

IMPLEMENTASI DIMENSI FRAKTAL BOX COUNTING DAN K-MEANS DALAM KLASIFIKASI JENIS IKAN LAUT BERDASARKAN CORAK TUBUH

Ayu Mazidatul Faizah

Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

e-mail: ayu.20046@mhs.unesa.ac.id

Dwi Juniati

Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

Penulis Korespondensi: dwi_juniati@unesa.ac.id

Abstrak

Ikan adalah kelompok hewan bertulang belakang (*vertebrata*) yang hidup di dalam air, bernapas melalui insang, dan memiliki sirip untuk berenang. Dalam taksonomi, ikan masuk dalam kelompok *paraphyletic*. Ikan berperan penting dalam ekosistem perairan dan juga menjadi makanan pokok bagi banyak masyarakat di muka bumi ini. Selain dilihat dari bentuk tubuh, ekor, dan bentuk siripnya, corak pada tubuh ikan juga berperan penting dalam mengidentifikasi jenis ikan. Dalam matematika, gagasan mengenai fraktal adalah salah satu metode yang cocok untuk memahami pola atau bentuk yang tidak beraturan pada suatu objek. Dalam penelitian ini, dilakukan pengklasifikasian ikan laut berdasarkan corak pada tubuhnya menggunakan dimensi fraktal. Sebanyak 120 citra berwarna pada bagian tengah tubuh ikan laut digunakan untuk diubah ke dalam citra *grayscale* lalu dilakukan segmentasi pada corak tubuhnya. Daerah hasil segmentasi tersebut digunakan untuk mengetahui pola corak tubuh ikan menggunakan deteksi tepi *Canny*. Hasil nilai dimensi menggunakan *box counting* diklasifikasikan menggunakan metode *K-Means Clustering* dengan 8 klaster yang memiliki nilai akurasi sebesar 90%.

Kata Kunci: Corak Tubuh Ikan Laut, *Box Counting*, *K-Means*.

Abstract

Fish are a group of backbone animals (*vertebrates*) that live in water, breathe through gills, and have fins for swimming. In taxonomy, fish are included in the *paraphyletic* group. Fish play an important role in aquatic ecosystems and are also a staple food for many people on this earth. Apart from looking at the shape of the body, tail, and fins, the pattern on the fish's body also plays an important role in identifying the type of fish. In mathematics, the idea of fractals is a suitable method for understanding irregular patterns or shapes in an object. In this research, marine fish were classified based on their body patterns using fractal dimensions. A total of 120 color images of the center of the body of marine fish were used to be converted into grayscale images and then segmented based on their body patterns. The resulting segmentation area is used to determine the pattern of the fish's body using Canny edge detection. The results of the dimension values using box counting were classified using the *K-Means Clustering* method with 8 clusters, which had an accuracy value of 90%.

Keywords: Marine Fish Body Pattern, *Box Counting*, *K-Means*.

PENDAHULUAN

Ikan adalah makhluk air dengan keragaman yang luar biasa. Selain berperan penting dalam ekosistem perairan, ikan juga menjadi makanan pokok bagi banyak masyarakat di muka bumi ini. Dengan lebih dari 27.000 spesies di seluruh dunia, ikan adalah salah satu kelompok *vertebrata* yang memiliki keragaman terbesar. Menurut laporan dari Ikhtologi Indonesia tahun 2016, perkiraan jumlah spesies ikan di seluruh dunia mencapai sekitar 40.000 jenis. Dari

jumlah spesies ikan yang telah diidentifikasi secara ilmiah, sekitar 58% di antaranya hidup di laut, yang meliputi sekitar 70% luas permukaan bumi. Informasi ini menunjukkan bahwa jumlah ikan laut populasinya lebih banyak daripada ikan air tawar.

Kulit ikan biasanya dilindungi oleh sisik dan lapisan lendir yang melapisi tubuhnya. Ikan memiliki keragaman dalam corak pada tampilan fisiknya. Secara visual, meskipun bentuk tubuh ikan hampir serupa, perbedaan mencolok terlihat pada sirip, ekor, kepala, corak tubuh, dan warnanya.

Pengenalan jenis ikan melibatkan pengklasifikasian berdasarkan deskripsi bentuk tubuh dan karakteristiknya (Iman et al., 2019). Pada penelitian sebelumnya dengan judul “Implementasi Penggabungan Prewitt dan Canny *Edge Detection* untuk Identifikasi Ikan Air Tawar”. Dimana penelitian ini mengambil citra tubuh jenis ikan air tawar konsumsi dengan proses klasifikasi menggunakan metode *Probabilistic Neural Network* (PNN). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Canny* memberikan hasil identifikasi yang lebih baik dibandingkan metode *Prewitt* (Laxmi et al., 2018). Sayangnya, penelitian ini memiliki hasil yang kurang akurat, di mana akurasi hanya sekitar 25%. Ini disebabkan oleh kesulitan PNN dalam membedakan kelas ikan karena nilai vektor hasil ekstraksi fitur mereka sangat mirip.

Dalam penyusunan penelitian kali ini akan dilakukan pengklasifikasian ikan laut berdasarkan corak tubuhnya dengan maksud mengidentifikasi ciri-ciri yang memungkinkan pengelompokan berbagai spesies ikan laut dalam citra. Deteksi tepi yang digunakan adalah deteksi tepi *canny*. Metode deteksi tepi *canny* mampu mengurangi kesalahan deteksi dan noise sebelum perhitungan dimensi dilakukan dengan menghasilkan gambar tepi yang lebih berkualitas (Fatimah et al., 2017). Selanjutnya dilakukan perhitungan dimensi fraktal menggunakan metode *box counting*. Hasil perhitungan dimensi *box counting* ini akan digunakan untuk mengelompokkan data menjadi beberapa *cluster* atau kelompok. Untuk proses pengelompokkan, metode *K-Means* akan digunakan karena dianggap praktis dan efisien dalam mengelompokkan data (Isnaini & Juniati, 2019). Hal tersebut merupakan salah satu cara untuk memastikan kategori dan keberadaan ikan yang berada di dalam laut bebas. Sebagai langkah awalnya, dilakukan suatu pendekatan dengan memanfaatkan teknologi atau suatu alat semacam kamera di bawah laut untuk mengambil gambar ikan yang tertangkap oleh kamera guna mendeteksi keberadaan ikan laut tersebut yang kemudian akan diidentifikasi jenis-jenisnya berdasarkan corak tubuhnya.

Adapun beberapa penelitian sebelumnya yang telah menggunakan metode *Box Counting* dan *K-Means* dalam aplikasi dimensi fraktal diantaranya adalah, penelitian oleh Puspitasari (2023) berjudul

“Implementasi Dimensi Fraktal *Box Counting* Dan *K-Means* dalam Klasifikasi Jenis Kupu-Kupu (*Lepidoptera*) Berdasarkan Bentuk Sayap” menghasilkan akurasi sebesar 89%. Selain itu, penelitian oleh Isnaini (2019) yang berjudul “Analisis Jenis Tumor Kulit Menggunakan Dimensi Fraktal *Box Counting* Dan *K-Means*” menghasilkan akurasi sebesar 100% untuk 2 klaster. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan metode *Box Counting* dan *K-Means* dalam analisis dimensi fraktal telah berhasil dalam berbagai konteks, termasuk dalam klasifikasi jenis-jenis entitas seperti kupu-kupu dan dalam analisis jenis tumor kulit. Hasil akurasi yang diperoleh dari penelitian-penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang efektivitas metode tersebut dalam mengelompokkan dan mengklasifikasikan data berdasarkan dimensi fraktal.

Dalam penelitian menggunakan objek ikan laut ini mendalami aspek pengklasifikasian berbagai jenis atau spesies ikan laut berdasarkan karakteristik corak tubuhnya. Ada 8 spesies ikan laut yang akan diidentifikasi yaitu *Anampses Meleagrides*, *Cantherhines Pardalis*, *Pseudocheilinus Hexataenia*, *Gnathanodon Speciosus*, *Macropharyngodon Meleagris*, *Scissortail Sergeant*, *Gracila Albomarginata*, dan *Lutjanus Decussatus*. Dataset yang digunakan terdiri dari 120 citra ikan laut dengan setiap jenis memiliki 15 citra yang berbeda. Hasil dari pengklasifikasian citra ikan laut ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman tentang ciri-ciri corak tubuh dari berbagai jenis ikan dan mengidentifikasi citra ikan laut ke dalam spesies yang sesuai menggunakan dimensi fraktal *Box Counting* dan metode *K-Means* dengan bantuan *software* yang telah dikembangkan. Sehingga, diharapkan hasil penelitian ini akan memberikan kontribusi dalam pengenalan jenis ikan laut secara efisien dan memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang karakteristik setiap spesies ikan laut yang diteliti.

KAJIAN TEORI

Ikan

Ikan adalah hewan bertulang belakang (*vertebrata*) yang memiliki habitat dalam air dan bernapas menggunakan insang untuk mengambil oksigen yang terlarut dalam air serta memiliki sirip untuk berenang (Syah Fitrah et al., 2016). Secara taksonomi,

ikan termasuk dalam kelompok *paraphyletic*. Ikan biasanya terbagi menjadi beberapa kelompok termasuk ikan bertulang keras (*Osteichthyes*), ikan bertulang rawan (*Chondrichthyes*), dan ikan tanpa rahang (*Agnatha*) (Weitzma & Parenti, n.d.). Tubuh ikan terbagi menjadi tiga bagian utama, yaitu kepala, tubuh, dan ekor. Terdapat kulit dan sisik pada tubuh ikan dan tubuh bagian luarnya terdapat sirip. Ikan memiliki insang berbentuk lembaran tipis yang berwarna merah muda. Insang tersebut digunakan untuk pertukaran gas dengan cara mengekstrak oksigen dari dalam air.

Anampses Meleagrides

Anampses Meleagrides atau *Spotted wrasse* memiliki panjang tubuh maksimal 21 sentimeter. Ikan ini ditemukan terutama di wilayah Bali dan Kepulauan Mentawai yang memiliki ciri khas tubuh berwarna kehitaman dengan bintik-bintik putih menutupi tubuh hingga kepalanya dengan sirip ekor berwarna kuning. *Spotted wrasse* biasanya ditemukan di lingkungan perairan yang beragam, termasuk di sekitar terumbu karang, daerah batu kapur, dan wilayah berpasir.



Gambar 1. Ikan *Anampses Meleagrides*

Cantherhines Pardalis

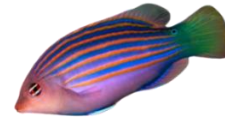
Cantherhines Pardalis memiliki panjang tubuh maksimal 25 sentimeter dengan ciri tiga pola warna dasar yaitu abu-abu, coklat atau coklat gelap. Pola tersebut membentuk bentuk poligonal yang berdekatan di tubuhnya, dan terdapat spot putih di pangkal ekor. Ikan *Cantherhines Pardalis* sering ditemukan di lingkungan terumbu karang. Namun, terkadang mereka juga dapat ditemukan di perairan yang keruh.



Gambar 2. Ikan *Cantherhines Pardalis*

Pseudocheilinus Hexataenia

Pseudocheilinus Hexataenia memiliki panjang tubuh maksimal 10 sentimeter dan memiliki tampilan yang khas. Ikan ini biasanya memiliki badan berwarna violet dengan garis merah atau jingga dan terdapat spot hitam kecil di atas pangkal ekor. Selain itu, terdapat warna kehijauan pada pangkal ekor. Ikan *Pseudocheilinus Hexataenia* sering ditemukan bersembunyi di sela-sela terumbu karang kecil.



Gambar 3. Ikan *Pseudocheilinus Hexataenia*

Gnathanodon Speciosus

Gnathanodon Speciosus atau *Golden Trevally* memiliki panjang tubuh hingga 120 sentimeter. Ikan ini memiliki warna yang unik yaitu kuning cerah dengan garis hitam saat mereka masih remaja hingga warna emas keperakan saat dewasa. *Gnathanodon Speciosus* memakan berbagai jenis ikan dengan rahangnya yang panjang. Mereka sering berkelompok saat remaja dan cenderung mengikuti objek yang lebih besar termasuk hiu.



Gambar 4. Ikan *Gnathanodon Speciosus*

Macropharyngodon Meleagris

Macropharyngodon Meleagris yang juga dikenal sebagai Keling Batik adalah spesies ikan bersirip pari yang memiliki panjang tubuh mencapai 15 sentimeter. Saat masih dalam tahap remaja, ikan ini memiliki warna yang cerah dan bintik mata yang menyatu dengan habitat karang lunak di sekitarnya. Mereka biasanya ditemukan hidup di terumbu karang pada kedalaman hingga 30 meter.



Gambar 5. Ikan *Macropharyngodon Meleagris*

Scissortail Sergeant

Scissortail Sergeant memiliki panjang tubuh maksimal 16 sentimeter. Ikan ini memiliki ciri badan berwarna putih dan agak kehijauan saat dewasa dengan garis hitam pada corak tubuhnya. *Scissortail Sergeant* seringkali dapat ditemukan di daerah-daerah pesisir, terutama di sekitar karang berbatu dan terumbu karang



Gambar 6. Ikan *Scissortail Sergeant*

Gracila Albomarginata

Gracila Albomarginata memiliki panjang tubuh hingga 40 sentimeter dengan warna coklat kehijauan atau kemerahan dengan susunan garis lengkung yang menghiasi tubuh. Ikan ini memiliki 9 duri pada sirip punggung dan sirip ekornya yang tegak lurus. Mereka biasanya ditemukan di lingkungan terumbu karang, dengan kedalaman yang berkisar di antara 15 hingga 120 meter di bawah permukaan laut.



Gambar 7. Ikan *Gracila Albomarginata*

Lutjanus Decussatus

Lutjanus Decussatus memiliki panjang tubuh maksimal 35 sentimeter. Ikan ini memiliki warna dasar putih, dengan tubuh bagian atasnya memiliki motif persegi dan bagian bawahnya ditandai dengan motif garis dan spot hitam di pangkal ekor. Mereka hidup di daerah dangkal dan lereng karang dengan kedalaman berkisar 2 hingga 30 meter.



Gambar 8. Ikan *Lutjanus Decussatus*

Citra Digital

Citra adalah representasi dari objek tiga dimensi yang diproyeksikan dalam bentuk dua dimensi dengan menggunakan elemen-elemen seperti garis,

titik, bentuk, dan warna. Citra juga terdiri dari piksel yang menggabungkan warna untuk menghasilkan replikasi objek dan menggambarkan tekstur tertentu. Citra digital memuat nilai diskrit untuk kombinasi pikselnya (Kirana, 2021).

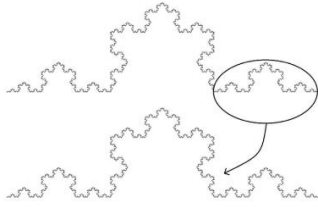
Banyak jenis citra digital, diantaranya ada citra *grayscale* atau citra keabuan yang merupakan jenis citra dengan setiap piksel memiliki warna gradasi yang memiliki rentang warna mulai dari putih sampai hitam dalam interval nilai $[0,255]$. Nilai 255 cenderung ke warna putih dan 0 cenderung ke warna hitam. Setiap piksel diwakili oleh 8 bit. Selanjutnya terdapat citra biner yang dihasilkan melalui proses segmentasi citra dan hanya memiliki dua kemungkinan warna, yaitu 1 (putih) dan 0 (hitam). Dalam proses konversinya, ambang batas (*threshold*) digunakan untuk memisahkan objek dari latar belakang berdasarkan tingkat kegelapan atau kecerahan dari citra abu-abu (*grayscale*) (Safitri & Juniati, 2017).

Deteksi Tepi

Proses pembentukan tepi objek dalam citra dikenal sebagai deteksi tepi (*edge*). Saat mendeteksi tepi, terdapat dua wilayah yang berbeda yang membentuk tepi-tepi objek pada citra, seringkali ditandai dengan garis-garis kasar yang membentuk pola tertentu. Salah satu metode deteksi tepi adalah metode *Canny*. Operator *canny* dianggap lebih unggul dibandingkan dengan metode deteksi tepi yang lainnya karena mampu menghasilkan tepian yang lebih tajam dan jelas dengan kesalahan interpretasi yang lebih rendah (Kirana, 2021).

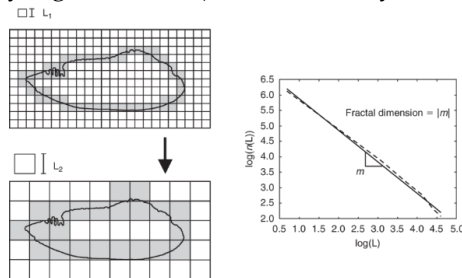
Dimensi Fraktal Box Counting

Dalam karyanya yang berjudul "*The Fractal Geometry of Nature*" pada tahun 1982, Benoit Mandelbrot menjelaskan bahwa istilah "Fractal" berasal dari bahasa Latin "*frangere*" yang berarti "mematahkan" atau "fragmen". Fraktal merujuk pada bentuk geometris yang terdiri dari fragmen yang mungkin mirip, identik, berulang, atau bahkan acak. Ciri utama fraktal adalah ketidakteraturan polanya dan sering menunjukkan sifat di mana suatu objek memiliki kesamaan dengan dirinya sendiri. (*self-similarity*) (Hidayatillah & Jakfar, 2022)



Gambar 9. Kurva koch merupakan salah satu contoh bentuk dimensi fraktal *self-similarity* (Sumber: Pilgrim dan Taylor, 2019)

Metode *box counting* adalah salah satu teknik untuk mengukur dimensi fraktal dari berbagai metode yang tersedia. Dalam metode ini, objek dibagi menjadi berbagai kotak persegi dengan ukuran yang berbeda-beda (Ratri, 2015). Secara numerik, untuk menghitung dimensi fraktal dalam representasi citra digital, perlu diperkirakan kemiringan garis berdasarkan hubungan skala yang ada dalam perhitungan logaritmanya. Dimensi fraktal *box counting* memfokuskan pengukuran pada tepi dari suatu objek dengan membagi objek tersebut sesuai banyaknya kotak yang menutupi tepi dengan ukuran yang bervariasi (Juniati & Budayasa, 2016)



Gambar 10. Ilustrasi Metode *Box Counting* (Sumber: Piera et al, 2005)

Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam perhitungan dimensi fraktal *box counting*.

$$N(r) = \frac{1}{r^n} \quad (1)$$

Dengan demikian, konsep *self-similarity* pada dimensi fraktal dapat dijelaskan dalam bentuk logaritma sebagai berikut dengan melibatkan pembagian objek menjadi N bagian skala dari seluruh bagian objek.

$$DF = \frac{\log N(r)}{\log \frac{1}{r}} \quad (2)$$

Dimana,

DF = Nilai dimensi fraktal

$N(r)$ = Jumlah kotak yang menutupi objek

r = Ukuran kotak

Selanjutnya mencari nilai gradien $D(\alpha)$ dimana nilai α merupakan hasil pengukuran dimensi D dalam bentuk grafik, maka:

$$\alpha = \frac{n(\sum_{k=1}^n xy) - (\sum_{k=1}^n x)(\sum_{k=1}^n y)}{n(\sum_{k=1}^n x^2) - (\sum_{k=1}^n x)^2} \quad (3)$$

K-Means Clustering

Salah satu metode *clustering* yang mudah dan cepat adalah algoritma *K-Means*. Algoritma ini akan mengelompokkan beberapa input data ke dalam K buah kelompok atau klaster, di mana setiap klaster memiliki *centroid* (titik pusat) yang mewakili klaster tersebut.

Berikut ini adalah algoritma *K-Means*:

- Menentukan banyaknya K klaster yang diperlukan dan pilih secara acak K titik awal sebagai *centroid* awal.
- Mengalokasikan setiap data atau objek ke klaster yang memiliki centroid terdekat dengan menggunakan jarak *Euclidean*.

$$d(x_{ij}, y_{kj}) = \sqrt{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (x_{ij} - y_{kj})^2} \quad (4)$$

Dengan,

$d(x_{ij}, y_{kj})$ = jarak *Euclidean*

x_{ij} = objek ke- i pada variabel ke- j

y_{kj} = pusat klaster ke- k pada variabel ke- j

n = banyak objek

m = banyak nilai dimensi fraktal

- Memperbarui nilai *centroid* baru dengan menghitung nilai rata-rata dari semua data dalam setiap klaster.
- Ulangi langkah-langkah b dan c hingga nilai pusat klaster (*centroid*) stabil dan tidak berubah lagi

Algoritma *K-Means* akan berulang secara iteratif dengan cara data dipindahkan antara klaster dan *centroid* lalu diperbarui hingga konvergensi tercapai.)

METODE

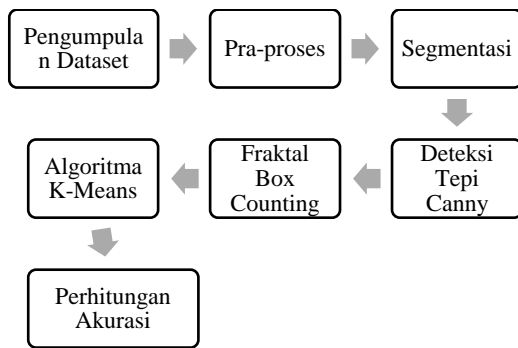
Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari situs Kaggle yang dapat diakses secara online melalui <https://www.kaggle.com/datasets/sripaadsrinivasan/fish-species-image-data>. Total terdapat 120 citra ikan laut dengan tiap jenis terdiri dari 15 citra yang mewakili 8 spesies ikan laut. Jenis ikan laut yang digunakan adalah *Anampses* *Meleagrides*,

Cantherhines Pardalis, *Pseudocheilinus Hexataenia*, *Gnathanodon Speciosus*, *Macropharyngodon Meleagris*, *Scissortail Sergeant*, *Gracila Albomarginata*, dan *Lutjanus Decussatus*

Rancangan Penelitian

Diagram pada Gambar berikut ini merupakan diagram alur penelitian untuk mencapai tujuan pada penelitian ini.



Gambar 11. Diagram Rancangan Penelitian

1. Dataset

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data berupa citra tubuh ikan laut yang diperoleh dari situs Kaggle (*Fish Species Image Data*) yang diakses secara *online*. Dataset yang digunakan terdiri dari 120 citra dari 8 jenis ikan laut yang meliputi 15 citra *Anampses Meleagrides*, 15 citra *Cantherhines Pardalis*, 15 citra *Pseudocheilinus Hexataenia*, 15 citra *Gnathanodon Speciosus*, 15 citra *Macropharyngodon Meleagris*, 15 citra *Scissortail Sergeant*, 15 citra *Gracila Albomarginata*, dan 15 citra *Lutjanus Decussatus*.

2. Pra-proses

Tahap pra-proses penelitian ini meliputi:

a. Cropping

Citra yang diperoleh selanjutnya dipotong lalu difokuskan ke bagian tengah tubuh ikan agar corak tubuh terlihat lebih jelas dan memudahkan proses pengolahan pada tahap selanjutnya.

b. Pengaturan Kontras dan Penghilangan Noise Pada Citra

Citra yang diperoleh memiliki kontras gelap terang yang tidak merata sehingga kontras pada citra perlu diatur agar tampilan corak tubuh pada ikan laut terlihat lebih menonjol. Selain itu, noise pada citra juga perlu dihilangkan. Citra juga disesuaikan ukurannya menjadi 300*200 piksel.

c. Grayscale

Dikarenakan input awal citra yang digunakan adalah citra RGB (*Red, Green, Blue*), maka citra

tersebut diubah menjadi citra *grayscale* agar dapat mempertahankan variasi tepi citra sehingga didapatkan nilai tepian corak tubuh ikan laut dengan detail tepi yang tidak teratur masih tetap terlihat.

3. Segmentasi

Setelah citra RGB dikonversi ke dalam citra *grayscale*, selanjutnya dilakukan segmentasi untuk memisahkan piksel ke dalam dua kelas, yaitu objek dan latar belakang. Hasil segmentasi corak tubuh pada ikan laut dinyatakan dalam citra biner yang menampilkan motif tubuh ikan tersebut dalam dua warna yaitu hitam dan putih sehingga detail tepi *canny* akan terlihat dengan jelas.

4. Deteksi Tepi Menggunakan Metode Canny

Metode pendeteksian tepi pada citra corak tubuh ikan laut ini menggunakan metode deteksi tepi *canny* dikarenakan metode *canny* mampu secara optimal untuk menghasilkan tepian yang lebih jelas dan lebih tajam dengan kesalahan interpretasi yang lebih rendah. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi corak atau bercak yang terdapat pada tubuh ikan laut yang selanjutnya akan digunakan untuk menghitung dimensi fraktal menggunakan metode *box counting*.

5. Perhitungan Dimensi Fraktal Box Counting

Setiap citra yang telah diolah menggunakan deteksi tepi *canny* akan digunakan sebagai input untuk dilakukan perhitungan nilai dimensi fraktal menggunakan bantuan *software* Matlab R2023b. Metode dimensi fraktal yang digunakan adalah metode *box counting*. Dari hasil perhitungan ini, akan diperoleh nilai dimensi untuk setiap data citra corak tubuh ikan laut.

6. K-Means Clustering

Setelah didapatkan nilai dimensi untuk tiap datanya, langkah selanjutnya adalah melakukan klasifikasi atau pengelompokan citra menggunakan algoritma *K-Means* dengan bantuan *software* RapidMiner Studio. Citra-citra tersebut akan dikelompokkan menjadi 8 klaster.

7. Pengukuran Akurasi

Pengukuran akurasi ini dilakukan untuk mengetahui ketepatan data dari hasil pengelompokan sebelumnya.

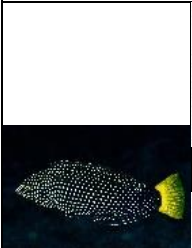
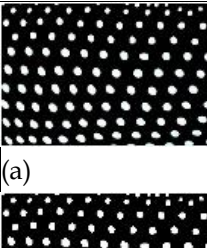
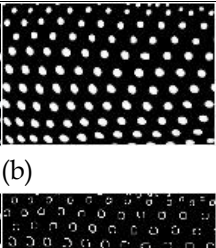



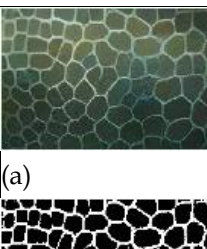
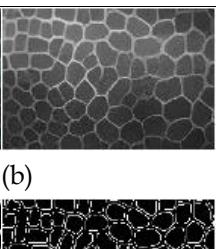
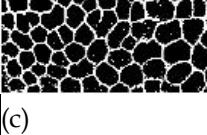


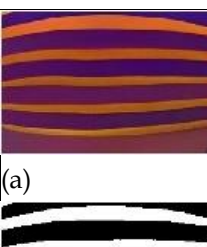
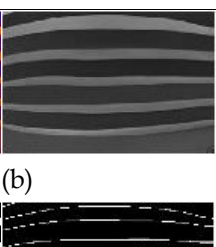


$$\text{akurasi} = \frac{\text{jumlah data benar}}{\text{total keseluruhan data}} \times 100\% \quad (5)$$


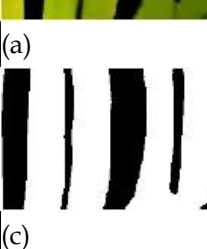
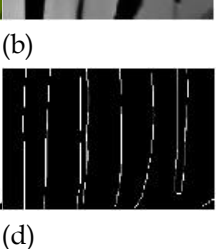

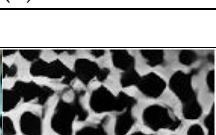

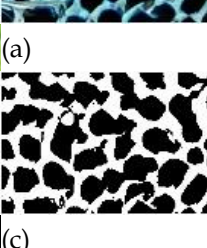
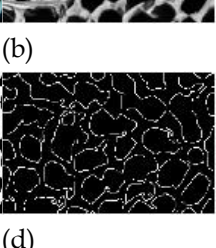




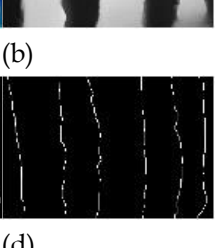



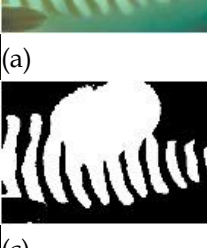
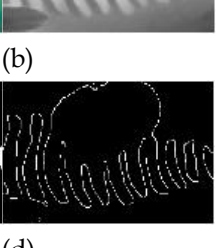

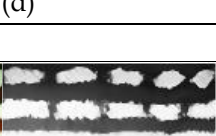


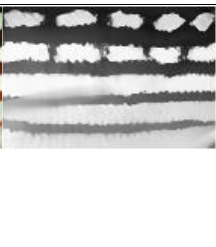


HASIL DAN PEMBAHASAN

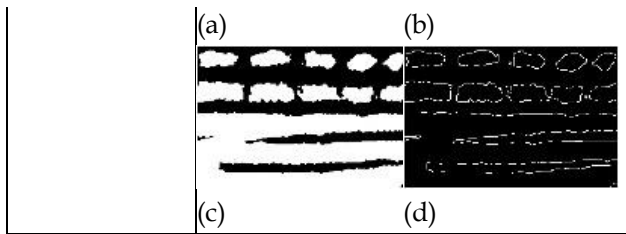
Pengolahan Citra

Pengolahan citra pada corak tubuh ikan laut ini menggunakan bantuan *software* Matlab. Citra yang telah memiliki kecerahan dan kontras cukup serta noise yang telah berkurang selanjutnya diubah menjadi citra *grayscale*. Kemudian citra disegmentasi menggunakan segmentasi *thresholding* sehingga menghasilkan citra biner agar tepi yang dideteksi menggunakan metode *canny* terlihat lebih jelas. Berikut hasil pengolahan citra untuk setiap jenis ikan laut.

Tabel 1. Hasil Pengolahan Citra

<i>Anampses Meleagrides</i>			
			
	(a)	(b)	
			
	(c)	(d)	
<i>Cantherhines Pardalis</i>			
			
	(a)	(b)	
			
	(c)	(d)	
<i>Pseudocheilinus Hexataenia</i>			
			
	(a)	(b)	
			
	(c)	(d)	
<i>Gnathanodon Speciosus</i>			

			
	(a)	(b)	
			
	(c)	(d)	
<i>Macropharyngodon Meleagris</i>			
			
	(a)	(b)	
			
	(c)	(d)	
<i>Scissortail Sergeant</i>			
			
	(a)	(b)	
			
	(c)	(d)	
<i>Gracila Albomarginata</i>			
			
	(a)	(b)	
			
	(c)	(d)	
<i>Lutjanus Decussatus</i>			
			
	(a)	(b)	
			



Keterangan: (a) Citra asli, (b) Citra *Grayscale*, (c) Citra *Thresholding*, (d) Tepi *Canny*

Dimensi Fraktal *Box Counting*

Hasil nilai dimensi fraktal menggunakan metode *box counting* tiap citra corak tubuh ikan laut diperoleh dengan bantuan *software* Matlab sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai Dimensi Ikan *Anampses Meleagrides*

No.	Nilai Dimensi	No.	Nilai Dimensi
1.	1,5777	9.	1,582
2.	1,6011	10.	1,5937
3.	1,5844	11.	1,6
4.	1,5977	12.	1,6815
5.	1,5716	13.	1,5914
6.	1,6915	14.	1,6045
7.	1,6061	15.	1,596
8.	1,5926		

Tabel 3. Nilai Dimensi Ikan *Cantherhines Pardalis*

No.	Nilai Dimensi	No.	Nilai Dimensi
1.	1,7094	9.	1,7082
2.	1,7155	10.	1,7109
3.	1,7082	11.	1,7074
4.	1,7071	12.	1,698
5.	1,7074	13.	1,696
6.	1,7008	14.	1,7063
7.	1,696	15.	1,7055
8.	1,7		

Tabel 4. Nilai Dimensi Ikan *Pseudocheilinus Hexataenia*

No.	Nilai Dimensi	No.	Nilai Dimensi
1.	1,5428	9.	1,5401
2.	1,5251	10.	1,549
3.	1,5442	11.	1,4715
4.	1,5422	12.	1,5324
5.	1,5338	13.	1,5483
6.	1,5428	14.	1,5215
7.	1,5496	15.	1,5589
8.	1,5463		

Tabel 5. Nilai Dimensi Ikan *Gnathanodon Speciosus*

No.	Nilai Dimensi	No.	Nilai Dimensi
1.	1,2902	9.	1,3302
2.	1,3469	10.	1,268
3.	1,3523	11.	1,3802
4.	1,355	12.	1,2515
5.	1,2869	13.	1,3615
6.	1,3302	14.	1,3215
7.	1,3316	15.	1,3155
8.	1,3302		

Tabel 6. Nilai Dimensi Ikan *Macropharyngodon Meleagris*

No.	Nilai Dimensi	No.	Nilai Dimensi
1.	1,6482	9.	1,6644
2.	1,6644	10.	1,6617
3.	1,6279	11.	1,6243
4.	1,6501	12.	1,6448
5.	1,6671	13.	1,6305
6.	1,6	14.	1,6462
7.	1,6671	15.	1,5891
8.	1,6524		

Tabel 7. Nilai Dimensi Ikan *Scissortail Sergeant*

No.	Nilai Dimensi	No.	Nilai Dimensi
1.	1,3016	9.	1,2968
2.	1,2951	10.	1,2951
3.	1,3063	11.	1,2853
4.	1,3	12.	1,2836
5.	1,2968	13.	1,3016
6.	1,2886	14.	1,2935
7.	1,2819	15.	1,3063
8.	1,2919		

Tabel 8. Nilai Dimensi Ikan *Gracila Albomarginata*

No.	Nilai Dimensi	No.	Nilai Dimensi
1.	1,458	9.	1,4598
2.	1,475	10.	1,4571
3.	1,468	11.	1,4671
4.	1,4671	12.	1,4524
5.	1,4626	13.	1,4608
6.	1,468	14.	1,4571
7.	1,4653	15.	1,4689
8.	1,4635		

Tabel 9. Nilai Dimensi Ikan *Lutjanus Decussatus*

No.	Nilai Dimensi	No.	Nilai Dimensi
1.	1,5132	9.	1,5016

2.	1,4878	10.	1,5109
3.	1,5071	11.	1,5162
4.	1,5155	12.	1,517
5.	1,4984	13.	1,5117
6.	1,5094	14.	1,5063
7.	1,4976	15.	1,5024
8.	1,4911		

Rata-rata yang diperoleh dari nilai dimensi setiap jenis ikan laut dari tabel diatas adalah sebagai berikut.

Tabel 10. Rata-Rata nilai dimensi

Jenis Ikan Laut	Rata Rata Nilai Dimensi
Anampses Meleagrides	1,6048
Cantherhines Pardalis	1,7051
Pseudocheilinus Hexataenia	1,5366
Gnathanodon Speciosus	1,3234
Macropharyngodon Meleagris	1,6425
Scissortail Sergeant	1,2950
Gracila Albomarginata	1,4634
Lutjanus Decussatus	1,5057

K-Means Clustering

Pada tahap ini digunakan metode *K-Means Clustering* untuk mengelompokkan jenis corak pada tubuh ikan laut dengan bantuan *RapidMiner Studio*. Berikut hasil *centroid* yang diperoleh:

Tabel 11. Table Centroid

Tabel Centroid	
Cluster 0	1,292
Cluster 1	1,650
Cluster 2	1,464
Cluster 3	1,508
Cluster 4	1,344
Cluster 5	1,703
Cluster 6	1,593
Cluster 7	1,544

Dari tabel *centroid* yang telah didapatkan, data nilai dimensi dari citra corak pada tubuh ikan laut dikelompokkan menjadi 8 *cluster*. Berikut hasil yang diperoleh dari *software RapidMiner*:

Tabel 12. Hasil Pengelompokan Nilai Dimensi

Jenis	Cluster	Jenis	Cluster
-------	---------	-------	---------

AM 1	Cluster 6	MM 1	Cluster 1
AM 2	Cluster 6	MM 2	Cluster 1
AM 3	Cluster 6	MM 3	Cluster 1
AM 4	Cluster 6	MM 4	Cluster 1
AM 5	Cluster 6	MM 5	Cluster 1
AM 6	Cluster 5	MM 6	Cluster 6
AM 7	Cluster 6	MM 7	Cluster 1
AM 8	Cluster 6	MM 8	Cluster 1
AM 9	Cluster 6	MM 9	Cluster 1
AM 10	Cluster 6	MM 10	Cluster 1
AM 11	Cluster 6	MM 11	Cluster 1
AM 12	Cluster 5	MM 12	Cluster 1
AM 13	Cluster 6	MM 13	Cluster 1
AM 14	Cluster 6	MM 14	Cluster 1
AM 15	Cluster 6	MM 15	Cluster 6
CP 1	Cluster 5	SS 1	Cluster 0
CP 2	Cluster 5	SS 2	Cluster 0
CP 3	Cluster 5	SS 3	Cluster 0
CP 4	Cluster 5	SS 4	Cluster 0
CP 5	Cluster 5	SS 5	Cluster 0
CP 6	Cluster 5	SS 6	Cluster 0
CP 7	Cluster 5	SS 7	Cluster 0
CP 8	Cluster 5	SS 8	Cluster 0
CP 9	Cluster 5	SS 9	Cluster 0
CP 10	Cluster 5	SS 10	Cluster 0
CP 11	Cluster 5	SS 11	Cluster 0
CP 12	Cluster 5	SS 12	Cluster 0
CP 13	Cluster 5	SS 13	Cluster 0
CP 14	Cluster 5	SS 14	Cluster 0
CP 15	Cluster 5	SS 15	Cluster 0
PH 1	Cluster 7	GA 1	Cluster 2
PH 2	Cluster 3	GA 2	Cluster 2
PH 3	Cluster 7	GA 3	Cluster 2
PH 4	Cluster 7	GA 4	Cluster 2
PH 5	Cluster 7	GA 5	Cluster 2
PH 6	Cluster 7	GA 6	Cluster 2
PH 7	Cluster 7	GA 7	Cluster 2
PH 8	Cluster 7	GA 8	Cluster 2
PH 9	Cluster 7	GA 9	Cluster 2
PH 10	Cluster 7	GA 10	Cluster 2
PH 11	Cluster 2	GA 11	Cluster 2
PH 12	Cluster 7	GA 12	Cluster 2
PH 13	Cluster 7	GA 13	Cluster 2
PH 14	Cluster 3	GA 14	Cluster 2
PH 15	Cluster 7	GA 15	Cluster 2
GS 1	Cluster 0	LD 1	Cluster 3
GS 2	Cluster 4	LD 2	Cluster 3

GS 3	Cluster 4	LD 3	Cluster 3
GS 4	Cluster 4	LD 4	Cluster 3
GS 5	Cluster 0	LD 5	Cluster 3
GS 6	Cluster 4	LD 6	Cluster 3
GS 7	Cluster 4	LD 7	Cluster 3
GS 8	Cluster 4	LD 8	Cluster 3
GS 9	Cluster 4	LD 9	Cluster 3
GS 10	Cluster 0	LD 10	Cluster 3
GS 11	Cluster 4	LD 11	Cluster 3
GS 12	Cluster 0	LD 12	Cluster 3
GS 13	Cluster 4	LD 13	Cluster 3
GS 14	Cluster 4	LD 14	Cluster 3
GS 15	Cluster 0	LD 15	Cluster 3

Dari hasil *Clustering* pada tabel 12 menggunakan metode *K-Means* dapat dilihat bahwa *Cluster 0* mewakili citra corak tubuh ikan *Scissortail Sergeant*, *Cluster 1* mewakili citra corak tubuh ikan *Macropharyngodon Meleagris*, *Cluster 2* mewakili citra corak tubuh ikan *Gracila Albomarginata*, *Cluster 3* mewakili ikan *Lutjanus Decussatus*, *Cluster 4* mewakili citra corak tubuh ikan *Gnathanodon Speciosus*, *Cluster 5* mewakili citra corak tubuh ikan *Cantherhines Pardalis*, *Cluster 6* mewakili citra corak tubuh ikan *Anampses Meleagrides*, dan *Cluster 7* mewakili citra corak tubuh *Pseudocheilinus Hexataenia*.

Akurasi

Setelah dilakukan proses *Clustering* dengan metode *K-Means*, selanjutnya akan dihitung keakuratan data berdasarkan kelompok sebelumnya.

$$\begin{aligned}
 \text{akurasi} &= \frac{\text{jumlah data benar}}{\text{total keseluruhan data}} \times 100\% \\
 &= \frac{108}{120} \times 100\% \\
 &= 90\%
 \end{aligned}$$

PENUTUP

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Metode perhitungan nilai dimensi fraktal *box counting* dapat digunakan untuk mengukur dimensi fraktal pada corak tubuh ikan laut. Nilai dimensi fraktal ini kemudian digunakan untuk mengklasifikasikan jenis ikan laut berdasarkan corak tubuhnya. Sehingga bukan hanya bentuk tubuh dan bentuk sirip ikan saja

yang dapat dihitung nilai dimensi fraktalnya namun corak pada tubuh ikan juga dapat menerapkan perhitungan dimensi fraktal yang salah satunya adalah metode *box counting*.

2. Dalam pengenalan jenis ikan laut melibatkan serangkaian langkah pemrosesan citra, termasuk pra-proses (*cropping*, pengaturan kontras dan penghilangan noise, *grayscale*), proses segmentasi menggunakan metode *thresholding*, dan deteksi tepi dengan metode *canny*. Proses selanjutnya yaitu menghitung nilai dimensi fraktal dengan menggunakan metode *box counting* sehingga nilai yang muncul dapat diklasifikasi dengan menggunakan algoritma *K-Means* berdasarkan pola corak pada tubuh ikan laut. Hasil pengelompokan tersebut mencapai tingkat akurasi sebesar 90 %.

SARAN

Diharapkan penelitian selanjutnya dapat menggunakan citra yang lebih tajam hasil perkembangan teknologi yang lebih baik sehingga akan memperoleh data jenis ikan yang lebih beragam. Diharapkan pula peneliti lain juga akan menjelajahi metode lain selain metode *box counting* dan algoritma *K-Means* ini untuk pengenalan jenis hewan dengan nilai akurasi yang lebih tinggi. Hal ini akan membantu memperluas pemahaman masyarakat tentang pengenalan jenis hewan dan metode-metode yang lebih baik untuk mencapainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Fatimah, F., Laxmi, G. F., & Eosina, P. (2017). Pengubahan Data Image Ikan Air Tawar ke Data Vektor menggunakan Edge Detection Metode *Canny*. *Seminar Matematika Dan Pendidikan Matematika Uny 2017*
- Hidayatillah, W. & Jakfar, M. (2022). Klasifikasi Batik Di Jawa Timur Berdasarkan Analisis Dimensi Fraktal Dengan Menggunakan Metode Box Counting. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*
- Iman, Y.D., Isnanto, R.R., Nurhayati, O.D. (2019). Klasifikasi Jenis Ikan Laut *K-Nearest Neighbor* Berdasarkan Ekstraksi Ciri 2-Dimensional Linear Discriminant Analysis. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)* 10(4), pp.919-926.

- Isnaini, N.A. & Juniati, D. (2019). Analisis Jenis Tumor Kulit Menggunakan Dimensi Fraktal Box Counting Dan K-Means. *Jurnal Riset dan Aplikasi Matematika*
- Juniati, Dwi & Budayasa, I Ketut. (2016). Geometri Fractal & Aplikasinya (Edisi Pertama). Surabaya: Unesa University Press
- Kirana., K.C. (2021). PENGOLAHAN CITRA DIGITAL: Teori dan Penerapan Pengolahan Citra Digital pada Deteksi Wajah. Malang: Ahlimedia Press
- Lampu Merah Biodiversitas Ikan di Perairan Tawar Indonesia. (2016). *Masyarakat Iktiologi Indonesia*. <https://iktiologi-indonesia.org/lampu-merah-biodiversitas-ikan-di-perairan-tawar-indonesia/#:~:text=Secara%20taksonomis%20ikan%20dikenal%20sebagai,482%20famili%20dan%2057%20ordo>. Diakses pada tanggal 27 Oktober 2023
- Laxmi, G.F., Eosina, P., Fatimah, F. (2018). Implementasi Penggabungan Prewitt dan Canny Edge detection untuk Identifikasi Ikan Air Tawar. *Jurnal Teknik Informatika* 6(2), pp. 120-129
- Piera, J., dkk. (2005). Otolith Shape Feature Extraction Oriented to Automatic Classification with Open Distributed Data.
- Pilgrim, I., & Taylor, R. P. (2019). Fractal Analysis of Time-Series Data Sets: Methods and Challenges.
- Puspitasari, D. & Juniati, D. (2023). Implementasi Dimensi Fraktal Box Counting Dan K-Means Dalam Klasifikasi Jenis Kupu-Kupu (Lepidoptera) Berdasarkan Bentuk Sayap. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika* 11(2).
- Ratri, A. (2015). Penerapan Metode Box Counting untuk Identifikasi Telapak Tangan [skripsi]. Jember: Universitas Jember
- Safitri, D. W. & Juniati, D. (2017). Classification of diabetic retinopathy using fractal dimension analysis of eye fundus image. *AIP Conference Proceedings*, 1867. <https://doi.org/10.1063/1.4994414>
- Setiawan, F. (n.d.). Panduan Lapangan Identifikasi Ikan Karang dan Invertebrata Laut Dilengkapi dengan Metode Monitoringnya
- Syah Fitrah, S. & Dewiyanti, I. (2016). Identifikasi Jenis Ikan Di Perairan Laguna Gampoeng Pulot Kecamatan Leupung Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah* (Vol. 1, Issue 1).
- Wati, A.K. & Juniati, D. (2023). Penerapan Dimensi Fraktal Box Counting Dan K-Medoids Untuk Deteksi Jenis Hewan Kingdom Mamalia Berdasarkan Motif Tubuh. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika* 11(2).
- Weitzma, S.H. & Parenti, L.R. (n.d.). Annotated Classification of Fish. *Britannica*. <https://www.britannica.com/animal/sea-hen>. Diakses pada tanggal 27 Oktober 2023