertilitas Telur Ayam Kampung Dengan Grey Level Cooccurrence Matrix," *JURNAL NASIONAL TEKNIK ELEKTRO*, vol. VI, no. 2, 2017.
- [17] Sunardi, A. Yudhana and S. Saifullah, "Identification of Egg Fertility Using Gray Level Co-Occurrence Matrix and Backpropagation," *Advanced Science Letters*, vol. 24, no. 12, pp. 9151-9156, 2018.
- [18] S. Saifullah and V. A. Permadi, "Comparison of Egg Fertility Identification based on GLCM Feature Extraction using Backpropagation and K-means Clustering Algorithms," in *International Conference on Science in Information Technology*, Yogyakarta, 2019.
- [19] T. B. Waskito, S. Sumaryo and C. Setianingsih, "Kendali Robot Beroda Dengan Gerak Isyarat Tangan Berbasis Image Processing," *eProceedings of Engineering*, vol. 6, no. 3, pp. 10052-10059, 2019.
- [20] A. Rahman, D. P. P. Siwi and W. S. Pambudi, "Rancang Bangun Alat Scoring Keahlian Dalam Tendangan Pinalti Berbasis Image Processing," *SinarFe7*, vol. 2, no. 1, pp. 318-323, 2019.
- [21] D. Fernandez, D. S. Putra, W. Wagino and M. Arif, "Implementasi Metode Digital Image Processing untuk Menguji Kepekatan Asap Kendaraan Motor Diesel," *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, vol. 1, no. 1, pp. 45-49, 2019.
- [22] R. D. Kusumanto, A. N. Tomponu and W. S. Pambudi, "Klasifikasi Warna Menggunakan Pengolahan Model Warna HSV," *Jurnal Ilmiah Elite Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 83-87, 2011.
- [23] A. Bouchet, P. Alonso, I. Díaz and S. Montes, "On the Performance of Some Edge Detectors for Gray Scale Images," *Journal of Multiple-Valued Logic & Soft Computing*, vol. 32, no. 3/4, pp. 241-256, 2019.
- [24] G. R. Nitta, T. Sravani, S. Nitta and B. Muthu, "Dominant gray level based K-means algorithm for MRI images.," *Health and Technology*, pp. 1-7, 2019.
- [25] X. Chai, X. Fu, Z. Gan, Y. Lu and Y. Chen, "A color image cryptosystem based on dynamic DNA encryption and chaos," *Signal Processing*, vol. 155, pp. 44-62, 2019.
- [26] M. Murinto, "Analisis Perbandingan Histogram Equalization dan Model Logarithmic Image Processing (LIP) untuk Image Enhancement," *Jurnal Informatika Ahmad Dahlan*, vol. 2, no. 2, 2008.
- [27] R. Munir, "Aplikasi image thresholding untuk segmentasi objek," *Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung*, 2006.
- [28] R. A. Sholihin and B. H. Purwoto, "Perbaikan Citra Dengan Menggunakan Median Filter dan Metode Histogram Equalization," *Emitor*, vol. 14, no. 2, pp. 40-46, 2014.
- [29] P. Freyssenita Kanditami, D. Saipudin and A. Rizal, "Analisis Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) dan Region Growing dalam Deteksi Gejala Kanker Payudara Pada Citra Mammogram," *Elektro*, vol. 7, pp. 15-28, 2014.

- [30] M. S. Z. Sarker, T. W. Haw and R. Logeswaran, "Morphological based technique for image segmentation," *International Journal of Information Technology*, vol. 14, no. 1, pp. 55-80, 2008.
- [31] K. Haris, S. N. Efstratiadis, N. Maglaveras and A. K. Katsaggelos, "Hybrid image segmentation using watersheds and fast region merging," *IEEE Transactions on image processing*, vol. 7, no. 12, pp. 1684-1699, 1998.
- [32] S. Ruparelia, "Implementation of watershed based image segmentation algorithm in FPGA," Master's thesis, Stuttgart, 2012.
- [33] A. Luque, A. Carrasco, A. Martín and A. de las Heras, "The impact of class imbalance in classification performance metrics based on the binary confusion matrix.," *Pattern Recognition*, vol. 91, pp. 216-231, 2019.
- [34] U. Sara, M. Akter and M. S. Uddin, "Image Quality Assessment through FSIM, SSIM, MSE and PSNR—A Comparative Study," *Journal of Computer and Communications*, pp. 8-18, 2019.
- [35] R. Kumar and V. Moyal, "Visual Image Quality Assessment Technique Using FSIM," *International Journal of Computer Applications Technology and Research*, vol. 2, pp. 250-254, 2013.