

# Model Machine Learning untuk Klasifikasi Mutu Telur Ayam Ras Berdasarkan Kebersihan Kerabang

Maimunah\*, Ardhin Primadewi

Fakultas Teknik, Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Magelang, Magelang, Indonesia

Email: <sup>1,\*</sup>maimunah@unimma.ac.id, <sup>2</sup>ardhin@ummgl.ac.id

Email Penulis Korespondensi: maimunah@unimma.ac.id

Submitted 11-12-2021; Accepted 28-12-2021; Published 30-12-2021

## Abstrak

Telur merupakan salah satu kebutuhan makanan yang mempunyai gizi cukup tinggi dan menjadi kebutuhan utama bagi masyarakat. Oleh karena itu, telur ayam yang dikonsumsi masyarakat harus mempunyai mutu yang baik sehingga aman dan bermanfaat ketika dikonsumsi masyarakat. Sesuai SNI 3926:2008, mutu telur dibedakan menjadi 3 yaitu mutu I, mutu II dan mutu III yang ditinjau dari kondisi eksternal dan internal. Dalam penelitian ini dilakukan klasifikasi untuk menentukan mutu telur ayam berdasarkan kebersihan kerabang dengan pendekatan machine learning. Beberapa metode dalam machine learning seperti KNN, *Naïve Bayes*, *Decision Tree* dan SVM digunakan untuk melakukan klasifikasi mutu telur ayam berdasarkan kebersihan kerabang. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi akuisisi data, *preprocessing*, ekstraksi fitur, pemodelan dan evaluasi model. Sebanyak 90 data citra telur ayam digunakan dalam penelitian ini dengan jumlah citra sebanyak 30 di masing – masing tiap mutu. Dalam tahap *preprocessing* dilakukan filtering dan konversi citra ke citra grayscale. Untuk mendapatkan fitur tekstur citra telur ayam maka dilakukan ekstraksi fitur dengan menggunakan perhitungan statistik orde pertama dan kedua. Hasil ekstraksi fitur diperoleh nilai *mean*, *skewness variance*, *kurtosis*, *entropy*, *Angular Second Moment (ASM)*, *contrast*, *correlation variance*, *inverse different moment*, *entropy*. Nilai-nilai fitur tersebut selanjutnya dilakukan partisi data menjadi data latih dan data uji. Sebanyak 3 kali percobaan dilakukan untuk melakukan klasifikasi yaitu dengan komposisi perbandingan data latih dan data uji. Tiga percobaan dilakukan dengan melakukan variasi perbandingan jumlah data latih dan data uji sebanyak 70%:30%; 75%:25% dan 80%:20%. Tahap selanjutnya adalah klasifikasi dengan menggunakan beberapa metode dalam *machine learning* yaitu KNN, *Naïve Bayes*, *Decision Tree* dan SVM. Metode yang menghasilkan akurasi terbaik adalah KNN dan *Decision Tree* dengan akurasi sebesar 96% dengan komposisi perbandingan data latih dan data uji 70%:30% dan 75%:25%.

**Kata Kunci:** Mutu; Telur Ayam; Klasifikasi; Machine Learning; Tekstur

## Abstract

Eggs are one of the food needs that have high enough nutrition and are the main needs for the community. Therefore, chicken eggs consumed by the community must have good quality so that they are safe and useful when consumed by the community. According to SNI 3926:2008, the quality of eggs is divided into 3, namely quality I, quality II and quality III in terms of external and internal conditions. In this study, a classification was carried out to determine the quality of chicken eggs based on the cleanliness of the shell using a machine learning approach. Several methods in machine learning such as KNN, *Naïve Bayes*, *Decision Tree* and SVM are used to classify chicken egg quality based on shell cleanliness. The stages in this research include data acquisition, preprocessing, feature extraction, modeling and model evaluation. A total of 90 chicken egg image data were used in this study with a total of 30 images in each of each quality. In the preprocessing stage, filtering and conversion of images to grayscale images is carried out. To get the texture features of the chicken egg image, feature extraction is carried out using first and second order statistical calculations. The results of feature extraction obtained mean, skewness variance, kurtosis, entropy, Angular Second Moment (ASM), contrast, correlation variance, inverse different moment, entropy. These feature values are then partitioned into training data and test data. A total of 3 experiments were carried out to perform classification, namely the composition of the comparison of training data and test data. Three experiments were carried out by varying the ratio of the amount of training data and test data as much as 70%: 30%; 75%:25% and 80%:20%. The next stage is classification using several methods in machine learning, namely KNN, *Naive Bayes*, *Decision Tree* and SVM. The method that produces the best accuracy is KNN and *Decision Tree* with an accuracy of 96% with a comparison composition of training data and test data of 70%: 30% and 75%: 25%.

**Keywords:** Quality; Chicken Egg; Classification; Machine Learning; Texture

## 1. PENDAHULUAN

Telur ayam merupakan salah satu kebutuhan pokok makanan yang mempunyai nutrisi tinggi dan menjadi kebutuhan masyarakat. Dalam rangka memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap telur ayam maka pihak produsen telur perlu memperhatikan mutunya. Seiring kebutuhan permintaan telur ayam yang cukup tinggi maka harus disertai dengan pemenuhan mutu telur yang terbaik. Oleh karena itu, berbagai cara dilakukan agar telur ayam yang dikonsumsi masyarakat memenuhi standar mutu sehingga aman dan nyaman dikonsumsi. Pengelompokan atau klasifikasi telur ayam menjadi salah satu proses penting yang dibutuhkan untuk mengontrol mutu dari telur ayam yang dihasilkan. Telur ayam konsumsi diklasifikasikan berdasarkan warna kerabang dan bobot telur. Untuk persyaratan mutu fisik telur ayam dapat ditinjau secara internal dan eksternal yang terbagi menjadi 3 tingkatan mutu yaitu mutu I, mutu II dan mutu III. Untuk mutu secara internal dapat dilihat dari segi faktor mutu kondisi kantung udara, kondisi putih telur, kondisi kuning telur dan bau. Mutu secara eksternal ditinjau dari kondisi kerabang (cangkang telur) yang meliputi bentuk, kehalusan, ketebalan, keutuhan dan kebersihan kerabang. Pada persyaratan mutu kebersihan kerabang telur ayam, kondisi mutu I adalah bersih, mutu II adalah sedikit noda kotor (stain) dan mutu III adalah banyak noda dan sedikit kotor [1].

Beberapa penelitian tentang mutu telur ayam telah dilakukan baik untuk mutu telur ayam secara internal maupun eksternal. Klasifikasi mutu telur ayam berdasarkan fitur warna HSV menggunakan K-Nearest Neighbor menghasilkan akurasi sebesar 80% dengan nilai k sebesar 7 [2]. Fitur warna kerabang telur yang diolah menggunakan HSV dapat juga untuk menentukan kesegaran telur dengan melakukan klasifikasi menggunakan KNN yang menghasilkan akurasi 80%. Hasil

ini sesuai dengan lama penyimpanan telur ayam yang digunakan sebagai data untuk mengidentifikasi kesegaran telur ayam [3]. Selain dengan KNN, klasifikasi mutu telur ayam berdasarkan warna juga telah diteliti dengan menggunakan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) [4]. Warna kerabang telur ayam juga dapat mengidentifikasi penurunan mutu telur. Identifikasi penurunan mutu telur ayam berdasarkan warna kerabang telah dilakukan dengan menggunakan *Support Vector Machine* (SVM) dengan nilai akurasi 80%. Warna kerabang yang diteliti ini terdiri dari coklat tua, coklat dan coklat muda dengan mutu yang terbaik adalah warna coklat tua [5]. Dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan menghasilkan akurasi sebesar 66% untuk telur ayam berwarna coklat tua dan coklat sedangkan untuk telur ayam dengan warna coklat muda diperoleh akurasi sebesar 83% [6].

Selain fitur warna, klasifikasi mutu telur ayam juga dapat dilakukan berdasarkan fitur ukuran telur ayam. Ukuran telur ayam diukur melalui parameter perimeter luas dan keliling citra telur ayam yang selanjutnya dilakukan klasifikasi menggunakan KNN dengan akurasi sebesar 88.8% dengan nilai  $k$  sebesar 3 [7]. Perbedaan metode dalam pengolahan citra telur ayam dapat memberikan hasil yang berbeda. Sebelum dilakukan ekstraksi fitur, citra telur ayam dilakukan segmentasi citra terlebih dahulu untuk diklasifikasikan menggunakan KNN berdasarkan warna dan tekstur. Hasil akurasi yang diperoleh dengan menggunakan segmentasi citra adalah 82.3% dengan nilai  $k$  sebesar 8 [8]. Untuk proses segmentasi citra telur ayam juga telah dilakukan perbandingan pada citra asli dan citra yang dikompres menggunakan wavelet dan diperoleh hasil bahwa tidak ada perbedaan dalam mengidentifikasi telur ayam [9]. Fitur tekstur citra telur ayam juga digunakan untuk klasifikasi mutu citra telur ayam dengan menggunakan statistik orde pertama. Dalam hal ini diterapkan metode KNN dan diperoleh akurasi sebesar 78% dengan nilai  $k$  sebesar 5 [10].

Mutu telur ayam juga dapat diidentifikasi berdasarkan usia telur dan kondisi kantung udara menggunakan metode *template matching* dengan akurasi 62,5% [11]. Klasifikasi jenis kesegaran telur juga telah diteliti dengan menggunakan KNN berdasarkan jenis kualitas kuning telur serta metode deteksi tepi dengan akurasi sebesar 73,84% [12]. Beberapa metode deteksi tepi dapat digunakan untuk mengukur volume citra telur ayam dan telah diperoleh bahwa metode deteksi tepi Prewitt yang memiliki error paling kecil [13]. Metode pengolahan citra lainnya yang dapat digunakan untuk meningkatkan hasil identifikasi citra telur ayam adalah dengan menggunakan *thermal imaging* [14].

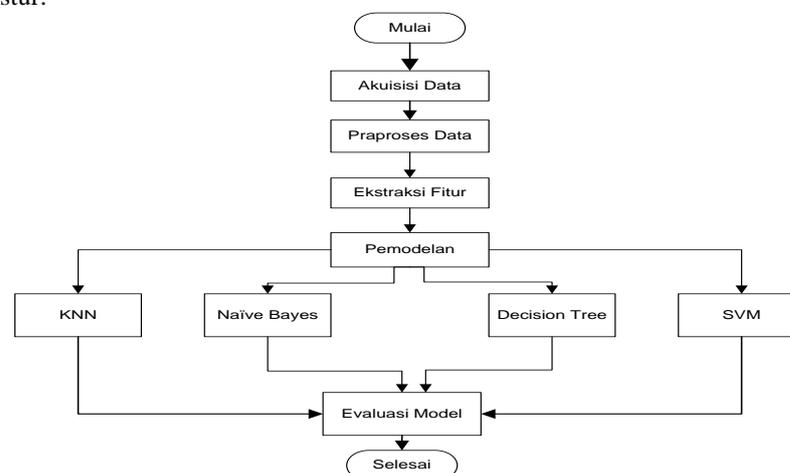
Selain klasifikasi berdasarkan mutu fisik yang telah ditetapkan SNI, identifikasi telur juga dilakukan untuk menentukan telur biasa dan telur yang mengandung omega-3 menggunakan metode *segmentasi region of interest* [15]. Identifikasi mutu telur ayam selanjutnya dapat dikembangkan dengan rancang bangun alat dan deteksi sortasi mutu telur menggunakan arduino [16]. Telah dilakukan penelitian juga tentang klasifikasi untuk menentukan citra telur ayam yang fertil dan non fertil menggunakan *Convolution Neural Network* dengan nilai akurasi sebesar 98% [17].

Dalam penelitian ini dilakukan pendekatan beberapa metode dalam *machine learning* seperti KNN, *Naïve Bayes*, *Decision Tree* dan SVM untuk menerapkan klasifikasi mutu telur ayam yang berdasarkan kondisi kebersihan kerabang. Dari beberapa metode di *machine learning* tersebut dapat diperoleh model yang memiliki akurasi terbaik dalam melakukan klasifikasi mutu telur ayam berdasarkan kebersihan kerabang dengan menggunakan fitur tekstur.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan klasifikasi mutu telur ayam berdasarkan kondisi eksternal telur yaitu kebersihan kerabang yang terdiri dari 3 kelas yaitu mutu I, mutu II dan mutu III. Tahapan detail yang diterapkan dalam penelitian ini meliputi beberapa tahapan seperti pada Gambar 1.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra telur ayam sebanyak 90 citra yang terdiri dari 3 mutu yaitu mutu I, mutu II dan mutu III. Sampel citra diambil dengan menggunakan kamera digital resolusi 8 megapiksel, dengan pengambilan citra berjarak 15 cm dari kamera digital dengan dilengkapi *background* berwarna putih dan dilengkapi 2 buah lampu led dengan daya 10 watt yang dipasang di sebelah kiri dan sebelah kanan obyek dengan jarak 30 cm. Pada tahap preprocessing data dilakukan proses konversi citra menjadi citra *grayscale* (keabuan). Tahap berikutnya adalah ekstraksi fitur citra yaitu fitur tekstur.



**Gambar 1.** Tahapan Penelitian

Perhitungan ekstraksi fitur citra dilakukan dengan menggunakan statistik order pertama dan order kedua [10]. Perhitungan statistik order pertama meliputi :

- a. *mean*  

$$m = \sum_{i=0}^{L-1} i \cdot p(i) \quad (1)$$
- b. *variance*  

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{L-1} (i - m)^2 p(i)} \quad (2)$$
- c. *skewness*  

$$\text{skewness} = \sum_{i=1}^{L-1} (i - m) 3p(i) \quad (3)$$
- d. *kurtosis*  

$$\alpha_4 = \frac{1}{\sigma^4} \sum_n (f_n - \mu)^4 p(f_n) - 3 \quad (4)$$
- e. *entropy*  

$$\text{Entropy} = \sum_{i=0}^{L-1} p(i) \log_2 (p(i)) \quad (5)$$

Dalam beberapa contoh studi kasus, fitur orde pertama tidak lagi dapat diterapkan untuk mengenali perbedaan antar citra. Dalam permasalahan seperti ini, diperlukan pengambilan fitur statistik orde kedua. Salah satu teknik untuk memperoleh fitur statistik orde dua adalah dengan menghitung probabilitas hubungan ketetanggaan antara dua piksel pada jarak dan orientasi sudut tertentu. Dalam permasalahan ini fitur statistik bekerja dengan membentuk sebuah matriks kookurensi dari data citra, dilanjutkan dengan menentukan ciri sebagai fungsi dari matriks antara tersebut. Berikut ini parameter fitur statistik orde kedua yaitu :

- a. *angular second moment*  

$$ASM = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L (GLCM(i, j))^2 \quad (6)$$
- b. *contrast*  

$$\text{kontras} = \sum_{n=1}^L n^2 \{ \sum_{|i-j|=n} GLCM(i, j) \} \quad (7)$$
- c. *correlation*  

$$COR = \frac{\sum_i \sum_j (i, j) \cdot p(i, j) - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \quad (8)$$
- d. *Variance*  

$$VAR = \sum_i \sum_j (i - \mu_x)(j - \mu_y) p(i, j) \quad (9)$$
- e. *invers different moment*  

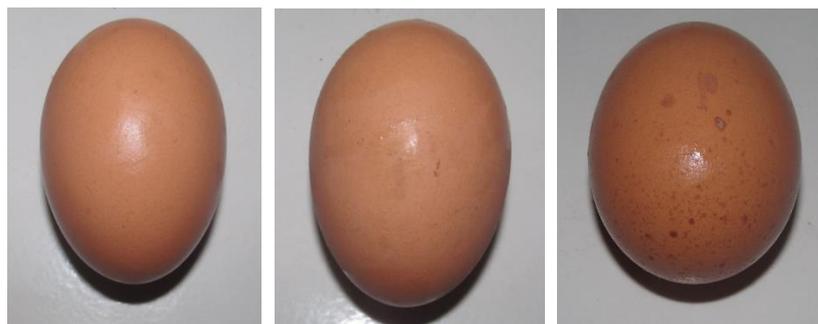
$$IDM = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L \frac{(GLCM(i, j))^2}{1+(i-j)^2} \quad (10)$$
- f. *entropy*.  

$$ENT_2 = - \sum_i \sum_j p(i, j) \cdot 2 \log p(i, j) \quad (11)$$

Setelah nilai fitur tekstur diperoleh maka selanjutnya dilakukan pembuatan model menggunakan machine learning yang meliputi beberapa algoritma yaitu *K-Nearest Neighbor* (KNN), *Naïve Bayes*, *Decision Tree* dan *Support Vector Machine* (SVM). Pembuatan model diimplementasikan dengan menggunakan bahasa pemrograman Python. Setelah model diperoleh untuk masing – masing algoritma, selanjutnya dievaluasi untuk mendapatkan nilai akurasi.

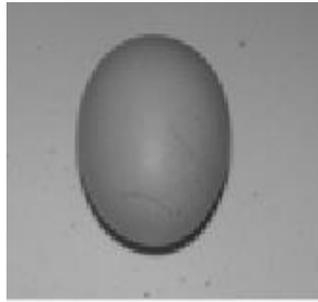
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses akuisisi citra telur ayam dilakukan menggunakan kamera digital dengan jarak dan pencahayaan yang sama. Citra yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 90 yang meliputi mutu 1,2 dan 3 dengan kondisi kerabang bersih, sedikit kotor dan banyak kotor atau noda. Adapun contoh citra yang digunakan seperti pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Telur Ayam Mutu 1, Mutu 2 dan Mutu 3

Untuk menghilangkan noise pada citra maka dilakukan tahap praproses yaitu dengan filtering citra dan melakukan konversi citra menjadi citra keabuan (grayscale) seperti pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Citra *Grayscale*

Ekstraksi fitur yang digunakan yaitu ekstraksi fitur yang dilakukan dengan menghitung nilai statistik orde pertama dan orde kedua. Ekstraksi fitur statistik orde pertama terdiri dari beberapa parameter seperti *mean*, *skewness*, *variance*, *kurtosis* dan *entropy*. Sedangkan untuk parameter statistik orde kedua seperti *Angular Second Moment (ASM)*, *contrast*, *correlation variance*, *inverse different moment*, *entropy*. Untuk contoh hasil ekstraksi fitur statistik orde pertama dapat dilihat pada Tabel 1 dan ekstraksi ciri statistik orde kedua pada Tabel 2.

**Tabel 1.** Ekstraksi Fitur Orde Pertama

Mutu	<i>mean</i>	<i>Skewness</i>	<i>variance</i>	<i>kurtosis</i>	<i>entropy</i>
I	0.5490	0.1071	0.4811	0.8761	0.0301
II	0.5355	0.5171	0.3534	0.9386	0.0719
III	0.5861	0.2210	0.1550	0.6068	0.0223

**Tabel 2.** Ekstraksi Fitur Orde Kedua

Mutu	<i>ASM</i>	<i>Contrast</i>	<i>Correlation</i>	<i>variance</i>	<i>IDM</i>	<i>entropy</i>
I	0.0043	0.1289	0.9671	0.0454	0.3483	0.0396
II	0.0025	0.0814	0.9956	0.0415	0.3671	0.0655
III	0.0027	0.0946	0.9992	0.0416	0.3397	0.0212

Nilai – nilai yang diperoleh dari hasil ekstraksi fitur selanjutnya digunakan sebagai data untuk membangun model dengan menggunakan 4 metode yaitu KNN, *Naïve Bayes*, *Decision Tree* dan SVM. Dalam membangun model, terlebih dahulu data dipartisi menjadi data latih dan data uji. Partisi data dilakukan sebanyak 3 kali percobaan dengan komposisi perbandingan data latih dan data uji sebanyak 70%: 30%, 75%:25% dan 80%:20%. Untuk klasifikasi menggunakan KNN, diujicobakan dengan jumlah k sebesar 2,3,4,5 dan 6 dan menggunakan fungsi jarak Euclidean dan Manhattan melalui fungsi GridSearchCV. Akurasi model yang telah dibuat dengan metode KNN diperoleh seperti pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Akurasi KNN

Percobaan	Data Latih (%)	Data Uji (%)	Akurasi (%)
1	70	30	96
2	75	25	96
3	80	20	94

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh bahwa klasifikasi mutu telur ayam berdasarkan kebersihan kerabang menggunakan KNN mempunyai akurasi terbaik yaitu sebesar 96% pada percobaan 1 dan 2 dengan perbandingan data latih dan data uji sebanyak 70%:30% dan 75%:25% dengan banyaknya n adalah 3 dan menggunakan jarak Euclidean dan hasil *confussion matrix* seperti disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** *Confussion Matrix* KNN

Prediksi		KNN		
		Mutu I	Mutu II	Mutu III
Aktual	Mutu I	9	0	0
	Mutu II	1	8	0
	Mutu III	0	0	9

Metode kedua yang digunakan dalam klasifikasi mutu telur ayam berdasar kebersihan kerabang adalah *Naïve Bayes*. Berdasarkan 3 percobaan yang telah dilakukan maka diperoleh akurasi yang terbaik pada percobaan 3 yaitu dengan akurasi sebesar 94% seperti disajikan pada Tabel 5 dengan nilai *confussion matrix* seperti pada Tabel 6.

**Tabel 5.** Akurasi Naïve Bayes

Percobaan	Data Latih (%)	Data Uji (%)	Akurasi (%)
1	70	30	93
2	75	25	91
3	80	20	94

**Tabel 6.** Confussion Matrix Naïve Bayes

Prediksi		Naïve Bayes		
		Mutu I	Mutu II	Mutu III
Aktual	Mutu I	6	1	0
	Mutu II	0	6	0
	Mutu III	0	0	5

Berdasarkan nilai *confussion matrix* pada Tabel 6 diperoleh bahwa untuk klasifikasi mutu telur ayam menggunakan Naïve Bayes berhasil 100% untuk mutu I dan mutu II, sedangkan mutu III sebanyak 83%. Pada metode yang ketiga yaitu *decision tree* dilakukan menggunakan kriteria gini dan entropi dengan minimal sample split sebanyak 2,5,10 dan 50 dengan maksimum kedalaman pohon adalah 3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15. Akurasi terbaik untuk klasifikasi mutu telur ayam berdasarkan kebersihan kerabang diperoleh pada percobaan 1 dan 2 yaitu sebesar 96% seperti tercantum pada Tabel 7 dan nilai pada *confussion matrix* seperti pada Tabel 8. Parameter terbaik dalam metode *decision tree* adalah kriteria gini, kedalaman pohon adalah 9 dan jumlah minimum split sebanyak 2.

**Tabel 7.** Akurasi Decision Tree

Percobaan	Data Latih (%)	Data Uji (%)	Akurasi (%)
1	70	30	96
2	75	25	96
3	80	20	78

**Tabel 8.** Confussion Matrix Decision Tree

Prediction		Decision Tree		
		Mutu I	Mutu II	Mutu III
Aktual	Mutu I	6	1	0
	Mutu II	0	8	0
	Mutu III	0	0	5

Metode keempat yang dilakukan dalam penelitian ini adalah SVM. Model klasifikasi menghasilkan akurasi terbaik sebesar 89% yang diperoleh dari percobaan 1 dan 3 seperti pada Tabel 9. Parameter yang terbaik dalam metode SVM ini adalah nilai gamma sebesar 0,1 dan kernel rbf. Untuk nilai *confussion matrix* disajikan dalam Tabel 10.

**Tabel 9.** Akurasi SVM

Percobaan	Data Latih (%)	Data Uji (%)	Akurasi (%)
1	70	30	89
2	75	25	87
3	80	20	89

**Tabel 10.** Confussion Matrix SVM

Prediction		SVM		
		Mutu I	Mutu II	Mutu III
Aktual	Mutu I	9	0	0
	Mutu II	1	7	1
	Mutu III	1	0	8

Berdasarkan nilai pada *confussion matrix* di Tabel 10 dapat diperoleh bahwa untuk mutu I dapat diklasifikasikan sebesar 100%. Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan maka diperoleh bahwa untuk klasifikasi mutu telur ayam berdasarkan kebersihan kerabang mempunyai akurasi tertinggi sebanyak 96% yaitu dengan menggunakan metode KNN dan *Decision Tree* dengan perbandingan data latih dan data uji 70%:30% dan 75%:25%. Untuk KNN, jumlah k yang terbaik adalah 3 dan parameter terbaik dalam metode *decision tree* adalah kriteria gini, kedalaman pohon adalah 9 dan jumlah minimum split sebanyak 2.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diperoleh bahwa klasifikasi mutu telur ayam berdasarkan kebersihan kerabang telur dapat dilakukan dengan pendekatan machine learning. Metode yang menghasilkan akurasi terbaik adalah KNN dan Decision Tree dengan akurasi sebesar 96% dengan komposisi perbandingan data latih dan data uji 70%:30% dan 75%:25%.

#### REFERENCES

- [1] SNI 01-3926:2008, *SNI 3926:2008 Telur Ayam Konsumsi*. Badan Standardisasi Nasional, 2008.
- [2] M. G. R. Miftahus Sholihin, “Klasifikasi Mutu Telur Berdasarkan Fitur Warna dengan Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor,” *Semin. Nas. Sist. Inf.*, pp. 1188–1193, 2018.
- [3] Erlangga Adha Widyatama, C. Rahmad, and E. Rohadi, “Aplikasi Penentuan Tingkat Kualitas Telur Ayam Berdasarkan Warna Dan Tekstur Citra Kerabang Dengan Metode Hue, Saturation, Value,” *J. Inform. Polinema*, vol. 6, no. 1, pp. 9–14, 2020.
- [4] D. Rosadi, R. T. Handayanto, Maimunah., and R. N. Whidhiasih, “Adaptif Neuro Fuzzy Inference System ( ANFIS ) dalam Pengidentifikasi Kualitas Telur Ayam Ras Berdasarkan Warna Kerabang,” *Informatics Educ. Prof.*, vol. 3, no. 1, pp. 53–66, 2018.
- [5] Maimunah. and T. Rokhman, “Klasifikasi Penurunan Kualitas Telur Ayam Ras Berdasarkan Warna Kerabang Menggunakan Support Vector Machine,” *Informatics Educ. Prof.*, vol. 3, no. 1, pp. 43–52, 2018.
- [6] I. B. Darmawan, M. Maimunah, and R. N. Whidiasih, “Identifikasi Warna Kerabang Telur Ayam Ras Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan,” *PIKSEL Penelit. Ilmu Komput. Sist. Embed. Log.*, vol. 6, no. 2, pp. 189–200, 2018.
- [7] M. Sholihin, “Implementasi K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Grade Telur Ayam Ras Berdasarkan Ukuran,” *Inf. J. Ilm. Bid. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 4, no. 2, 2019.
- [8] M. Sholihin and M. G. Rohman, “Klasifikasi Kualitas Mutu Telur Ayam Ras Berdasarkan Fitur Warna Dan Tekstur,” *J. Tek.*, vol. 10, no. 2, pp. 1056–1059, 2018.
- [9] S. Saifullah, S. Sunardi, and A. Yudhana, “Perbandingan Segmentasi Pada Citra Asli Dan Citra Kompresi Wavelet Untuk Identifikasi Telur,” *Ilk. J. Ilm.*, vol. 8, no. 3, pp. 190–196, 2016.
- [10] 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.
- [11] A. Sugihartono, “Pemodelan Deteksi Kualitas Telur Berbasis Citra,” *Telematika*, vol. 9, no. 1, pp. 1–14, 2016.
- [12] A. F. Basuki, I. B. Hidayat, P. Ir, and S. Darana, “Warna Dengan Metode Fuzzy Color Histogram Dan Wavelet Dengan Klasifikasi Knn Quality and Freshness Detection of Chicken Egg Based on Color Segmentation Using Fuzzy Color Histogram ( Fch ) and Wavelet With K - Nearest Neighbor ( K - Nn ) Classification Met,” vol. 3, no. 3, pp. 4404–4411, 2016.
- [13] M. Huda, “Deteksi Tepi Citra Telur Dengan Algoritma Prewitt Untuk Isbn : 978-602-74355-0-6,” *Pros. Semin. Nas. IPTEK Terap.*, vol. Mi, pp. 18–23, 2016.
- [14] Sunardi, A. Yudhana, and S. Saifullah, “Thermal Imaging Untuk Identifikasi Telur,” *Pros. Konf. Nas. Ke-4 Pros. Konf. Nas. Ke-4 Asos. Progr. Pascasarj. Perguru. Tinggi Muhammadiyah*, no. May, p. 157, 2016.
- [15] 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.
- [16] A. B. F. Azka, M. N. Kholis, and S. N. Utama, “Rancang Bangun Alat Deteksi Dan Sortasi Mutu Telur Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno,” *Agroindustrial Technol. J.*, vol. 4, no. 1, p. 41, 2020.
- [17] M. R. Firdaus, “Penerapan Algoritma Convolutional Neural Network dalam Klasifikasi Telur Ayam Fertil dan Infertil Berdasarkan Hasil Candling,” *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 5, no. 4, p. 563, 2021.