

IMPLEMENTASI DIMENSI FRAKTAL BOX COUNTING DAN K-MEANS DALAM KLASIFIKASI JENIS KUPU-KUPU (*LEPIDOPTERA*) BERDASARKAN BENTUK SAYAP

Devi Puspitasari

Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: devi.19047@mhs.unesa.ac.id

Dwi Juniati

Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

Penulis Korespondensi: dwi_juniati@unesa.ac.id

Abstrak

Kupu-kupu adalah serangga yang memiliki keindahan estetika dan juga merupakan aset penting dalam bidang perlindungan alam. Di alam, kupu-kupu memiliki peran krusial dalam menjaga ekosistem, khususnya dalam proses penyerbukan tanaman berbunga yang berkontribusi pada perbanyakan alami tanaman. Sayap kupu-kupu memiliki peran penting dalam identifikasi jenis kupu-kupu berdasarkan ukuran, bentuk, dan warna. Dalam ilmu matematika, terdapat konsep fractal yang merupakan metode yang sangat cocok untuk memodelkan fenomena alam dan digunakan sebagai alat untuk merepresentasikan objek-objek alami. Dalam penelitian ini, dilakukan klasifikasi jenis kupu-kupu berdasarkan dari bentuk sayap kupu-kupu. Sebanyak 100 citra kupu-kupu digunakan dalam penelitian ini, langkah awal yaitu mengubah citra RGB ke dalam grayscale lalu dilakukan segmentasi pada daerah sayap kupu-kupu. Daerah tersebut kemudian digunakan untuk mengidentifikasi pola jenis sayap kupu-kupu menggunakan deteksi tepi menggunakan metode Canny. Selanjutnya, dengan mempergunakan fractal metode *box counting*, nilai dimensi yang dihasilkan digunakan dalam proses pengklasteran. Hasil nilai dimensi akan di klasifikasikan menggunakan metode pengelompokan *K-Means* dengan lima kelompok, yaitu Kupu Adonis, Kupu Julia, Kupu Brown Siproeta, Kupu Metal Marks, dan Kupu African Giant Swallowtail, menunjukkan akurasi sebesar 89%.

Kata Kunci: Kupu-Kupu, *Box Counting*, *K-Means*.

Abstract

Butterflies are insects that have aesthetic beauty and are also important assets in the field of nature protection. In nature, butterflies have a crucial role in maintaining ecosystems, especially in the process of pollination of flowering plants which contributes to the natural propagation of plants. Butterfly wings have an important role in identifying butterfly species based on size, shape and color. In mathematics, there is the concept of fractals which is a very suitable method for modeling natural phenomena and used as a tool to represent natural objects. In this study, a classification of butterfly species was carried out based on the shape of the butterfly's wings. A total of 100 butterfly images were used in this study, the first step was to convert the RGB images to grayscale and then segment the butterfly wings. The area is then used to identify butterfly wing type patterns using edge detection using the Canny method. Furthermore, by using the fractal box counting method, the resulting dimensional values are used in the clustering process. The results of the dimension values will be classified using the K-Means grouping method with five groups, namely Adonis Butterfly, Julia Butterfly, Brown Siproeta Butterfly, Metal Marks Butterfly, and African Giant Swallowtail Butterfly, showing an accuracy of 89%.

Keywords: *Butterflies, Box Counting, K-Means.*

PENDAHULUAN

Kupu kupu termasuk salah satu serangga indah di dunia yang di jadikan lambang estetika serta merupakan aset negara dibidang perlindungan. Peranan kupu-kupu dalam menjaga kelestarian

ekosistem sangatlah penting, seperti membantu penyerbukan di tanaman berbunga, sebagai akibatnya perkembangbiakan tanaman secara alamiah bisa berlangsung (Borror et al., 1992). Eksistensi populasi kupu-kupu di daerah asal sangat bergantung pada berbagai macam tanaman inang,

sebagai akibatnya menyebabkan korelasi yang erat antara keanekaragaman dengan kondisi habitatnya (Widhiono, 2004). Kerusakan daerah asal yang mengakibatkan penurunan keanekaragaman tanaman inang, menjadi salah satu faktor penyebab penurunan keanekaragaman kupu-kupu. Seperti yang terjadi Kupu-Kupu Raja terancam punah dikarenakan kerusakan daerah asal selama bertahun-tahun serta kenaikan suhu.

Sayap pada kupu-kupu adalah bagian krusial sehubungan dengan identifikasi jenis baik melalui ukuran, bentuk serta rona. Klasifikasi ialah suatu proses di mana objek-objek diidentifikasi dan dikelompokkan ke dalam kategori, kelas, atau kelompok berdasarkan mekanisme, pengertian, dan ciri-ciri yang telah ditentukan sebelumnya. Ketika berbicara tentang klasifikasi spesies kupu-kupu, kita menyadari bahwa secara visual, kupu-kupu memiliki tekstur yang khas yang dapat dikenali dengan baik oleh mata manusia. Namun, untuk memahami sejauh mana proses pengelompokan dapat mengklasifikasikan spesies kupu-kupu, diperlukan penelitian yang lebih mendalam. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi sejauh mana tingkat akurasi dalam pengelompokan spesies kupu-kupu dapat dicapai menggunakan berbagai metode klasifikasi yang ada. Fractal adalah cara yang tepat untuk membentuk pemodelan fenomena alam (*natural phenomenon*) serta disebut sebagai alat untuk merepresentasikan objek-objek alam. Fractal mempunyai karakteristik primer yaitu kemiripan dengan diri sendiri (*self-similarity*). Karakteristik tadi membuat fractal mempunyai kemampuan memodelkan objek alam yang rumit serta tidak teratur. menggunakan ciri tersebut fractal mampu menentukan dimensi suatu objek. Boxcounting dianggap sebagai metode yang sangat fleksibel dan efektif dalam menghitung dimensi. Hal ini disebabkan karena metode box counting dapat digunakan untuk menentukan nilai dimensi fractal dari bentuk geometri yang kompleks, baik dalam konteks alam atau domain lainnya. Metode ini memiliki kemampuan adaptif yang baik dalam menghadapi kerumitan struktur objek yang akan diukur dimensi fractalnya. Selain itu, terdapat algoritma clustering yaitu *K-Means* yang mempunyai keunggulan praktis untuk diimplementasikan serta membutuhkan waktu yang relative singkat untuk pengaplikasiannya

Penelitian yang direncanakan akan mengklasifikasikan citra kupu-kupu dengan menggunakan metode dimensi fractal box counting dan metode klasifikasi K-Means. Telah dilakukan beberapa penelitian sebelumnya yang juga menggunakan metode dimensi fractal box counting dan k-means. Sebagai contoh, penelitian oleh Suwanda (2022) berjudul "Klasifikasi Penyakit Mata berdasarkan Citra Fundus Retina menggunakan Dimensi Fractal Box Counting dan Fuzzy K-Means" menghasilkan akurasi sebesar 76%. Selain itu, penelitian oleh Isniani (2019) dengan judul "Penjabaran Jenis Tumor Kulit menggunakan Dimensi Fractal Box Counting dan K-Means" mendapatkan akurasi pengklasteran sebesar 100% dengan menggunakan dua klaster.

Dalam penelitian ini, terdapat batasan masalah yang meliputi lima jenis spesies kupu-kupu berdasarkan bentuk sayap yang akan diidentifikasi, yaitu Kupu Julia, Kupu Brown Siproeta, Kupu Metal Mark, dan Kupu African Giant Swallowtail. Dataset yang digunakan terdiri dari 100 citra kupu-kupu, dengan setiap spesies memiliki 20 citra kupu-kupu.

Penelitian bertujuan untuk mengklasifikasikan citra kupu-kupu ke dalam spesies yang tepat. Fokus utama adalah mengidentifikasi citra bentuk sayap kupu-kupu menggunakan metode dimensi fractal box counting dan k-means. Tujuan akhir dari penelitian ini adalah memberikan bantuan kepada masyarakat umum dalam mengidentifikasi jenis kupu-kupu dengan menggunakan citra dua dimensi dan software yang telah dikembangkan. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat meningkatkan pemahaman dan pengenalan kupu-kupu secara lebih efisien dan akurat.

KAJIAN TEORI

KUPU-KUPU

Kupu-kupu adalah makhluk tak bertulang belakang yang memiliki kerangka luar, yang melindungi tubuh mereka dan organ dalamnya. Mereka termasuk dalam kelas serangga, seperti serangga lainnya, tubuh kupu-kupu terbagi menjadi tiga bagian: kepala, thorax, dan abdomen. Di kepala, terdapat sepasang antena di antara kedua mata majemuk serta sebuah tabung penghisap panjang. Bagian thorax memiliki tiga pasang kaki dan dua pasang sayap. Sayap kupu-kupu berbentuk

membran dan memiliki venasi yang penting dalam klasifikasinya.

KUPU-KUPU JULIA

Kupu Julia adalah jenis kupu-kupu dengan rentang lebar sayap sekitar 8,2 hingga 9,2 cm. Mereka memiliki ciri khas berupa sayap oranye yang memanjang dengan tanda hitam yang bervariasi tergantung pada subspeciesnya. Tanda hitam tersebut biasanya terletak di dekat ujung sayap. Kupu Julia jantan dapat dibedakan dengan warna jingga yang lebih terang dibandingkan dengan warna jingga yang lebih pudar yang dimiliki oleh betina.



Gambar 1. Kupu Julia

KUPU-KUPU ADONIS BLUE

Kupu Adonis adalah jenis kupu-kupu dengan lebar sayap sekitar 3 cm. Kupu Adonis jantan memiliki sayap sisi atas yang berwarna biru langit yang cerah, dengan garis hitam halus mengelilingi tepi sayap dan tepi putih. Di sisi lain, betina Kupu Adonis berwarna coklat kecokelatan dengan beberapa sisik biru di dekat pangkal sayap, dan memiliki bintik-bintik oranye yang dibatasi oleh sisik biru di sekitar tepi sayap belakang. Kedua jenis kelamin memiliki pinggiran sayap yang berbentuk kotak-kotak. Bagian bawah sayap Kupu Adonis berwarna abu-abu kecokelatan dengan bintik-bintik bulan sabit hitam dan oranye.



Gambar 2. Kupu Adonis Blue

KUPU-KUPU BROWN SPIROETA

Kupu Brown Siproeta memiliki sayap yang besar, dengan lebar rata-rata sekitar 7,0 hingga 7,5 cm. Bagian dalam permukaan atas

sayapnya berwarna hitam, sementara seluruh bagian bawahnya berwarna coklat. Kedua permukaan sayapnya memiliki garis melintang putih yang tebal dan berlanjut di kedua sayap. Pada bagian terluar sayap, di luar garis putih, terdapat warna jingga karat pada subspecies yang tersebar luas, yakni *Siproeta epaphus epaphus*, sedangkan dua subspecies lainnya memiliki warna hitam sebagian besar atau seluruhnya di bagian tersebut.



Gambar 3. Brown Siproeta

KUPU-KUPU METAL MARKS

Kupu Metal marks adalah kupu-kupu dengan ukuran kecil hingga sedang, dengan lebar sayap berkisar antara 1,2 hingga 6 cm. Mereka sering kali memiliki pewarnaan struktural yang cerah. Bentuk sayap mereka sangat bervariasi di dalam keluarga ini. Beberapa mungkin menyerupai kupu-kupu dalam kelompok Satyrinae, ada yang memiliki warna kuning cerah yang mirip dengan Coliadinae dan lainnya (seperti *Barbicornis*, *Rhetus arcus*, *Helicopsis*, *Chorinea*), dan ada juga yang memiliki ekor seperti kupu-kupu dalam keluarga Papilionidae. Pewarnaannya dapat bervariasi, mulai dari warna redup pada spesies di zona sedang, hingga sayap berwarna biru dan hijau yang cerah, serta sayap transparan pada spesies tropis. Bintik-bintik logam emas atau keperakan pada sayap pada banyak spesies di Amerika memberi mereka nama umum "metalmarks" dalam bahasa Inggris.



Gambar 4. Metal Mark

KUPU-KUPU AFRICAN GIANT SWALLOW

Kupu African Giant Swallowtail memiliki rentang lebar sayap antara 18 hingga 23 cm, menjadikannya salah satu kupu-kupu

terbesar di Afrika dan di antara kupu-kupu terbesar di dunia. Sayapnya memiliki bentuk panjang dan sempit, dan warna dasarnya adalah coklat jingga dengan pola hitam.



Gambar 5. African Giant Swallow

GRAYSCALE

Gambar skala abu-abu adalah gambar yang terdiri hanya dari warna abu-abu. Foto skala abu-abu digunakan karena membutuhkan lebih sedikit detail untuk diwakili dalam setiap pikselnya dibandingkan dengan foto berwarna. Dalam gambar grayscale, warna RGB memiliki intensitas yang sama, yang menghasilkan gambar dengan skala abu-abu. Berbeda dengan citra berwarna yang membutuhkan tiga intensitas untuk setiap pikselnya, citra grayscale hanya membutuhkan satu nilai intensitas. Intensitas gambar skala abu-abu disimpan sebagai bilangan bulat 8-bit, dengan 256 kemungkinan nilai mulai dari level 0 hingga 255 (0 untuk warna hitam dan 255 untuk warna putih; angka di antara mewakili tingkat keabuan).

SEGMENTASI

Segmentasi merupakan proses pemisahan area dalam sebuah citra berdasarkan kriteria homogenitas, seperti warna, tekstur, dan intensitas. Tujuan dari segmentasi adalah untuk melepaskan objek dari latar belakang, sehingga objek tersebut dapat lebih mudah dikenali dan dianalisis.

Metode thresholding merupakan salah satu metode yang digunakan dalam segmentasi citra. Metode ini melepaskan objek dari latar belakang berdasarkan perbedaan tingkat kecerahan atau kegelapan. Area dalam citra yang memiliki tingkat kegelapan cenderung akan diubah menjadi hitam dengan nilai intensitas 0, sedangkan area yang cenderung terang akan diubah menjadi putih dengan nilai intensitas 1. Hasil dari proses segmentasi dengan metode thresholding adalah citra biner, di mana setiap piksel memiliki nilai intensitas 0 atau 1.

DETEKSI TEPI CANNY

Deteksi tepi merupakan proses untuk membentuk tepi-tepi objek dalam suatu citra. Tepi citra (edge) terjadi ketika terdapat perubahan yang signifikan dalam nilai keabuan. Terdapat banyak sekali operator deteksi tepi, salah satunya adalah deteksi tepi canny. Metode canny merupakan algoritma deteksi tepi yang sering digunakan dalam berbagai penelitian karena dianggap sebagai algoritma yang paling optimal dan menghasilkan tepi yang lebih tajam dibandingkan dengan metode deteksi tepi lainnya, karena algoritma ini mengabaikan ambang batas yang tidak diperlukan dan menghasilkan garis tepi yang tipis.

Berikut adalah langkah-langkah deteksi tepi menggunakan metode canny:

- a. Smoothing atau penyaringan noise pada citra
- b. Menghitung magnitudo gradien dan arah gradient
- c. Melakukan non-maximum suppression untuk menghilangkan piksel yang tidak memperkuat tepi
- d. Menerapkan proses Hysteresis Thresholding untuk menghubungkan piksel-piksel yang membentuk tepi berkelompok

Dengan mengikuti langkah-langkah tersebut, deteksi tepi canny dapat menghasilkan tepi yang lebih tajam dan lebih akurat dalam citra.

DIMENSI FRAKTAL BOX COUNTING

Fractal diberi nama berdasarkan kata kerja Latin "*frangere*" yang berarti "*memecah, fragmen*," sebagaimana dijelaskan oleh Benoit Mandelbrot dalam bukunya "*The Fractal Geometry of Nature*" pada tahun 1982. Fraktal adalah bentuk geometris yang terdiri dari fragmen-fragmen yang mungkin serupa, identik, berulang, atau acak. Meskipun pada dasarnya fraktal adalah bentuk geometris seperti kotak, lingkaran, dan segitiga yang dikenal sebagai "*Geometri Euclid*", geometri fraktal tidak terbatas pada bentuk-bentuk Euclid, tetapi juga ditemukan dalam bentuk-bentuk alam. Keunikan fraktal terletak pada sifatnya yang tidak beraturan, yang berbeda dengan bentuk geometris konvensional. Selain itu, sifat *self-similarity*, di mana suatu objek mirip dengan dirinya sendiri pada skala yang berbeda, merupakan ciri khas utama fraktal. Fractal memiliki karakteristik lain yaitu memiliki dimensi, yang dikenal sebagai dimensi fractal, juga

merupakan karakteristik penting dari fraktal. Berbeda dengan geometri Euclid yang memiliki dimensi bilangan bulat, objek fraktal dapat memiliki dimensi dalam bentuk bilangan riil.

Ada beberapa metode yang digunakan untuk menghitung dimensi fractal, antara lain metode Richardson, Hausdorff, eksponen Hurst, dan metode *box counting*. Metode *box counting* cukup terkenal karena sifatnya yang mudah dan dapat digunakan untuk menghitung dimensi fractal objek yang kompleks, termasuk dalam citra. Perhitungan dimensi citra menggunakan metode *box counting* dilakukan dengan menutupi area objek dengan kotak-kotak persegi (*box*) yang memiliki ukuran yang bervariasi. (Juniato dan Budayasa, 2016:169).

Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam perhitungan dimensi fractal menggunakan metode *box counting*:

$$N(r) = \frac{1}{r^D} \tag{1}$$

Dimana,

D = dimensi fractal

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

r = ukuran kotak

Setelah itu, persamaan tersebut diubah menjadi bentuk algoritma, yang dapat diperoleh sebagai berikut:

$$\log(N(r)) = D \log\left(\frac{1}{r}\right) \tag{2}$$

$$D = \frac{\log N(r)}{\log\left(\frac{1}{r}\right)} \tag{3}$$

Di dapatkan bentuk algoritma untuk memperoleh nilai gradien $D(\alpha)$. Nilai α merupakan hasil pengukuran D dalam bentuk grafik, maka:

$$\alpha = \frac{n(\sum_{k=1}^n xy) - (\sum_{k=1}^n x)(\sum_{k=1}^n y)}{n(\sum_{k=1}^n x^2) - (\sum_{k=1}^n x)^2} \tag{4}$$

K-MEANS

Salah satu metode pengelompokan yang memiliki keuntungan karena kemudahannya dalam penggunaan dan implementasi yang cepat adalah *K-Means*. Metode ini membagi data input menjadi K kelompok atau kluster melalui algoritma yang telah ditentukan, di mana setiap kluster memiliki titik pusat atau centroid yang berfungsi sebagai representasi dari kluster tersebut.

Berikut adalah algoritma *K-Means*:

- a. Tentukan jumlah kluster(K) yang diperlukan, dan tentukan titik pusat

(*centroid*) awal sebanyak K titik sebarang.

- b. Kelompokkan setiap data dengan *centroid* hingga terbentuk K buah kluster.
- c. Hitung nilai *centroid* dengan mencari rata-rata tiap kluster. Nilai rata-rata dari tiap kluster merupakan *centroid* baru tiap kluster.
- d. Terus lakukan langkah b dan c hingga nilai *centroid* tetap sama

Dengan mengikuti langkah-langkah tersebut, *K-Means* dapat digunakan untuk mengelompokkan data ke dalam kluster dengan menemukan posisi *centroid* yang optimal. satu metode pengelompokan yang memiliki keuntungan karena mudah digunakan dan diterapkan dalam waktu singkat adalah *K-Means*. Data *input* akan dibagi menjadi K kelompok (kluster) melalui algoritma ini, dimana setiap kluster memiliki titik pusat (*centroid*) yang berfungsi sebagai representasi dari kluster tersebut.

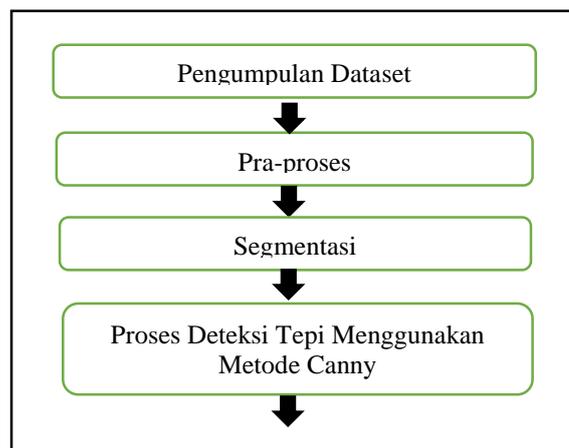
METODE PENELITIAN

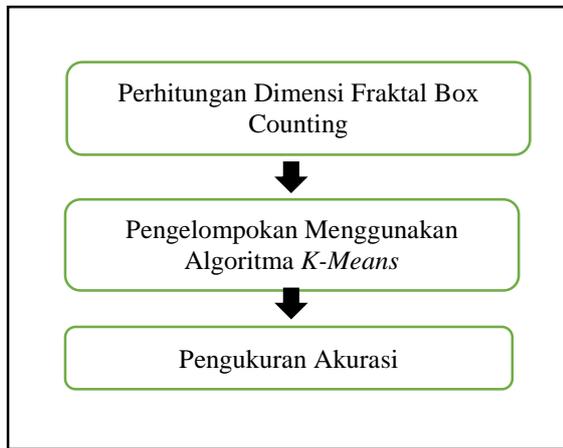
SUMBER DATA

Dalam penelitian ini, digunakan data sekunder yang diperoleh dari Kaggle dataset. Terdapat total 100 citra kupu-kupu yang akan dikelompokkan. Setiap kelompok terdiri dari 20 citra yang mewakili jenis kupu-kupu tertentu. Jenis kupu-kupu yang dimasukkan dalam analisis ini meliputi Kupu Julia, Kupu Adonis, Kupu Brown Siproeta, Kupu Metal Mark, dan Kupu African Giant Swallow. Data dapat diakses secara online melalui [Butterfly & Moths Image Classification 100 species | Kaggle](#)

RANCANGAN PENELITIAN

Rancangan penelitian yang akan dilaksanakan dalam studi ini digambarkan dalam diagram berikut:





Gambar 6. Diagram Rancangan Penelitian

Berdasarkan Gambar 6, penelitian ini mengikuti rancangan sebagai berikut:

1. Dataset

Data yang digunakan di penelitian ini adalah data sekunder yang diambil dari butterfly dataset. Dataset terdiri dari 100 kupu-kupu yang terdiri dari 20 Kupu Julia, 20 Kupu Adonis, 20 Kupu Brown Siproeta, 20 Kupu Metal Mark, dan 20 Kupu African Giant Swallow. Citra yang digunakan adalah citra sayap kupu-kupu dalam posisi membentang.

2. Pra-proses

Tahap pra-proses melibatkan beberapa langkah, yaitu:

a. Remove Background

Langkah awal adalah menghapus latar belakang pada citra kupu-kupu untuk fokus pada bentuk sayap. Selain itu, citra juga disesuaikan ukurannya menjadi 256×256 piksel.

b. Grayscale

Karena input citra yang digunakan adalah citra RGB. Citra RGB diubah menjadi citra grayscale dengan melakukan rata-rata nilai piksel dari setiap layer. Proses ini dilakukan untuk mempertahankan variasi tepi pada citra sehingga detail tepi yang tidak teratur pada sayap kupu-kupu tetap terlihat.

3. Segmentasi

Segmentasi dilakukan untuk melepaskan objek dari latar belakang agar objek mudah dikenali dan dianalisis. Dalam penelitian ini, segmentasi dilakukan untuk melepaskan bentuk sayap kupu-

kupu dengan motif pada sayap. Teknik thresholding digunakan untuk menganalisis kemiripan pada citra. Dengan menggunakan nilai ambang batas T , citra grayscale diubah menjadi citra biner dengan menggunakan nilai ambang batas 0.

4. Proses Deteksi Tepi Menggunakan Metode Canny

Metode yang digunakan untuk mendeteksi tepi dalam penelitian ini adalah metode deteksi tepi Canny. Pemilihan metode ini dilakukan karena metode Canny mampu menghasilkan tepi yang lebih tajam dan optimal dalam pengolahan citra.. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi bercak-bercak yang terdapat pada sayap kupu-kupu, yang nantinya akan digunakan untuk menghitung dimensi menggunakan *box counting*.

5. Perhitungan Dimensi Fraktal Menggunakan Box Counting

Setelah proses deteksi tepi Canny, citra yang telah diolah digunakan sebagai input untuk mendapatkan nilai dimensi mempergunakan dimensi fractal *box counting*. Dari hasil perhitungan ini, akan diperoleh dimensi untuk setiap data citra kupu-kupu.

6. Pengelompokan Menggunakan Algoritma K-Means

Setelah mendapatkan nilai dimensi dari tahap sebelumnya, langkah selanjutnya adalah melakukan pengelompokan citra menggunakan algoritma K-Means. Citra-citra akan dikelompokkan menjadi 5 klaster berdasarkan nilai dimensi yang telah dihitung sebelumnya.

7. Pengukuran Akurasi

Pada tahap akhir, akan dilakukan pengukuran akurasi dari hasil pengelompokan sebelumnya.

$$akurasi = \frac{n}{S} \times 100\% \quad (5)$$

Dimana,

n = jumlah prediksi benar

S = jumlah total prediksi

HASIL DAN PEMBAHASAN

PENGOLAHAN CITRA

Pada langkah ini, hasil pengolahan setiap citra ditampilkan menggunakan program MATLAB.

Awalnya, citra RGB diubah menjadi citra grayscale. Kemudian, metode segmentasi thresholding digunakan untuk memisahkan area sayap kupu-kupu dari latar belakang. Setelah itu, dilakukan operasi komplemen agar objek memiliki nilai 0 (berwarna hitam), sementara latar belakang memiliki nilai 1 (berwarna putih). Selanjutnya, tepi-tepi objek dideteksi menggunakan metode deteksi tepi Canny.

Berikut adalah hasil pengolahan citra untuk setiap jenis kupu-kupu.

Tabel 1. Hasil Pengolahan Citra

Citra Asli	Citra Grayscale	Thresholding	Komplement	Tepi Canny
				
				
				
				
				

DIMENSI FRAKTAL BOX COUNTING

Hasil nilai dimensi dari setiap citra kupu-kupu diperoleh menggunakan metode dimensi fractal *box counting* melalui aplikasi MATLAB:

Tabel 2. Nilai Dimensi Kupu Adonis

no	nilai	no.	nilai
1)	1.4697	11)	1.4644
2)	1.4534	12)	1.4644
3)	1.4571	13)	1.468
4)	1.4608	14)	1.4644
5)	1.4589	15)	1.4589
6)	1.4552	16)	1.4571
7)	1.4534	17)	1.4477
8)	1.4458	18)	1.4662
9)	1.4608	19)	1.4626
10)	1.4608	20)	1.4662

Tabel 3. Nilai Dimensi Kupu Julia

no	nilai	no	nilai
1)	1.4196	11)	1.4
2)	1.4175	12)	1.3932
3)	1.4045	13)	1.3955
4)	1.4067	14)	1.3908
5)	1.4089	15)	1.4045
6)	1.4196	16)	1.3932
7)	1.4132	17)	1.3955
8)	1.4111	18)	1.3908
9)	1.4067	19)	1.3977
10)	1.4045	20)	1.3955

Tabel 4. Nilai Dimensi Kupu Metal Mark

no	nilai	no	nilai
1)	1.5765	11)	1.5483
2)	1.5678	12)	1.5563
3)	1.5415	13)	1.5691
4)	1.5456	14)	1.5716
5)	1.5428	15)	1.5496
6)	1.564	16)	1.5415
7)	1.5765	17)	1.5578
8)	1.5660	18)	1.562
9)	1.5442	19)	1.5689
10)	1.5741	20)	1.5531

Tabel 5. Nilai Dimensi Kupu African Giant Swallow

no	nilai	no	nilai
1)	1.5031	11)	1.5063
2)	1.5109	12)	1.517
3)	1.5078	13)	1.5155
4)	1.5063	14)	1.4919
5)	1.5063	15)	1.4919
6)	1.5063	16)	1.4984
7)	1.514	17)	1.4935
8)	1.5094	18)	1.5244
9)	1.5078	19)	1.5288
10)	1.517	20)	1.5014

Tabel 6. Nilai Dimensi Kupu Brown Spiroeta

no	nilai	no	nilai
1)	1.4836	11)	1.517
2)	1.475	12)	1.5
3)	1.4902	13)	1.5063
4)	1.4819	14)	1.5
5)	1.4733	15)	1.5
6)	1.4806	16)	1.5031
7)	1.4767	17)	1.5016
8)	1.4733	18)	1.4856
9)	1.4902	19)	1.4812

10)	1.4697	20)	1.4847
-----	--------	-----	--------

Tabel 7. Rata Rata Nilai Dimensi

Jenis kupu-kupu	Rata-rata nilai
Adonis	1.45979
Julia	1.40345
Metal Marks	1.55886
African Giant Swallow	1.4887
Brown Spiroeta	1.517645

K-MEANS

Hasil pengelompokan menggunakan metode *K-Means* dilakukan melalui aplikasi RapidMiner Studio. Berikut adalah hasil yang diperoleh:

Tabel 8. Tabel Centroid

Tabel Centroid	
Kelompok 0	1.559
Kelompok 1	1.403
Kelompok 2	1.460
Kelompok 3	1.509
Kelompok 4	1.484

Dengan menggunakan tabel centroid yang telah didapatkan, data akan dikelompokkan menjadi lima kelompok, yaitu kelompok Adonis (1-20), kelompok Julia (21-40), kelompok Metal Mark (41-60), kelompok African Giant Swallow (61-80), dan kelompok Brown Siproeta (81-100). Berikut adalah hasil yang diperoleh:

Tabel 9. Tabel Hasil Kelompok

No.	Kelompok	No.	Kelompok
1.	Kelompok 2	21	Kelompok 1
2.	Kelompok 2	22	Kelompok 1
3	Kelompok 2	23	Kelompok 1
4	Kelompok 2	24	Kelompok 1
5	Kelompok 2	25	Kelompok 1
6	Kelompok 2	26	Kelompok 1
7	Kelompok 2	27	Kelompok 1
8	Kelompok 2	28	Kelompok 1
9	Kelompok 2	29	Kelompok 1
10	Kelompok 2	30	Kelompok 1
11	Kelompok 2	31	Kelompok 1
12	Kelompok 2	31	Kelompok 1
13	Kelompok 2	33	Kelompok 1
14	Kelompok 2	34	Kelompok 1
15	Kelompok 2	35	Kelompok 1
16	Kelompok 2	36	Kelompok 1

17	Kelompok 2	37	Kelompok 1
18	Kelompok 2	38	Kelompok 1
19	Kelompok 2	39	Kelompok 1
20	Kelompok 2	40	Kelompok 1

No.	Kelompok	No.	Kelompok
41	Kelompok 0	61	Kelompok 3
42	Kelompok 0	62	Kelompok 3
43	Kelompok 0	63	Kelompok 3
44	Kelompok 0	64	Kelompok 3
45	Kelompok 0	65	Kelompok 3
46	Kelompok 0	66	Kelompok 3
47	Kelompok 0	67	Kelompok 3
48	Kelompok 0	68	Kelompok 3
49	Kelompok 0	69	Kelompok 3
50	Kelompok 0	70	Kelompok 3
51	Kelompok 0	71	Kelompok 3
52	Kelompok 0	72	Kelompok 3
53	Kelompok 0	73	Kelompok 3
54	Kelompok 0	74	Kelompok 4
55	Kelompok 0	75	Kelompok 4
56	Kelompok 0	76	Kelompok 3
57	Kelompok 0	77	Kelompok 4
58	Kelompok 0	78	Kelompok 3
59	Kelompok 0	79	Kelompok 3
60	Kelompok 0	80	Kelompok 3

No.	Kelompok
81	Kelompok 4
82	Kelompok 4
83	Kelompok 4
84	Kelompok 4
85	Kelompok 4
86	Kelompok 4
87	Kelompok 4
88	Kelompok 4
89	Kelompok 4
90	Kelompok 4
91	Kelompok 3
92	Kelompok 3
93	Kelompok 3
94	Kelompok 3
95	Kelompok 3
96	Kelompok 3
97	Kelompok 3
98	Kelompok 4
99	Kelompok 2
100	Kelompok 4

Dari tabel hasil di atas, dapat dilihat bahwa Kelompok 0 mewakili Kupu Metal Mark, Kelompok 1 mewakili Kupu Julia, Kelompok 2 mewakili Kupu Adonis, Kelompok 3 mewakili kelompok African Giant Swallow, dan Kelompok 4 mewakili Kupu Brown Siproeta. Namun, terdapat 11 dari 100 data yang telah diproses yang tergolong ke dalam cluster yang salah.

AKURASI

$$\text{Akurasi} = \frac{89}{100} \times 100\% = 89\%$$

PENUTUP

SIMPULAN

Berdasar temuan dari penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa pengolahan citra kupu-kupu melalui proses grayscale, segmentasi thresholding, komplemen, dan deteksi tepi canny dapat digunakan untuk mengenali objek. Selanjutnya, dengan menggunakan metode dimensi fractal *box counting*, nilai dimensinya dapat dihitung. Nilai dimensi ini kemudian digunakan dalam proses pengelompokan menggunakan metode *K-Means* untuk membentuk 5 kelompok. Hasil pengelompokan tersebut mencapai tingkat akurasi sebesar 89%.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengumpulkan lebih banyak data citra kupu-kupu yang beragam dan memperhatikan faktor pencahayaan. Hal ini dapat membantu meningkatkan akurasi dan kehandalan penelitian, serta memberikan keyakinan kepada pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, A. 2002. Potensi Dan Sebaran Kupu-Kupu di Kawasan Taman Wisata Alam Bantimurung. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Balai Penelitian Kehutanan Makassar, Makassar.
- Al Amin, M., 2017. Klasifikasi kelompok umur manusia berdasarkan analisis dimensi fraktal *box counting* dari citra wajah dengan deteksi tepi canny. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 5(2).
- Amir M, WA Noerdjito & S Kahono. 2008. Serangga Taman Nasional Gunung Halimun Jawa Bagian Barat. Bogor: BCP – JICA.
- Andrian, R., Anwar, S., Muhammad, M.A. and Junaidi, A., 2019. Identifikasi Kupu-Kupu Menggunakan Ekstraksi Fitur Deteksi Tepi (Edge Detection) dan Klasifikasi K-Nearest Neighbor (KNN). *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 5(2).
- Backes A.R, and Bruno, O.M. 2008. A new Approach to Estimate Fractal Dimension of Texture Image. Heidelberg: Springer.
- Borrer, D. J., N. F. Johnson and C. A. Triplehorn. 1992. Pengenalan Pelajaran Serangga, edisi ke enam. Terjemahan Soetiyono. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Isnaini, N A., D. Juniati 2019. Klasifikasi Jenis Tumor Kulit Menggunakan Dimensi Fractal Box Counting Dan K-Means *Jurnal Riset dan Aplikasi Matematika* 3(02):71-77.
- Juniati, Dwi dan Budayasa, I Ketut. 2016. Geometri Fractal & Aplikasinya. Surabaya: Unesa University Press.
- Peggie D. 2014. Diversitas dan Pentingnya Kupu-kupu Nusa Kambangan (Jawa, Indonesia). *Zoo Indonesia*, 23(1), pp. 45-55.
- Purnomo, G. A. MAKALAH TUGAS AKHIR KLASIFIKASI SPESIES KUPU-KUPU MENGGUNAKAN EKSTRAKSI GLCM DAN ALGORITMA KLASIFIKASI K-NN.
- Sulistiyani T H. 2013. Keanekaragaman jenis kupu-kupu (Lepidoptera: Rhopalocera) di kawasan Cagar Alam Ulolanang Kecebung Kabupaten Batang [skripsi]. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Suwanda, A E., D. Juniati. 2022. Klasifikasi Penyakit Mata Berdasarkan Citra Fundus Retina Menggunakan Dimensi Fractal Box Counting Dan Fuzzy K-Means. *Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika* 5(01):10-18.
- Trianto. 2010. Model Pembelajaran Terpadu, Konsep, Strategi dan Implementasinya dalam KTSP. Jakarta: Bumi Aksara.
- Widhiono. 2004. Dampak Modifikasi Hutan Terhadap Keragaman Hayati Kupu-Kupu di Gunung Slamet Jawa Tengah. *Biosfera* 21(3) : 89-94.
- Yodha, Johaness Widagdho & Achmad Wahid Kurniawan, Pengenalan Motif Batik Menggunakan Deteksi Tepi Canny dan

KNearest Neighbor, Techno.COM, Vol. 13,
No. 4, 2014.