



Klasifikasi Jenis Mangrove Berdasarkan Bentuk Daun Menggunakan Algoritma *K-Nearest Neighbor*

Jovita Camelia Gelole Sogen¹, Alfian Nara Weking², Bernadete Deta³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Informatika, Institut Keguruan dan Teknologi Larantuka, Indonesia

Jovitacamelia05@gmail.com

Abstrak

Hutan mangrove memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem pesisir, namun upaya identifikasi jenis mangrove sering mengalami kendala akibat kemiripan morfologi daun serta minimnya pengetahuan masyarakat lokal. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan empat jenis mangrove *Rhizophora apiculata*, *Avicennia marina*, *Sonneratia alba*, dan *Bruguiera gymnorhiza* berdasarkan bentuk daunnya menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor* (*K-NN*). Sampel citra daun dikumpulkan dari dua lokasi di Kabupaten Flores Timur, yaitu Desa Tiwatobi dan Ratulodong. Proses penelitian mencakup akuisisi citra daun, *pre-processing* (meliputi *resize*, *grayscale*, *segmentasi*, *binarisasi*, dan *penghilangan noise*), serta ekstraksi fitur bentuk seperti panjang, lebar, rasio aspek, luas (*area*), keliling (*perimeter*), dan *Hu Moments*. Data sebanyak 460 citra diklasifikasikan menggunakan metode *K-NN* dengan pembagian data latih sebesar 80% dan data uji 20%. Hasil menunjukkan bahwa nilai $K=1$ memberikan akurasi tertinggi, yaitu sebesar 48,91%, sedangkan peningkatan nilai K justru menurunkan tingkat akurasi. Capaian ini menunjukkan bahwa algoritma *K-NN* mampu membedakan jenis mangrove berdasarkan fitur bentuk sederhana, namun performanya masih dibatasi oleh kemiripan morfologi antarspesies, kualitas citra yang beragam, dan keterbatasan jumlah data. Oleh karena itu, meskipun metode ini berpotensi dikembangkan sebagai sistem pendukung klasifikasi otomatis mangrove berbasis citra digital, diperlukan upaya lanjutan dalam peningkatan kualitas dataset, penambahan jumlah data latih, serta eksplorasi fitur yang lebih representatif dan kompleks untuk memperoleh akurasi yang lebih optimal.

Kata kunci: Mangrove, Daun, *K-NN*, Citra Digital, Klasifikasi

1. Latar Belakang

Hutan mangrove merupakan ekosistem pesisir yang sangat penting dan memiliki nilai ekologis, ekonomis, dan sosial yang tinggi. Ekosistem ini tumbuh di wilayah pasang surut laut dan berfungsi sebagai pelindung alami terhadap abrasi pantai, peredam gelombang tsunami, serta sebagai habitat penting bagi berbagai spesies ikan, udang, kepiting, dan burung. Selain itu, mangrove juga berperan sebagai penyerap karbon, penyaring alami limbah dan sedimen, serta mendukung keseimbangan biogeokimia di wilayah pesisir (Botha et al., 2024). Namun, seiring dengan meningkatnya tekanan akibat aktivitas manusia seperti alih fungsi lahan, pembangunan pesisir, penebangan liar, dan pencemaran lingkungan, keberadaan hutan mangrove mengalami degradasi yang signifikan. Perubahan iklim global juga turut memperparah kondisi ini melalui naiknya permukaan air laut dan perubahan pola curah hujan yang memengaruhi pertumbuhan mangrove secara alami.

Mengingat pentingnya peran mangrove, upaya konservasi dan pengelolaan berkelanjutan menjadi agenda strategis bagi pemerintah dan masyarakat pesisir. Salah satu tahapan penting dalam pengelolaan tersebut adalah proses identifikasi dan klasifikasi jenis mangrove. Informasi jenis mangrove yang akurat sangat penting untuk menentukan strategi konservasi, rehabilitasi, serta pemantauan biodiversitas. Di lapangan, proses identifikasi masih dilakukan secara konvensional melalui pengamatan morfologi tanaman, seperti struktur akar, bentuk batang, bunga, buah, dan daun. Meskipun pendekatan ini telah lama digunakan, namun metode visual ini bersifat subjektif, membutuhkan keahlian khusus, dan rentan terhadap kesalahan, terutama ketika menghadapi jenis mangrove yang memiliki morfologi serupa (Sari & Sari, 2022). Kesalahan dalam identifikasi jenis dapat berdampak pada kebijakan pelestarian yang tidak tepat sasaran, bahkan dapat menghambat keberhasilan program restorasi ekosistem pesisir.

Dalam konteks ini, teknologi digital seperti pengolahan citra (*image processing*) muncul sebagai alternatif inovatif yang menawarkan proses klasifikasi yang lebih objektif, cepat, dan efisien. Pengolahan citra digital memungkinkan ekstraksi informasi morfologis secara kuantitatif melalui analisis karakteristik visual dari objek,

seperti bentuk, warna, tekstur, dan pola permukaan. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam klasifikasi berbasis citra adalah algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN), yaitu algoritma pembelajaran berbasis instance (instance-based learning) yang mengklasifikasikan objek berdasarkan kedekatan fitur dengan data pelatihan dalam ruang multidimensi. K-NN dikenal karena kesederhanaan implementasinya dan efektivitasnya dalam berbagai tugas klasifikasi, termasuk pengenalan pola, klasifikasi daun, dan sistem pendukung keputusan berbasis visual (Christopher & Mulyana, 2022; Satri et al., 2017).

Sejumlah penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa fitur bentuk daun, seperti panjang, lebar, rasio aspek, luas area, keliling, serta momen invarian seperti Hu Moments, mampu merepresentasikan perbedaan antar spesies secara signifikan. Citra daun dapat menjadi objek klasifikasi yang ideal karena tersedia dalam jumlah besar, dapat diambil tanpa merusak ekosistem, dan menyimpan informasi penting terkait morfologi tanaman. Dalam konteks klasifikasi mangrove, penggunaan fitur-fitur tersebut diharapkan dapat membantu mengatasi kesulitan identifikasi visual akibat kemiripan antar jenis.

Penelitian ini difokuskan pada penerapan algoritma K-NN untuk mengklasifikasikan empat jenis mangrove berdasarkan bentuk daunnya, yaitu *Rhizophora apiculata*, *Avicennia marina*, *Sonneratia alba*, dan *Bruguiera gymnorhiza*, dengan lokasi studi di Desa Tiwatobi dan Ratulodong, Kabupaten Flores Timur, Nusa Tenggara Timur. Lokasi ini dipilih karena memiliki keanekaragaman jenis mangrove yang relatif tinggi, namun minim dokumentasi ilmiah terkait spesifikasi morfologi tiap jenis. Penelitian ini bertujuan tidak hanya untuk menguji akurasi klasifikasi menggunakan pendekatan machine learning sederhana seperti K-NN, tetapi juga untuk mengevaluasi potensi penerapan teknologi ini dalam mendukung konservasi mangrove berbasis digital di wilayah-wilayah terpencil. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis dalam penyusunan sistem identifikasi mangrove yang lebih efisien, serta menjadi dasar bagi pengembangan sistem klasifikasi berbasis citra digital yang lebih akurat dan adaptif di masa depan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Hutan Mangrove Desa Tiwatobi dan Desa Ratulodong, yang terletak di Kabupaten Flores Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Lokasi ini dipilih karena memiliki keragaman jenis mangrove yang tinggi serta relatif minim eksplorasi klasifikasi berbasis citra digital. Objek penelitian adalah daun dari empat jenis mangrove, yaitu *Rhizophora apiculata* (Bakau Merah), *Avicennia marina* (Api-api Putih), *Sonneratia alba* (Pedada), dan *Bruguiera gymnorhiza* (Lindur). Setiap jenis mangrove diambil sebanyak 115 citra, sehingga total dataset yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 460 citra daun.

Akuisisi citra dilakukan dengan menggunakan kamera Canon EOS 200D, dengan teknik pengambilan gambar dari sudut atas (top-view) dan latar belakang polos untuk meminimalkan gangguan visual yang dapat memengaruhi proses segmentasi. Seluruh citra yang diperoleh kemudian diproses melalui tahapan pre-processing, yang dimulai dengan mengubah ukuran citra menjadi 256×256 piksel dan mengonversinya ke format grayscale. Tahapan selanjutnya adalah segmentasi citra menggunakan metode thresholding untuk memisahkan objek daun dari latar belakang secara optimal. Setelah itu, citra dibinarisasi dan dilakukan proses noise removal untuk menghilangkan elemen-elemen non-objek yang dapat mengganggu proses ekstraksi fitur.

Tahapan berikutnya adalah ekstraksi fitur bentuk dari citra daun yang telah diproses. Proses ini dilakukan menggunakan perangkat lunak MATLAB. Fitur-fitur yang diekstraksi meliputi Panjang Daun, Lebar Daun, Rasio Aspek (aspect ratio) yang merupakan perbandingan antara panjang dan lebar, Luas Area (area), Keliling (perimeter), serta tujuh nilai Hu Moments (Hu1–Hu7). Semua fitur ini dikonversikan menjadi vektor numerik yang merepresentasikan karakteristik bentuk dari setiap daun, dan selanjutnya dijadikan sebagai masukan dalam proses klasifikasi.





Untuk proses klasifikasi, digunakan algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN) yang bekerja berdasarkan prinsip pencarian tetangga terdekat dalam ruang fitur. Dataset dibagi menggunakan metode hold-out, dengan proporsi 80% untuk data latih dan 20% untuk data uji. Jarak antara vektor fitur data uji dan data latih dihitung menggunakan rumus Euclidean Distance. Kelas dari masing-masing citra uji ditentukan berdasarkan mayoritas kelas dari sejumlah K tetangga terdekat. Penelitian ini menguji performa model untuk beberapa nilai K, yaitu K = 1, 3, 5, dan 7, guna mengetahui nilai K yang memberikan tingkat akurasi klasifikasi tertinggi.

3. Hasil dan Diskusi

Hasil

1. Akuisisi Citra Daun

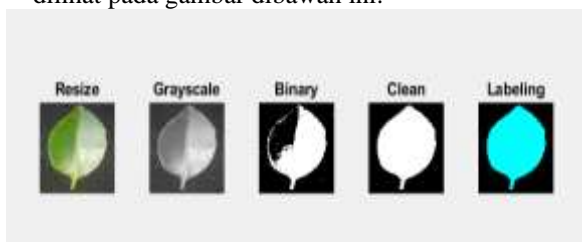
Tabel 1. Nama daun magrove dan gambar

No	Nama Daun	Gambar daun	Keterangan
1	Rhizophora apiculata (Bakau merah)		Daun lonjong, ujung meruncing, tepi rata, permukaan halus. (Tiwatobi)
2	Avicenia marina (Api-api putih)		Daun oval, permukaan agak kasar, terdapat bintik garam. (Tiwatobi)
3	Sonneratia alba (pedada)		Daun lebar dan bulat telur, warna hijau terang. (Ratulodong)
4	Bruguiera gymnorhiza (Lindur)		Daun lonjong panjang, tulang daun jelas, warna hijau tua. (Ratulodong)

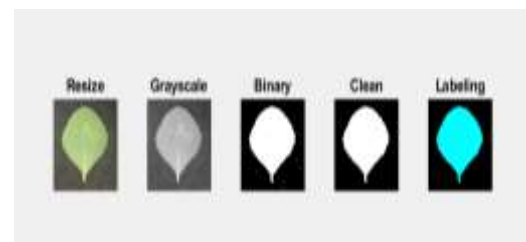
Setiap jenis daun difoto sebanyak 115 citra, sehingga total keseluruhan adalah 460 citra daun. Pengambilan gambar dilakukan menggunakan kamera Canon EOS 200D.

2. Pre-processing Citra Daun

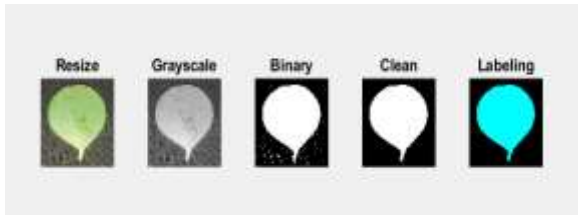
Proses *pre-processing* dilakukan untuk memastikan bentuk daun terlihat jelas dan konsisten sebelum masuk ke tahap ekstraksi fitur. Langkah yang dilakukan mencakup penyesuaian ukuran citra, konversi ke grayscale, segmentasi, binarisasi, penghapusan *noise*, serta pelabelan sesuai jenis daun. Hasil *pre-processing* dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



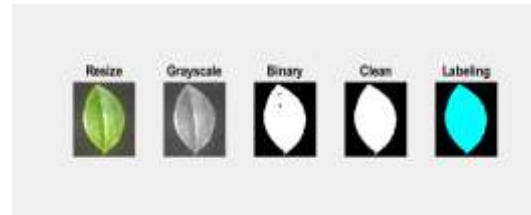
Gambar 1. Citra Daun Rhizophora apiculata



Gambar 2. Citra Daun Avicenia marina



Gambar 3. Citra Daun Sonneratia alba



Gambar 4. Citra Daun Bruguiera gymnorhiza

3. Ekstraksi Fitur Bentuk

Tahap ini menghasilkan nilai numerik yang merepresentasikan karakteristik bentuk setiap daun. Fitur yang diambil mencakup panjang, lebar, aspect ratio, luas, keliling, serta Hu Moments. Hasil ekstraksi fitur ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Ekstraksi Fitur Bentuk

No	Panjang	Lebar	AspectRatio	Area	Perimeter	Hu1	...	Label
1	238	203	1,172414	30508	685,546	0,162192	...	BakauMerah
2	208	194	1,072165	25992	619,814	0,162031	...	BakauMerah
3	221	182	1,214286	25742	642,49	0,164327	...	BakauMerah
...							...	
459	216	166	1,301205	25538	603,007	0,167131	...	Lindur
460	210	179	1,173184	26221	634,5	0,164615	...	Lindur

4. Klasifikasi dengan *K-Nearest Neighbor* (K-NN)

Setelah dilakukan proses ekstraksi fitur, data fitur kemudian diklasifikasikan menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor* (K-NN). Untuk memperoleh hasil klasifikasi terbaik, dilakukan evaluasi terhadap beberapa nilai parameter *K* yang berbeda, yaitu $K = 1, 3, 5,$ dan 7 . Proses klasifikasi menggunakan pembagian data latih dan data uji dengan perbandingan 80:20.

Tabel 3. Perbandingan Akurasi Klasifikasi Berdasarkan Nilai *K*

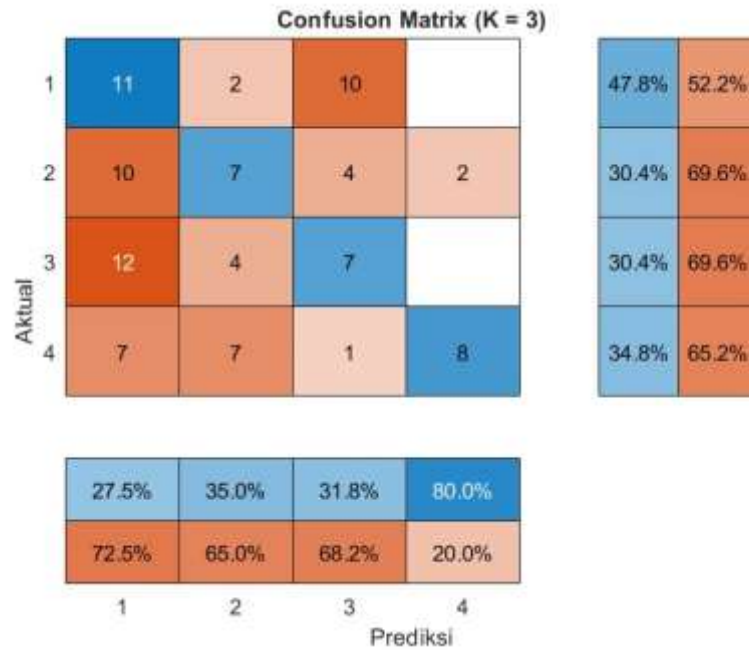
Nilai_K	Akurasi_Total
1	39,13043478
3	35,86956522
5	41,30434783
7	34,7826087

Dari tabel di atas, dapat diketahui bahwa akurasi klasifikasi tertinggi diperoleh pada nilai $K = 3$ sebesar 35,87%. Namun, secara umum perbedaan antar nilai *K* tidak terlalu mencolok, sehingga performa algoritma cenderung stabil terhadap perubahan parameter *K*.

Selain itu, untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif terhadap kualitas hasil klasifikasi, dilakukan pula analisis terhadap *confusion matrix* pada setiap nilai *K* yang digunakan. Berikut adalah tabel dan gambar *confusion matrix*:

Tabel 4. *confusion matrix*

Row	Prediksi Bakau Merah	Prediksi Api-Api Putih	Prediksi Pedada	Prediksi Lindur
Aktual_BakauMerah	11	2	10	0
Aktual_ApiApiPutih	10	7	4	2
Aktual_Pedada	12	4	7	0
Aktual_Lindur	7	7	1	8



Gambar 5. confusion matrix

Diskusi

Hasil evaluasi terhadap kinerja algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN) dalam mengklasifikasikan jenis daun mangrove menunjukkan bahwa nilai akurasi tertinggi diperoleh pada $K = 3$, yaitu sebesar 35,87%. Nilai ini merepresentasikan kemampuan model dalam mengklasifikasikan citra daun mangrove ke dalam kelas yang benar, meskipun performa tersebut belum mencapai tingkat akurasi yang tinggi.

Confusion matrix yang dihasilkan pada nilai K tersebut memperlihatkan bahwa masih terdapat kesalahan klasifikasi antar kelas. Hal ini menunjukkan bahwa model mengalami kesulitan dalam membedakan jenis daun yang memiliki karakteristik visual yang mirip. Beberapa kelas menunjukkan tingkat prediksi yang lebih rendah dibandingkan kelas lainnya, mengindikasikan adanya dominasi atau ketidakseimbangan dalam distribusi data atau kesamaan fitur antar kelas.

Visualisasi hasil klasifikasi dalam bentuk diagram batang juga memperjelas distribusi prediksi dari masing-masing kelas, serta menunjukkan kecenderungan model dalam mengklasifikasikan ke kelas tertentu. Kondisi ini memperkuat temuan bahwa fitur bentuk daun saja belum cukup kuat untuk menghasilkan klasifikasi yang akurat pada keempat jenis mangrove yang diteliti.

Analisis kesalahan menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti kemiripan bentuk morfologis antar spesies, kualitas hasil segmentasi, serta kondisi pencahayaan pada gambar daun menjadi penyebab utama menurunnya akurasi klasifikasi. Selain itu, pemilihan nilai K yang kurang optimal juga berkontribusi terhadap performa model.

Secara keseluruhan, meskipun algoritma K-NN dapat memberikan hasil klasifikasi dengan akurasi terbatas, penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis citra bentuk daun masih memerlukan peningkatan dari sisi kualitas data, teknik ekstraksi fitur, serta optimasi parameter algoritma agar dapat digunakan secara lebih efektif dalam sistem klasifikasi jenis mangrove.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian terhadap 460 citra daun mangrove yang terbagi dalam empat kelas dan diklasifikasikan menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN), diketahui bahwa metode ini mampu membedakan jenis mangrove berdasarkan fitur morfologi bentuk daun, seperti panjang, lebar, aspect ratio, luas, keliling, dan Hu Moments. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai $K=1$ memberikan akurasi tertinggi, yaitu sebesar 48,91%, sedangkan penggunaan nilai K yang lebih besar justru cenderung menurunkan akurasi. Hal ini menunjukkan bahwa klasifikasi berbasis fitur bentuk sederhana cukup efektif dalam menangkap karakteristik spesifik dari

masing-masing jenis daun, meskipun belum mencapai akurasi yang optimal. Rendahnya akurasi ini disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kemiripan morfologi antar jenis mangrove, kualitas citra yang bervariasi, serta keterbatasan jumlah data yang digunakan dalam pelatihan model. Meskipun demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma K-NN memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai sistem pendukung dalam proses identifikasi otomatis jenis mangrove berbasis citra daun. Teknologi ini dapat menjadi alternatif solusi dalam membantu proses konservasi, pemetaan, dan pengelolaan ekosistem mangrove, khususnya di daerah yang minim akses terhadap ahli botani atau taksonomi. Untuk mencapai akurasi yang lebih tinggi, disarankan adanya pengembangan lanjutan melalui peningkatan kualitas dataset, penambahan jumlah citra latih dari berbagai kondisi lingkungan dan pencahayaan, serta eksplorasi fitur tambahan yang lebih representatif, seperti tekstur atau warna. Selain itu, integrasi K-NN dengan algoritma pembelajaran mesin lainnya atau pendekatan deep learning juga dapat dipertimbangkan guna meningkatkan performa klasifikasi dan kemampuan generalisasi model secara lebih luas.

Referensi

1. Aumatullah, L., Ein, I., & Santoni, M. M. (2021). Identifikasi penyakit daun kentang berdasarkan fitur tekstur dan warna dengan menggunakan metode K-Nearest Neighbor. *Seminar Nasional Mahasiswa Ilmu Komputer dan Aplikasinya (SENAMIKA)*, April, 783–791.
2. Botha, P. M., Eme, Y., Toulwala, R. B., Samgar, A., & Leda, H. A. (2024). Penanaman mangrove untuk kelestarian alam di Desa Nabe, Kecamatan Maukaru, Kabupaten Ende. *Journal of Human and Education (JAHE)*, 4(1), 202–207. <https://doi.org/10.31004/jh.v4i1.57>
3. Christopher, A., & Mulyana, T. M. S. (2022a). Klasifikasi tumbuhan angiospermae menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor berdasarkan pada bentuk daun. *Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika (JIPPI)*, 7(1), 45–52.
4. Christopher, A., & Mulyana, T. M. S. (2022b). Klasifikasi tumbuhan angiospermae menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor berdasarkan pada bentuk daun. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 7(4), 1233–1243. <https://doi.org/10.29100/jupi.v7i4.3211>
5. Deni Hidayat. (2022). Klasifikasi jenis mangga berdasarkan bentuk dan tekstur daun menggunakan metode CNN. *Jurnal Teknologi dan Informatika*, 1(1), 50–54.
6. Immanuel Sinabang, Klarita Dwijayanti Waruwu, Geby Pauliana, Winda Rahayu, & Meilinda Suriani Harefa. (2022). Analisis pemanfaatan keanekaragaman mangrove oleh masyarakat di pesisir Pantai Mangrove Paluh Getah. *J-CoSE: Journal of Community Service & Empowerment*, 1(1), 10–21. <https://doi.org/10.58536/j-cose.v1i1.7>
7. Krismawan, A. D., Nuswantoro, U. D., Tengah, J., & Daun, P. (2024). Klasifikasi penyakit daun tomat berbasis algoritma K-Nearest Neighbor. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Informatika*, 103–107.
8. Naufal Hilmi, A., Yulia Puspaningrum, E., Endah Wahanani, H., Rungkut Madya No, J., Anyar, G., Gn Anyar, K., & Timur, J. (2024). Implementasi algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) untuk identifikasi penyakit pada tanaman jeruk berdasarkan citra daun. *Router: Jurnal Teknik Komputer*, 2, 107–117. <https://doi.org/10.62951/router.v2i2.78>
9. Rochana, E. (2010). Ekosistem mangrove dan pengelolannya di Indonesia. Institut Pertanian Bogor, 1–11.
10. Romadhona, S., Mutmainnah, L., & Setiawati, T. C. (2020). Praktik pembibitan dan revitalisasi mangrove guna mengembangkan ekowisata hutan mangrove di wilayah pesisir Desa Agel Kecamatan Jangkar Situbondo. *Community Empowerment*, 5(2), 58–63. <https://doi.org/10.31603/ce.v5i2.4050>
11. Sari, W. S., & Sari, C. A. (2022). Klasifikasi bunga mawar menggunakan KNN dan ekstraksi fitur GLCM dan HSV. *Skanika*, 5(2), 145–156. <https://doi.org/10.36080/skanika.v5i2.2951>
12. Satri, W., Firdaus, M., & Arman, A. (2017). Klasifikasi daun tanaman herbal menggunakan metode K-Nearest Neighbor. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 5(3), 96–101.
13. Septian, D., & Nugraha, Y. (2021). Klasifikasi daun tanaman obat menggunakan kombinasi fitur tekstur dan bentuk berbasis K-NN. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 7(2), 115–122.
14. Setiawan, D., & Rahardja, S. (2020). Identifikasi jenis daun menggunakan metode ekstraksi Hu Moments dan klasifikasi KNN. *Jurnal Riset Teknologi dan Inovasi Pendidikan*, 3(1), 88–95.
15. Sitorus, P., & Sembiring, L. (2019). Implementasi K-NN dalam pengenalan jenis daun tanaman menggunakan fitur morfologi. *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI*, 5(1), 34–41.
16. Sudrajat, T., & Utami, S. (2023). Penerapan metode K-NN dalam klasifikasi daun tanaman herbal berdasarkan bentuk dan warna. *Jurnal Informatika dan Komputer*, 11(2), 66–72.
17. Syahputra, M. F., & Fadli, M. (2020). Klasifikasi jenis daun tanaman menggunakan fitur bentuk dan algoritma K-NN. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 8(3), 260–267.
18. Wahyuni, N., & Sari, R. D. (2020). Analisis klasifikasi tanaman menggunakan metode K-NN dan ekstraksi bentuk. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(2), 100–106.
19. Yuliani, R., & Firmansyah, M. (2021). Pemanfaatan metode KNN dalam klasifikasi citra daun tanaman herbal berbasis Android. *Jurnal Sistem Informasi*, 13(1), 23–31.
20. Zahra, F., & Putri, I. (2022). Studi perbandingan klasifikasi daun dengan K-NN dan Decision Tree. *Jurnal Ilmu Komputer Terapan*, 6(2), 75–82.