
KLASIFIKASI KUPU-KUPU DAN NGENGAT DENGAN METODE KLASIFIKASI ALGORITMA K-NN DAN EKSTRAKSI GLCM

Rizaldi Septian Fauzi¹, Icha Melisa², Jumsayrah³

¹F1D017075, ²F1D017033, dan ³F1D017039 : Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika,

Fakultas Teknik, Universitas Mataram

Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok NTB, INDONESIA.

Email : rizaldisfausi@gmail.com, ichamelisaagstn@gmail.com, miajumsayrah28@gmail.com

Abstract

Butterflies and moths belong to the same ordo, Lepidoptera. Taxonomists usually debate how to determine the clear difference between the two. As the development of science, scientists figured out one by one feature that can distinguish the two. Of the many features, there are some that can be obtained based on image such as antenna shape, body structure, and wings. By utilizing technology, these features differences can be utilized for feature extraction. There are several methods that can be used to obtain the texture feature of an image, one of them is the Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) method by calculating the probability of a neighborhood relationship between two pixels at a certain distance and direction. The parameters which obtained from the GLCM method include Contrast, Inverse Difference Momentum (IDM), Energy, Correlation. The results of the extraction of these features are then used for the classification process using k-Nearest Neighbor (k-NN) algorithm which determines the classification results based on the number of nearest neighbors. In this study, the authors analyzed 70 images of butterflies and 70 images of moths in different conditions and different types. The classification results using a value of 5 for the number of neighbors in the k-NN method and by dividing 50% of the data used for data training resulted in an accuracy value of 58%.

Keywords: Butterfly, Moth, Feature Extraction, GLCM, Classification, k-NN Algorithm

I. PENDAHULUAN

Kupu-kupu masih tergolong dalam satu ordo Lepidoptera dengan ngengat dimana terkadang susah untuk dibedakan oleh kebanyakan orang. Hal ini dikarenakan keduanya memiliki karakteristik sayap yang bersisik. Lepidoptera berasal dari nama latin lepto- berarti sisik dan nama Yunani -pteron (jamak: -ptera) berarti sayap. Sisik-sisik ini tersusun seperti atap genteng dan memberikan corak dan warna pada sayap [1]. Akan tetapi, dalam taksa yang lebih rendah keduanya dipisahkan dalam dua subordo, yaitu Rhopalocera (kupu-kupu) dan Heterocera (ngengat) [2]. Pembagian ini didasarkan atas beberapa karakteristik yang membedakan antara

keduanya. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut[3]:

Tabel 1. Perbedaan kupu-kupu dan ngengat

Kupu-kupu	Ngengat
Diurnal	Nokturnal
Populasi lebih sedikit	Populasi lebih banyak
Warna cerah	Warna suram
Melipat sayap secara vertical (tegak) ketika beristirahat	Melipat sayap secara horizontal ketika istirahat
Kepompong berbentuk kokon, kecuali <i>Hesperidae</i>	Kepompong berbentuk kokon

Melihat terbatasnya kemampuan indra pengelihatannya, maka digunakan teknologi untuk

mempercepat proses. Dengan menggunakan perbedaan karakteristik dari kupu-kupu dan ngengat menjadi jalur untuk mencapai suatu sistem yang dapat membedakan kupu-kupu dengan ngengat lebih baik dari pengelihat manusia dan tentunya akurat.

Sebelumnya memang banyak dilakukan penelitian terdahulu terkait identifikasi khususnya kupu-kupu dengan berbagai metode berbeda yang menghasilkan akurasi yang berbeda pula. Salah satu yang digunakan yaitu GLCM untuk ekstraksi fitur dan algoritma k-NN untuk klasifikasi.

Berangkat dari permasalahan tersebut, diusungkan sebuah sistem klasifikasi kupu-kupu dan ngengat menggunakan GLCM sebagai ekstraksi fitur dan algoritma k-NN untuk klasifikasi. Hasil akurasi dan berbagai hal dipertimbangkan sehingga keduanya diimplementasikan pada penelitian kali ini. Sehingga sangat diharapkan hasil penelitian ini akan bermanfaat dan terus dikembangkan kedepannya.

II. TINJAUAN USTAKA

Penelitian terdahulu yang terkait dengan metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Penelitian dengan judul “GLCM Textural Features for Brain Tumor Classification” Penelitian ini membahas tentang pengenalan gambar medis secara otomatis dapat mengenali tumor otak dengan menggunakan fitur ekstraksi GLCM dan untuk pengelompokannya menggunakan algoritma twolayered Feed forward Neural Network. Pada hasil penelitian tersebut memberikan tingkat klasifikasi 97,5% [4].

Penelitian dengan judul “Implementasi Fuzzy C-Means untuk Pengelompokan Citra Batik Berdasarkan Motif dengan Fitur Tekstur” hasil ekstraksi citra pada penelitian ini akan dikelompokkan berdasarkan motifnya berdasarkan metode pengklasteran *Fuzzy C-Means* (FCM). Dan Fungsi Fitur Tekstur GLCM mampu memberikan hasil pengenalan motif yang lebih baik. Dari percobaan yang dilakukan, didapatkan hasil nilai *Overall F-Measure*

tertinggi pada saat penggunaan *fuzziness* 2 yaitu sebesar 0,364 [5].

Pada penelitian yang ditemukan Refta Listia dan Agus Harjoko yang berjudul “Klasifikasi Massa pada Citra Mammogram Berdasarkan Gray Level Cooccurrence Matrix (GLCM)” Tahun 2014. Penelitian terhadap kanker mammogram yang paling umum diderita oleh wanita dilakukan dengan menggunakan mamografi. Tujuan penelitian ditujukan untuk mengklasifikasi penyakit mammogram berdasarkan 3 kelas diantaranya kelas normal, tumor jinak dan tumor ganas. Dalam proses mengelompokkannya terdiri dari 4 langkah sistem yang usulkan yaitu preprosesing, segmentasi ekstraksi ciri fitur dan klasifikasi. Kemudian dalam tahap preprosesing dilakukan *grayscale* untuk mengubah citra asli menjadi citra keabu-abuan, interpolasi, amoeba mean filter dan segmentasi. Setelah itu pada langkah Ekstraksi ciri pada penelitian ini menggunakan GLCM dengan ciri-ciri statistik 4 arah yaitu $d=1$ dan $d=2$. Dalam perhitungan GLCM terdapat 5 fitur yang digunakan yaitu kontras, energi, entropi, korelasi dan homogenitas. Pada tahap akhir klasifikasi yang digunakan adalah Backpropagation. Sehingga pada hasil penelitian menunjukkan bahwa fitur ekstraksi GLCM 4 arah yaitu (0° , 45° , 90° , dan 135°) dengan jarak $d=1$, mempunyai akurasi klasifikasi mammogram sebesar 81,1% dan pada sudut khusus arah 0° menunjukkan akurasi klasifikasi sebesar 100% [6].

Metode GLCM dan KNN telah banyak digunakan dalam penelitian pengenalan pola, seperti yang dilakukan oleh Kulkarni menggunakan metode GLCM dan 3 klasifikasi KNN untuk mengidentifikasi iris mata manusia dengan akurasi sebesar 96,3%. Kaushal dan Bala (2017) menggunakan metode GLCM dan klasifikasi KNN untuk mengidentifikasi penyakit pada tumbuhan dengan akurasi antara 80%- 90%. Penelitian dari keduanya menunjukkan bahwa metode GLCM dan klasifikasi KNN masih menjadi metode yang

dapat digunakan untuk mengidentifikasi kupu-kupu [7].

1. Kupu-kupu dan ngengat

Kupu-kupu dan ngengat (rama-rama) merupakan serangga yang tergolong ke dalam ordo Lepidoptera, atau 'serangga bersayap sisik' (lepis, sisik dan pteron, sayap). Secara sederhana, kupu-kupu dibedakan dari ngengat alias kupu-kupu malam berdasarkan waktu aktifnya dan ciri-ciri fisiknya. Kupu-kupu umumnya aktif di waktu siang (diurnal), sedangkan ngengat kebanyakan aktif di waktu malam (nocturnal). Kupu-kupu beristirahat atau hinggap dengan menegakkan sayapnya, ngengat hinggap dengan membentangkan sayapnya. Kupu-kupu biasanya memiliki warna yang indah cemerlang, ngengat cenderung gelap, kusam atau kelabu. Meski demikian, perbedaan-perbedaan ini selalu ada perkecualiannya, sehingga secara ilmiah tidak dapat dijadikan pegangan yang pasti [8]. Kupu-kupu dan ngengat amat banyak jenisnya. Jenis ngengatnya sejauh ini belum pernah dibuatkan daftar lengkapnya, akan tetapi diduga ada ratusan jenis [9].

a. Kupu kupu

Kupu-kupu merupakan serangga yang memiliki ciri-ciri yang khas, terutama adanya sisik-sisik pada sayap yang mudah terlepas jika dipegang, tidak menggigit dan menyengat dan dalam bentuk dewasa bukanlah serangga perusak yang serius. Memiliki jumlah populasi yang paling banyak dari pada ordo lainnya dalam kelas insekta dan tersebar dari dataran rendah sampai ketinggian 750 m dpl serta ditemukan pada daerah hutan, pinggiran hutan, ladang, semak belukar, dan di sepanjang aliran air [10]

Nilai Penting Kupu-Kupu dalam berbagai bidang kehidupan yaitu Kupu-kupu mempunyai nilai yang sangat penting, dan dapat dikelompokkan kedalam nilai ekonomi, ekologi, endemisme, konservasi, estetika, pendidikan dan nilai budaya.

b. Ngengat

Ngengat adalah serangga yang berhubungan dekat dengan kupu-kupu dan kedua-duanya termasuk ke dalam Ordo Lepidoptera. Perbedaan diantara kupu-kupu dan ngengat lebih dari taksonomi. Kadang nama "Rhopalocera" (kupu-kupu) dan "Heterocera" (ngengat) digunakan untuk memformalisasikan perbedaan mereka. Banyak usaha telah dilakukan untuk membagi ordo Lepidoptera menjadi kelompok seperti Microlepidoptera dan Macrolepidoptera, Fenatae dan Jugatae, atau Monotrysis dan Ditrysis. Kegagalan dari nama ini untuk tetap berada pada penggolongan moderan karena tidak ada dari penggolongan tersebut merepresentasikan sepasang kelompok monofiletis. Pada kenyataannya, kupu-kupu adalah kelompok kecil yang muncul dari "ngengat". Ngengat cukup tahan banting dan lebih tidak rentan pada pembasmi hama dibandingkan nyamuk dan lalat. Beberapa ngengat namun juga berguna dan dternakan seperti contohnya ulat sutera, larva dari ngengat domestik *Bombyx mori* [11].

2. Ekstraksi fitur

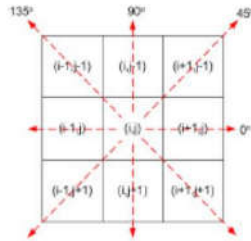
Ekstraksi fitur dilakukan untuk mendapatkan karakteristik unik atau ciri khas dari suatu objek. Informasi yang perlu ada agar karakteristik fitur dapat dikatakan baik jika mampu membedakan suatu objek dengan objek yang lainnya, dalam memperoleh fitur perlu diperhatikan kompleksitas komputasinya, bersifat *invariant* terhadap transformasi sehingga tidak terikat, dan memiliki jumlah yang sedikit. Hal ini bertujuan untuk mempercepat komputasi dan meminimalkan penggunaan ruang penyimpanan untuk proses selanjutnya [12].

3. GLCM

Grey Level Co-occurrence Matrix (GLCM) merupakan proses atau langkah awal dalam melakukan klasifikasi citra, proses ini berkaitan dengan karakteristik citra yaitu kombinasi yang berbeda dari nilai kecerahan

piksel (tingkat warna abu-abu) yang terjadi pada sebuah citra atau gambar. Analisis tekstur lazimnya dimanfaatkan sebagai proses untuk melakukan klasifikasi citra.

Suatu piksel yang bertetangga yang memiliki jarak diantara keduanya, dapat terletak di delapan arah yang berlainan, hal ini ditunjukkan pada Gambar dibawah.



Gambar 1. Hubungan ketetanggaan antar piksel sebagai fungsi orientasi dan jarak spasial

Pengukuran nilai tekstur didasarkan pada persamaan *Harralick* yang didefinisikan sebagai berikut:

a. Kontras

menunjukkan ukuran penyebaran (momen inersia) elemen-elemen matriks citra.

$$\sum i_1 \sum i_2 P_{i_1, i_2} (i_1 - i_2)^2$$

b. Homogenitas

Menunjukkan kehomogenan variasi intensitas dalam citra.

Persamaan Homogenitas:

$$\sum i_1 \sum i_2 \frac{P_{i_1, i_2}}{1 + |i_1 - i_2|^2}$$

c. Energi

Energi merupakan fitur GLCM yang digunakan untuk mengukur konsentrasi pasangan intensitas pada matriks GLCM, dan didefinisikan sebagai berikut:

$$Energy = \sqrt{\sum i_1 \sum i_2 P_{i_1, i_2}^2}$$

d. Korelasi

Korelasi menunjukkan bahwa ketergantungan linier derajat keabuan dari piksel-piksel yang saling bertetangga dalam suatu citra abu-abu. Persamaan korelasi disimbolkan sebagai berikut[13]:

$$\sum i_1 \sum i_2 P_{i_1, i_2} \left[\frac{(i_1 - \mu_{i_1})(i_2 - \mu_{i_2})}{\sigma_{i_1} \sigma_{i_2}} \right]$$

Dimana:

$$\mu_{i_1} = \sum i_1 \sum i_2 P_{i_1, i_2}$$

$$\mu_{i_2} = \sum i_2 \sum i_1 P_{i_1, i_2}$$

$$\sigma_{i_1} = \sqrt{\sum i_1 (i_1 - \mu_{i_1})^2 \sum i_2 P_{i_1, i_2}}$$

$$\sigma_{i_2} = \sqrt{\sum i_2 (i_2 - \mu_{i_2})^2 \sum i_1 P_{i_1, i_2}}$$

4. Klasifikasi

Klasifikasi adalah pengelompokan makhluk hidup berdasarkan jenisnya. Tujuan klasifikasi adalah menyederhanakan objek yang sedang dipelajari. Manfaat klasifikasi adalah memudahkan kita dalam mempelajari organisme yang beraneka ragam dan dengan mengetahui klasifikasi makhluk hidup kita akan mengetahui hubungan keakraban antara makhluk hidup yang satu dengan yang lain. Dasar klasifikasi makhluk hidup dapat berupa manfaat, struktur morfologi dan anatomi, dan ciri biokimia.

Ada tiga macam sistem klasifikasi, yaitu klasifikasi sistem artifisial, klasifikasi sistem alam, dan klasifikasi sistem filogenetik. Klasifikasi makhluk hidup ke dalam *kingdom-kingdom* telah berkembang sampai 6 *kingdom*. Klasifikasi 6 kongdom membagi makhluk hidup dalam *kingdom Archebacteria, Eubacteria, Protista, Fungi, Plantae, dan Animalia* [14].

5. k-NN

Algoritma k-Nearest Neighbour (k-NN) merupakan sebuah algoritma yang berfungsi untuk melakukan pengklasifikasi atau pengelompokan terhadap objek yang berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Data pembelajaran diproyeksikan ke ruang berdimensi banyak, dimana masing-masing dimensi merepresentasikan ciri dari data tersebut. Ruang ini dibagi menjadi bagian-

bagian berdasarkan klasifikasi data pembelajaran. Dekat atau jauhnya tetangga dapat dihitung berdasarkan jarak *Euclidean* dengan rumus umum sebagai berikut[15]:

$$d(a - b) = \sqrt{(a_1 - b_1)^2 + \dots + (a_n - b_n)^2}$$

$$= \sqrt{\sum_{k=1}^n (a_k - b_k)^2}$$

Keterangan :

D :Jarak antara bobot citra uji dan latih

a1...n :Bobot citra data uji

b1...n :Bobot citra data latih

n :Dimensi data

k :Variabel data

III. METODOLOGI PENELITIAN

1. Alat dan Bahan

Penelitian yang dilakukan untuk sistem pengenalan pola huruf sasak menggunakan metode integral projection dan neural network membutuhkan alat dan bahan sebagai berikut:

Alat:

- Hardware* Laptop: menggunakan Intel® Core™ i7-3667U CPU @ 2.00 GHz (4 CPUs), RAM 6 GB
- Operating system*: menggunakan *Operating System Windows 7 Ultimate* 64-bit (6.1, Build 7601).
- Software* Google Colab: diperlukan untuk pembuatan program.
- Bahasa Pemrograman: Python 3.
- Software* Microsoft Office Picture Manager: untuk memotong citra.
- Microsoft office 2007 untuk penyusunan laporan.

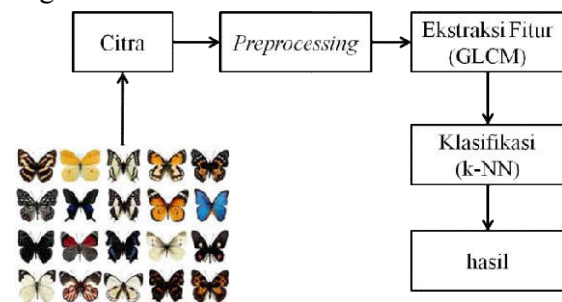
Bahan:

- Citra kupu-kupu sebanyak 70 buah dalam format jpg. Setelah dilakukan *preprocessing* dengan ukuran maksimal 1.74 MB yang didapatkan dari Dataset “Butterfly high resolution images” dari situs Kaggle.
- Citra ngengat sebanyak 70 buah dalam format jpg dengan ukuran maksimal 388 KB yang didapatkan dari hasil

unduhan secara acak di mesin pencarian Google.

2. Rancangan Sistem

Pada tahap awal dilakukan tahap *preprocessing* pada citra kupu-kupu dan ngengat. Kemudian dilakukan ekstraksi fitur menggunakan metode GLCM. Pada proses GLCM didapatkan keluaran berupa tabel csv dengan 138 baris dan 17 kolom. Hasil dari GLCM tersebut kemudian dijadikan nilai input dalam tahap pelatihan klasifikasi serta menjadi *data testing* dengan menggunakan k-Nearest Neighbour.



Gambar 2. Blok Diagram

Gambar 2 merupakan diagram blok dari sistem yang akan dibuat. Pada tahap awal dilakukan tahap *preprocessing* pada citra kupu-kupu dan ngengat dengan mengecilkan ukuran citra dan memotong bagian-bagian yang tidak diperlukan dari citra.

Kemudian dilakukan ekstraksi fitur menggunakan metode GLCM pada proses ini dihitung empat elemen GLCM yaitu: kontras, homogenitas, energi, dan korelasi yang dihitung 4 arah yaitu pada 0°, 45°, 90°, dan 135°. Pada proses GLCM didapatkan keluaran berupa tabel csv dengan 137 baris dan 17 kolom. Hasil dari GLCM tersebut kemudian dijadikan nilai input dalam tahap pelatihan klasifikasi serta menjadi *data testing* dengan menggunakan k-Nearest Neighbour. Pada tahap ini, sebelumnya dilakukan *data split* yaitu pembagian untuk *data training* dengan *data testing*. Dalam penelitian ini dibagi rata yaitu 50:50.

Output dari proses pelatihan akan dijadikan acuan untuk kesimpulan dari sistem apakah sistem dapat mengenali dan

mengklasifikasikan mana yang merupakan kupu-kupu dan mana yang ngengat.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

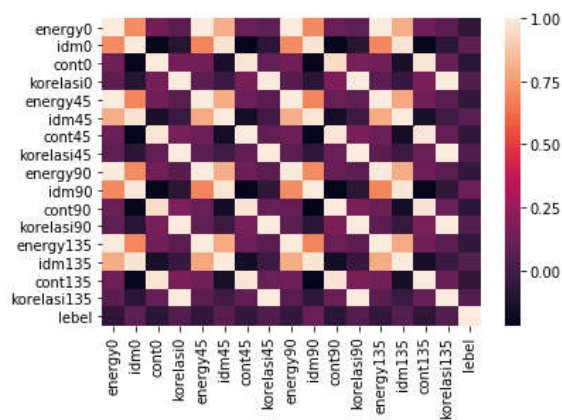
A. Preprocessing

Pada tahap ini, dataset yang terdiri dari 140 citra dimana terdapat 70 citra kupu-kupu dan 70 citra ngengat dilakukan *preprocessing* yaitu dengan memotong bagian citra yang tidak perlu dan memperkecil ukuran citra. Sehingga didapatkan citra kupu-kupu sebanyak 70 buah dalam format jpg dengan ukuran maksimal 1.74 MB dan citra ngengat sebanyak 70 buah dalam format jpg dengan ukuran maksimal 388 KB.

B. Ekstraksi Fitur

Pada tahap ini, citra-citra hasil *preprocessing* dimasukkan ke dalam metode GLCM untuk ekstraksi fitur. Citra-citra tersebut akan dikonversi dari citra dengan pengaturan warna *blue*, *green* dan *red* (BGR) menjadi abu-abu (*grayscale*). Setelah proses ekstraksi fitur akan didapatkan sebuah *dataset* berupa tabel csv dengan 137 baris dan 17 kolom. Data-data yang berhasil didapatkan antara lain: nama, nilai elemen kontras, homogenitas, energi, dan korelasi pada 0°, 45°, 90°, dan 135° serta label. Waktu eksekusi yang didapatkan ketika mengolah 70 citra kupu-kupu dengan total ukuran 23.1 MB ialah sebesar 445,226 detik. Sedangkan ketika mengolah 70 citra ngengat dengan total ukuran 5.41 MB ialah sebesar 118.546 detik.

Dari data tersebut didapatkan korelasi data yang tidak terlalu bagus berdasarkan hasil visualisasi *heat map* yang kami dapatkan.



Gambar 3. *Heat map* korelasi data

C. Klasifikasi

Pada tahap klasifikasi, *dataset* yang didapatkan dari hasil ekstraksi fitur diolah dengan memisahkan data mana yang merupakan fitur untuk diolah dan mana data yang menjadi label. Seluruh elemen GLCM dimasukkan menjadi fitur data sedangkan label kupu-kupu atau ngengat yang dijadikan label untuk proses klasifikasi.

Lalu akan dilakukan *data splitting* akan diatur dimana dari 137 diambil 30% data untuk dijadikan *data testing* dan sisanya menjadi *data training*. Algoritma yang digunakan ialah k-Nearest Neighbour dengan pengaturan *default* sebagai berikut:

```
algorithm='auto',
leaf_size=30,
metric='minkowski',
metric_params=None,
n_jobs=None,
n_neighbors=5,
p=2,weights='uniform'
```

Dengan pengaturan tersebut, dari 42 *data testing*. Didapatkan 42 *prediction* berdasarkan 95 *data training*. Dengan membandingkan *prediction* dengan *data testing* menggunakan formula:

$$\text{accuracy}(y, \hat{y}) = \frac{1}{n_{\text{samples}}} \sum_{i=0}^{n_{\text{samples}}-1} 1(\hat{y}_i = y_i)$$

ternyata didapatkan nilai akurasi yang tidak optimal yaitu hanya sebesar 67%. Dimana dari 42 hasil prediksi tebakan terdapat 28 kesalah tebakan, angka ini cukup besar. Selain itu, didapatkan waktu eksekusi sebesar 0,011 detik. Tidak bisa dikatakan cepat untuk *dataset* berukuran kecil.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini, didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Proses *preprocessing* membantu mempersingkat waktu eksekusi dimana citra yang diolah sudah diperkecil ukurannya namun tidak merusak fitur dari citra.
2. Proses *preprocessing* membantu meningkatkan hasil akurasi dimana citra akan

- difokuskan pada objek penelitian dengan proses pemotongan citra.
3. Besarnya ukuran citra mempengaruhi lama waktu eksekusi dimana semakin besar citra yang diolah maka semakin lama pula waktu eksekusi diperoleh.
 4. Nilai elemen kontras dan korelasi citra memiliki rata-rata korelasi sangat rendah dengan tiga elemen GLCM lainnya pada penelitian ini.
 5. Nilai akurasi yang didapatkan tidak optimal yaitu hanya sebesar 67% dimana ini dipengaruhi ukuran *dataset* yang kecil sehingga menghasilkan klasifikasi yang tidak optimal.

B. Saran

Jika dilakukan penelitian lebih lanjut pada kasus ini, dapat mempertimbangkan saran-saran berikut:

1. *Dataset* yang lengkap dan bagus serta variatif dapat menghasilkan nilai akurasi yang lebih baik.
2. Jika menggunakan GLCM sebagai metode ekstraksi fitur, ambillah elemen-elemen yang memiliki korelasi baik dengan elemen GLCM lainnya.
3. Pengimplementasian metode ekstraksi fitur lainnya yang mampu memberikan informasi lebih baik dari GLCM.
4. Pengimplementasian algoritma klasifikasi lainnya yang mampu memberikan nilai akurasi lebih baik dari k-NN.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Djunijanti Peggie, Mengenal Kupu-kupu. Jakarta: Pandu Aksara Publishing, 2014. hlm. 35-36.
- [2] Piet van der Poel dan T. Wangchuk, Butterflies of Bhutan, Mountains, hills and valleys between 800 and 3000m. Thimphu, Bhutan: Royal Society for Protection of Nature (RSPN), 2007. hlm. 6.
- [3] Purwowidodo, Studi Keanekaragaman Hayati Kupu-Kupu (Sub Ordo Rhopalocera) dan Peranan Ekologisnya di Area Hutan Lindung Kaki Gunung Prau Kabupaten Kendal Jawa Tengah. Semarang : Universitas Islam Negeri Walisongo, 2015.
- [4] Nitish Zulpe dan Vrushsen Pawar, GLCM Textural Features for Brain Tumor Classification. Maharashtra: SRTM University Nanded, 2012.
- [5] Alvian A. Pratama, Nanik Suciati dan Diana Purwitasari, Implementasi Fuzzy C-Means untuk Pengelompokan Citra Batik Berdasarkan Motif dengan Fitur Tekstur. JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 1, No. 1, 2012.
- [6] Refta Listia dan Agus Harjoko, Klasifikasi Massa pada Citra Mammogram Berdasarkan Gray Level Cooccurrence Matrix (GLCM). IJCCS, Vol.8, No.1, 2014.
- [7] Dr. S. B. Kulkarni, et al, GLCM-Based Multiclass Iris Recognition Using FKNN and KNN. International Journal of Image and Graphics, 14(03): 1450010, 2014.
- [8] Henk van Mastrigt dan Edy Rosariyanto, Buku panduan lapangan kupu-kupu untuk wilayah Mamberamo sampai pegunungan Cyclops. Jakarta : Conservation International Indonesia Program, 2005.
- [9] Tony Whitten et al, Ekologi Jawa dan Bali Seri Ekologi Indonesia Jilid 2. Jakarta: Prenhallindo, 1999.
- [10] D.J. Borror, C.A. Triplehorn dan N.F. Johnson, Serangga Edisi ke Enam. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press, 1992.
- [11] Suhara, Ordo Lepidoptera, Ngengat Dan Kupu-kupu. Bandung : UPI Publisher, 2009.
- [12] Wina Fitriani, Muhammad Zidny dan Elisa Usada, Ekstraksi Fitur pada Citra Tanda Tangan Sebagai Identitas Pemiliknya Menggunakan *Discrete Fourier Transform*. Perwokerto : Institut Teknologi Telkom, 2018.
- [13] Gunawan Aristya Purnomo, Klasifikasi Spesies Kupu-kupu Menggunakan Ekstraksi GLCM dan Algoritma

-
- Klasifikasi K-NN. Semarang : Universitas Dian Nuswantoro, 2015.
- [14] Tia Mutiara, S.Pd. et al, Ilmu pengetahuan Alam X. Jakarta : Penerbit Airlangga, 2006.
- [15] A. J. Arriawati, I. Santos and Y. Christyono, Klasifikasi citra tekstur menggunakan k-NEAREST NEIGHBOUR, Makalah seminar tugas akhir. Semarang : Universitas Diponegoro, 2011.
-