

IDENTIFIKASI KUALITAS TELUR AYAM BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN

Muh. Nur Yusri¹, Indri Pratiwi Ramadhani², dan Andi Baso Kaswar³

¹1829141023@student.unm.ac.id, ²1829141011@student.unm.ac.id, ³ a.baso.kaswar@unm.ac.id
^{1,2,3} Universitas Negeri Makassar

Received: 23 Apr 2021
Accepted: 14 May 2021
Published: 15 May 2021

Abstract

Before being marketed, eggs are sorted by size and quality / cleanliness. It's common to find manual egg sorting in the egg sorting industry. However, due to the large number of eggs, certainly it requires a large amount of labo, so it is not uncommon for human errors to occur due to non-uniform egg sorting. On this research, proposes a system for identifying the quality of chicken eggs based on image processing using artificial neural network system. This method consists of five main methods, namely: image acquisition, segmentation, morphology, feature extraction, and identification / classification. Based on the artificial neural network training, 94.17% accuracy has been obtained from shape feature extraction training, and 82.5% from texture feature extraction training. While the test results obtained 85% accuracy from 40 total data tested, where there are 6 data generating misidentification.

Keywords: digital image processing, chicken eggs, artificial neural network

Abstrak

Sebelum dipasarkan, telur disortir berdasarkan ukuran dan kualitas/kebersihannya. Sering ditemui penyortiran telur yang dilakukan secara manual pada industri penyortir telur. Namun, karena jumlah telur yang banyak, tentu memerlukan tenaga kerja yang besar, sehingga tak jarang terjadi *human error* akibat penyortiran telur yang tidak seragam. Pada penelitian ini mengusulkan sistem identifikasi kualitas dari telur ayam yang berbasis pengolahan citra dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan. Metode ini terdiri dari lima tahap utama, yaitu: akuisisi citra, segmentasi, morfologi, ekstraksi ciri, dan identifikasi/klasifikasi. Berdasarkan hasil pelatihan jaringan syaraf tiruan yang dilakukan, diperoleh akurasi sebanyak 94,17% untuk pelatihan ekstraksi ciri bentuk, dan 82,5 % untuk pelatihan ekstraksi ciri tekstur. Sedangkan hasil pengujian diperoleh akurasi sebanyak 85% dari total 40 data yang diuji, dimana terdapat 6 data yang menghasilkan kesalahan identifikasi.

Kata kunci: pengolahan citra digital, telur ayam, jaringan syaraf tiruan

This is an open access article under the
CC BY-SA license



1. Pendahuluan

Telur merupakan salah satu sumber protein hewani yang banyak diminati masyarakat Indonesia^[1]. Bersumber dari Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, peningkatan jumlah produksi telur pada tahun 2019 mencapai 4,75 juta ton dapat menjadi bukti minat masyarakat terhadap telur yang mudah ditemui, harga terjangkau, dan kaya akan gizi^[2].

Umumnya, masyarakat Indonesia mengkonsumsi telur yang berasal dari unggas yang ditenakkan, misalnya telur ayam, telur itik, telur puyuh, dan lain-lain. Berdasarkan jenis telur yang berbeda-beda, bentuk dan ukuran dari masing-masing jenis juga berbeda. Kebanyakan telur memiliki bentuk oval atau lonjong, lazimnya diturunkan oleh induknya. Sedangkan, ukuran yang dimiliki telur lebih beragam. Telur yang diproduksi oleh ayam horn berukuran lebih besar dibanding ayam kampung, dan telur puyuh yang memiliki ukuran lebih kecil daripada telur lainnya^[1].

Sebelum dipasarkan, telur disortir berdasarkan ukuran dan kualitas/kebersihannya. Sering ditemui penyortiran telur yang dilakukan secara manual pada industri penyortir telur. Jumlah telur yang banyak memerlukan tenaga kerja yang besar, sehingga tak jarang terjadi *human error* akibat penyortiran telur yang tidak seragam. Untuk meminimalisir terjadinya *human error*, digunakan *egg grading machine*. Namun, biaya mesin *egg grading* ini cukup mahal sehingga jarang digunakan^[1]. Dari permasalahan-permasalahan tersebut, dibutuhkan sebuah sistem penyortir telur secara otomatis agar dapat menghemat waktu

Pada rancangan sistem penyortir telur otomatis, terdapat beberapa hasil penelitian terdahulu yang menggunakan beragam metode. Metode-metode tersebut ialah metode *Centroid Classifier*^[3], *Waterfall*^{[1][4]}, *K-Nearest Neighbor*^[5], serta gabungan antara metode *K-Means Clustering* dan *PCA*^[6].

Di penggunaan metode *Centroid Classifier*, karakteristik warna *hue* dan saturasi dapat digunakan untuk membedakan beberapa jenis telur dan minimum *distance classifier* dapat digunakan untuk membedakan jenis telur berdasarkan karakteristik warna citra. Namun, karena ekstraksi ciri dilakukan dalam domain spasial, perlu dikembangkan penelitian ekstraksi ciri dalam domain frekuensi^[3]. Kemudian, pada metode *Waterfall*, akurasi tepat baca pada penggunaan metode ini cukup tinggi, namun sistem ini memiliki ketidakmampuan mendeteksi citra telur pada

tempat terang serta masih bergantungnya dengan tenaga kerja ahli sehingga sering terjadi *human error*^{[1][4]}.

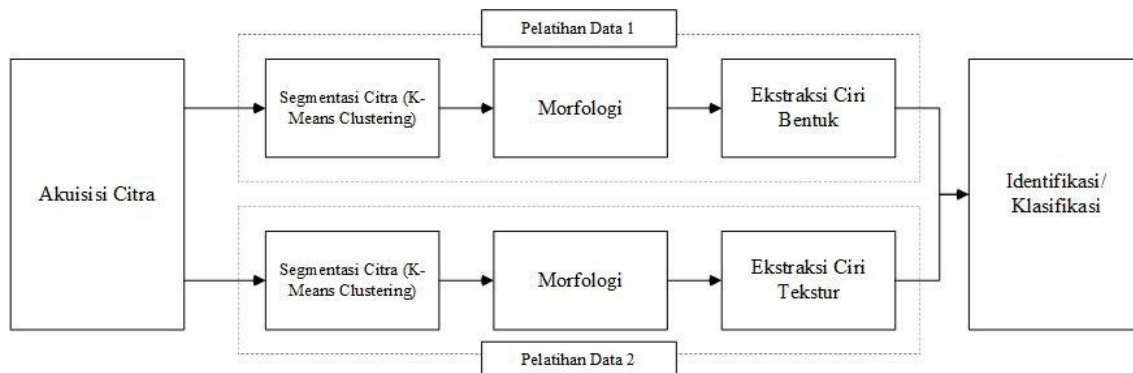
Hasil pengujian olah citra pada metode *K-Nearest Neighbor* menggunakan perataan histogram dengan analisa tekstur ciri orde pertama lalu diklasifikasikan dengan algoritma *supervised learning* (*K-NN*) mendapatkan *K* tertinggi yaitu 0,78 dengan laju *error* 22%, sedangkan untuk *K* terkecil diperoleh akurasi 0,73 dengan laju *error* 27%. Untuk meningkatkan akurasi saat klasifikasi, dapat dilakukan olah data terhadap citra terutama pada analisa ciri teksturnya atau saat *preprocessing*^[5].

Sedangkan, hasil ekstraksi ciri pada metode *K-Means Clustering* dan *Principal Component Analysis*, terdapat perbedaan yang signifikan untuk membedakan jenis telur ayam lehorn dan omega-3 dari hasil grafik nilai mean terhadap entropi pada transformasi kedua metode *PCA*. Namun, perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan metode ekstraksi ciri orde kedua untuk membedakan berbagai jenis telur ayam berbasis *mobile*^[6]. Namun, dari penelitian-penelitian terkait yang dibahas, belum ada yang mengusulkan sistem identifikasi berdasarkan bentuk dan tekstur dari telur ayam untuk menentukan kualitasnya.

Proses penyortiran telur sendiri masih sering ditemui menggunakan proses manual. Penyortiran telur yang dilakukan secara manual membutuhkan waktu yang lama dan tingkat akurasi penyortiran yang masih terbilang rendah, sehingga kurang efektif. Oleh karena itu, pada penelitian ini kami mengusulkan sistem identifikasi kualitas telur ayam berbasis pengolahan citra digital dan jaringan syaraf tiruan. Metode yang kami usulkan terdiri dari beberapa tahap utama, yaitu: akuisisi citra, segmentasi *K-Means Clustering*, ekstraksi ciri bentuk, dan ekstraksi ciri tekstur. Tahapan tersebut dilakukan dalam proses pelatihan menggunakan jaringan syaraf tiruan. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan hasil identifikasi yang lebih akurat dan waktu komputasi pengklasifikasian lebih cepat.

2. Metode

Metode yang diusulkan terdiri dari lima tahap utama, yang dapat dilihat dari Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram tahapan pengolahan citra digital dan jaringan syaraf tiruan

2.1. Akuisisi Citra

Akuisisi citra atau sistem akuisisi data merupakan proses menangkap (*capture*) atau memindai (*scan*) suatu citra analog sehingga diperoleh citra digital. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam proses akuisisi citra antara lain adalah: jenis alat akuisisi, resolusi kamera, teknik pencahayaan, perbesaran atau *zooming*, jarak, dan sudut pengambilan citra^[7].

Proses akuisisi citra pada penelitian ini menggunakan kamera *smartphone android* untuk mengambil citra dari objek telur. Telur diletakkan di dalam kotak sepatu yang telah dilubangi untuk pengambilan gambar, agar tak ada cahaya yang masuk saat pengambilan gambar. Jumlah citra telur yang diambil adalah 120 citra telur yang berbeda-beda.

2.2. Segmentasi K-Means Clustering

K-Means Clustering adalah teknik segmentasi citra yang berdasar dari intensitas warna, sehingga dapat menjadi metode yang tepat digunakan pada segmentasi citra warna. Dengan menggunakan citra yang telah di ekualisasi histogram, maka segmentasi citra akan dilakukan di mana *K* berperan sebagai variabel pusat warna citra yang dipilih sebagai pembagi^[6].

Pembagian citra pada *K-Means Clustering* dilakukan dengan membagi histogram citra^[8]. Langkah-langkahnya adalah^[9]:

1. Tentukan intensitas minimum dan maksimum pada citra yang digunakan.
2. Lakukan pembagian sejumlah *N* dari intensitas minimum ke maksimum. *N* menentukan jumlah objek yang diharapkan.
3. Setelah dilakukan pembagian, histogram akan terbagi menjadi beberapa bagian yang disebut sebagai *cluster*. Setelah menentukan *cluster*,

dilakukan penelusuran pada citra di seluruh titik, setiap titik akan di bagi kedalam *cluster* terdekat sehingga hasil akhir dari proses ini adalah jumlah warna pada gambar menjadi *N*.

4. Cari hasil mean seluruh titik di tiap *cluster*, warna seluruh titik diganti di dalam *cluster* sesuai dengan mean *cluster* masing-masing.

2.3 Morfologi

Operasi morfologi citra merupakan suatu proses yang bertujuan untuk mengubah bentuk objek pada citra asli. Proses tersebut dapat dilakukan pada citra grayscale maupun citra biner. Jenis-jenis operasi morfologi di antaranya adalah dilasi, erosi, *closing*, dan *filling holes*^[6]. Operasi morfologi yang digunakan pada penelitian ini adalah morfologi *filling holes*.

Morfologi *filling holes* dilakukan untuk filtering citra jika terdapat lubang-lubang atau piksel-piksel yang kosong pada objek citra. Lubang-lubang atau piksel-piksel yang kosong akan diisi dengan piksel yang nilai pikselnya sama dengan objek citranya, agar proses pengolahan citra dapat dilakukan dengan lebih maksimal.

2.4 Ekstraksi Ciri Bentuk

Agar bentuk dan ukuran objek satu dan objek lainnya dapat dibedakan, digunakan beberapa parameter atau fitur dari ekstraksi ciri bentuk, diantaranya adalah area, perimeter, *eccentricity*, dan *metric*. *Eccentricity* merupakan nilai perbandingan antara jarak foci ellips minor dengan foci ellips mayor suatu objek. Rentang nilai yang dimiliki *eccentricity* adalah 0 hingga 1. Objek yang mendekati bentuk garis lurus, memiliki rentang nilai mendekati 1. Sedangkan objek berbentuk bulat, memiliki rentang nilai mendekati 0^[10]. Perhitungan *eccentricity* dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}} \dots \dots \dots (1)$$

Selain *eccentricity*, parameter yang dapat digunakan untuk membedakan bentuk suatu objek disebut ‘*metric*’. *Metric* merupakan nilai perbandingan antara keliling dan luas objek. Rentang nilai *metric* mirip dengan *eccentricity*, yaitu antara 0 hingga 1. Objek yang mendekati bentuk garis lurus, memiliki rentang nilai mendekati 0. Sedangkan, objek yang berbentuk bulat, memiliki rentang nilai mendekati 1^[10]. Perhitungan *metric* dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$M = \frac{\pi \times A}{C^2} \dots \dots \dots (2)$$

2.5 Ekstraksi Ciri Tekstur

Untuk membedakan tekstur objek satu dengan objek yang lainnya, perlu dilakukan proses ekstraksi ciri tekstur. Salah satu ciri tekstur yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan metode *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM).

Metode GLCM adalah metode yang melakukan analisis terhadap piksel pada citra untuk mengetahui tingkat keabuan yang sering terjadi^[11]. Metode ini juga digunakan untuk tabulasi tentang frekuensi kombinasi nilai piksel yang muncul pada suatu citra. Untuk melakukan analisis citra berdasarkan distribusi statistik dari intensitas pikselnya, dapat dilakukan dengan mengekstrak fitur teksturnya. GLCM merupakan suatu metode yang digunakan untuk ekstraksi ciri berbasis statistik, perolehan ciri diperoleh dari nilai piksel matrik, yang mempunyai nilai tertentu dan membentuk suatu sudut pola^[12].

Adapun fitur GLCM yang digunakan pada penelitian ini diantaranya adalah *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity*. Perhitungan GLCM dapat dihitung menggunakan rumus berikut^[11]:

$$\text{Contrast} = \sum_i \sum_j (i - j)^2 P_{ij} \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{Correlation} = \sum_i \sum_j P_{(i,j)} \log P_{(i,j)} \dots \dots \dots (4)$$

$$\text{Energy} = \sum_i \sum_j P_{ij}^2 \dots \dots \dots (5)$$

$$\text{Energy} = \sum_i \sum_j \frac{1}{1/(i-j)^2} P_{ij} \dots \dots \dots (6)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Jumlah data atau sampel citra yang digunakan sebagai data latih adalah sebanyak 120 citra telur yang

berbeda-beda. Sebelum melakukan tahap pengujian citra, terlebih dahulu dilakukan pelatihan data dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Pada penelitian ini, dilakukan dua bentuk pelatihan data. Pelatihan pertama untuk melatih ukuran dari citra telur menggunakan ekstraksi ciri bentuk (*area*, *perimeter*, *metric*, *eccentricity*), dan pelatihan kedua untuk melatih kebersihan dari citra telur menggunakan ekstraksi ciri tekstur GLCM (*contrast*, *correlation*, *energy*, *homogeneity*).

Setelah tahap pelatihan data dilakukan, langkah selanjutnya adalah melakukan proses pengujian data pada jendela GUI Matlab yang sudah dibuat sebelumnya. Pada proses pengujian, akan memanggil fungsi Jaringan Syaraf Tiruan yang telah dibuat agar dapat membaca dan mengklasifikasi data sesuai hasil dari pelatihan data. Digunakan sebanyak 40 data uji pada tahap pengujian data.

3.1 Pengujian Data

3.1.1 Pembacaan Citra

Pada tahap pertama dalam proses pengolahan citra digital adalah memasukkan atau membaca citra original yang akan di olah. Citra yang digunakan berupa citra RGB (*red*, *green*, *blue*).



Gambar 3. Citra original

3.1.2 Ruang Warna L*a*b

Pada proses pelatihan dan pengujian, metode segmentasi yang digunakan adalah *K-Means Clustering*. Oleh karena itu, sebelum segmentasi dilakukan, proses penentuan ruang warna L*a*b akan dilakukan untuk menghitung perbedaan visual masing-masing warna yang ada pada citra. Ilustrasi ruang warna L*a*b dapat dilihat pada Gambar 4.

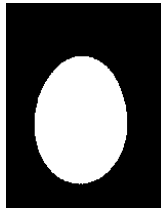


Gambar 4. Ruang warna L*a*b

3.1.3 Segmentasi K-Means Clustering

Proses segmentasi dilakukan untuk memisahkan objek dengan *background* pada citra. Dengan menggunakan metode *K-Means Clustering*, proses segmentasi citra dilakukan dengan membagi citra menjadi 2 *cluster*, yaitu *cluster* objek, dan *cluster background*. Penentuan *cluster* ini dilakukan dengan menentukan perbedaan visual dari ruang warna L^*a^*b pada proses sebelumnya.

Setelah penentuan *cluster* didapatkan, maka langkah selanjutnya adalah mengubah citra hasil dari metode *K-Means* ini ke dalam bentuk biner (0 dan 1), hingga menghasilkan segmentasi citra dengan objek berwarna putih, dan *background* berwarna hitam, agar proses pengolahan citra lebih mudah dilakukan. Hasil segmentasi dengan *K-Means* dalam bentuk biner dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil segmentasi menggunakan metode *K-Means* dalam bentuk biner

3.1.4 Fitur Ukuran dan Fitur Tekstur

Langkah terakhir, adalah menentukan fitur ukuran dan tekstur pada citra dengan melakukan ekstraksi ciri bentuk dan tekstur. Sebelumnya, saat dilakukan pelatihan, nilai fitur ukuran dari masing-masing citra telah didapatkan dari pelatihan pertama, dan nilai fitur tekstur telah didapatkan dari pelatihan kedua.

Pada fitur ukuran, dilakukan proses perhitungan nilai area, perimeter, *metric*, dan *eccentricity* untuk menentukan ukuran (besar atau kecil) dari telur ayam. Dan pada fitur tekstur, dilakukan proses perhitungan nilai *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity* untuk menentukan kebersihan (kotor atau bersih) dari telur ayam. Ilustrasi dari nilai fitur ukuran dan fitur tekstur dari citra dapat dilihat pada Gambar 6.

Fitur Ukuran	
[Area]	124110
[Perimeter]	1294.36
[Metric]	0.93091
[Eccentricity]	0.68794

Tabel 1. Kondisi “Besar & Bersih”

Fitur Tekstur	
[Contrast]	0.0274668
[Correlation]	0.996033
[Energy]	0.538481
[Homogeneity]	0.993334

Gambar 6. Nilai fitur ukuran dan fitur tekstur dari citra

3.1.5 Hasil Identifikasi

Setelah melalui berbagai proses pengolahan citra, maka hasil identifikasi akan muncul berdasarkan nilai dari fitur ukuran dan fitur tekstur yang didapatkan. Dalam hasil identifikasi ini, akan berlaku *rules* di mana:

1. Jika ukuran telur ayam kecil, dan telur ayam kotor, maka kualitas telur ayam **kurang baik**.
2. Jika ukuran telur ayam kecil, dan telur ayam bersih, maka kualitas telur ayam **baik**.
3. Jika ukuran telur ayam besar, dan telur ayam kotor, maka kualitas telur ayam *kurang baik*.
4. Jika ukuran telur ayam besar, dan telur ayam bersih, maka kualitas telur ayam **sangat baik**.



Gambar 7. Hasil identifikasi

Berdasarkan gambar 7 yang tertera di atas, dapat dilihat bahwa ukuran telur ayam adalah “besar”, dan kebersihan telur ayam adalah “bersih”, maka hasil identifikasi kualitas telur ayam yang didapatkan adalah “sangat baik”.

3.2 Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan 40 data uji. Data uji dibagi menjadi 4 kategori, yaitu “besar & bersih”, “besar & kotor”, “kecil & bersih”, dan “kecil & kotor” berdasarkan pada identifikasi manual tanpa melakukan pengolahan citra. Selanjutnya, hasil pengujian citra pada aplikasi Matlab dapat dilihat pada tabel di bawah.

Nama Citra	Fitur Ukuran		Fitur Tekstur		Hasil Identifikasi		
	Area	Perimeter	Contrast	Correlation	Ukuran	Kebersihan	Kualitas
besar-&-bersih-01	118550	1261.73	0.0265524	0.996075	Besar	Bersih	Sangat Baik
besar-&-bersih-02	124110	1294.36	0.0274668	0.996033	Besar	Bersih	Sangat Baik
besar-&-bersih-03	113275	1266.38	0.0278111	0.995905	Besar	Bersih	Sangat Baik
besar-&-bersih-04	102875	1195.12	0.0237345	0.996118	Besar	Bersih	Sangat Baik
besar-&-bersih-05	99458	1147.57	0.0214857	0.996615	Besar	Bersih	Sangat Baik
besar-&-bersih-06	104610	1196.91	0.0269613	0.995719	Besar	Bersih	Sangat Baik
besar-&-bersih-07	102501	1169.27	0.0301564	0.995337	Besar	Bersih	Sangat Baik
besar-&-bersih-08	103380	1185.57	0.0251643	0.996057	Besar	Bersih	Sangat Baik
besar-&-bersih-09	106636	1205.82	0.0257028	0.996241	Besar	Bersih	Sangat Baik
besar-&-bersih-10	116292	1248.9	0.0250477	0.996228	Besar	Bersih	Sangat Baik

Tabel 2. Kondisi “Besar & Kotor”

Nama Citra	Fitur Ukuran		Fitur Tekstur		Hasil Identifikasi		
	Area	Perimeter	Contrast	Correlation	Ukuran	Kebersihan	Kualitas
besar-&-kotor-01	99401	1159.24	0.0416579	0.992951	Besar	Kotor	Kurang Baik
besar-&-kotor-02	107874	1308.52	0.0317785	0.994671	Besar	Kotor	Kurang Baik
besar-&-kotor-03	97247	1368.17	0.057671	0.989549	Besar	Kotor	Kurang Baik
besar-&-kotor-04	104094	1484.98	0.0548212	0.992394	Besar	Kotor	Kurang Baik
besar-&-kotor-05	109317	1200.18	0.0262668	0.995952	Besar	Bersih	Sangat Baik
besar-&-kotor-06	105597	1275.41	0.0373663	0.99371	Besar	Kotor	Kurang Baik
besar-&-kotor-07	113724	1247.25	0.0354982	0.994547	Besar	Kotor	Kurang Baik
besar-&-kotor-08	99784	1170.03	0.0372057	0.994431	Besar	Kotor	Kurang Baik
besar-&-kotor-09	113208	1224.03	0.0263812	0.996183	Besar	Bersih	Sangat Baik
besar-&-kotor-10	100131	1185.02	0.0277904	0.99516	Kecil	Bersih	Baik

Tabel 3. Kondisi “Kecil & Bersih”

Nama Citra	Fitur Ukuran		Fitur Tekstur		Hasil Identifikasi		
	Area	Perimeter	Contrast	Correlation	Ukuran	Kebersihan	Kualitas
kecil-&-bersih-01	89068	1097	0.0335213	0.993791	Besar	Kotor	Baik
kecil-&-bersih-02	86171	1057.92	0.031969	0.994682	Besar	Kotor	Baik
kecil-&-bersih-03	77183	1035.97	0.0353242	0.991999	Besar	Kotor	Baik
kecil-&-bersih-04	83397	1065.62	0.0343833	0.9935	Besar	Kotor	Baik
kecil-&-bersih-05	84465	1070.17	0.0206425	0.995174	Besar	Kotor	Baik
kecil-&-bersih-06	92811	1136.71	0.025699	0.994052	Besar	Kotor	Baik
kecil-&-bersih-07	89728	1088.75	0.0230452	0.995041	Besar	Kotor	Baik
kecil-&-bersih-08	86171	1057.92	0.031969	0.994682	Besar	Kotor	Baik
kecil-&-bersih-09	92753	1110.81	0.0269445	0.995467	Besar	Kotor	Baik
kecil-&-bersih-10	73817	995.602	0.0384874	0.991561	Besar	Kotor	Baik

Tabel 4. Kondisi “Kecil & Kotor”

Nama Citra	Fitur Ukuran		Fitur Tekstur		Hasil Identifikasi		
	Area	Perimeter	Contrast	Correlation	Ukuran	Kebersihan	Kualitas
kecil-&-kotor-01	98029	1200.24	0.0468864	0.991325	Kecil	Kotor	Kurang Baik
kecil-&-kotor-02	88336	1387.85	0.0392095	0.990896	Kecil	Kotor	Kurang Baik
kecil-&-kotor-03	92763	1121.56	0.026006	0.995744	Kecil	Bersih	Baik
kecil-&-kotor-04	97563	1172.31	0.0486043	0.992763	Kecil	Kotor	Kurang Baik
kecil-&-kotor-05	98947	1148.38	0.0291751	0.995233	Kecil	Bersih	Baik
kecil-&-kotor-06	97599	1155.78	0.0471658	0.993162	Kecil	Kotor	Baik
kecil-&-kotor-07	91755	1112.67	0.0240482	0.995902	Kecil	Kotor	Baik
kecil-&-kotor-08	96834	1163.19	0.0403803	0.993657	Kecil	Kotor	Baik
kecil-&-kotor-09	96213	1128.31	0.0259733	0.994966	Kecil	Kotor	Baik
kecil-&-kotor-10	97411	1232.75	0.0326272	0.994177	Kecil	Bersih	Baik

Pada hasil pengujian diatas, dapat dilihat beberapa perbedaan identifikasi otomatis menggunakan pengolahan citra digital, dan identifikasi manual. Pada Tabel 2 dalam kondisi telur “besar & kotor”, terdapat 3 kesalahan identifikasi yaitu pada citra ke-5, 9, dan 10. Pada Tabel 3 dalam kondisi telur “kecil & kotor”, terdapat juga 3 kesalahan identifikasi yaitu pada citra ke 1, 2, dan 4. Jadi, total kesalahan identifikasi dari pengujian data adalah 6.

Kesalahan identifikasi ini terjadi karena kesalahan pembacaan hasil identifikasi dari kebersihan telur. Proses akuisisi citra dan segmentasi yang kurang baik, menjadi penyebab kesalahan identifikasi dari pengujian.

Hal tersebut menunjukkan bahwa, terdapat *human error* yang mengakibatkan terjadinya perbedaan identifikasi manual dan otomatis. Sehingga, jika menghitung akurasi ketepatan baca aplikasi identifikasi kualitas telur ayam berbasis pengolahan citra digital adalah :

$$\text{Akurasi} = 100\% - \frac{\text{Data error}}{\text{Jumlah data}} \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 100\% - \frac{15}{\#} \times 100\% = 85\%$$

Akurasi = 85%

4. Kesimpulan

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pelatihan dan pengujian yang telah dilakukan, sistem “Identifikasi Kualitas Telur Ayam Berbasis Pengolahan Citra Digital dan Jaringan Syaraf Tiruan”, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Dari hasil pelatihan data yang dilakukan menggunakan jaringan syaraf tiruan, telah didapatkan akurasi sebesar 94,17% untuk pelatihan data pertama (ekstraksi fitur bentuk), dan akurasi sebesar 82,5% untuk pelatihan data kedua (ekstraksi fitur tekstur).
2. Dari hasil pengujian yang dilakukan, terdapat 6 kesalahan identifikasi dari total 40 data yang diuji. Sehingga, akurasi ketepatan baca aplikasi identifikasi telur ayam berbasis pengolahan citra digital adalah 85%.
3. Proses segmentasi menggunakan metode K-Means Clustering dinilai sangat efektif karena memudahkan dalam proses ekstraksi ciri dari citra sebagai langkah identifikasi, sehingga mendapatkan akurasi yang sangat tinggi.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil pelatihan dan pengujian yang telah dilakukan, sistem “Identifikasi Kualitas Telur Ayam

Berbasis Pengolahan Citra Digital dan Jaringan Syaraf Tiruan”, adapun saran yang dapat diterapkan pada penelitian dan pengembangan aplikasi selanjutnya:

1. Proses pengambilan citra sebaiknya dilakukan di ruangan yang tertutup dimana tidak ada cahaya yang masuk, agar bayangan dari citra tidak terlihat, sehingga proses segmentasi dapat dilakukan dengan lebih akurat.
2. Mendeteksi bagian dalam telur agar proses identifikasi telur dapat menghasilkan hasil yang lebih maksimal.
3. Proses pelatihan dan pengujian sebaiknya dilakukan menggunakan metode klasifikasi lain, agar dapat menghasilkan perbandingan metode yang lebih akurat.
4. Pembuatan konveyor penyortir kualitas telur secara otomatis.

Daftar Pustaka

- [1] S. A. Sidiq, “Pengolahan Citra Untuk Identifikasi Telur Berdasarkan Ukuran,” *Elinvo (Electronics, Informatics, Vocat.Educ., vol. 1, no. 3, pp. 151–156, 2016, doi: 10.21831/elinvo.v1i3.12821.*
- [2] KEMENTAN. *Produksi Telur Ayam Petelur menurut Provinsi, 2009-2019* [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/dynamic/table/2015/12/22%2000:00:00/1079/produksi-telur-ayam-petelur-menurut-provinsi-2009-2017.html>
- [3] Y. R. W. Utami, “Pengenalan Warna Telur Berdasarkan Karakteristik Citra,” *J. Ilm. SINUS*, pp. 1–18, 2016.
- [4] A. Muzami, O. D. Nurhayati, and K. T. Martono, “Aplikasi Identifikasi Citra Telur Ayam Omega-3 Dengan Metode Segmentasi Region Of Interest Berbasis Android,” *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 4, no. 2, p. 380, 2016, doi: 10.14710/jtsiskom.4.2.2016.380-388.
- [5] R. Rahmadianto, E. Mulyanto, and T. Sutojo, “Implementasi Pengolahan Citra dan Klasifikasi K-Nearest Neighbor untuk Mendeteksi Kualitas Telur Ayam,” *J. VOI (Voice Informatics)*, vol. 8, no. 1, pp. 45–54, 2019, [Online]. Available: <http://voi.stmik-tasikmalaya.ac.id/index.php/voi/article/view/164>.
- [6] O. D. Nurhayati, “Pengolahan Citra untuk Identifikasi Jenis Telur Ayam Lehorn dan Omega-3 Menggunakan k-Mean Clustering

- dan Principal Component Analysis,” vol. 01, pp. 84–93, 2020.
- [7] A. Pamungkas. *Akuisisi Citra* [Online]. Available: <https://pemrogramanmatlab.com/pengolahan-citra-digital/akuisisi-citra/>
- [8] P. Harsadi, “DETEKSI EMBRIO AYAM BERDASARKAN CITRA GRAYSCALE MENGGUNAKAN K-MEANS AUTOMATIC THRESHOLDING,” vol. 12, no. 2, pp. 49–56.
- [9] Gonzales., R.C., Woods R. E., “Digital Image Processing,” 4th Ed., Pearson: 2018.
- [10] A. Pamungkas. *Ekstraksi Ciri Citra* [Online]. Available: <https://pemrogramanmatlab.com/pengolahan-citra-digital/ekstraksi-ciri-citra-digital/>
- [11] Y. Herdiyeni and M. Widyanto, “Sistem Temu Kembali Citra dengan Ukuran Kemiripan Warna dalam Ruang RGB Berbasis Sistem Inferensi Fuzzy,” J. Proceedings of National Conference on Computer Science and Information Technology, 2007.
- [12] Q. Xie, D. Huang, S. Zhang, and J. Cao, “Analysis of a viral infection model with delayed immune response,” *Appl. Math. Model.*, vol. 34, no. 9, pp. 2388–2395, 2010, doi: 10.1016/j.apm.2009.11.005.