

KLASIFIKASI DAUN EMPON-EMPO MENGGUNAKAN METODE GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX DAN ALGORITMA K-NN

Zainal Abidin¹, Bijanto², Yayang Fredyatama³

^{1,2} Prodi Teknik Informasi, Sekolah Tinggi Teknik Pati

Jl. Raya Pati-Trangkil KM. 4,5 Pati Jawa Tengah

Email: zainal.frsd@yahoo.co.id, biyantokakoi@gmail.com, yfredya@gmail.com

³ Prodi Teknik Informasi, Sekolah Tinggi Teknik Pati

Jl. Raya Pati-Trangkil KM. 4,5 Pati Jawa Tengah

ABSTRAK

Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi serta sistem *capture* (memotret) sebuah objek menggunakan kamera digital menjadi *image* atau citra digital dijadikan sebuah *trend* di era globalisasi seperti saat ini. Memotret sebuah objek menjadi sebuah citra digital dapat digunakan untuk melakukan penelitian berupa *image processing* (Pengolahan citra digital). Pada penelitian ini Teknik GLCM dan algoritma K-NN diterapkan untuk melakukan klasifikasi pada daun empon-empon, sebagai pengujiannya menggunakan *k-fold cross validation*. Gambar daun empon-empon diolah menggunakan *software matlab*, kemudian dilakukan perubahan *background* (latar belakang) menjadi hitam dan mengubah warna gambar menjadi *grey* (abu-abu). Gambar kemudian diekstraksi menjadi *Contrast*, *Correlation*, *Energy*, dan *Homogeneity* kemudian mencari nilai akurasi menggunakan algoritma K-NN. Pada penelitian ini didapatkan hasil akurasi sebesar 92% menggunakan *9-fold Validation* dari total keseluruhan data sebanyak 360.

Kata Kunci: GLCM, K-NN, *image processing*, daun empon-empon

ABSTRACT

The development of science and technology and the system of capturing an object using a digital camera to become a digital image is a trend in the current of globalization era. Photographing an object into a digital image can be used to carry out research in the form of image processing. In this study, the GLCM technique and the K-NN algorithm were applied to classify the empon-empon leaves, k-fold cross validation was used as a testing technique. The empon-empon leaf images were processed using matlab software, then the background color will be changed into black and the image color will be changed into grey. The image will be extracted as Contrast, Correlation, Energy, and Homogeneity, then the accuracy will be searched using the K-NN algorithm. In this study, the results obtained were 92% accuracy by using 9-fold validation from a total of 360 data.

Keywords: GLCM, K-NN, image processing, empon-empon leaf

Pendahuluan

Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (*IPTEK*) telah memberikan perubahan besar di masyarakat dalam beberapa sektor seperti ekonomi, sosial, budaya, pendidikan, dan masih banyak lagi. Pada sektor pemanfaatan *software engineering* telah memicu meningkatnya penelitian tentang pengolahan citra dan pembelajarannya serta berperan penting dalam aspek kehidupan[1]. Pengolahan citra digital pada umumnya menggunakan sistem *capture* (memotret) sebuah objek tertentu menggunakan alat berupa kamera digital. Memanfaatkan teknologi komputer dan sistem *capture* (memotret) sebuah objek menggunakan kamera digital menjadi *image* atau citra digital dijadikan sebuah *trend* sehingga pengolahan berupa data dapat dimudahkan[1,2].

Pengolahan citra digital (*Image processing*) adalah teknik pengolahan citra untuk memperbaiki kualitas dari sebuah citra untuk memudahkan interpretasi oleh manusia atau mesin komputer berupa foto atau gambar bergerak[3].

Pada penelitian yang dilakukan, objek yang digunakan adalah berbagai jenis daun empon- empon meliputi blengke, jahe, kunci, kunyit putih dan oranye, lengkuas putih dan merah, serta temulawak. Empon-empon merupakan tanaman yang dapat digunakan sebagai obat pada bagian umbinya atau akar rimpang seperti jahe, kencur, lengkuas, kunyit, lempuyang, temulawak, temu putih[4]. Tumbuhan herbal tergolong melimpah, akan tetapi pengetahuan masyarakat mengenai jenis tumbuhan obat herbal masih minim sehingga masyarakat kesulitan membedakan jenis tumbuhan obat herbal sehingga

berakibat banyak masyarakat memilih menggunakan obat-obatan kimia yang mengandung bahan kimia anorganik tetapi tubuh manusia bersifat organik[5].

Mata merupakan organ manusia yang memiliki kelemahan yaitu kesulitan untuk melakukan identifikasi jenis tanaman hanya berdasarkan dari daunnya saja dengan tepat[6]. Maka dari itu diperlukan sebuah sistem yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi citra dari berbagai jenis daun empon-empon. Tujuannya adalah untuk memudahkan manusia dalam mengidentifikasi jenis dari daun empon-empon yang meliputi blengke, jahe, kunci, kunyit putih dan oranye, lengkuas putih dan merah, serta temulawak. Pada penelitian sebelumnya yaitu identifikasi citra daun tanaman herbal menggunakan *Cosine Similarity* dan *Features Extraction* mendapatkan hasil akurasi sebesar 89,57% [7]. Kemudian penelitian tentang identifikasi daun tanaman herbal menggunakan *K-Means* menghasilkan akurasi 86,96% [8]. Kemudian penelitian tentang identifikasi citra daun tanaman herbal menggunakan *Gray Level Co-occurrence Matrix* dan *K-Nearest Neighbor* mendapatkan hasil akurasi sebesar **83,33%**[5].

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *K-NN (K-Nearest Neighbor)* karena metode tersebut merupakan metode yang populer untuk melakukan klasifikasi dalam statistik serta data mining karena memiliki kinerja klasifikasi yang signifikan serta implementasi yang bersifat sederhana[9–11]. *K-NN (K-Nearest Neighbor)* merupakan metode yang digunakan untuk klasifikasi pada sebuah objek berdasarkan data *training* (pelatihan) dengan jarak terdekat dari sebuah objek tersebut[12]. *K-NN (K-Nearest Neighbor)* memiliki keunggulan diantaranya memiliki pelatihan yang sederhana, mudah dimengerti, efektif, serta cepat jika data *training* (pelatihan) tergolong besar[12]. *K-NN (K-Nearest Neighbor)* memiliki kelemahan yaitu perlu menentukan nilai parameter *K* (jumlah tetangga terdekat), biaya komputasi cukup tinggi dikarenakan perlu memperhitungkan jarak dari tiap *query instance* pada keseluruhan sample pelatihan, pelatihan berdasarkan jarak tidak jelas mengenai jenis jarak yang harus dipakai serta atribut yang digunakan untuk menghasilkan nilai terbaik[13]. Kelemahan yang lain adalah apabila parameter *K* adalah satu, akan menghasilkan klasifikasi yang terlihat kaku sedangkan bila parameter *K* terlalu besar menghasilkan klasifikasi menjadi samar[14]. Dalam algoritma *K-NN (K-Nearest Neighbor)* akurasi akan semakin tinggi jika jumlah data *training* semakin banyak serta jika jumlah data *training* semakin sedikit berakibat sulitnya sistem dalam melakukan klasifikasi[15]. Uji model yang dilakukan menggunakan *Cross Validation* yang merupakan teknik validasi yang membagi data secara acak dalam *K* bagian untuk selanjutnya tiap bagian akan dilakukan proses klasifikasi[16]. Pada penelitian ini mengalami peningkatan akurasi

sebesar 8,63 % dengan total data yang digunakan sebesar 360 data.

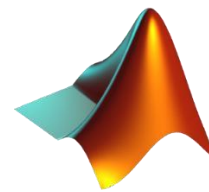
Metode Penelitian

Batasan masalah

Di Indonesia, daun empon-empon yang tumbuh memiliki banyak ragam jenis. Pada penelitian ini tentang klasifikasi daun empon-empon, daun yang digunakan berjumlah 8 jenis daun yang mudah ditemui di lingkungan sekitar. Jenis daun yang digunakan antara lain blengke, jahe, kunci, kunyit putih dan oranye, lengkuas putih dan merah, serta temulawak.

Matlab

Matlab adalah kependekan dari “*matrix laboratory*” yang tujuan awal dibuat untuk memudahkan pengembang perangkat lunak berbasis *matrix* oleh proyek LINPACK dan EISPACK[17]. *Matlab* merupakan sistem interaktif yang menggunakan elemen data dasar berupa *array* yang tidak membutuhkan dimensi, yang membuat user dapat dipermudah dalam penyelesaian masalah komputasi meliputi *matrix* dan *vektor*.



Gambar 1. Simbol Aplikasi *Matlab*

Matlab merupakan bahasa pemrograman untuk melakukan pekerjaan dengan performa tinggi (*high performance*) untuk komputasi teknis yang mengintegrasikan visualisasi, komputasi, dan pemrograman dalam ruang lingkup yang mudah dalam penggunaan pemecahan persoalan dengan solusi yang dinyatakan dengan notasi matematik[17].

Perancangan Sistem

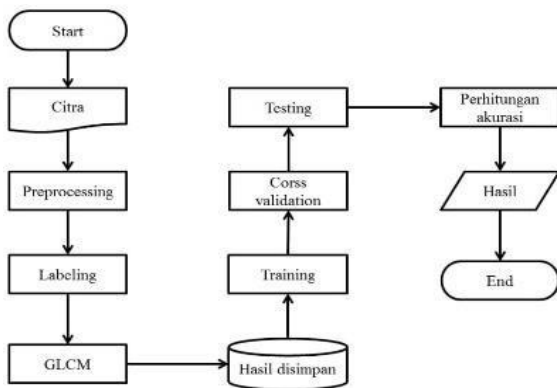
Penelitian ini memiliki beberapa tahapan, tahap tersebut dapat dilihat dalam tabel 1.

Tabel 1. Tahapan Penelitian

No	Tahap
1.	Pengumpulan atau pengambilan data
2.	Proses pengolahan citra awal
3.	Proses Training dan Testing
4.	Evaluasi dan Hasil

Sistem dirancang menggunakan *matlab*, sistem dimulai dengan hasil citra yang sudah di dapat, kemudian diolah dan diberi label, proses ekstraksi tekstur menggunakan GLCM dan algoritma yang digunakan adalah *K-NN* untuk klasifikasi. Hasil GLCM akan disimpan dalam excel untuk proses

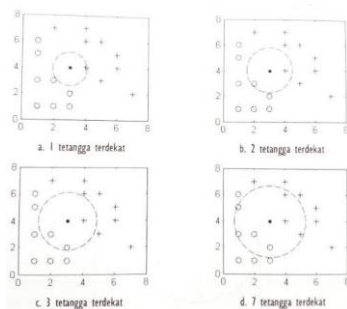
testing dan training, dilanjutkan proses akurasi. Hasil akurasi setiap *fold* akan di rata-rata, yang akan menjadi nilai akurasi akhir.



Gambar 2. Flowchart sistem

K-NN (K-Nearest Neighbor)

K-NN (*K-Nearest Neighbor*) adalah algoritma yang melakukan proses klasifikasi berdasarkan kedekatan dari jarak suatu data dengan data yang lain. Data yang berdimensi q, jarak dari satu data dengan data yang lain dapat dihitung sebagai nilai nilai kemiripan antara data training dan testing[18]. Dari gambar 3, nilai K pada K-NN berarti K-data terdekat dari data uji. Gambar 3 tanda lingkaran untuk kelas 0, tanda plus untuk kelas 1. jika K bernilai 1, kelas dari satu data latih sebagai tetangga terdekat (terdekat pertama) dari data uji tersebut akan diberikan sebagai kelas untuk data uji yaitu kelas 1, jika K bernilai 2, akan diambil 2 tetangga terdekat dari data latih. Begitu juga jika nilai K adalah 3,4,5 dan sebagainya. Jika dalam K-tetangga ada dua kelas yang berbeda, akan diambil kelas dengan jumlah data terbanyak (*voting mayoritas*). Pada gambar tersebut terlihat bahwa kelas 0 mempunyai jumlah yang lebih banyak daripada kelas 1 sehingga data uji akan di kategorikan ke dalam kelas 0. Jika kelas dengan kata terbanyak ada dua atau lebih, akan diambil kelas dari data dengan jumlah yang sama tersebut acak.



Gambar 3. Ketetanggaan K-NN *Euclidean Distance* (jarak euclidean) merupakan jarak dari suatu titik masuk dengan garis

lurus yang menggunakan metode Teori *Pitagoras*[10]. Terdapat banyak fungsi untuk menentukan jarak, akan tetapi algoritma *K-NN* (*K-Nearest Neighbor*) lebih sering memakai fungsi jarak berupa *euclidean distance* [19]. Rumus dari fungsi *euclidean distance* didefinisikan sebagai berikut[19]:

$$Dist(X, Y) = \sqrt{\sum_{i=1}^D (X_i - Y_i)^2} \quad (1)$$

Variabel X_i dan Y_i ($i = 1 \dots N$) masing-masing merupakan atribut dari dua sampel / *instance* X dan Y[19].

GLCM (Gray Level Co-occurrence Matric)

GLCM (*Gray Level Co-occurrence Matric*) merupakan metode yang biasanya digunakan untuk ekstraksi dan menganalisis tekstur yang telah digunakan sejak lama mulai dari tahun 1970- an[20]. GLCM digunakan karena algoritma ini kuat jika terjadi proses rotasi, sehingga citra dapat ditangkap dalam resolusi sama[21]. Di dalam GLCM terdapat beberapa sudut yang bisa digunakan antara lain 0^0 , 45^0 , 90^0 , 135^0 [21], sedangkan untuk parameter jarak antar piksel 1 (ordo 1) [22].

GLCM yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan 4 fitur yaitu Contrast, Correlation, Energy dan Homogeneity [22]. Fitur ini memiliki fungsi dan tujuannya masing-masing, contrast adalah ukuran proses penyebaran dari elemen matriks suatu citra [20].

$$Con = \sum_k k^2 \left[\sum_i \sum_j \frac{p(i,j)}{|i-j| - k} \right] \quad (2)$$

Correlation adalah ketergantungan ukuran *linear* derajat keabuan citra dan menjadi petunjuk struktur *linear* citra[20].

$$Cor = \frac{\sum_i \sum_j (i,j) \cdot p(i,j) - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \quad (3)$$

Energy digunakan untuk mengukur nilai fokus pasangan intensitas pada matriks[22]

$$Ener = \sum_{i_1=1} \sum_{i_2=2} (p^2 \cdot (i_1, i_2)) \quad (4)$$

Homogeneity digunakan untuk mengukur kehomogen-an dari suatu variasi intensitas citra [22]

$$Homo = \sum_{i_1=1}^m \sum_{i_2=2}^n \left(\frac{p(i_1, i_2)}{i + |i_1 - i_2|} \right) \quad (5)$$

K-Fold cross validation

Pada penelitian ini *K-fold cross validation* akan digunakan untuk menguji performa dari metode K-NN untuk mendapatkan hasil yang lebih valid. *K fold cross validation* merupakan metode penilaian untuk meningkatkan fleksibilitas model kemudian dianalisis lebih lanjut untuk digeneralisasikan ke himpunan data[23]. Teknik *K fold cross validation* membagi sampel asli secara acak menjadi sub-sampel K yang selanjutnya satu sampel file digunakan sebagai data validasi model, dan sisanya yaitu sub sampel K1 digunakan sebagai data pelatihan [24]. Proses dilakukan berulang dan hasil K dari tiap kelipatan dihitung rata ratanya untuk menghasilkan estimasi[24].

Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan peneliti dalam penelitian ini diambil menggunakan *Canon EOS 80D* dengan resolusi kamera 24,2 MP. Jumlah data yang digunakan untuk penelitian ini adalah 360 data daun empon-empon yang diambil dengan observasi secara langsung terhadap daun empon- empon. Daun terdiri dari 8 jenis yaitu daun lengkuas putih, blengke, jahe, kunci, kunyit putih prosedur yang sudah peneliti lakukan, dengan mengambil tekstur dari daun tersebut.

Pra-pengolahan

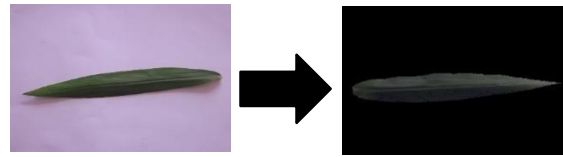
Proses sebelum dilakukan pemberian label yaitu mengambil gambar secara langsung dari daun yang sudah dikumpulkan. Citra asli memiliki warna latar yaitu ke-abuan sesuai dengan gambar 4, dengan warna citra asli yang ke-buan menyebabkan kurangnya nilai akurasi. Warna latar yang digunakan harus sesuai, supaya memudahkan proses segmentasi citra[25].



Gambar 4. Daun Blengke

Cara ini dilakukan untuk menstabilkan warna latar dan menghapus noda yang ada di warna latar citra, supaya hasil akurasi meningkat. Proses

perubahan warna latar menjadi hitam dilakukan menggunakan matlab.



Gambar 5. Sample perubahan *background*

Pemberian Label

Proses yang dilakukan selanjutnya yaitu pemberian label, pemberian label bertujuan untuk mempermudah dan mengenali ketika proses identifikasi citra[26]. Penelitian ini menggunakan label berupa angka untuk mempersingkat nama dari berbagai jenis daun yang digunakan. Pemberian label disebut juga dengan pembagian kelas. Label diberikan sesuai dengan jenis daun, untuk mengetahui pembagian pemberian label dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pemberian Label

Data	Jenis Daun	Label
1-45	Lengkuas Putih	1
46-90	Blengke	2
91-135	Jahe	3
136-180	Kunci	4
181-225	Kunyit Putih	5
226-270	Kunyit Orange	6
271-315	Lengkuas Merah	7
316-360	Temulawak	8

Ekstraksi Tekstur GLCM

Untuk melakukan klasifikasi diperlukan algoritma supaya citra yang digunakan bisa terdeteksi, peneliti menggunakan CLGM karena ingin menggunakan tekstur daun sebagai deteksi. Ekstraksi GLCM dilakukan di matlab dengan memasukkan input berupa gambar. Proses ekstraksi menggunakan sudut 00, 450, 900, 1350, dengan jarak antar piksel d=1. Data hasil ekstraksi GLCM dapat dilihat dalam tabel 3, data tersebut akan digunakan untuk proses training dan testing.

Tabel 3. Hasil ekstraksi fitur

Contrast	Correlation	Energy	Homogenelty	Label
0,005714	0,965343	0,84144	0,998036	1
0,004752	0,9618116	0,87506	0,997981	1
0,004327	0,961697	0,834675	0,998146	1
0,006469	0,961697	0,837029	0,9977	1
0,00608	0,964536	0,834675	0,997888	1
...
...
0,02804	0,943614	0,571489	0,987177	8
0,02993	0,987359	0,472915	0,994394	8

Setelah dilakukan proses GLCM data akan disimpan dalam excel, supaya proses pengujian lebih cepat dan tidak membebani perangkat.

Proses Data Latih dan Uji

Setelah dilakukan ekstraksi tekstur data akan di bagi menjadi data testing dan training. Data training berjumlah 320 data dan testing berjumlah 40 data. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan k-fold cross validation sebagai validasi dengan jumlah fold 9. Data 360 hasil glcm yang sudah disimpan dalam excel dibagi menjadi 9 subset dengan setiap subset berjumlah 40 data. Setelah data dibagi data akan di training menggunakan k-nn, jarak terdekat yang digunakan untuk proses klasifikasi adalah k=3. Setelah data dilakukan training data akan di testing untuk melihat berapa hasil prediksi dari sistem.

Berdasarkan tabel 2 pada skenario pengujian, data akan di uji sebanyak 9 kali dengan setiap fold akan menghasilkan nilai akurasi yang berbedabeda maupun sama.

Tabel 4. Skenario pengujian 9-fold

Fold	Data	Subset
1	Data Latih	S2,S3,S4,S5,S6,S7,S8,S9
	Data Uji	S1
2	Data Latih	S1,S3,S4,S5,S6,S7,S8,S9
	Data Uji	S2
3	Data Latih	S1,S2,S4,S5,S6,S7,S8,S9
	Data Uji	S3
4	Data Latih	S1,S2,S3,S5,S6,S7,S8,S9
	Data Uji	S4
5	Data Latih	S1,S2,S3,S4,S6,S7,S8,S9
	Data Uji	S5
6	Data Latih	S1,S2,S3,S4,S5,S7,S8,S9
	Data Uji	S6
7	Data Latih	S1,S2,S3,S4,S5,S6,S8,S9
	Data Uji	S7
8	Data Latih	S1,S2,S3,S4,S5,S6,S7,S9
	Data Uji	S8
9	Data Latih	S1,S2,S3,S4,S5,S6,S7,S8
	Data Uji	S9

Hasil Akurasi

Setiap fold akan dihitung nilai akurasi-nya, perhitungan nilai akurasi menggunakan persamaan 6. Contoh perhitungan dari akurasi fold 2 dapat dilihat dalam persamaan 6.

$$akurasi F2 = \frac{40-4}{40} \times 100 = 90\% \quad (6)$$

Tabel 5. Hasil akurasi 9-fold

fold	Data latih	Data Uji	Benar	Salah	Akurasi	Err0%or
1	320	40	40	0	100%	0%
2	320	40	36	4	90%	10%
3	320	40	38	2	95%	5%
4	320	40	35	5	88%	13%
5	320	40	36	4	90%	10%
6	320	40	35	5	88%	13%
7	320	40	38	2	95%	5%
8	320	40	36	4	90%	10%
9	320	40	37	3	93%	8%
Rata-rata					92%	8%

Setelah diketahui hasil akurasi setiap fold maka hasil akan dirata-rata untuk mengetahui berapa nilai akurasi secara keseluruhan. Hasil akurasi dari 9-fold dapat dilihat dari tabel 5.

Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai akurasi tertinggi diperoleh fold ke-1, yang memiliki nilai akurasi sebesar 100% dan untuk akurasi terendah didapatkan dari fold ke-4 dan ke-6 dengan nilai akurasi 88%. Hasil rata rata dari uji 9-fold cross validation adalah 92%.

Kesimpulan

Penelitian yang dilakukan dengan mengimplementasikan GLCM dan K-NN untuk mengidentifikasi tekstur dari ekstraksi fitur *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *Homogeneity* pada daun empon-empon mendapatkan hasil akurasi sebesar 92% menggunakan 9-fold cross validation. Penelitian ini mengalami peningkatan dari penelitian terkait yaitu indentifikasi Tumbuhan Obat Herbal[5] dengan peningkatan akurasi sebesar 8,67%.

Pada penelitian sebelumnya menggunakan total 90 data dan menyarankan supaya menambahkan data latih sehingga dapat meningkatkan akurasi. Pada penelitian ini data latih ditambahkan dengan total 360 data dengan 320 data digunakan untuk *training* dan 40 data digunakan untuk melakukan *testing*. Untuk penelitian selanjutnya, peneliti menyarankan supaya menggunakan metode lain serta dapat dikembangkan untuk identifikasi bentuk atau geometri.

Daftar Pustaka

- [1] B. P. Asmara, "Uji Eksperimen Pendeteksiaian Objek Manusia denga Metode Kombinasi Segmentasi Warna Citra Menggunakan (Teknik Perangkat Lunak) untuk Mendukung Pembelajaran Pengolahan," *Semin. Nas. Teknol. Sains dan Hum.* 2019, vol. 2019, no. SemanTECH, pp. 22–26, 2019.
- [2] Sri Ratna Sulistiyanti, F. X. A. Setyawan, K. Sivam, and S. Purwiyanti, "Alat Identifikasi Jenis Daging dengan

- Pengolahan Citra Digital Menggunakan Python 2.7 dan OpenCV Berbasis Raspberry Pi 3,” *J. MATRIX*, vol. 9, no. 1,2, pp. 54–60, 2019.
- [3] M. Effendi, F. Fitriyah, and U. Effendi, “Identifikasi Jenis dan Mutu Teh Menggunakan Pengolahan Citra Digital dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan,” *J. Teknotan*, vol. 11, no. 2, p. 67, 2017.
- [4] R. Susanto, W. Lestari, and N. T. Nugroho, “Usaha Pengeringan Empon-Empon Bahan Obat,” vol. 2, no. 1, pp. 75–84, 2018.
- [5] F. S. Ni'mah, T. Sutojo, and D. R. I. M. Setiadi, “Identifikasi Tumbuhan Obat Herbal Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Algoritma Gray Level Co-occurrence Matrix dan K-Nearest Neighbor,” *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 6, no. 2, pp. 51–56, 2018,
- [6] F. Felix, J. Wijaya, S. P. Sutra, P. W. Kosasih, and P. Sirait, “Implementasi Convolutional Neural Network Untuk Identifikasi Jenis Tanaman Melalui Daun,” *J. SIFO Mikroskil*, vol. 21, no. 1, pp. 1–10, 2020.
- [7] A. F. K. Sibero and A. Saleh, “Identifikasi Tanaman Herbal Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Cosine Similarity dan Features Extraction,” vol. 5, no. 1, 2020.
- [8] D. A. Anushya, “Herbal Leaves ImageClustering via K-Means,” *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 8, no. 1, pp. 282–285, 2020,
- [9] S. Zhang, X. Li, M. Zong, X. Zhu, and R. Wang, “Efficient kNN classification with different numbers of nearest neighbors,” *IEEE Trans. Neural Networks Learn. Syst.*, vol. 29, no. 5, pp. 1774–1785, 2018.
- [10] A. F. Pulungan, M. Zarlis, and S. Suwilo, “Analysis of Braycurtis, Canberra and Euclidean Distance in KNN Algorithm,” *Sinkron*, vol. 4, no. 1, p. 74, 2019.
- [11] W. M. Shaban, A. H. Rabie, A. I. Saleh, and M. A. Abo-Elvoud, “A new COVID-19 Patients Detection Strategy (CPDS) based on hybrid feature selection and enhanced KNN classifier,” *Knowledge-Based Syst.*, vol. 205, p. 106270, 2020.
- [12] D. Cahyanti, A. Rahmayani, and S. Ainy, “Analisis performa metode Knn pada Dataset pasien pengidap Kanker Payudara,” *Indones. J. Data Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 39–43, 2020.
- [13] W. Yustanti, “Algoritma K-Nearest Neighbour untuk Memprediksi Harga Jual Tanah,” *J. Mat. Stat. dan komputasi*, vol. 9, no. 1, pp. 57–68, 2012.
- [14] S. W. Binabar and Ivandari, “Optimasi Parameter K pada Algoritma KNN untuk Deteksi Penyakit Kanker Payudara,” *IC-Tech*, vol. XII, no. 2, pp. 11–18, 2017.
- [15] W. A. Istiqhfarani, I. Cholissodin, and F. A. Bachtiar, “Klasifikasi Penyakit Dental caries menggunakan Algoritme Modified K- Nearest Neighbor,” vol. 4, no. 5, pp. 1499–1506, 2020.
- [16] M. H. J. Jian and Kamber and Pei, *Data Mining Techniques, Third Edition*. 2011.
- [17] E. Prasetyo, *Data mining konsep dan aplikasi menggunakan matlab*. Yogyakarta: Andi, 2012.
- [18] A. Priyono and M. C. Wijaya, *Pengolahan Citra Digital Menggunakan MatLAB Image Processing Toolbox*. Bandung: Informatika, 2007.
- [19] S. Zhang, “Cost-sensitive KNN classification,” *Neurocomputing*, vol. 391, no. xxxx, pp. 234–242, 2020,
- [20] Z. Budiarmo, “IDENTIFIKASI MACAN TUTUL DENGAN METODE GREY LEVEL COOCURENT MATRIX (GLCM).”
- [21] S. Santosa, Martono, M. B. Utomo, and B. S. Budi, “Seleksi Arah Sudut Komputasi dan Fitur GLCM pada Ekstraksi Citra Kayu Jati, Mahoni, Mindi, dan Sengon,” *J. Wahana Tek. Sipil*, vol. 23, no. 2, pp. 77–87, 2018.
- [22] V. Lusiana *et al.*, “Ekstraksi fitur tekstur menggunakan matriks glcm pada citra dengan variasi arah obyek 1,2,3,” pp. 978–979, 2019.
- [23] S. Saud, B. Jamil, Y. Upadhyay, and K. Irshad, “Performance improvement of empirical models for estimation of global solar radiation in India: A k-fold cross-validation approach,” *Sustain. Energy Technol. Assessments*, vol. 40, no. June, p. 100768, 2020.
- [24] P. Jiang and J. Chen, “Displacement prediction of landslide based on generalized regression neural networks with K-fold cross-validation,” *Neurocomputing*, vol. 198, pp. 40–47, 2016,
- [25] T. Y. Prahudaya and A. Harjoko, “Metode Klasifikasi Mutu Jambu Biji Menggunakan Knn Berdasarkan Fitur Warna Dan Tekstur,” *J. Teknosains*, vol.
- [26] D. Sukma, Allfian, “Klasifikasi Dokumen

Temu Kembali Informasi dengan K-Nearest Neighbour,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 1, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.