



Klasifikasi Citra Burung *Lovebird* Menggunakan *Decision Tree* dengan Empat Jenis Evaluasi

Aviv Yuniar Rahman

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang
aviv@widyagama.ac.id

Abstract

Lovebird is a pet that many people in Indonesia have known. The diversity of species, coat color, and body shape gives it its charm. As well in this *lovebird* bird has its uniqueness of various rare colors. However, many ordinary people have difficulty distinguishing the types of *lovebirds*. This research is needed to improve previous study performance in classifying *lovebird* images using the *Decision Tree J48* algorithm with 4 types of evaluation. In this case, also to reduce the stage of feature extraction to speed up the computational process. Based on available comparisons, the results obtained at the same split ratio with a comparison of 60:40 in *Decision Tree J48* have the precision of 1,000, recall of 1,000, *f-measure* of 1,000, and accuracy value of 100%. Then the *Artificial Neural Network* with a split ratio of 60:40 has a precision of 0.854, recall of 0.843, *f-measurement* of 0.841, and an accuracy value of 84.25%. These results prove that by testing the first-level extraction on color features, *Decision Tree J48* is superior in classifying images of *lovebird* species, and *Decision Tree J48* can improve performance and produce the best accuracy.

Keywords: *Lovebird*, ANN, *Decision Tree*, Precision, Recall, *F-measure*.

Abstrak

Burung *lovebird* merupakan hewan peliharaan yang telah dikenal oleh banyak masyarakat di Indonesia. Keanekaragaman jenis, warna bulu, serta bentuk tubuhnya memberikan daya tarik tersendiri bagi pecinta. Serta dalam burung *lovebird* ini juga memiliki keunikan sendiri yang beragam warna-warna langka. Namun, banyak diantara masyarakat awam kesulitan dalam membedakan jenis burung *lovebird*. Dari segi jenis, masyarakat cenderung melihat sesuai dengan yang ada di pada umumnya. Semakin jenis burung berbeda dan jarang diketahui masyarakat, maka akan memiliki nilai jual yang tinggi pada burung *lovebird*. Penelitian ini diperlukan untuk memperbaiki kinerja dari penelitian sebelumnya dalam proses klasifikasi citra burung *lovebird* menggunakan algoritma *Decision Tree J48* dengan 4 jenis evaluasi. Serta dalam hal ini juga untuk mengurangi tahapan fitur ekstraksi agar mempercepat pada proses komputasi. Berdasarkan perbandingan yang sudah diketahui, Hasil yang didapatkan pada *split ratio* yang sama dengan perbandingan 60:40 pada *Decision Tree J48* memiliki hasil *precision* 1.000, *recall* 1.000, *f-measure* 1.000 dan nilai *accuracy* mencapai 100%. Kemudian pada *Artificial Neural Network* dengan *split ratio* 60:40 memiliki hasil *precision* 0.854, *recall* 0.843, *f-measure* 0.841 dan nilai *accuracy* mencapai 84.25%. Hasil ini membuktikan dengan pengujian ekstraksi tingkat pertama pada fitur warna *Decision Tree J48* lebih unggul dalam mengklasifikasi citra jenis burung *lovebird*, serta *Decision Tree J48* mampu memperbaiki kinerja dan menghasilkan *accuracy* yang terbaik.

Kata kunci: *Lovebird*, ANN, *Decision Tree*, Precision, Recall, *F-measure*.

1. Pendahuluan

Burung *lovebird* merupakan hewan peliharaan yang telah dikenal oleh banyak masyarakat [1] di Indonesia. Keanekaragaman jenis, warna bulu [2], serta bentuk tubuhnya yang mungil [3] memberikan daya tarik tersendiri bagi pecinta [4] burung tersebut. Burung ini akan memberikan kicauan balasan ketika mendengarkan suara yang tinggi di sekitarnya. Burung *lovebird* di

Indonesia sendiri telah menjadi *trending* masyarakat, karena burung *lovebird* ini sering dijadikan kontes untuk dalam menghasilkan suara unik. Serta dalam burung *lovebird* ini juga memiliki keunikan sendiri yang beragam warna langka [5]. Namun, banyak diantara masyarakat awam kesulitan dalam membedakan jenis membedakan jenis burung *lovebird*. Dari segi jenis, masyarakat cenderung melihat sesuai dengan yang ada di pada umumnya. Semakin jenis burung berbeda dan

jarang diketahui masyarakat, maka akan memiliki nilai jual yang tinggi pada burung *lovebird*. Hal ini juga akan membuat daya tarik tersendiri kepada para pecinta burung *lovebird*. Bukan hanya itu, masyarakat kini juga menjadikan burung *lovebird* untuk kontes kicauan burung *lovebird*.

Dalam paparan singkat burung *lovebird* telah menjadikan penelitian telah dilakukan oleh [6] yaitu menguji klasifikasi citra jenis burung *lovebird* menggunakan *Local Binary Pattern* (LBP) [7][8] dan *fuzzy logic* [9][10]. Dalam penelitian ini objek gambar yang diuji hanya pada bentuk kepala dan warna. Evaluasi yang digunakan hanya menggunakan nilai *accuracy* dan memperoleh hasil *accuracy* kurang dari 92%. Namun pengujian ini hanya menggunakan kepala dan warna saja sebagai penelitian, yang artinya tidak menggunakan keseluruhan badan dalam proses klasifikasi burung *lovebird*. Dalam hal ini nantinya juga akan mempengaruhi proses klasifikasi dari jenis burung *lovebird*.

Selanjutnya penelitian klasifikasi citra jenis burung *lovebird* oleh [11] menguji klasifikasi citra jenis burung *lovebird* menggunakan *Artificial Neural Network* [10] dan *fuzzy logic* [12]. Dalam penelitian ini, proses evaluasi dengan menggunakan 3 tingkat fitur, yaitu fitur tekstur, bentuk dan warna dengan parameter *accuracy*. Perbandingan tingkat *accuracy* yang diperoleh menggunakan *Artificial Neural Network* [13][14] sebesar 88.88% untuk *split ratio* 60:40. Dalam hal ini pada saat proses pengujian citra gambar dari burung *lovebird* dilakukan pengambilan secara keseluruhan pixel dari gambar. Oleh karena itu, penelitian tersebut memerlukan waktu yang cukup lama pada proses komputasi dalam mendapatkan hasil dari 1 jenis burung *lovebird*.

Untuk meningkatkan kinerja klasifikasi citra burung *lovebird* pada penelitian kedua. Dari hasil *literatur review* klasifikasi citra menggunakan *Decision tree J48* dapat terlihat nilai akurasi di atas 90%. Pertama, algoritma *Decision tree J48* ini dapat diterapkan untuk proses klasifikasi gambar gigitan ular. Metode yang digunakan dalam yaitu berupa gambar luka gigitan ular yang terdiri dari 34 gambar gigitan ular dengan 16 gambar ular berbisa dan 18 tidak berbisa. Kemudian fitur yang dipakai yaitu *centroid*, *area*, dan *eccentricity*. Hasil dari evaluasi didapatkan bahwa parameter jumlah *centroid* dan jarak memiliki pengaruh paling signifikan dalam membantu klasifikasi gambar luka gigitan ular dengan akurasi 97.14%, *precision* 92.85%, *recall* 91.42%, dan F1 score 92.06% [15].

Kemudian keunggulan *Decision Tree J48* yang kedua yaitu digunakan untuk mengetahui kualitas daging sapi berbasis android. Proses klasifikasi bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat kesegaran

dengan cara memisahkan citra lemak dan daging menggunakan *Decision Tree J48*. Data yang digunakan dalam proses klasifikasi yaitu berupa 12 kelas data daging sapi. Hasil dalam klasifikasi daging sapi pada algoritma *Decision Tree J48* memiliki tingkat akurasi mencapai 90%. [16].

Selanjutnya keunggulan dalam *Decision Tree J48* yang ketiga digunakan untuk deteksi diagnosis otak. Metode yang digunakan untuk mendeteksi tumor otak menggunakan 3 jenis tumor yaitu *meningioma*, *glioma*, *hipofisis*. Proses utama yang digunakan yaitu fitur ekstraksi *histogram gradien* yang berorientasi pada citra gambar yang di deteksi. Hasil yang didapatkan dalam diagnosis deteksi tumor menggunakan *Decision Tree J48* yaitu dapat mengklasifikasikan gambar dengan nilai akurasi mencapai 96,4% [17].

Algoritma *Decision Tree J48* dapat diterapkan pada klasifikasi gambar gigitan ular, kualitas daging sapi dan deteksi diagnosis otak. Hasil yang didapatkan dalam *Decision Tree J48* mampu meningkatkan kinerja dengan tingkat akurasi diatas 90%. Oleh karena itu, *Decision Tree J48* dapat diusulkan pada penelitian klasifikasi citra burung *lovebird*.

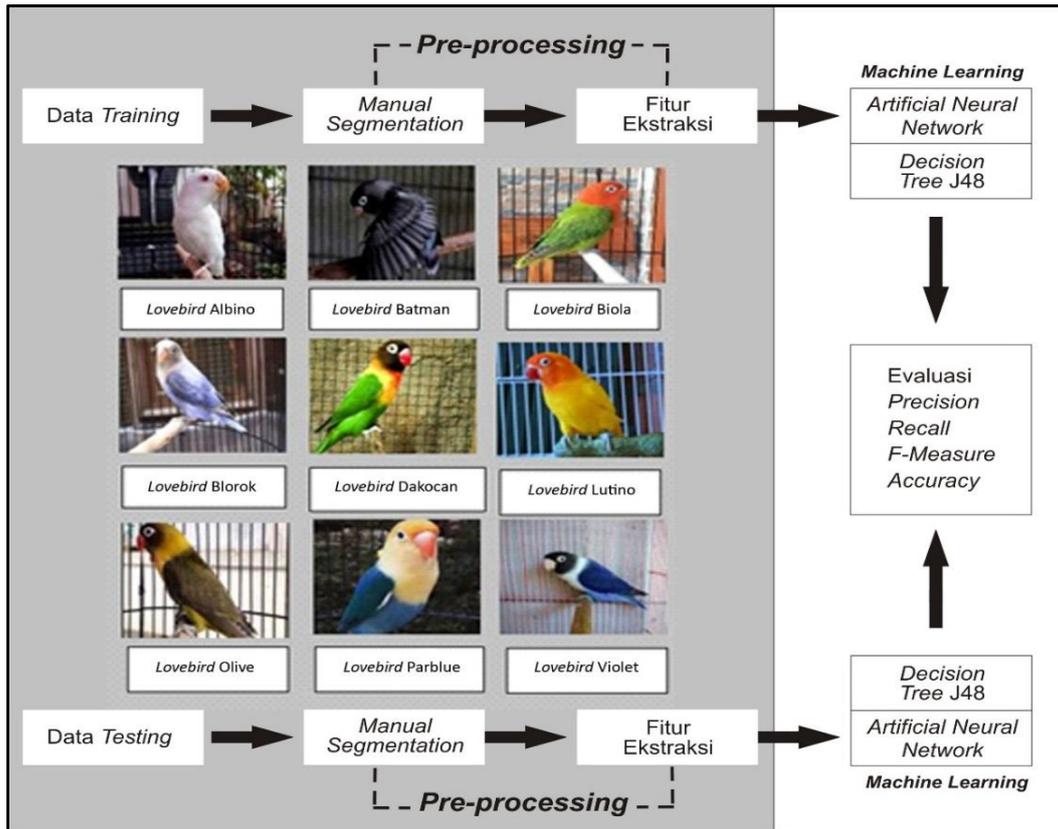
Berdasarkan uraian singkat yang dijelaskan, penelitian ini diperlukan untuk memperbaiki kinerja dari penelitian sebelumnya dengan proses klasifikasi citra burung *lovebird* menggunakan algoritma *Decision Tree J48*. Proses klasifikasi juga menggunakan 4 jenis evaluasi yaitu *precision*, *recall*, *f-measure*, dan *accuracy*. Tujuan lain juga untuk mengurangi tahapan fitur ekstraksi agar mempercepat proses komputasi dalam tiga fitur komputasi.

2. Metode Penelitian

Pada metode penelitian ini, merupakan proses dalam klasifikasi citra burung *lovebird*. Diawali dengan *pre-processing* dengan 3 tahap yaitu data *training*, data *testing* dan fitur ekstraksi. Kemudian tahap kedua yaitu proses perbandingan antara *Artificial Neural Network* dengan *Decision Tree j48*. Tahap terakhir yaitu proses evaluasi menggunakan *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f-measure* yang ditunjukkan Pada Gambar 1.

2.1 Data Training dan Testing

Dalam hal ini, data *training* dan *testing* digunakan untuk pengambilan data citra burung *lovebird* agar hasil citra yang akan di uji dapat melakukan proses ekstraksi dengan lebih baik dan terarah. Kemudian pada pengumpulan data, dibutuhkan kamera DSLR dengan tipe Canon Eos 4000D untuk proses pengambilan foto maupun gambar dari 9 jenis burung *lovebird*. Proses pengambilan citra sembilan jenis burung *lovebird* diantaranya *lovebird Albino*, *batman*, *biola*, *blorok*, *dakocan*, *lutino*, *olive*, *parblue*, dan *violet*. Kemudian proses pengambilan gambar berada pada peternakan



Gambar 1. Sistem Evaluasi Klasifikasi Citra Burung *Lovebird*

burung *lovebird* di kecamatan Pakis Kota Malang. Pada proses klasifikasi citra jenis burung *lovebird* ini menggunakan 540 data uji. Serta dalam perbandingan *training* dan *testing* menggunakan *split ratio*. Metode dalam *split ratio* ini merupakan perbandingan antara 10% data *training* dibandingkan 90% data *testing*, serta 90% data *training* dibandingkan 10% data *testing*.

2.2 Manual Segmentation

Pada *manual segmentation* ini merupakan proses menghilangkan *background* gambar ataupun latar belakang dari gambar yang telah di ambil untuk bahan evaluasi. Pada gambar ini nantinya akan diubah latar belakangnya menjadikan *transparence background* yang dilakukan oleh peneliti secara manual. Serta dalam proses menghilangkan latar belakang ini bertujuan untuk membuat lebih akurat dalam pengujian klasifikasi citra burung *lovebird*.

2.3 Fitur Ekstraksi

Proses fitur ekstraksi merupakan pengambilan ciri dari masing-masing fitur yang ada pada citra burung *lovebird*. Fitur tersebut antara lain fitur tekstur yang cara klasifikasinya mengidentifikasi tekstur dari burung *lovebird*. Kemudian fitur bentuk, dimana dalam fitur bentuk ini mengidentifikasi pola dari burung *lovebird* yang sesuai dengan bentuk burung *lovebird* dengan berbagai jenis rotasi atau sudut pandang pada 10° sampai

90° untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Selanjutnya yaitu fitur warna, dimana dalam hal ini mengidentifikasi citra burung *lovebird* sesuai dengan jenis warna dari burung *lovebird*. Ketiga fitur ini diperlukan untuk mendapatkan hasil perbandingan dari masing-masing metode, baik *Artificial Neural Network* maupun dengan *Decision Tree J48*. Pengujian akan dilakukan dengan menguji tiga tingkatan fitur yang digabungkan dari ketiga ekstraksi fitur.

2.3.1. Fitur Tekstur

Pada fitur tekstur ini merupakan proses identifikasi dari jenis burung *lovebird*. Dimana nantinya akan mengambil dari ciri tekstur burung *lovebird*. Serta dalam mendapatkan informasi dan susunan struktur permukaan dari citra burung *lovebird* diperlukan nilai keabuan dari gambar digunakan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). Terdapat beberapa tahapan yang dilakukan dalam pengambilan fitur tekstur. Citra warna dirubah menjadi citra grayscale selanjutnya masing – masing nilai dari RGB citra dirubah menjadi abu – abu dengan menggunakan rumus 1.

$$\text{Keabuan} = 0.2989 \cdot R + 0.5870 \cdot G + 0.1140 \cdot B \quad (1)$$

Dimana pada rumus 1 parameter R melambangkan warna merah, G warna hijau, dan B warna biru. Kemudian rumus 2 untuk mengukur kekuatan perbedaan

Tabel 1. Perbandingan evaluasi ekstraksi fitur tekstur menggunakan *Artificial Neural Network* dan *Decision Tree J48*

Fitur	split ratio	Artificial Neural Network				Decision Tree J48			
		P	R	F	A	P	R	F	A
Tekstur	10:90	0.400	0.337	0.308	33.70%	0.271	0.272	0.258	27.16%
	20:80	0.000	0.382	0.000	38.10%	0.377	0.359	0.357	35.87%
	30:70	0.497	0.447	0.435	44.70%	0.426	0.397	0.393	39.68%
	40:60	0.423	0.389	0.387	38.80%	0.448	0.432	0.430	43.20%
	50:50	0.504	0.493	0.489	49.20%	0.456	0.441	0.443	44.07%
	60:40	0.498	0.491	0.484	49.10%	0.472	0.449	0.450	44.90%
	70:30	0.578	0.512	0.502	51.20%	0.534	0.525	0.524	52.46%
	80:20	0.438	0.417	0.402	41.60%	0.603	0.574	0.578	57.40%
	90:10	0.536	0.463	0.481	46.20%	0.604	0.611	0.598	61.11%

intensitas dalam citra, korelasi rumus 3 untuk mengukur keterkaitan linear pada derajat citra *grayscale*, energy.

Sedangkan pada rumus 4 untuk mengukur konsentrasi pasangan intensitas matriks *co-occurrence*. Dalam homogeniti yang terdapat pada rumus 5 untuk mengukur nilai kesamaan variasi dari intensitas citra, dan entropi rumus 6 untuk mengukur keteracakan dari distribusi intensitas.

$$\sum_k k^2 [\sum_i \sum_j p(i, j)] \tag{2}$$

$$\sum_{i,j} \frac{(i-\mu_i)(j-\mu_j)p(i,j)}{\sigma_i \sigma_j} \tag{3}$$

$$\sum_{i,j} p(i, j)^2 \tag{4}$$

$$\sum_{i,j} \frac{p(i,j)}{1+|i-j|} \tag{5}$$

$$-\sum_{i,j} P(i, j) \log P(i, j) \tag{6}$$

Pada rumus 2 sampai rumus 6 parameter *p* merupakan nilai kemungkinan yang bernilai nol hingga satu. Lambang σ merupakan komponen dalam matriks *co-occurrence*. Pada lambang *i* dan *j* menandakan bagian dari intensitas yang berdekatan, dengan masing-masing nomor baris dan nomor kolom merupakan gambaran dalam matriks.

2.3.2 Fitur Bentuk

Pada fitur bentuk ini merupakan proses pengambilan ciri bentuk dari burung *lovebird*, dimana dalam bentuk dari burung *lovebird* nantinya akan memiliki nilai ciri yang berbeda. Fitur bentuk juga berguna untuk membedakan perbandingan jarak objek citra burung *lovebird* antara satu dengan yang lain. Nilai ciri yang diekstraksi pada fitur ini yaitu *metric* dan *eccentricity*. Variabel pada rumus 7 adalah *e* untuk *eccentricity*, *a* melambangkan *foci ellips mayor*, dan *b* melambangkan *foci ellips minor*. Variabel pada rumus 8 adalah *M* untuk *metric*, *A* adalah area, dan *C* adalah lingkaran piksel yang memiliki ukuran intensitas warna.

$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}} \tag{7}$$

$$M = \frac{4\pi \times A}{C^2} \tag{8}$$

2.3.3 Fitur Warna

Kemudian dalam fitur warna ini merupakan proses identifikasi burung *lovebird* berdasarkan sesuai dengan warna dari masing-masing burung *lovebird*. Serta dalam fitur warna digunakan untuk menguji perbedaan nilai fitur dari tiap citra gambar burung *lovebird* yang indah dan bervariasi. Proses pengolahan citra berdasarkan fitur warna ini, dilakukan sesuai dengan warna keseluruhan dari burung *lovebird*, mulai dari warna kepala sampai dengan kaki.

Tahap awal yang dilakukan dalam mengekstraksi fitur warna yaitu mengubah warna RGB menjadi *grayscale*. Penyusun gambar yang terdapat pada rentang nilai piksel warna keabuan di kelompokkan menjadi 8 dari masing-masing piksel. Banyak piksel warna yang menyusun gambar dinormalisasi pada tiap kelompok jumlah anggota. Susunan dari gambar adalah piksel – piksel yang memiliki ukuran intensitas warna.

2.4. Artificial Neural Network

Artificial Neural Network (ANN) digunakan pada penelitian sebelumnya untuk klasifikasi citra burung *lovebird*. Perbandingan nilai *precision*, *recall*, *f-measure*, dan *accuracy* terbaik diukur dengan mengatur nilai *learning rate* dari 0.1 sampai 0.9. Pada lapisan yang berada pada *Artificial Neural Network* terdiri dari *Input layer* untuk fitur, *hidden layer* untuk kelas, dan *output layer*. Untuk menghitung kalkulasi kombinasi linear digunakan rumus 9.

$$net_j^{(h)} = \sum_{i=1}^l w_{ij}^{(h)} x_i^{(h-1)} + b_j^{(h)} \tag{9}$$

Dimana pada rumus 9 $x_i^{(h-1)}$ merupakan input pada neuron ke-*i* pada *layer* ke-*h* -1. Lambang $w_{ij}^{(h)}$ merupakan *weight* yang menghubungkan neuron ke-*i* pada *layer* ke-*h* - 1 dengan neuron ke-*j* pada *layer* ke-*h*. Untuk $b_j^{(h)}$ melambangkan output pada neuron ke-*j* pada *layer* ke-*h*.

2.5. Decision Tree J48

Decision Tree J48 digunakan untuk klasifikasi citra burung *lovebird* yang telah diusulkan pada penelitian ini. Input dari fitur ekstraksi ini terdiri dari 3 tingkat fitur

Tabel 2. Perbandingan evaluasi ekstraksi fitur bentuk menggunakan *Artificial Neural Network* dan *Decision Tree J48*

Fitur	split ratio	Artificial Neural Network				Decision Tree J48			
		P	R	F	A	P	R	F	A
Bentuk	10:90	0.585	0.508	0.477	50.82%	0.619	0.597	0.578	59.67%
	20:80	0.512	0.495	0.477	49.53%	0.802	0.782	0.776	78.24%
	30:70	0.591	0.532	0.506	53.17%	0.876	0.870	0.869	87.03%
	40:60	0.000	0.549	0.000	54.93%	0.902	0.898	0.899	89.81%
	50:50	0.614	0.581	0.574	58.14%	0.933	0.926	0.927	92.59%
	60:40	0.000	0.481	0.000	48.14%	0.956	0.954	0.954	95.37%
	70:30	0.764	0.691	0.693	69.13%	0.962	0.957	0.957	95.67%
	80:20	0.714	0.657	0.643	65.74%	0.991	0.991	0.991	99.07%
	90:10	0.000	0.630	0.000	62.96%	0.985	0.981	0.982	98.14%

yaitu, fitur tekstur yang mengolah citra berdasarkan dalam tekstur yang ada pada tubuh burung *lovebird*. Pada fitur bentuk ini mengolah citra berdasarkan dengan bentuk dari burung *lovebird* sesuai dengan jenis yang ada. Kemudian pada fitur warna, mengolah sebuah citra berdasarkan warna yang ada pada *burung lovebird*. Dalam proses pengolahan terdapat nilai *gain* teratas dari ciri atau karakter yang ada. Pada rumus 10 merupakan perhitungan dari *gain*.

$$Gain(S, A) = Entropy(S) - \sum_i^n * Entropy(S_i) \quad (10)$$

Dimana pada rumus 10 S melambangkan himpunan kasus. Untuk variabel A melambangkan atribut, dan n melambangkan jumlah partisi atribut A. Variabel Si melambangkan jumlah kasus pada partisi ke-i, dan S melambangkan jumlah kasus dalam S.

2.6. Evaluasi Precision, Recall, F-Measure, dan Accuracy

Pada bagian merupakan proses evaluasi klasifikasi jenis burung *lovebird* menggunakan 4 jenis evaluasi. Berdasarkan 4 jenis evaluasi, *precision* diperlukan untuk mengidentifikasi batas sebenarnya dari gambar burung *lovebird*. Serta keakuratan dalam tingkat presisi pada saat pengujian sangat dibutuhkan untuk menghasilkan nilai yang maksimal dalam klasifikasi jenis burung *lovebird*. Kemudian pada *recall* diperlukan untuk mengukur tingkat dari keberhasilan proses dari klasifikasi pada burung *lovebird*. Serta dalam *recall* nilai terendah yang telah diuji akan ditemukan kembali untuk diproses ulang dan di uji kembali. Selanjutnya yaitu evaluasi jenis *f-measure*, dimana dalam hal ini merupakan hasil dari rata-rata antara *precision* dan *recall*. Dalam hal ini nilai antara *precision* dan *recall* di evaluasi sesuai dengan batas masing-masing, kemudian akan di uji pada batas yang sebenarnya yaitu yang ada pada fitur tekstur, fitur bentuk, dan fitur warna.

Proses evaluasi *precision*, *recall*, *f-measure*, dan *accuracy* ini digunakan untuk mengukur kinerja hasil sistem. Pada rumus 11 sampai rumus 14 merupakan pengukuran yang dilakukan pada *confusion matrix*. Dimana pada rumus 11 TP adalah prediksi positif yang dijumlahkan semua dan benar positif. TN atau benar

negatif merupakan jumlah yang diprediksi salah. FP atau *false negative* Ketika diprediksi ternyata bernilai positif.

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (11)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (12)$$

$$F - measure = \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (13)$$

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FN} \quad (14)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Pada proses evaluasi menggunakan parameter *accuracy*, *precision*, *recall* dan *f-measure* sebagai bahan perbandingan dari *Artificial Neural Network* dan *Decision Tree J48*. Berdasarkan pada Tabel 1 merupakan hasil nilai perbandingan pada tingkat 1 pada nilai terendah dalam *Artificial Neural Network* ada pada *split ratio* 10:90 dengan nilai *precision* 0.400, *recall* 0.337, *f-measure* 0.308 dan nilai *accuracy* mencapai 33.70%. Data yang didapatkan pada *split ratio* 10:90 merupakan 10 data training dan 90 data testing. Kemudian dalam *Decision Tree J48* juga memiliki nilai minimal yang ada pada *split ratio* 10:90 dengan nilai *precision* 0.271, *recall* 0.272, *f-measure* 0.258 dan nilai akurasi hanya mencapai 27.16%. Selanjutnya pada Tabel 1 dari *Artificial neural network* memiliki nilai tertinggi yang ada pada *split ratio* 70:30 dengan nilai *precision* 0.578, *recall* 0.512, *f-measure* 0.502 dan nilai *accuracy* sebesar 51.20%. Kemudian pada *Decision Tree J48* juga memiliki nilai tertinggi pada *split ratio* 90:10 dengan nilai *precision* 0.604, *recall* 0.611, *f-measure* 0.598 dan nilai *accuracy* sebesar 61.11%. Dalam hal ini *Decision tree J48* memiliki nilai yang lebih tinggi 10% dibandingkan dengan *Artificial Neural Network*. Hal ini *Decision tree J48* mengolah sebuah gambar berdasarkan dengan tekstur dalam gambar burung *lovebird*. Sedangkan dalam *Artificial Neural Network* pada proses pengolahan citra burung *lovebird* menggunakan sesuai dengan keseluruhan gambar yang ada dan tidak berdasarkan tekstur dalam gambar.

Tabel 3 Perbandingan evaluasi ekstraksi fitur warna menggunakan *Artificial Neural Network* dan *Decision Tree J48*

Fitur	split ratio	Artificial Neural Network				Decision Tree J48			
		P	R	F	A	P	R	F	A
Warna	10:90	0.600	0.584	0.575	58.43%	0.864	0.844	0.841	84.36%
	20:80	0.830	0.766	0.772	76.62%	0.924	0.912	0.910	91.20%
	30:70	0.802	0.765	0.769	76.45%	1.000	1.000	1.000	100%
	40:60	0.784	0.769	0.769	76.85%	1.000	1.000	1.000	100%
	50:50	0.879	0.848	0.844	84.81%	1.000	1.000	1.000	100%
	60:40	0.854	0.843	0.841	84.25%	1.000	1.000	1.000	100%
	70:30	0.818	0.772	0.773	77.16%	1.000	1.000	1.000	100%
	80:20	0.856	0.796	0.795	79.62%	1.000	1.000	1.000	100%
	90:10	0.887	0.833	0.830	83.33%	1.000	1.000	1.000	100%

Tabel 4 Perbandingan evaluasi ekstraksi fitur tekstur dan bentuk menggunakan *Artificial Neural Network* dan *Decision Tree J48*

Fitur	split ratio	Artificial Neural Network				Decision Tree J48			
		P	R	F	A	P	R	F	A
Tekstur + Bentuk	10:90	0.631	0.537	0.541	53.70%	0.517	0.467	0.470	46.70%
	20:80	0.769	0.708	0.693	70.83%	0.754	0.748	0.744	74.76%
	30:70	0.716	0.690	0.685	69.04%	0.916	0.907	0.908	90.74%
	40:60	0.787	0.741	0.744	74.07%	0.871	0.867	0.867	86.72%
	50:50	0.797	0.774	0.770	77.40%	0.921	0.915	0.915	91.48%
	60:40	0.727	0.676	0.682	67.59%	0.960	0.958	0.958	95.83%
	70:30	0.822	0.796	0.794	79.62%	0.937	0.932	0.932	93.20%
	80:20	0.834	0.787	0.786	78.70%	0.935	0.926	0.927	92.59%
	90:10	0.782	0.741	0.738	74.07%	0.966	0.963	0.963	96.29%

Pada Tabel 2 merupakan hasil dari tingkat 1 fitur bentuk antara *Artificial Neural Network* dengan *Decision Tree J48*. Pada Tabel 2 diketahui nilai minimal dari *Artificial Neural Network* ada pada *split ratio* 60:40 dengan nilai *precision* 0.000, *recall* 0.481, *f-measure* 0.000 dan nilai *accuracy* mencapai 48.14%. Serta pada nilai minimal *Decision Tree J48* ada pada *split ratio* 10:90 dengan nilai *precision* 0.619, *recall* 0.597, *f-measure* 0.578 dan nilai *accuracy* mencapai 59.67%. Selanjutnya pada tingkat 1 fitur bentuk ini juga memiliki nilai maksimal di mulai dari *Artificial Neural Network* terdapat nilai maksimal pada *split ratio* 70:30 dengan nilai *precision* 0.764, *recall* 0.691, *f-measure* 0.693 dan nilai *accuracy* mencapai 69.13%. Serta pada *Decision Tree J48* ada pada *split ratio* 80:20 dengan nilai *precision* 0.991, *recall* 0.991, *f-measure* 0.991 dan nilai *accuracy* mencapai 99.07%. Dalam hal ini nilai yang dihasilkan pada *Decision Tree J48* jauh lebih tinggi dibandingkan dengan *Artificial Neural Network*. Pada proses

pengujian *Decision Tree J48* mengolah sebuah gambar citra berdasarkan dari bentuk gambar burung *lovebird* untuk menghasilkan nilai yang maksimal. Sedangkan dalam *Artificial Neural Network* tidak menutup kemungkinan mengolah data gambar burung *lovebird* berdasarkan keseluruhan gambar tanpa memperhatikan bentuk dari burung *lovebird*.

Selanjutnya pada Tabel 3 merupakan hasil dari tingkat 1 fitur warna antara *Artificial Neural Network* dengan *Decision Tree J48*. Dalam hal ini diketahui bahwa nilai minimal dari *Artificial Neural Network* ada pada *split ratio* 10:90 dengan nilai *precision* 0.600, *recall* 0.584, *f-measure* 0.575 dan nilai *accuracy* mencapai 58.43%. Selanjutnya pada nilai minimal *Decision Tree J48* ada pada *split ratio* 10:90 dengan nilai *precision* 0.864, *recall* 0.844, *f-measure* 0.841 dan nilai *accuracy* mencapai 84.36%.

Tabel 5 Perbandingan evaluasi ekstraksi fitur tekstur dan warna menggunakan *Artificial Neural Network* dan *Decision Tree J48*

Fitur	split ratio	Artificial Neural Network				Decision Tree J48			
		P	R	F	A	P	R	F	A
Tekstur + Warna	10:90	0.657	0.632	0.620	63.16%	0.820	0.749	0.730	74.89%
	20:80	0.842	0.815	0.807	81.48%	0.868	0.852	0.850	85.18%
	30:70	0.900	0.886	0.883	88.62%	0.979	0.976	0.976	97.61%
	40:60	0.858	0.849	0.846	84.87%	0.967	0.960	0.960	95.98%
	50:50	0.882	0.881	0.877	88.14%	0.974	0.970	0.970	97.03%
	60:40	0.856	0.819	0.799	81.94%	0.968	0.963	0.963	96.29%
	70:30	0.919	0.895	0.888	89.50%	0.984	0.981	0.981	98.14%
	80:20	0.889	0.870	0.866	87.03%	1.000	1.000	1.000	100%
	90:10	0.924	0.907	0.904	90.74%	1.000	1.000	1.000	100%

Tabel 6 Perbandingan evaluasi ekstraksi fitur warna dan bentuk menggunakan *Artificial Neural Network* dan *Decision Tree J48*

Fitur	split ratio	<i>Artificial Neural Network</i>				<i>Decision Tree J48</i>			
		P	R	F	A	P	R	F	A
Warna + Bentuk	10:90	0.765	0.728	0.726	72.83%	0.845	0.805	0.787	80.45%
	20:80	0.806	0.748	0.736	74.76%	0.936	0.912	0.909	91.20%
	30:70	0.801	0.749	0.743	74.86%	1.000	1.000	1.000	100%
	40:60	0.852	0.821	0.816	82.09%	0.994	0.994	0.994	99.38%
	50:50	0.905	0.874	0.869	87.40%	1.000	1.000	1.000	100%
	60:40	0.840	0.810	0.804	81.01%	0.987	0.986	0.986	98.61%
	70:30	0.863	0.840	0.832	83.95%	1.000	1.000	1.000	100%
	80:20	0.810	0.806	0.794	80.55%	1.000	1.000	1.000	100%
	90:10	0.902	0.852	0.852	85.18%	1.000	1.000	1.000	100%

Pada Tabel 3 ini juga memiliki nilai maksimal yang dimulai dari *Artificial Neural Network* terdapat nilai maksimal pada *split ratio* 50:50 dengan nilai *precision* 0.879, *recall* 0.848, *f-measure* 0.844 dan nilai *accuracy* mencapai 84.81%. Serta pada *Decision Tree J48* ada pada *split ratio* 30:70 sampai dengan 90:10 yang menghasilkan nilai *precision* 1.000, *recall* 1.000, *f-measure* 1.000 dan nilai *accuracy* mencapai 100%. Dalam hal ini nilai yang dihasilkan pada *Decision Tree J48* terbilang sempurna dibandingkan dengan *Artificial Neural Network*. Karena pada proses pengujian *Decision Tree J48* mengolah sebuah gambar citra berdasarkan dari warna pada gambar burung *lovebird* untuk menghasilkan nilai yang maksimal.

Kemudian Pada Tabel 4 merupakan hasil perbandingan antara *Artificial Neural Network* dengan *Decision Tree J48*. Serta pada perbandingan yang ada pada Tabel 4

Tabel 7 Perbandingan evaluasi ekstraksi fitur tekstur, bentuk, dan warna menggunakan *Artificial Neural Network* dan *Decision Tree J48*

Fitur	split ratio	<i>Artificial Neural Network</i>				<i>Decision Tree J48</i>			
		P	R	F	A	P	R	F	A
Tekstur + Bentuk + Warna	10:90	0.746	0.730	0.725	73.04%	0.818	0.770	0.777	76.95%
	20:80	0.819	0.764	0.750	76.38%	0.868	0.854	0.850	85.41%
	30:70	0.933	0.926	0.923	92.59%	0.995	0.995	0.995	99.47%
	40:60	0.871	0.870	0.869	87.03%	0.986	0.985	0.985	98.45%
	50:50	0.976	0.974	0.974	88.55%	0.986	0.985	0.985	98.51%
	60:40	0.908	0.889	0.882	88.88%	0.988	0.986	0.986	98.61%
	70:30	0.961	0.957	0.955	95.67%	0.984	0.981	0.981	98.14%
	80:20	0.934	0.917	0.912	91.66%	1.000	1.000	1.000	100%
	90:10	0.966	0.963	0.963	96.29%	1.000	1.000	1.000	100%

memiliki perbedaan pada cara proses klasifikasinya. Untuk itu *Decision Tree J48* lebih memiliki nilai keakuratan dengan menonjolkan proses klasifikasi berdasarkan dari fitur yang dilakukan. Serta dalam *Artificial Neural Network* mengandalkan keseluruhan objek untuk mencari citra dari burung *lovebird*.

Pada Tabel 5 merupakan hasil perbandingan pada tingkat 2 fitur tekstur dan warna. Dalam hal ini perbandingan antara *Artificial Neural Network* dan *Decision Tree J48* berdasarkan gabungan dari fitur tekstur dan warna. Diawali dengan nilai minimal yang ada pada *Artificial Neural Network* memiliki nilai pada *split ratio* 10:90 dengan nilai *precision* 0.657, *recall* 0.632, *f-measure* 0.620 dan nilai *accuracy* 61.16%.

merupakan hasil dari tingkat ke 2 fitur tekstur dan bentuk. Dalam hal ini diawali dengan nilai terendah dari *Artificial Neural Network* nilai minimal pada *split ratio* 10:90 dengan nilai *precision* 0.631, *recall* 0.537, *f-measure* 0.541 dan nilai *accuracy* 53.70%. Kemudian pada *Decision Tree J48* nilai minimal ada pada *split ratio* 10:90 dengan nilai *precision* 0.517, *recall* 0.467, *f-measure* 0.470 dan *accuracy* 46.70%. Dalam perbandingan yang pada Tabel 4 ini juga memiliki nilai maksimal, dari *Artificial Neural Network* ada pada *split ratio* 70:30 dengan nilai *precision* 0.822, *recall* 0.796, *f-measure* 0.794 dan nilai *accuracy* 79.62%. Serta pada *Decision Tree J48* ada pada *split ratio* 90:10 dengan nilai *precision* 0.966, *recall* 0.963, *f-measure* 0.963 dan nilai *accuracy* 96.29%. Dalam hal ini nilai dari *Decision Tree J48* lebih tinggi dari *Artificial Neural Network*, karena dalam proses pengujian dari masing-masing

Kemudian pada *Decision Tree J48* memiliki nilai minimal pada *split ratio* 10:90 dengan nilai *precision* 0.820, *recall* 0.749, *f-measure* 0.730 dan nilai *accuracy* 74.89%. Serta pada Tabel 5 juga mempunyai nilai terbaik baik *Artificial Neural Network* maupun *Decision Tree J48*. Untuk *Artificial Neural Network* nilai terbaik ada pada *split ratio* 90:10 dengan nilai *precision* 0.924, *recall* 0.907, *f-measure* 0.904 dan nilai *accuracy* 90.74%. Kemudian pada *Decision Tree J48* memiliki nilai terbaik yang ada pada *split ratio* 80:20 dan 90:10 dengan nilai *precision* 1.000, *recall* 1.000, *f-measure* 1.000 dan nilai *accuracy* 100%.

Pada Tabel 5 ini tingkat keakuratan dalam proses klasifikasi citra burung *lovebird* lebih optimal

menggunakan *Decision Tree J48*. Metode *Decision Tree J48* memiliki hasil *accuracy* mencapai 100%, sedangkan dalam *Artificial Neural Network* hanya memiliki hasil maksimal 87.40%. Hal ini membuktikan bahwa *Decision Tree J48* pada tingkat kedua tingkat tekstur dan warna memiliki nilai keakuratan sangatlah baik dibandingkan dengan *Artificial Neural Network*.

Kemudian pada Tabel 6 ini merupakan hasil perbandingan tingkat kedua antara fitur warna dengan fitur bentuk. Dalam hal ini diawali dengan nilai terendah dari masing-masing bagian yaitu dimulai dari *Artificial Neural Network* dengan nilai minimal berada pada *split ratio* 10:90 yang memiliki nilai *precision* 0.765, *recall* 0.728, *f-measure* 0.726 dan nilai *accuracy* 72.83%. Serta dalam *Decision Tree J48* memiliki nilai minimal yang ada pada *split ratio* 10:90 dengan nilai *precision* 0.845, *recall* 0.805, *f-measure* 0.787 dan nilai *accuracy* 80.45%. dalam hal ini nilai minimal pada kedua bagian memiliki kesamaan pada *split ratio* 10:90. Kemudian pada Tabel 6 juga memiliki nilai maksimal pada *Artificial Neural Network* yang ada di *split ratio* 50:50 dengan nilai *precision* 0.905, *recall* 0.874, *f-measure* 0.5869 dan nilai *accuracy* 87.40%. Serta pada *Decision Tree J48* memiliki nilai maksimal yang berada pada *split ratio* 30:70, 50:50, 70:30, 80:20, dan 90:10 dengan nilai yang akurat pada nilai *precision* 1.000, *recall* 1.000, *f-measure* 1.000 dan nilai *accuracy* 100%.

Dengan ini bisa diketahui bahwa dalam pengujian yang terdapat pada *split ratio* 10:90 masih sangat minimal untuk proses klasifikasi burung *lovebird*. Serta dalam hal ini nilai yang akurat ada pada *Decision Tree J48* yang memiliki nilai akurasi mencapai 100%. Pada Tabel 6 dalam 1 fitur warna dan bentuk bisa menggunakan *Decision Tree J48* pada *split ratio* yang sudah mencapai tingkat keakuratan yang sempurna.

Pada Tabel 7 ini merupakan perbandingan antara ketiga fitur, baik dari fitur tekstur, fitur bentuk dan fitur warna. Proses penggabungan dari ketiga fitur tersebut berguna untuk mempercepat proses klasifikasi burung *lovebird*. Kemudian pada Tabel 7 diawali dengan nilai minimal yang ada pada *Artificial Neural Network* yang berada pada *split ratio* 10:90 dengan nilai *precision* 0.746, *recall* 0.730, *f-measure* 0.725 dan nilai *accuracy* 73.04%. Serta pada *Decision Tree J48* juga memiliki nilai minimal yang berada pada *split ratio* 10:90 dengan nilai *precision* 0.818, *recall* 0.770, *f-measure* 0.777 dan nilai *accuracy* 76.69%. Kemudian pada Tabel 7 juga memiliki nilai maksimal dalam penggabungan tiga fitur tersebut. Diawali dengan *Artificial Neural Network* yang ada pada *split ratio* 90:10 dengan nilai *precision* 0.966, *recall* 0.963, *f-measure* 0.963 dan nilai *accuracy* 96.29%. Selanjutnya untuk *Decision tree J48* memiliki nilai maksimal pada *split ratio* 80:20 dan 90:10 dengan nilai *precision* 1.000, *recall* 1.000, *f-measure* 1.000 dan nilai *accuracy* 100%.

Dalam fitur tingkat tiga tersebut *Decision Tree J48* memiliki nilai proses klasifikasi yang lebih baik dibandingkan dengan *Artificial Neural Network*. Serta dalam hal ini pada proses klasifikasi burung *lovebird* bisa menggunakan *split ratio* 80:20 dan 90:10 dengan nilai keakuratan yang sempurna. Berdasarkan perbandingan yang sudah diketahui, pada 1 tingkat saja dengan fitur warna *Decision Tree J48* lebih unggul, hasil yang didapatkan pada *split ratio* yang sama dengan perbandingan 60:40 pada *Decision Tree J48* memiliki hasil *precision* 1.000, *recall* 1.000, *f-measure* 1.000 dan nilai *accuracy* mencapai 100%. Kemudian pada *Artificial Neural Network* dengan *split ratio* 60:40 memiliki hasil *precision* 0.854, *recall* 0.843, *f-measure* 0.841 dan nilai *accuracy* mencapai 84.25%.

4. Kesimpulan

Dalam hal ini bisa di jelaskan bahwa hasil klasifikasi citra burung *lovebird* yang terbaik adalah menggunakan *Decision Tree J48* ditunjukkan dari 4 evaluasi dengan *accuracy* sebesar 100%, nilai *precision* 1.000, nilai *recall* 1.000, dan nilai *f-measure* 1.000 pada perbandingan *split ratio* 60:40 untuk pengujian ekstraksi fitur tingkat pertama pada ekstraksi fitur warna. Pengujian ekstraksi fitur tingkat kedua menghasilkan klasifikasi terbaik menggunakan *Decision Tree J48* ditunjukkan pada ekstraksi fitur warna dan bentuk dari proses 4 evaluasi dengan *accuracy* sebesar 98.61%, nilai *precision* 0.987, nilai *recall* 0.986, dan nilai *f-measure* 0.986 pada perbandingan *split ratio* 60:40. Untuk ekstraksi fitur tingkat ketiga yaitu penggabungan dari ketiga fitur yaitu tekstur, bentuk, dan warna mendapatkan hasil terbaik menggunakan *Decision Tree J48* dalam proses 4 jenis evaluasi dengan *accuracy* sebesar 98.61%, nilai *precision* 0.988, nilai *recall* 0.986, dan nilai *f-measure* 0.986.

Hasil membuktikan dengan pengujian ekstraksi tingkat pertama dapat memperbaiki kinerja dan menghasilkan *accuracy* yang terbaik. Berdasarkan hasil dan pembahasan dari pengujian yang dilakukan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa algoritma *Decision Tree J48* lebih baik dari *Artificial Neural Network* dari semua tingkat fitur yang diuji. Serta dalam *Decision Tree J48* memiliki nilai yang tinggi dibandingkan dengan *Artificial Neural Network* dalam proses klasifikasi citra burung *lovebird*. Kekurangan dari penelitian ini pada proses klasifikasi citra jenis burung *lovebird* dengan algoritma *Decision Tree J48* masih menggunakan sistem segmentasi manual dalam menghilangkan *background* pada burung *lovebird*. Untuk penelitian selanjutnya dapat mengembangkan sistem segmentasi secara otomatis yang mampu menghilangkan *background* menggunakan *machine learning*.

Daftar Rujukan

- [1] M. H. Triambudi, T. K. Sanjaya, and A. Nurlifa, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Burung Lovebird Menggunakan Metode Certainty Factor," *Informatika*, vol. 3, no. 1, pp. 1–11, 2018, doi: 10.37438/jimpv1i2121.
- [2] A. Z. Masyhuda, N. Santoso, and E. Santoso, "Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Ternak Burung Lovebird berbasis Android," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 7, pp. 6896–6903, 2019, doi: 10.89064/2678.v8i3.896.
- [3] Y. E. Era, R. Anggie, and T. A. Darma, "Membongkar Sangkar Emas Pasar Bebas Melalui Strategi Gacoan," *Accounting Prof. Journal(Apaji)*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2020, doi: <https://doi.org/10.35593/apaji.v2i1.6>.
- [4] K. Rinatha, M. Rusli, and L. G. S. Kartika, "Pemasaran Online Burung Kicau Pada Peternak di Desa Baler Bale Agung," *Widyabhakti J. Ilm. Pop.*, vol. 1, no. 1, pp. 81–85, 2018, doi: <https://doi.org/10.23359/widyabhakti.v1i1.2>.
- [5] M. Misdiyanto, Y. S. Tjahjaningsih, and I. Aprilia, "Identifikasi Jenis-Jenis Burung Lovebird Menggunakan Pengolahan Citra Digital dengan Metode K-Means Clustering," *J. Sains Komput. Inform.*, vol. 4, no. September, pp. 445–456, 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.30645/j-sakti.v4i2.236>.
- [6] S. N. Shaputri, B. Hidayat, and U. Sunarya, "Klasifikasi Lovebird Berdasarkan Bentuk Kepala Dan Warna Dengan Metode Local Binary Pattern (LBP) Dan Fuzzy Logic Lovebird Classification Based On Head Shape And Colors Using Local Binary Pattern (LBP) Method And Fuzzy Logic," vol. 2, no. 2, pp. 79–85, 2015, doi: <https://doi.org/10.14587/1036v2i2.2>.
- [7] M. E. Al Rivan and S. Devella, "Pengenalan Iris Menggunakan Fitur Local Binary Pattern Dan RBF Classifier," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 97–106, 2020, doi: 10.24176/simet.v11i1.3717.
- [8] A. S. Indrawanti and E. P. Mandyartha, "Deteksi Limfoblas Pada Citra Sel Darah Menggunakan Fitur Geometri Dan Local Binary Pattern," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 4, pp. 404–410, 2018, doi: 10.22146/jnteti.v7i4.458.
- [9] H. Junaedi, M. Hariadi, and I. K. E. Purnama, "Profiling Gaya Sutradara Berdasarkan Penempatan Posisi Kamera Dengan Fuzzy Logic," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 4, no. 2, p. 147, 2018, doi: 10.26418/jp.v4i2.28993.
- [10] R. Satriatama, D. Darlis, and P. Pangaribuan, "Sistem Kontrol Troli Rotari Sebagai Tempat Penitipan Barang Otomatis Menggunakan Fuzzy Logic," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 8, no. 3, p. 575, 2020, doi: 10.26760/elkomika.v8i3.575.
- [11] A. Y. Rahman and I. Istiadi, "LoveBird Type Classification Using Fuzzy Logic and Artificial Neural Networks With Three Levels Of Features," 2020.
- [12] M. Sipan and R. K. Pramuyanti, "Deteksi Kualitas Kuning Telur Ayam Kampung Menggunakan Ekstraksi Ciri Secara Statistika Orde Satu Berbasis Logika Fuzzy," *Elektrika*, vol. 12, no. 2, p. 73, 2020, doi: 10.26623/elektrika.v12i2.2783.
- [13] Z. Z. R. Permana, S. T. Rasmana, and I. Puspasari, "Prediksi Jarak Bola Pada Citra Kamera Katadioptrik Menggunakan Metode Artificial Neural Network," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 9, no. 2, p. 279, 2021, doi: 10.26760/elkomika.v9i2.279.
- [14] A. T. Sari and E. Haryatmi, "Penerapan Convolutional Neural Network Deep Learning Dalam Pendeteksian Citra Biji Jagung Kering," *J. Resti (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 1, no. 10, pp. 265–271, 2021, doi: <https://doi.org/10.29207/resti.v5i2.3040>.
- [15] Y. W. Pamungkas, A. Adiwijaya, and D. Q. Utama, "Klasifikasi Gambar Gigitan Ular Menggunakan Regionprops dan Algoritma Decision Tree," *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 1, no. 2, p. 69, 2020, doi: 10.30865/json.v1i2.1789.
- [16] K. Adi, S. Pujiyanto, O. D. Nurhayati, and A. Pamungkas, "Beef Quality Identification Using Thresholding Method And Decision Tree Classification Based On Android Smartphone," *J. Food Qual.*, vol. 2017, 2017, doi: 10.1155/2017/1674718.
- [17] A. Fouad, H. M. Moftah, and H. A. Hefny, "Brain Diagnoses Detection Using Whale Optimization Algorithm Based On Ensemble Learning Classifier," *Int. J. Intell. Eng. Syst.*, vol. 13, no. 2, pp. 40–51, 2020, doi: 10.22266/ijies2020.0430.05.