

KLASIFIKASI JENIS POHON MANGROVE BERDASARKAN CITRA DAUN MENGGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOUR (KNN)

Irfan Ibrahim¹, Maulana Fitra Ramadhani², Muhammad Ridho³, M. Wisnu Adjie Pramudya⁴,
Putri Suci Renita⁵, Apriliani Putri⁶, Nadia Ayu Putri Priyani⁷,
Seffi Rozahana⁸, Adinda⁹, Nurul Hayaty¹⁰

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10}Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman, Universitas
Maritim Raja Ali Haji

Jl. Politeknik Senggarang, Tanjungpinang 29100

*Corresponding Author: nurul.hayaty@umrah.ac.id

Abstract—This study was conducted to implement KNN (K-Nearest Neighbor) algorithm in mangrove classification using leaf images. This study used 1,550 Mangrove leaf image data using python divided into four classes by *Avicennia alba*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Rhizophora apiculata* and *Sonneratia alba*. The classification success rate achieved by the system using the K-Nearest Neighbor method reached 93,75% with a value of $k = 3$. The results of this study show that the KNN model can classify the types of *Avicennia alba* and *Sonneratia alba* clearly, but there is a slight error in the types of *Bruguiera gymnorrhiza* and *Rhizophora apiculata* because they have similar texture characteristics between one another.

Keywords—mangrove, leaf images, K-Nearest Neighbor (KNN), classification

Intisari—Studi ini dilakukan untuk mengimplementasikan algoritma KNN (K-Nearest Neighbour) dalam klasifikasi bakau menggunakan citra daun. Penelitian ini menggunakan 1.550 data citra daun Mangrove dengan menggunakan python dibagi menjadi empat kelas oleh *Avicennia alba*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia alba*. Tingkat keberhasilan klasifikasi yang dicapai oleh sistem menggunakan metode K-Nearest Neighbour mencapai 93,75% dengan nilai $k = 3$. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model KNN bisa mengklasifikasi jenis *Avicennia alba* dan *Sonneratia alba* dengan jelas, namun terdapat sedikit kesalahan dalam spesies *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Rhizophora apiculata* karena memiliki kemiripan ciri tekstur antara satu dengan yang lain.

Kata kunci—mangrove, citra daun, K-Nearest Neighbor (KNN), klasifikasi

I. PENDAHULUAN

Mangrove merupakan ekosistem pesisir yang memiliki peran vital dalam mendukung keseimbangan lingkungan dan memberikan nilai ekonomi yang besar[1]. Sebagai ekosistem pesisir, mangrove membantu menjaga garis pantai dari kerusakan, mengurangi dampak gelombang laut, menyimpan material sedimen, menyediakan ruang hidup bagi berbagai spesies, dan mendukung penyerapan karbon sebagai bagian dari upaya mitigasi iklim. Indonesia, yang

terkenal memiliki garis pantai terpanjang kedua di antara negara-negara kepulauan secara global, menjadi tuan rumah ekosistem mangrove yang beragam. Namun, karena kemajuan dalam pembangunan pesisir dikombinasikan dengan meningkatnya tekanan dari kegiatan antropogenik, ekosistem yang sangat diperlukan ini mengalami kerusakan yang memicu kekhawatiran besar[2]. Sebagai dampaknya, perlindungan serta restorasi ekosistem mangrove telah menjadi prioritas dalam agenda konservasi

lingkungan, baik dalam skala lokal maupun internasional. Salah satu langkah strategis dalam mendukung konservasi mangrove adalah melakukan identifikasi dan klasifikasi jenis mangrove secara akurat [3]. Identifikasi jenis mangrove menjadi elemen kunci dalam proses pemetaan, pelacakan perkembangan, dan penilaian terhadap keberlangsungan ekosistemnya. Klasifikasi jenis mangrove yang tepat juga berkontribusi terhadap perencanaan rehabilitasi yang sesuai dengan karakteristik lingkungan setempat.

Selama ini, pengenalan spesies mangrove masih bergantung pada metode observasi langsung yang menuntut keterampilan teknis dan waktu yang tidak sedikit, khususnya saat dilakukan di lokasi terpencil atau dengan cakupan area yang besar. Selain itu, kesalahan identifikasi dapat terjadi karena kesamaan dalam spesies, terutama morfologi daun. Ini sering dijadikan referensi utama. Situasi tersebut mengindikasikan pentingnya penerapan metode lain yang mampu mengklasifikasikan jenis mangrove secara lebih cepat, efisien, dan tetap menjaga tingkat akurasi.

Selain pengembangan teknologi informasi, ada cara untuk mengotomatisasi proses klasifikasi mangrove, terutama dalam bidang Pengolahan Citra dan Machine Learning. Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) dikenal sebagai metode yang cukup sederhana namun memiliki kinerja yang baik dalam melakukan klasifikasi berdasarkan kesamaan fitur. Secara umum, KNN menggunakan jarak Euclidean untuk menemukan data yang paling mirip dengan kelompok tertentu [4].

Studi ini berfokus pada klasifikasi pada empat jenis mangrove yang sering ditemukan di pesisir Indonesia yang mana terdiri dari *Avicennia alba*, *Rhizophora apiculata*, *Bruguiera gymnorrhiza*, dan *Sonneratia alba*. Studi ini mengandalkan citra daun sebagai sumber utama dalam membedakan spesies mangrove. Pemilihan daun sebagai objek didasarkan pada kemudahannya untuk diperoleh serta adanya ciri khas visual yang dapat dimanfaatkan dalam proses klasifikasi. Ekstraksi fitur dilakukan melalui metode *Histogram of Oriented Gradients* (HOG) untuk merekam pola tekstur, serta (RGB)

untuk karakteristik warna. Gabungan karakteristik tersebut dengan penerapan algoritma KNN diharapkan mampu menghasilkan sistem klasifikasi citra daun mangrove yang tidak hanya akurat dan efisien, tetapi juga bermanfaat dalam mendukung konservasi serta riset lanjutan di bidang ekologi wilayah pesisir.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dikategorikan sebagai penelitian terapan dengan pendekatan kuantitatif, yang diterapkan dalam bidang Pengolahan Citra serta Kecerdasan Buatan. Tujuan utama penelitian ini adalah membangun dan menerapkan model klasifikasi dengan menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) guna mengidentifikasi jenis pohon mangrove berdasarkan citra daun yang diolah secara visual [5].

Pada penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan dataset yang dimanfaatkan dalam penelitian ini yang diperoleh dari hasil pencarian daring, khususnya melalui *platform* Roboflow. Dataset tersebut mencakup empat jenis mangrove yaitu *Avicennia alba*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Rhizophora apiculata*, dan *Sonneratia alba*.

A. Dataset

Pada penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan dataset yang dimanfaatkan dalam penelitian ini yang diperoleh dari hasil pencarian daring, khususnya melalui *platform* Roboflow dari penelitian Rahmat Kamara. Dataset tersebut mencakup empat jenis mangrove yaitu *Avicennia alba*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Rhizophora apiculata*, dan *Sonneratia alba*.

Tabel 1. Dataset Daun Mangrove

<i>Avicennia alba</i>	
-----------------------	---

<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	
<i>Rhizophora apiculata</i>	
<i>Sonneratia alba</i>	

B. Preprocessing

Dataset terdiri dari *Avicennia alba* sebanyak 399 citra, *Rhizophora apiculata* sebanyak 396 citra, *Bruguiera gymnorrhiza* sebanyak 401 citra, dan *Sonneratia alba* sebanyak 394 citra. Dataset dibagi ke dalam tiga subset yaitu rasio 80:10:10 untuk data latih (planning), data uji (testing), dan data validasi (endorsement). Sebelum digunakan dalam proses pelatihan demonstrate, seluruh citra diubah ukurannya menjadi 224x224 piksel untuk menyeragamkan dimensi dan menyesuaikan dengan kebutuhan input show. Berikutnya, dilakukan augmentasi information pada citra dengan cara membalik citra secara vertikal (vertical flip) dan melakukan rotasi sebesar 90° searah jarum jam, berlawanan arah jarum jam, serta rotasi terbalik. Pembagian data dilakukan secara merata di setiap kelas untuk menjaga keseimbangan data selama pelatihan dan evaluasi.

C. Ekstraksi Fitur

Ekstraksi Fitur menjelaskan informasi yang terkandung dalam suatu pola sehingga tugas

mengklasifikasikan pola menjadi mudah. Ekstraksi fitur yang digunakan adalah *Histogram Of Oriented Gradient (HOG)*. HOG merupakan bentuk dari lokal objek dan dinilai yang digunakan dari intensitas gradien untuk mengekstraksi fitur yang digunakan pada *computer vision* dan *image processing*. HOG memiliki keunggulan, yaitu mampu menangkap tepi atau struktur gradien yang sangat karakteristik dari bentuk sederhana.[6]

Setelah data diolah menggunakan HOG akan dilakukan normalisasi data dan reduksi data menggunakan PCA, guna memperkecil jumlah fitur pada data dan dapat mempercepat kinerja model KNN.

Tabel 2. Data Preprocessing

Label	F1	F2	...	F30
Bruguiera gymnorrhiza	-1.21494	1.093017	...	-0.33
Bruguiera gymnorrhiza	0.9944	0.465197	...	0.173042
...
Sonneratia alba	-0.28627	-2.10492	...	-0.9811

D. Klasifikasi dengan K-Nearest Neighbor

Klasifikasi KNN adalah metode non-parametrik sederhana untuk klasifikasi. Terlepas dari kesederhanaan algoritma, kinerjanya sangat baik, dan merupakan metode tolak ukur yang penting. Klasifikasi KNN membutuhkan metrik dan integer positif. Aturan KNN memegang posisi sampel pelatihan dan kelas mereka. Saat memutuskan tentang data masuk baru. Tujuan Algoritma ini adalah untuk mengklasifikasikan objek baru berdasarkan nilai atribut dan data latih.

Proses klasifikasi di dalam penelitian dilaksanakan dengan menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor (KNN), yang lebih dikenal sebagai metode klasifikasi non-parametrik yang sederhana namun menghasilkan performa yang baik. Prinsip kerja dalam metode KNN adalah dengan mencari k tetangga terdekat dari data uji terhadap data latih berdasarkan pengukuran jarak

tertentu, di mana dalam penelitian ini digunakan metrik Euclidean Distance.

$$D(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - x_{2i})^2}$$

Keterangan:

- $D(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2)$: Jarak (distance) antara dua vektor data, yaitu \mathbf{x}_1 dan \mathbf{x}_2 yang akan dihitung.
- n : Jumlah total fitur (dimensi) pada setiap vektor data.
- x_{1i} : Nilai fitur ke- i dari vektor data pertama (x_1).
- x_{2i} : Nilai fitur ke- i dari vektor data kedua (x_2).

Setelah menghitung jaraknya, akan dipilih nilai $K = 3$. Nilai $K = 3$ terbaik dipilih secara manual guna meminimalisir terjadinya overfitting karena akurasi yang terlalu tinggi.

Selanjutnya evaluasi akhir dilakukan pada data test untuk mengukur kinerja model secara keseluruhan, dengan menghitung persentase prediksi yang benar terhadap total data uji.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

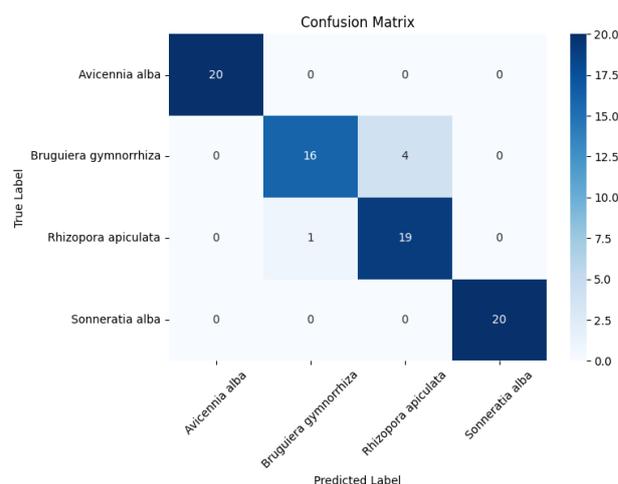
Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa model *K-Nearest Neighbors (KNN)* yang menggunakan kombinasi fitur *Histogram of Oriented Gradients (HOG)* dan warna dengan nilai $k = 3$ dapat melakukan klasifikasi dengan hasil yang cukup baik. Jenis *Avicennia alba* dan *Sonneratia alba* menunjukkan tingkat akurasi tertinggi, menunjukkan bahwa atribut morfologi, khususnya tekstur dan pigmentasi struktur daunnya, sehingga model dapat membedakannya dengan mudah.

A. Hasil Evaluasi Klasifikasi

Model *K-Nearest Neighbors (KNN)* dievaluasi menggunakan data uji yang telah dibagi secara proporsional dalam rasio 80:10:10 untuk tujuan pelatihan, pengujian, dan validasi. Tabel berikut menggambarkan efektivitas model menurut matrik penilaian klasifikasi.

Tabel 3. Performa Model

Kelas	Precision	Recall	F1-Score	Support
<i>Avicennia Alba</i>	1.00	1.00	1.00	20
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	0.94	0.80	0.86	20
<i>Rhizophora apiculata</i>	0.83	0.95	0.88	20
<i>Sonneratia alba</i>	1.00	1.00	1.00	20



Gambar 1. Confusion Matrix

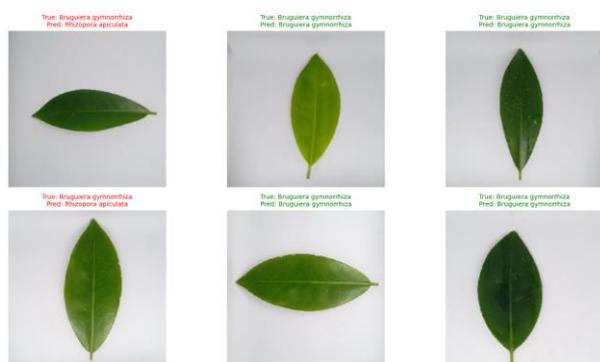
Hasil ini menunjukkan bahwa model *K-Nearest Neighbors (KNN)* dengan fitur gabungan *Histogram of Oriented Gradients (HOG)* dan warna mampu melakukan klasifikasi dengan cukup baik. Berdasarkan hasil *confusion matrix* pada gambar 1. dapat dilihat bahwa model dapat mengenali spesies mangrove *Avicennia Alba* dan *Sonneratia alba* dengan baik, dan untuk species *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Rhizophora apiculata* terdapat beberapa kesalahan klasifikasi dikarenakan memiliki kemiripan tekstur dan bentuk pada daun mangrove, sehingga model beberapa kali salah mengenali citra.

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan metode serupa, akurasi sebesar 93,75% termasuk dalam kategori tinggi, terutama jika mempertimbangkan bahwa fitur yang digunakan masih tergolong sederhana tanpa pelatihan model berbasis *deep learning*. Ini menunjukkan bahwa kombinasi fitur tekstur dan

warna sudah cukup informatif dalam proses klasifikasi daun *mangrove* secara tradisional.

B. Analisis Hasil

Kinerja terbaik yang diamati pada kelas *Avicennia alba* dan *Sonneratia alba* menunjukkan bahwa kedua jenis hutan bakau menunjukkan karakteristik daun visual yang cukup unik, membuatnya mudah diidentifikasi melalui *Histogram of Oriented Gradients (HOG)* dan model berbasis fitur warna. Sebaliknya, kelas *Bruguiera gymnorrhiza* menampilkan nilai ingatan yang berkurang (0,80), menunjukkan bahwa beberapa gambar dari kategori ini salah diklasifikasikan menjadi yang lain. Kejadian ini mungkin berasal dari kemiripan atribut tekstur atau kromatik dengan jenis *Rhizophora apiculata*, yang secara bersamaan menampilkan metrik presisi inferior (0,83).



Gambar 2. Hasil Klasifikasi

Meskipun tidak ada metodologi pembelajaran mendalam, integrasi fitur dasar seperti tekstur dan warna terbukti efektif dalam mencapai kinerja klasifikasi yang tinggi. Ini menyiratkan bahwa metode tradisional seperti *K-Nearest Neighbors (KNN)* tetap relevan untuk aplikasi dalam klasifikasi gambar yang melibatkan pola yang berbeda.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, berdasarkan gambar daun, metode *K-Nearest Neighbour Weight* berhasil digunakan untuk membedakan empat jenis pohon mangrove antara lain *Sonneratia alba*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Rhizophora apiculata*, dan *Avicennia alba*. Untuk klasifikasi, fitur tekstur yang diekstraksi menggunakan metode *Histogram of Oriented Gradients (HOG)* dan fitur warna melalui kanal

RGB rata-rata digunakan. Hasil pengujian menunjukkan akurasi klasifikasi sebesar 93,75%. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi fitur tekstur dan warna dapat dengan akurat membedakan berbagai jenis daun mangrove. Kemiripan visual citra antar jenis daun dan pencahayaan tidak seragam dalam dataset biasanya menyebabkan kesalahan klasifikasi.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa teknik *KNN* dapat membantu klasifikasi daun mangrove dengan daun citra digital.

REFERENSI

- [1] N. Ritha, H. Kurniawan, T. Nanda, *et al.*, "A comparative study of neural network models for sentence classification," *BIO Web of Conferences*, vol. 134, art. no. 01001, pp. 360–365, 2024. doi: 10.1051/bioconf/202413401001.
- [2] T. C. Jennerjahn, E. R. Ardli, J. Boy, J. Heyde, M. C. Lukas, I. Nordhaus, M. H. Sastranegara, K. Schwerdtner Máñez, dan E. Yuwono, "Mangrove ecosystems under threat in Indonesia: the Segara Anakan Lagoon, Java, and other examples," *Science for the Protection of Indonesian Coastal Ecosystems (SPICE)*, Elsevier, 2022, hlm. 251–284. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815050-4.00004-3>
- [3] N. Husien dan Junaidinsyah, "Identifikasi Beberapa Jenis Mangrove Hutan Kota Daerah Perlindungan Mangrove dan Laut (DPML) Teritip," *J. Locus: Penelitian & Pengabdian**, vol. 3, no. 9, Sep. 2024. [Online]. Tersedia: <https://locus.rivierapublishing.id/index.php/jl>. doi: 10.58344/locus.v3i9.3123765
- [4] N. Zamri, M. A. Pairan, W. N. A. W. Azman, S. S. Abas, L. Abdullah, S. Naim, Z. Tarmudi, and M. Gao, "River quality classification using different distances in k-nearest neighbors algorithm," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 204, pp. 180–186, 2022. doi: 10.1016/j.procs.2022.08.022.
- [5] P. Putra, A. M. H. Pardede, dan S. Syahputra, "Analisis Metode *K-Nearest Neighbour (KNN)* dalam Klasifikasi Data

I. Ibrahim, M. F. Ramadhani, M. Ridho, M. W. A. Pramudya, P. S. Renita, A. Putri, N. A. P. Priyani, S. Rozahana, A. Adinda, N. Hayaty “Klasifikasi Jenis Pohon Mangrove Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Metode K-Nearest Neighbour (KNN)”

Iris Bunga,” J. Tek. Inform. Kaputama (JTIK), vol. 6, no. 1, hlm. 297, Jan. 2022.

- [6] T. A. M. Adilah dan Q. N. Azizah, “Klasifikasi Tumor Otak Menggunakan Ekstraksi Fitur HOG dan Support Vector Machine,” J. Infortech, vol. 4, no. 1, hlm. 45, Jun. 2022. [Online]. Tersedia: <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/infortech>
- [7] <https://universe.roboflow.com/rahmat-kamara-kktp5/klasifikasi-daun-mangrove-56c5s>