

IMPLEMENTASI SISTEM PENGOLAHAN CITRA UNTUK DETEKSI IKAN TONGKOL BERFORMALIN MENGGUNAKAN METODE *NAIVE BAYES CLASSIFIER* DAN *K-NEAREST NEIGHBOR*

Zuraida¹, Syamsul², Rachmawati³

^{1,2,3}Prodi Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: zuridaa8301@gmail.com, syamsul0466@gmail.com, rachma@pnl.ac.id

Abstrak –Ikan tongkol yang berformalin memiliki ciri mata dan pupil tenggelam, keruh, dan tampak berlendir kuning tebal, insang cenderung berwarna pucat, kusam dan agak keputihan, dan kulit ikan berwarna pucat dan kusam, sedangkan ikan yang tidak berformalin memiliki ciri mata berwarna jernih, insang berwarna kemerahan dan kulit ikan berwarna cerah atau tidak kusam. Saat ini, identifikasi ikan yang mengandung formalin masih dilakukan melalui uji laboratorium Balai Besar Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), Namun ini membutuhkan waktu yang lama, sehingga salah satu cara untuk mengenali dan mengidentifikasi ikan yang berformalin adalah menggunakan pengolahan citra. Pada penelitian ini dibuat suatu sistem pengolahan citra untuk deteksi ikan tongkol berformalin menggunakan metode *Naive Bayes Classifier* dan *K-Nearest Neighbor*. Pada penelitian ini menggunakan 3 citra yaitu citra mata, insang dan kulit ikan. Ekstraksi fitur warna RGB dan HSI untuk mendapatkan nilai suatu citra yang digunakan untuk proses klasifikasi. Hasil uji coba data uji citra mata mendapatkan akurasi sebesar 86,67% menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* dan menggunakan metode *Naive Bayes Classifier* sebesar 100%. Hasil uji coba data uji citra insang mendapatkan akurasi sebesar 80% menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* dan menggunakan metode *Naive Bayes Classifier* sebesar 93,33%. Hasil uji coba data uji citra kulit mendapatkan akurasi sebesar 86,67% menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* dan menggunakan metode *Naive Bayes Classifier* sebesar 86,67%.

Kata kunci : Ekstraksi warna, *K-NN*, *Naive Bayes Classifier*

I. PENDAHULUAN

Saat ini seluruh masyarakat khususnya di Aceh mengkonsumsi ikan, dimana ikan menjadi salah satu makanan pokok yang kaya akan protein. Salah satu jenis ikan yang banyak mengandung protein, rasanya enak, harga yang relatif murah dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat yaitu ikan tongkol. Protein yang sempurna, didapat dari ikan yang berkualitas ditandai oleh beberapa hal, antara lain warna kulit ikan, mata, insang, dan tekstur daging ikan. Kualitas ikan yang menurun dapat dilihat dari perubahan yang terjadi pada warna kulit ikan, mata, insang, dan tekstur daging. Perubahan-perubahan tersebut disebabkan oleh adanya aktivitas enzim, kimiawi, dan bakteri didalamnya sehingga menyebabkan ikan tersebut tidak layak diperdagangkan apalagi dikonsumsi oleh manusia.

Adanya pengonsumsi ikan tongkol yang meningkat, maka pedagang ikan memanfaatkan untuk mencampurkannya dengan formalin guna membuat ikan lebih tahan lama untuk dipasarkan di masyarakat. Pedagang ikan tidak lagi memikirkan keamanan produk jika ikan dikonsumsi oleh masyarakat tetapi hanya mementingkan tampilan fisik ikan untuk terlihat bagus ketika di pasarkan pada konsumen. Pendeteksian sampel ikan berformalin saat ini dapat dilakukan melalui uji laboratorium Balai Besar Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) untuk melihat kandungan formalinnya. Proses ini cenderung membutuhkan waktu yang lama sehingga pembeli masih sulit untuk mengetahui ikan berformalin atau tidak.

Maka dari itu peneliti memunculkan sebuah solusi untuk mengenali ikan tongkol berformalin dan tidak berformalin dengan proses pengenalan pada mata ikan, insang dan kulit ikan menggunakan pengolahan citra digital. Pada penelitian ini menerapkan metode *Naive Bayes Classifier* dan metode *K-Nearest Neighbor*. Metode *Naive Bayes Classifier* dapat melakukan klasifikasi dengan akurat dan tidak memerlukan data pelatihan yang besar untuk proses klasifikasi. Selanjutnya metode *K-Nearest Neighbor* mampu memberikan performa yang baik apabila data pelatihan lebih besar, Sehingga dengan menggunakan algoritma tersebut mampu mempermudah dalam proses pengklasifikasian serta keputusan apakah ikan tongkol mengandung formalin atau tidak.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Citra Digital

Citra (*image*) adalah gambar pada bidang dua dimensi yang dihasilkan dari gambar analog dua dimensi dan kontinu menjadi gambar diskrit. Citra digital adalah representasi digital dari suatu gambar atau foto yang terdiri dari kumpulan piksel. Setiap piksel dalam citra digital memiliki nilai numerik yang mewakili intensitas cahaya pada posisi piksel tersebut.

Citra digital dapat dihasilkan melalui berbagai cara, termasuk pengambilan foto menggunakan kamera digital, pemindaian (*scanning*) gambar fisik atau

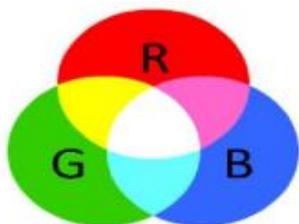
pembangkitan sintesis menggunakan perangkat lunak grafis.

Citra digital adalah citra $f(x,y)$ yang didiskritkan pada koordinat spasial dan kecerahan. Citra digital direpresentasikan oleh array dua dimensi atau sekumpulan array dua dimensi dimana setiap array merepresentasikan satu kanal warna. Nilai kecerahan yang didigitalkan dinamakan nilai tingkat keabuan.[1]

B. Citra RGB (*Red, Green Blue*)

RGB adalah suatu model warna yang terdiri atas 3 buah warna yaitu merah (*red*), hijau (*green*), dan biru (*blue*), yang ditambahkan dengan berbagai cara untuk menghasilkan bermacam-macam warna.[2] Setiap piksel pada citra warna mewakili warna yang merupakan kombinasi dari ketiga warna dasar RGB. Warna RGB ini telah membentuk sebuah koordinat kartesian tiga dimensi.

Pada koordinat tersebut setiap warnanya menunjukkan sub ruang posisi, untuk warna hitam terletak pada titik asal dan warna putih terletak jauh dari titik asalnya. Kemudian hanya terdapat satu sudut dari setiap RGB. Untuk *Cyan, magenta* serta *yellow* terletak pada sudut lainnya. Berikut adalah gambar skema warna RGB.



Gbr 1. Skema Warna RGB

C. Ekstraksi Ciri Warna HSI

Ekstraksi ciri adalah proses pengambilan ciri-ciri yang terdapat pada objek didalam citra yang nantinya nilai yang didapatkan akan dianalisa untuk proses pengenalan citra. Fitur-fitur ini mencerminkan informasi penting dalam citra yang dapat membantu dalam membedakan atau mengklasifikasikan objek atau pola yang ada.

Pada penelitian ini digunakan ekstraksi ciri warna HSI. HSI digunakan sebagai ekstraksi ciri dengan seleksi warna berdasarkan nilai Hue, Saturation, dan Intensity. Model HSI merupakan sistem warna yang paling mendekati cara kerja mata manusia. Ruang warna ini tampak lebih realistis dalam menggambarkan warna secara alami dan intuitif terhadap manusia.

Hue merupakan besar sudut antara warna referensi dengan vektor S (*saturation*). Warna referensi biasanya warna merah namun warna lain bisa saja termasuk kedalam warna referensi. Nilai H terletak antara 0° – 360° terhadap warna merah. Pada sudut ini menggambarkan warna murni yang ditipiskan oleh cahaya putih.

Saturation merupakan atribut warna yang menggambarkan sebuah warna murni (*pure color*) seperti kuning murni atau merah murni. Parameter ini tergantung pada banyaknya panjang gelombang yang

berkontribusi pada persepsi warna yang dihasilkan. Semakin lebar range dari panjang gelombangnya maka semakin tidak murni warna tersebut (S mendekati 0). Sebaliknya, jika semakin sempit range dari panjang gelombangnya maka semakin murni warna tersebut (S mendekati 1).

Intensity merupakan parameter yang sangat penting karena sifatnya yang subyektif namun mampu menggambarkan terang dan gelapnya warna tapi tidak mudah untuk dituliskan dalam angka-angka. Nilai $I=0$ menyatakan warna hitam yaitu keadaan ekstrem yang mungkin saja terjadi.[3]

D. Naive Bayes Classifier (NBC)

Naive Bayes Classifier merupakan sebuah pengklasifikasian probabilistik sederhana yang menghitung sekumpulan probabilitas dengan menjumlahkan frekuensi dan kombinasi nilai dari dataset yang diberikan. Keuntungan penggunaan *Naive Bayes* adalah bahwa metode ini hanya membutuhkan jumlah data pelatihan (*Training Data*) yang kecil untuk menentukan estimasi parameter yang diperlukan dalam proses pengklasifikasian.

Algoritma *naive bayes classifier* sebagai berikut:

1. Menghitung jumlah kelas ($P(C)$)
2. Menghitung jumlah kasus perkelas ($P(X|C)$)
3. Kalikan semua variabel kelas ($P(X|C) \times P(C)$)
4. Bandingkan hasil perkelas

Berikut persamaan algoritma *Naive Bayes Classifier*. [4]

$$P(C|X) = \frac{P(X|C)P(C)}{P(X)} \quad (1)$$

Keterangan :

- C : Hipotesis data merupakan suatu class spesifik
 X : Data dengan class yang belum diketahui
 $P(C|X)$: Probabilitas hipotesis C berdasar kondisi X
 $P(X|C)$: Probabilitas X berdasarkan kondisi
 $P(C)$: Probabilitas hipotesis C
 $P(X)$: Probabilitas dari data X

Adapun aturan algoritma *Naive Bayes Classifier* jika data bernilai numerik, maka tentukan nilai mean dan standar deviasi dari masing –masing parameter yang menggambarkan data angka. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai rata-rata (mean) dapat dilihat pada persamaan 2.

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n xi}{n} \quad (2)$$

Keterangan :

- μ : rata – rata hitung (mean)
 xi : nilai sample ke -i
 n : jumlah sampel

Rumus untuk menghitung nilai simpangan baku (standard deviasi) dapat dilihat pada persamaan 3.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n-1}} \quad (3)$$

Keterangan :

- σ : standar deviasi
 x_i : nilai x ke -i
 μ : rata-rata hitung
 n : jumlah sampel

E. *K- Nearest Neighbor (K-NN)*

Metode *K-Nearest Neighbors* merupakan salah satu metode klasifikasi berdasarkan data yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Prinsip kerja KNN adalah menghitung jarak menggunakan jarak *Euclidean*. *Euclidean Distance* juga memiliki tingkat akurasi yang sangat baik dalam perhitungan jarak. Berikut rumus pencarian jarak menggunakan *Euclidian* [4].

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (4)$$

Keterangan :

- $d(x,y)$: jarak antara data uji dengan data latih
 x_i : fitur ke i dari data uji
 y_i : fitur ke i dari data latih
 n : jumlah data latih

Algoritma KNN mengasumsikan bahwa jika suatu titik data memiliki tetangga-tetangga terdekat dengan kelas tertentu, maka titik data tersebut juga termasuk dalam kelas yang sama. Dalam menentukan nilai K memiliki ketentuan yaitu jika kelas berjumlah genap maka nilai K ganjil, sebaliknya jika kelas berjumlah ganjil maka sebaiknya nilai K genap.

F. Formalin

Formalin adalah larutan yang tidak berwarna dan baunya sangat menusuk. Didalam formalin mengandung sekitar 37 persen *formaldehid* dalam air, biasanya ditambah methanol hingga 15 persen sebagai pengawet. Umumnya batas formalin bisa di terima tubuh adalah 0,1 mg/l. Formalin dikenal sebagai bahan pembunuh hama (*desinfektan*) dan banyak digunakan dalam industri. Nama lain dari formalin adalah *Formol, Methylene aldehyde, Paraforin, Morbicid, Oxomethane, Polyoxymethylene glycols, Methanal, Formoform, Superlysoform, Formaldehyde, dan Formalith*. [5]

Penggunaan zat kimia formalin untuk makanan dilarang di Indonesia sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI No.1168/Menkes/Per/X/1999. Dan telah diperbaharui dari Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 722/Menkes/Per/IX/1988.4. Pelarangan penggunaan formalin dalam perindustrian diatur dalam Peraturan menteri Perindustrian No.24/M-Ind/Per/5/2006 [6].

G. Ikan Tongkol

Ikan tongkol merupakan jenis ikan tuna paling kecil dengan panjang rata-rata sekitar 50-50 cm atau 200-500 gram/ekor. Bentuk badan seperti cerutu atau torpedo dengan kulit licin, tidak bersisik kecuali pada corselet dan garis rusuk. Pada belakang sirip punggung dan sirip dubur terdapat sirip tambahan kecil-kecil. Warna tubuh bagian atas biru kehitaman dan bagian bawah putih keperakan. [7]



Gbr 2. Ikan Tongkol

Ikan tongkol memiliki kandungan protein yang tinggi yang dapat memenuhi kebutuhan gizi pada tubuh manusia. Salah satu ikan laut yang mengandung omega 3, vitamin, protein, dan mineral adalah ikan tongkol. Setiap 100 gram ikan tongkol memiliki kandungan air 69.40%, lemak 1.50%, protein 25.00%, dan karbohidrat 0.03%.

Berikut ini ciri ciri ikan yang berformalin dan yang tidak berformalin. [8]

A. Ikan Tongkol Berformalin

1. Ikan berformalin memiliki bola mata dan pupil tenggelam, keruh, dan tampak lendir kuning tebal.
2. Di sisi insangnya, ikan berformalin cenderung berwarna pucat, kusam dan agak keputihan.
3. Warna pucat dan kusam juga terlihat pada permukaan kulit ikan berformalin.

B. Ikan Tongkol Tidak Berformalin

1. kondisi insang yang berwarna agak kemerahan, belum menghitam.
2. Memiliki penampakan kulit yang cerah atau tidak kusam bahkan sampai berlendir.
3. Matanya masih menonjol keluar dengan warna yang jernih.
4. Tidak bertahan lama apabila disimpan dan akan membusuk.

H. Perhitungan Akurasi

Tingkat akurasi merupakan tingkat keakuratan suatu sistem yang telah dibuat dalam mengenali inputan citra yang diberikan sehingga menghasilkan output yang benar.

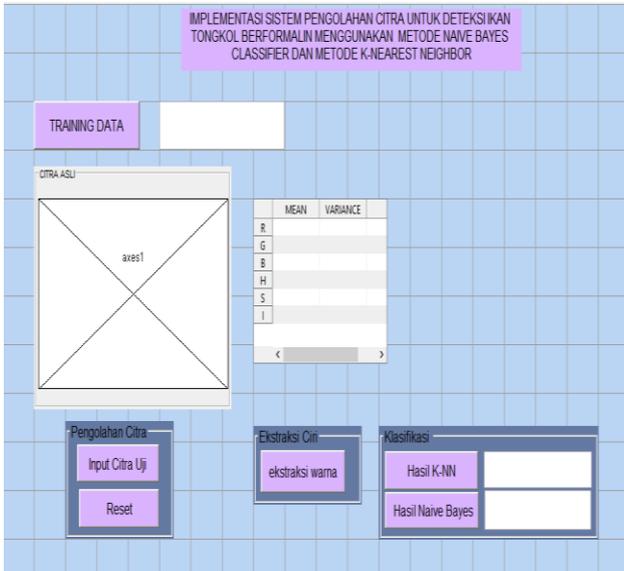
Adapun perhitungan tingkat akurasi dapat dihitung dengan persamaan 5.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah data yang benar}}{\text{Jumlah data keseluruhan}} \times 100\% \quad (5)$$

III. METODOLOGI

A. Konsep Desain

Pada penelitian ini digunakan sebuah *software* yaitu Matlab R2016a yang digunakan sistem pengolahan citra untuk deteksi ikan tongkol berformalin menggunakan fasilitas GUI (*Graphical User Interface*) pada bahasa pemrograman Matlab.



Gbr 3. Tampilan awal GUI

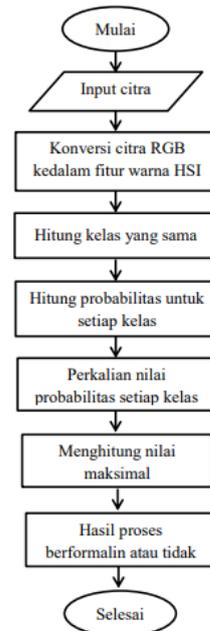
B. Alat dan Bahan

Pada penelitian ini diperlukan perangkat lunak (*software*), perangkat keras (*hardware*), dan bahan yang digunakan untuk mendukung terselesaikannya penelitian ini. Adapun *software*, *hardware* dan bahan yang digunakan adalah *Software* Matlab R2016a untuk merancang sistem klasifikasi, *hardware* kamera *handphone* untuk mengambil gambar yang akan diuji, dan bahan untuk pengujian yaitu ikan tongkol berformalin dan tidak berformalin.

C. Metode Simulasi

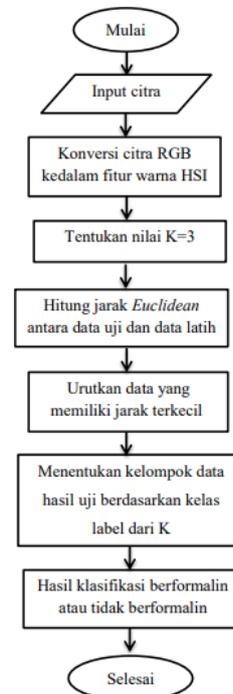
Proses simulasi dilakukan dengan menggunakan GUI Matlab dimulai dengan pembuatan database dari data pelatihan berdasarkan citra mata, insang dan kulit ikan, kemudian diekstrak ciri warna HSI dan memperoleh nilai parameter meanR, meanG, meanB, meanH, meanS, meanI, varianceR, varianceG, varianceB, varianceH, varianceS, dan varianceI. Pada proses pengujian digunakan citra uji berwarna dilakukan klasifikasi dengan algoritma *Naive Bayes Classifier* dan *K- Nearest Neighbor* dan hasilnya akan ditampilkan ikan tongkol berformalin atau tidak berformalin.

Flowchart untuk deteksi ikan berformalin menggunakan metode *Naive Bayes Classifier* seperti pada gambar 4.



Gbr 4. Flowchart *Naive Bayes Classifier*

Flowchart untuk deteksi ikan tongkol berformalin menggunakan metode *K- Nearest Neighbor* seperti pada gambar 5.



Gbr 5. Flowchart *K- Nearest Neighbor*

D. Metode Analisis

Adapun data yang dapat dianalisis adalah hasil yang didapatkan dari sistem dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* dan metode *Naive Bayes Classifier* dibandingkan dengan perhitungan manual untuk melihat apakah hasil yang diperoleh sesuai atau tidak. Berdasarkan data dari citra mata, insang dan kulit ikan dapat dianalisis metode manakah yang sangat

efektif untuk proses klasifikasi ikan tongkol berformalin. Dari ketiga ciri mata, insang dan kulit ikan yang digunakan akan dianalisis ciri manakah yang paling dominan dalam membedakan ikan tidak berformalin dan berformalin melalui sistem.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas hasil penelitian tentang deteksi formalin pada ikan tongkol. Pada teknik ini terdapat dua metode yang akan dibandingkan yaitu metode *K-Nearest Neighbor* dan metode *Naive Bayes Classifier*. Platform yang digunakan yaitu GUI Matlab untuk proses training data, input, ekstraksi ciri dan hasil yang didapatkan.

A. Langkah- Langkah Uji Coba

Langkah-langkah uji coba pada sistem pengolahan citra deteksi ikan tongkol berformalin dapat dilihat sebagai berikut:

1. Uji Coba Data Pelatihan

Adapun tahapan pertama dalam mendeteksi ikan tongkol berformalin adalah melakukan pelatihan agar data nilai citra ikan tongkol berformalin dan citra ikan tidak berformalin tersimpan didalam database. Data training dari setiap objek ciri yaitu mata , insang, dan kulit ikan yang terdiri dari 30 data dari setiap ciri ikan, sehingga seluruh data berjumlah 90 data pelatihan.. Dari ketiga ciri ikan yang digunakan dalam bentuk citra RGB, kemudian diproses terlebih dahulu menggunakan ciri warna HSI sehingga menghasilkan nilai Mean dan variance dari warna RGB dan HSI.

2. Uji Coba Data Pengujian

Data yang digunakan untuk data uji berjumlah 45 data, dimana 15 data citra mata, 15 data citra insang dan 15 data citra kulit ikan. Dari 15 data tersebut terdapat 5 data ikan tidak berformalin dan 10 data ikan berformalin. Proses uji coba data uji dimulai dengan mentraining data untuk memperoleh nilai fitur citra yang disimpan dalam didalam excel. Data uji digunakan sebagai inputan lalu data tersebut diproses sehingga menghasilkan nilai meanR, meanG, meanB, meanH, meanS, meanI, varianceR, varianceG, varianceB, varianceH, varianceS, dan variancel. Setelah semua nilai parameter diketahui, lalu dilakukan pencarian nilai rata-rata pada setiap parameter untuk setiap citra ikan berformalin dan tidak berformalin. setelah itu, dilakukan proses klasifikasi menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* dan metode *Naive Bayes Classifier*, kemudian dilanjutkan dengan menghitung akurasi pengujian dari setiap ciri ikan dan masing-masing metode yang digunakan.

Hasil perhitungan rata-rata dari setiap parameter yang menjadi range ciri dari setiap ciri citra data training dijabarkan dalam bentuk tabel 1.

TABEL I
Range Citra Mata

Range	Parameter Ciri												Keterangan
	Mean						Variance						
	R	G	B	H	S	I	R	G	B	H	S	I	
Average	0.4601	0.5050	0.5410	0.3662	0.1551	0.5020	0.0514	0.0443	0.0391	0.0076	0.0452	0.0428	Tidak berformalin
Min	0.3031	0.4005	0.3316	0.2015	0.0458	0.4010	0.0367	0.0290	0.0257	0.0017	0.0027	0.0289	
Max	0.5961	0.5904	0.6150	0.4234	0.3533	0.5939	0.0914	0.0789	0.0657	0.0247	0.1272	0.0658	
Average	0.4315	0.4621	0.4851	0.2984	0.1570	0.4596	0.0546	0.0469	0.0423	0.0145	0.0463	0.0452	Berformalin
Min	0.3035	0.3390	0.3922	0.1501	0.0436	0.3361	0.0328	0.0254	0.0259	0.0009	0.0019	0.0227	
Max	0.5833	0.5678	0.5869	0.4252	0.4002	0.5669	0.0827	0.0701	0.0674	0.0283	0.1606	0.0693	

TABEL II
Range Citra Insang

Range	Parameter Ciri												Keterangan
	Mean						Variance						
	R	G	B	H	S	I	R	G	B	H	S	I	
Average	0.3938	0.3240	0.3255	0.1158	0.2158	0.3478	0.0555	0.0723	0.0696	0.0197	0.0316	0.0643	Tidak berformalin
Min	0.3101	0.2366	0.2358	0.0518	0.1155	0.2685	0.0409	0.0560	0.0477	0.0029	0.0093	0.0474	
Max	0.4693	0.3955	0.4020	0.2195	0.3460	0.4178	0.0691	0.1046	0.1073	0.0451	0.0701	0.0887	
Average	0.4617	0.3950	0.3959	0.1492	0.1981	0.4175	0.0467	0.0619	0.0576	0.0260	0.0368	0.0517	Berformalin
Min	0.3078	0.2198	0.1955	0.0677	0.1108	0.2410	0.0245	0.0345	0.0301	0.0113	0.0058	0.0296	
Max	0.6445	0.4963	0.5374	0.2543	0.3734	0.5334	0.0897	0.0973	0.0852	0.0373	0.1590	0.0755	

TABEL III
Range Citra Kulit

Range	Parameter Ciri												Keterangan
	Mean						Variance						
	R	G	B	H	S	I	R	G	B	H	S	I	
Average	0.4250	0.4369	0.4451	0.2643	0.1524	0.4357	0.0517	0.0494	0.0480	0.0207	0.0345	0.0474	Tidak berformalin
Min	0.3653	0.3730	0.3640	0.1928	0.0945	0.3713	0.0405	0.0355	0.0322	0.0010	0.0100	0.0336	
Max	0.5207	0.5054	0.5813	0.4236	0.2872	0.5128	0.0609	0.0636	0.0651	0.0349	0.1069	0.0599	
Average	0.4802	0.5268	0.5699	0.3495	0.1346	0.5256	0.0475	0.0427	0.0385	0.0118	0.0345	0.0416	Berformalin
Min	0.3678	0.4870	0.4952	0.2195	0.0335	0.4858	0.0280	0.0260	0.0222	0.0003	0.0020	0.0254	
Max	0.6827	0.6865	0.6935	0.4231	0.3367	0.6876	0.0723	0.0682	0.0640	0.0278	0.1077	0.0677	

Dimana nilai rata-rata parameter meanR, meanG, meanB, meanH, meanS, meanI, varianceR, varianceG, varianceB, varianceH, varianceS, dan variancelI tersebut akan dijadikan pembanding dengan nilai ciri data uji untuk menentukan nilai ikan berformalin atau tidak berformalin.

B. Hasil Pengujian Sistem

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian pada setiap ciri citra yaitu citra mata , insang dan kulit ikan menggunakan metode *naive bayes classifier* dan *K-Nearest Neighbor*. Tabel hasil pengujian sistem berdasarkan citra mata dapat dilihat pada tabel 4.

TABEL IV
Hasil Pengujian Citra Mata Metode NBC

No	Input Citra	Manual	Sistem	Keterangan
1	uji(1)	Berformalin	Berformalin	Benar
2	uji(2)	Berformalin	Berformalin	Benar
3	uji(3)	Berformalin	Berformalin	Benar
4	uji(4)	Berformalin	Berformalin	Benar
5	uji(5)	Berformalin	Berformalin	Benar
6	uji(6)	Berformalin	Berformalin	Benar
7	uji(7)	Berformalin	Berformalin	Benar
8	uji(8)	Berformalin	Berformalin	Benar
9	uji(9)	Berformalin	Berformalin	Benar
10	uji(10)	Berformalin	Berformalin	Benar
11	uji(1)	Tidak Berformalin	Tidak berformalin	Benar
12	uji(2)	Tidak Berformalin	Tidak berformalin	Benar
13	uji(3)	Tidak Berformalin	Tidak berformalin	Benar
14	uji(4)	Tidak Berformalin	Tidak berformalin	Benar
15	uji(5)	Tidak Berformalin	Tidak berformalin	Benar

Tabel V
Hasil Pengujian Citra Insang Metode NBC

No	Input Citra	Manual	Sistem	Keterangan
1	uji(1)	Berformalin	Berformalin	Benar
2	uji(2)	Berformalin	Berformalin	Benar
3	uji(3)	Berformalin	Berformalin	Benar
4	uji(4)	Berformalin	Berformalin	Benar
5	uji(5)	Berformalin	Berformalin	Benar
6	uji(6)	Berformalin	Berformalin	Benar
7	uji(7)	Berformalin	Berformalin	Benar
8	uji(8)	Berformalin	Berformalin	Benar
9	uji(9)	Berformalin	Tidak Berformalin	Salah
10	uji(10)	Berformalin	Berformalin	Benar
11	uji(1)	Tidak Berformalin	Tidak Berformalin	Benar
12	uji(2)	Tidak Berformalin	Tidak berformalin	Benar
13	uji(3)	Tidak Berformalin	Tidak berformalin	Benar
14	uji(4)	Tidak Berformalin	Tidak Berformalin	Benar
15	uji(5)	Tidak Berformalin	Tidak berformalin	Benar

TABEL VI
Hasil Pengujian Citra Kulit Metode NBC

No	Input Citra	Manual	Sistem	Keterangan
1	uji(1)	Berformalin	Berformalin	Benar
2	uji(2)	Berformalin	Berformalin	Benar
3	uji(3)	Berformalin	Berformalin	Benar
4	uji(4)	Berformalin	Tidak Berformalin	Salah
5	uji(5)	Berformalin	Berformalin	Benar
6	uji(6)	Berformalin	Berformalin	Benar
7	uji(7)	Berformalin	Berformalin	Benar
8	uji(8)	Berformalin	Berformalin	Benar
9	uji(9)	Berformalin	Berformalin	Benar
10	uji(10)	Berformalin	Berformalin	Benar
11	uji(1)	Tidak Berformalin	Tidak Berformalin	Benar
12	uji(2)	Tidak Berformalin	Tidak berformalin	Benar
13	uji(3)	Tidak Berformalin	Tidak berformalin	Benar
14	uji(4)	Tidak Berformalin	Berformalin	Salah
15	uji(5)	Tidak Berformalin	Tidak Berformalin	Benar

Dari ketiga pengujian yang telah dilakukan diperoleh hasil akurasi pengujian seperti tabel 7.

TABEL VII
Akurasi Pengujian NBC

No	Data uji	Hasil pengujian		Akurasi Pengujian
		Benar	Salah	
1	Citra Mata	15	0	100 %
2	Citra Insang	14	1	93,33%
3	Citra Kulit	13	2	86,67 %

Berdasarkan tabel 7 pengujian menggunakan metode *naive bayes classifier* dapat dilihat bahwa citra mata memiliki akurasi pengujian tertinggi dan dapat dikatakan citra mata lebih dominan berformalin dibandingkan dengan citra insang dan kulit ikan.

Selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*. Tabel hasil pengujian sistem berdasarkan citra mata dapat dilihat pada tabel 8.

TABEL VIII
Hasil Pengujian Citra Insang Metode KNN

No	Input Citra	Manual	Sistem	Keterangan
1	uji(1)	Berformalin	Berformalin	Benar
2	uji(2)	Berformalin	Berformalin	Benar
3	uji(3)	Berformalin	Berformalin	Benar
4	uji(4)	Berformalin	Berformalin	Benar
5	uji(5)	Berformalin	Berformalin	Benar
6	uji(6)	Berformalin	Tidak Berformalin	Salah
7	uji(7)	Berformalin	Berformalin	Benar
8	uji(8)	Berformalin	Berformalin	Benar
9	uji(9)	Berformalin	Berformalin	Benar
10	uji(10)	Berformalin	Berformalin	Benar
11	uji(1)	Tidak Berformalin	Berformalin	Salah
12	uji(2)	Tidak Berformalin	Tidak berformalin	Benar
13	uji(3)	Tidak Berformalin	Tidak berformalin	Benar
14	uji(4)	Tidak Berformalin	Tidak berformalin	Benar
15	uji(5)	Tidak Berformalin	Tidak berformalin	Benar

TABEL IX
Hasil Pengujian Citra Insang Metode KNN

No	Input Citra	Manual	Sistem	Keterangan
1	uji(1)	Berformalin	Berformalin	Benar
2	uji(2)	Berformalin	Berformalin	Benar
3	uji(3)	Berformalin	Berformalin	Benar
4	uji(4)	Berformalin	Berformalin	Benar
5	uji(5)	Berformalin	Berformalin	Benar
6	uji(6)	Berformalin	Berformalin	Benar
7	uji(7)	Berformalin	Berformalin	Benar
8	uji(8)	Berformalin	Berformalin	Benar
9	uji(9)	Berformalin	Berformalin	Benar
10	uji(10)	Berformalin	Tidak Berformalin	Salah
11	uji(1)	Tidak Berformalin	Tidak Berformalin	Benar
12	uji(2)	Tidak Berformalin	Berformalin	Salah
13	uji(3)	Tidak Berformalin	Tidak berformalin	Benar
14	uji(4)	Tidak Berformalin	Tidak Berformalin	Benar
15	uji(5)	Tidak Berformalin	Berformalin	Salah

TABEL X
Hasil Pengujian Citra Insang Metode KNN

No	Input Citra	Manual	Sistem	Keterangan
1	uji(1)	Berformalin	Berformalin	Benar
2	uji(2)	Berformalin	Berformalin	Benar
3	uji(3)	Berformalin	Berformalin	Benar
4	uji(4)	Berformalin	Berformalin	Benar
5	uji(5)	Berformalin	Berformalin	Benar
6	uji(6)	Berformalin	Berformalin	Benar
7	uji(7)	Berformalin	Berformalin	Benar
8	uji(8)	Berformalin	Berformalin	Benar
9	uji(9)	Berformalin	Berformalin	Benar
10	uji(10)	Berformalin	Berformalin	Benar
11	uji(1)	Tidak Berformalin	Tidak Berformalin	Benar
12	uji(2)	Tidak Berformalin	Tidak Berformalin	Benar
13	uji(3)	Tidak Berformalin	Tidak Berformalin	Benar
14	uji(4)	Tidak Berformalin	Berformalin	Salah
15	uji(5)	Tidak Berformalin	Berformalin	Salah

Hasil ketiga pengujian yang telah dilakukan diperoleh seperti tabel 11.

TABEL XI
Akurasi Pengujian KNN

No	Data Uji	Hasil Pengujian		Akurasi Pengujian
		Benar	Salah	
1	Citra Mata	13	2	86,67 %
2	Citra Insang	12	3	80 %
3	Citra Kulit	13	2	86,67 %

Dari kedua metode yang digunakan untuk deteksi ikan tongkol berformalin dengan sistem pengolahan citra memiliki perbedaan hasil yang didapatkan, dimana dengan menggunakan metode *naive bayes classifier* akurasi pengujian sistem lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan untuk mendeteksi ikan tongkol berformalin, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari 15 data uji dengan 5 data tidak berformalin dan 10 data berformalin berdasarkan citra mata menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* memberikan hasil akurasi sebesar 86,67% dan akurasi menggunakan metode Naive Bayes Classifier sebesar 100%.
2. Dari 15 data uji dengan 5 data tidak berformalin dan 10 data berformalin berdasarkan citra insang menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* memberikan hasil akurasi sebesar 80% dan akurasi menggunakan metode Naive Bayes Classifier sebesar 93,33%.
3. Dari 15 data uji dengan 5 data tidak berformalin dan 10 data berformalin berdasarkan citra kulit menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*

memberikan hasil akurasi sebesar 86,67% dan akurasi menggunakan metode Naive Bayes Classifier sebesar 86,67%.

4. Dari ketiga citra mata, insang dan kulit ikan yang lebih dominan berformalin adalah citra mata.
5. Metode Naive Bayes Classifier memiliki akurasi lebih tinggi dan mudah diimplementasikan dibandingkan dengan metode *K-Nearest Neighbor*.

REFERENSI

- [1] Kinanthi, N. R., Asmara, R. A., & Mentari, M. (2018). **Deteksi ikan bandeng berformalin berdasarkan citra insang menggunakan metode naive bayes classifier.** *SENTIA 2018*, 10(1).
- [2] Prabowo, D.A. and Abdullah, D. (2018). **Deteksi Dan Perhitungan Objek berdasarkan warna menggunakan color object tracking.** *Pseudocode*, 5(2), pp. 85–91.
- [3] Edha, Hendryanto, Sampe Hotlan Sitorus, and Uray Ristian. **Penerapan metode transformasi ruang warna hue saturation intensity (HSI) untuk mendeteksi kematangan buah mangga harum manis.** *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi 8.1* (2020).
- [4] Muljono, T. Sutojo. (2017). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: ANDI (anggota IKAPI) Universitas Dian Nuswantoro.
- [5] Siswanto, Dedi, Dahniyal Syaury, and Agung Setia Budi. **Sistem Klasifikasi Ikan Tongkol yang mengandung Formalin dengan Sensor HCHO dan Sensor pH menggunakan Metode K-Nearest Neighbor berbasis Arduino.** *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN 2548* (2019): 964X.
- [6] Pariyandani, A., Larasati, D. A., Wanti, E. P., & Muhathir, M. (2019). **Klasifikasi Citra Ikan Berformalin Menggunakan Metode k-NN dan GLCM.** In *Semantika (Seminar Nasional Teknik Informatika)* (Vol. 2, No. 1, pp. 42-47).
- [7] GUSTIANI, M., Us, K. A., & Kurniawan, F. (2019). **uji kandungan formalin pada ikan laut yang di jual di pasar tradisional kota jambi** (Doctoral dissertation, UIN Sulthan Thaha Saifuddin).
- [8] **Ikan Dengan Ciri-Ciri Ini Mengandung formalin, Risikonya Besar Jika Dikonsumsi -** <https://health.grid.id/read/352549519/ikan-dengan-ciri-ciri-ini-mengandung-formalin-risikonya-besar-jika-dikonsumsi?page=all>.