

Perbandingan Klasifikasi Citra Daun Herbal Menggunakan Metode *Logistic Regression* dan *Decision Tree Classifier* Berdasarkan Fitur (Warna, GLCM, Bentuk)

Luh Putu Risma Noviana^{a,1,*}, I Nyoman Bagus Suweta Nugraha^{b,2}

^a Universitas PGRI Mahadewa Indonesia, Jl. Seroja No.57, Tonja, Kec. Denpasar Utara, Kota Denpasar, Bali

^b Universitas PGRI Mahadewa Indonesia, Jl. Seroja No.57, Tonja, Kec. Denpasar Utara, Kota Denpasar, Bali

¹ risma@mahadewa.ac.id*; ² nugraha@mahadewa.ac.id;

ARTICLE INFO

Article history

Menerima 23 Oktober 2023

Revisi 02 November 2023

Diterima 04 November 2023

Kata Kunci

Fitur Warna, GLCM dan Bentuk

Logistic Regression

Decision Tree Classifier

ABSTRACT

The development of plant science is growing rapidly regarding herbal plants. Herbs have many benefits for life to prevent, cure diseases. To find out the types of herbal plants is done by the classification process. Classification of herbal plants can be done by identifying the shape of the leaf image of herbal plants by extracting color features, GLCM and shape from herbal leaves. The 275 dataset consists of 25 leaf types with 11 total datasets. There are several kinds of classification methods that can be used. In this study, the classification methods used were the Logistic Regression and Decision Tree Classifier methods. Based on the results of trials conducted using the Logistic Regression method, the train classification accuracy value was 72.9% and the classification test accuracy was 60.24%, while the Decision Tree Classifier method had a train classification accuracy value of 100% and the accuracy of the classification test was 78.31. This shows that the performance of the Decision Tree Classifier method is better than the Logistic Regression method.

This is an open access article under the [CC-BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



1. Pendahuluan

Tanaman Herbal mempunyai banyak manfaat bagi kehidupan. Berdasarkan pengamatan manusia memiliki senyawa yang bermanfaat untuk mencegah, menyembuhkan penyakit, melakukan fungsi biologis tertentu, hingga mencegah serangan serangga dan jamur. Proses pengenalan tanaman herbal dengan cara pengambilan gambar daun herbal kemudian melakukan pengenalan pola daun dengan cara mengenali karakteristik struktural daun seperti warna, GLCM (Gray-Level Co-Occurrence Matrix) dan bentuk.

Proses klasifikasi tanaman herbal dilakukan berdasarkan warna, GLCM dan bentuk daun dengan metode Decision Tree Classifier dan Logistic Regression. Proses identifikasi yang dilakukan dengan model citra masukan untuk menganalisa karakteristik dari struktur daun. Fitur warna dianalisis menggunakan Hue Saturation Value (HSV), fitur tekstur (GLCM) dianalisis menggunakan Dissimilarity, Correlation, Homogeneity, Contrast, ASM dan Energy, sedangkan fitur bentuk dianalisis menggunakan metric, eccentricity.

Penelitian yang dilakukan oleh [4] yaitu proses klasifikasi tanaman herbal dengan ekstraksi fitur dari bentuk tanaman tersebut. Dalam penelitian ini, fitur invariant moment dan fitur geometri

digunakan ekstraksi fitur daun herbal dengan menggunakan metode Naïve Bayes Classifier dan K-Nearest Neighbor (KNN). Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan, penggunaan metode Naïve Bayes Classifier didapatkan nilai akurasi sebesar 75%, sedangkan dengan menggunakan K-Nearest Neighbor didapatkan akurasi sebesar 70,83%. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja metode Naïve Bayes Classifier lebih baik dibandingkan metode KNN.

Penelitian yang dilakukan oleh [5] yaitu Klasifikasi Jenis Pisang Berdasarkan Fitur Warna, Tekstur, Bentuk Citra Menggunakan SVM dan KNN. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengidentifikasi atau mengklasifikasi jenis pisang berdasarkan fitur citra (warna, tekstur dan bentuk) dengan menggunakan algoritma SVM dan KNN. Data yang digunakan adalah citra Pisang total 399 yang diklasifikasi menjadi 7 jenis yaitu Pisang Ambon, Pisang Kepok, Pisang Susu, Pisang Raja, Pisang Mas, Pisang Raja Nangka, Pisang Cavendish. Dari citra Pisang diambil fitur warna nilai rata-rata RGB, standar deviasi RGB, skewness RGB, entropy RGB. Fitur tekstur nilai rata-rata citra grayscale, standar deviasi grayscale, dan gray level co- occurrence matrix (kontras, energi, korelasi, homogeneity) dengan hasil uji didapatkan adalah fitur warna 41,6%, fitur tekstur 33,3%, fitur bentuk 8,3% dengan menggunakan metode SVM sedangkan menggunakan algoritma KNN mendapatkan hasil fitur warna 55,9%, fitur tekstur 58,33% dan fitur bentuk 45,24%.

Meiriyama et al (2022), judul penelitian klasifikasi daun herbal berdasarkan fitur bentuk dan tekstur menggunakan KNN. Tanaman herbal merupakan tanaman yang banyak digunakan oleh masyarakat khususnya di Indonesia yang keanekaragaman hayatinya digunakan sebagai bahan dalam pembuatan obat herbal. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan daun tumbuhan rumput menggunakan metode K-Nearest-Neighbor (KNN) dengan $K=3$ dan ekstraksi histogram Oriented Gradient (HOG) dan Local Binary Patterns (LBP). Penelitian dilakukan dengan 15 jenis herbal. Akurasi metode HOG dengan KNN adalah 92,67%, akurasi LBP dengan KNN adalah 88,67%, akurasi kombinasi fitur HOG dan LBP dengan metode KNN adalah 92,67%. Berdasarkan tiga skenario percobaan, terlihat bahwa kombinasi fitur HOG dan LBP tidak mempengaruhi akurasi klasifikasi daun tumbuhan.

Berdasarkan penelitian ini akan dilakukan perbandingan klasifikasi daun herbal dengan metode Decision Tree Classifier dan Logistic Regression berdasarkan ekstraksi fitur warna dengan HSV, ekstraksi fitur tekstur dengan GLCM dan ekstraksi fitur bentuk dengan *eccentricity* dan *metric*. Sebelum dilakukan tahapan pengelompokkan maka tahap pertama yang dilakukan tahap preprocessing citra dan ekstraksi fitur citra untuk mendapatkan nilai masukan yang tepat dalam tahapan klasifikasi spesies daun berdasarkan citra daun. Dataset yang digunakan 275 daun dengan jenis-jenis daun adalah 25 dengan jumlah daun 11.

2. Metode

2.1. Tahap Penelitian

Tahap penelitian yang pertama menginput dataset sebanyak 11 yaitu: Base, Cermai, Dapdap, JS, Kayatoktok, MD, Menuh, Piduh, Pucuk, Pule dan TB.

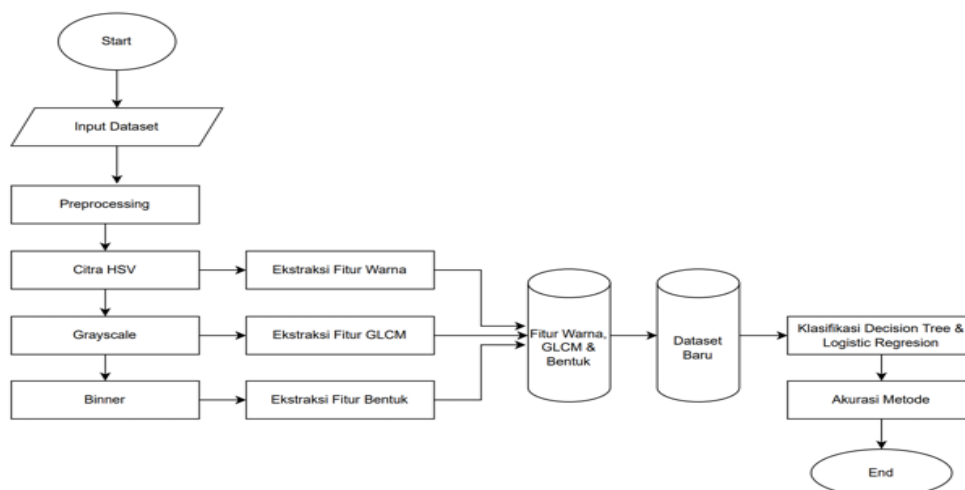


Fig.1. Tahap Penelitian

2.2. Data Uji

Citra uji yang digunakan pada penelitian Daun Herbal dengan 275 dataset terdiri 25 jenis daun dengan 11 jumlah dataset. Berikut ini nama-nama daun yang digunakan sebagai dataset yaitu: 1) Base, 2) Cermay, 3) Dapdap, 4) JS, 5) Kayutoktok, 6) MD, 7) Menuh, 8) Piduh, 9) Pucuk, 10) Pule, 11) TB.

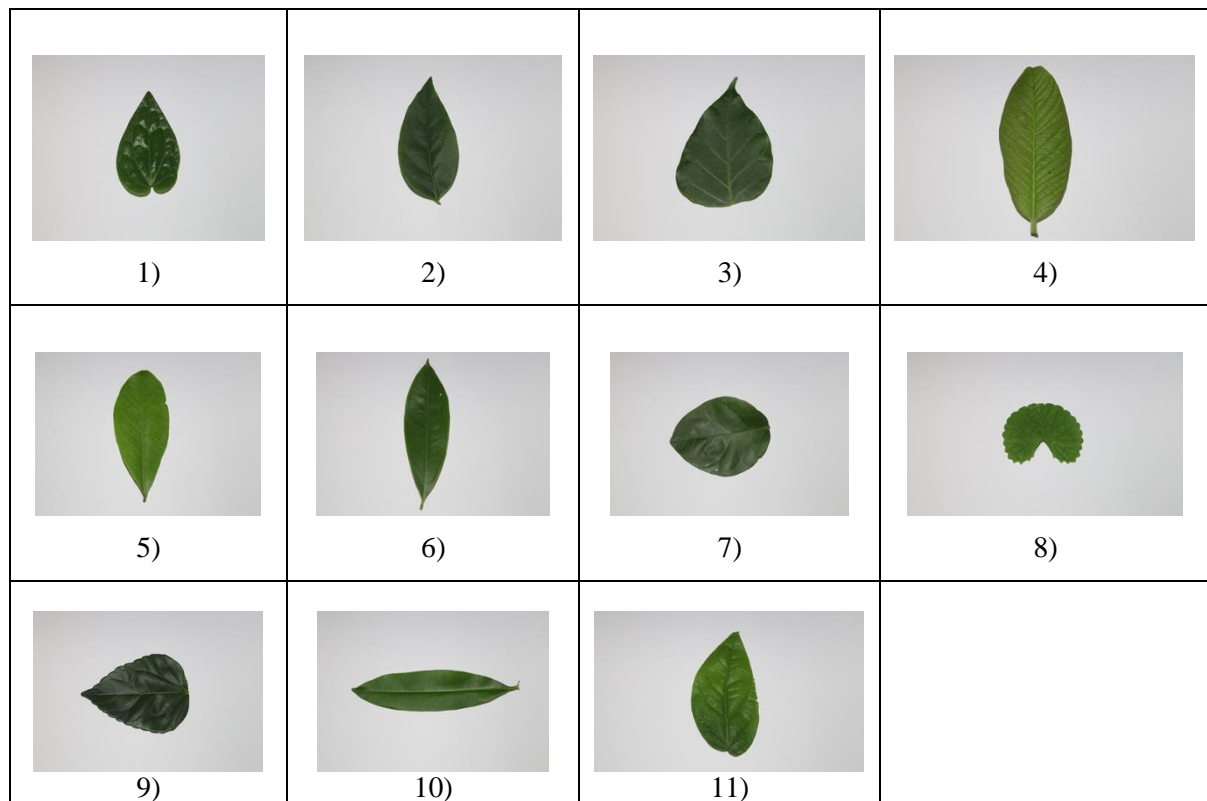


Fig.2. Data Uji

2.3. Preprocessing

Pre-processing merupakan suatu proses untuk menghilangkan bagian-bagian yang tidak diperlukan pada gambar input untuk proses selanjutnya [7]. Pre-Processing merupakan salah satu langkah untuk meningkatkan kualitas gambar. Gambar mengalami transformasi untuk mendapatkan fitur pada gambar. Pada aplikasi penelitian ini digunakan teknik pengubahan tingkat warna pada suatu gambar, khususnya dari gambar berwarna menjadi gambar skala abu-abu. Mengubah level warna menjadi gambar skala abu-abu juga akan mengurangi level perhitungan sebesar pada tahap pemulihan fitur.

2.4. Ekstraksi Fitur Warna

Gambar terdiri dari piksel yang memiliki ukuran intensitas warna masing-masing. Distribusi warna dalam setiap piksel diwakili oleh histogram. Histogram menampilkan sebaran piksel berdasarkan intensitas tingkat keabuan setiap piksel. Penggunaan histogram sebagai metode ekstraksi fitur didasarkan pada perbedaan sebaran atau sebaran piksel pada setiap citra. HSV memiliki karakteristik pokok dari warna lain [3] sebagai berikut:

1. Hue digunakan untuk menentukan kemerahan (redness) dan kehijauan (greenness)
2. Saturation adalah kemurniaan atau kekuatan warna
3. Value kecerahan dari warna nilainya berkisar dari 0-100%. Apabila nilainya 0 maka warnanya adalah hitam, semakin besar nilai maka akan semakin cerah

Proses mendapatkan nilai setiap warna yang ingin ditampilkan melalui perhitungan konversi ruang warna RGB ke ruang warna HSV [1].

2.5. Ekstraksi Fitur Tekstur

Ciri tekstur merupakan informasi berupa susunan struktur permukaan suatu gambar. Dalam penelitian ini menggunakan *Gray Level Occurance Matrix* (GLCM) sebagai matrik dalam pengambilan nilai keabuan dari sebuah gambar. Berikut ini tahap yang dilakukan dalam pengambilan tekstur dari sebuah gambar:

1. Citra Warna dirubah menjadi citra grayscale
2. Masing-masing nilai dari RGB citra dirubah menjadi abu-abu
3. Pikel baru =setPixel
4. Segmentasi nilai warna ke dalam 16 bin
5. Hitung nilai co-occurance matrix dalam empat arah masing-masing 0° , 45° , 90° dan 135°
6. Hitung informasi ciri tekstur yaitu contrast, correlation, energy, homogeneity dan entropy

Tekstur merupakan karakteristik yang dimiliki suatu area dalam suatu gambar yang cukup besar tersebut terulang secara alami di dalam area tersebut. Pengertian dari tekstur dalam kurang lebih adalah keteraturan pola-pola tertentu yang terbentuk dari susunan piksel-piksel pada suatu citra digital [9]. Salah satu bagian penting dalam analisis tekstur adalah menggunakan matriks pasangan intensitas (*Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM)). GLCM merupakan suatu matriks yang menggambarkan frekuensi munculnya pasangan dua piksel dengan intensitas tertentu dalam jarak dan arah tertentu dalam citra [10].

2.6. Ekstraksi Fitur Bentuk

Ciri bentuk merupakan karakter dari suatu objek konfigurasi oleh garis dan kontur. Fitur bentuk bergantung pada Teknik yang digunakan. Kategori tersebut berdasarkan batas (*boundry-based*) dan berdasarkan daerah (*region-based*). Untuk membedakan bentuk objek satu dengan objek lainnya dapat menggunakan parameter *eccentricity* dan *metric*. *Eccentricity* merupakan nilai perbandingan antara jarak foci ellips minor dengan foci ellips mayor suatu objek. *Eccentricity* mempunyai rentang nilai antara 0 hingga 1. Objek berbentuk memanjang atau mendekati bentuk garis lurus maka mendekati angka 1, sedangkan objek yang berbentuk bulat atau lingkaran dengan mendekati angka 0. *Metric* merupakan nilai perbandingan antara luas dan keliling objek. *Metric* memiliki rentang nilai antara 0 hingga 1. Objek berbentuk memanjang atau mendekati bentuk garis lurus maka nilai *metric* mendekati 0 sedangkan objek berbentuk bulat atau lingkaran maka nilai *metric* mendekati angka 1. Parameter *eccentricity* dan *metric* merupakan teknik ekstraksi fitur yang bertujuan untuk mengambil atau mengekstraksi nilai *eccentricity* dan *metric* [8].

2.7. Decision Tree

Pohon (*tree*) adalah struktur data terdiri dari simpul (*node*) dan rusuk (*edge*). Ada tiga jenis simpul pada pohon: simpul akar (*root/node*), simpul percabangan/internal (*branch/internal node*), dan simpul daun (*leaf node*) [2]. Pohon keputusan merupakan representasi sederhana dari teknik klasifikasi untuk sejumlah kelas terbatas, dimana *node internal* maupun simpul akar ditandai dengan nama atribut, rusuk-rusuknya diberi label nilai atribut yang mungkin dan simpul daun ditandai dengan kelas yang berbeda [2]

2.8. Logistic Regression

Logistic Regression merupakan metode statistic yang diterapkan untuk memodelkan variabel respon yang bersifat kategori (skala nominal/ordinal) berdasarkan satu atau lebih predictor yang dapat berupa variabel kategori maupun kontinu. Analisis regresi yang dapat digunakan jika variabel dependent merupakan variabel dikotomi.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Fitur Warna

Hasil pengujian sistem berikut ini adalah data yang tersimpan kedalam dataset yang akan dijadikan data training dan data testing berdasarkan nilai ekstraksi fitur warna dapat dilihat pada tabel I

Tabel 1. Nilai Ekstraksi Fitur Warna

File	Hue	Saturation	Value
dataset/base1.bmp	47,43641	158,2977	66,91328
dataset/base2.bmp	47,36054	155,3114	68,62114
dataset/base3.bmp	47,23176	151,7994	69,81334
dataset/base4.bmp	47,15765	155,4131	68,23652
dataset/base5.bmp	43,12778	196,4623	106,9275
dataset/base6.bmp	86,11148	2,597299	216,9815
dataset/base7.bmp	43,22003	201,4807	105,7874
dataset/base8.bmp	43,43123	201,4194	105,0625
dataset/base9.bmp	47,77027	147,4059	66,09805
dataset/base10.bmp	47,92453	143,3423	68,63556

3.2. Fitur Tekstur (GLCM)

a. Nilai Ekstraksi Fitur Sudut 0

Hasil pengujian sistem berikut ini adalah data yang tersimpan kedalam dataset yang akan dijadikan data training dan data testing berdasarkan nilai ekstraksi fitur warna dapat dilihat pada table 2.

Tabel 2. Ekstraksi Fitur Sudut 0

File	Dissimilarity 0	Correlation 0	Homogeneity 0	Contrast 0	ASM 0	Energy 0
dataset/base1.bmp	13,55238934	0,90749234	0,251748244	958,487531	0,00206151	0,04540386
dataset/base2.bmp	15,47154472	0,91025185	0,233644052	877,474852	0,00292928	0,0541228
dataset/base3.bmp	17,87811298	0,88725484	0,221296101	1096,55379	0,00328477	0,05731292
dataset/base4.bmp	14,47252747	0,91635793	0,242053169	838,651248	0,00300367	0,05480571
dataset/base5.bmp	10,60969554	0,92993871	0,247469668	449,686364	0,00360591	0,06004927
dataset/base6.bmp	10,25679099	0,9289448	0,261110514	478,437103	0,0022604	0,04754365
dataset/base7.bmp	9,676660188	0,93438695	0,258470619	446,700907	0,00221215	0,04703353
dataset/base8.bmp	9,13106507	0,94034607	0,262488546	428,202816	0,00289654	0,05381954
dataset/base9.bmp	12,24892469	0,90849191	0,229647094	817,333151	0,00166498	0,04080416
dataset/base10.bmp	13,09498655	0,92077476	0,217938537	716,887768	0,00223145	0,04723827

b. Nilai Ekstraksi Fitur Sudut 45

Hasil pengujian sistem berikut ini adalah data yang tersimpan kedalam dataset yang akan dijadikan data training dan data testing berdasarkan nilai ekstraksi fitur warna dapat dilihat pada table 3.

Tabel 3. Nilai Ekstraksi Fitur Sudut 45

File	dissimilarity 45	correlation 45	homogeneity 45	contrast 45	ASM 45	energy 45
dataset/base1.bmp	13,6698153	0,91001492	0,24466179	924,355563	0,00204737	0,04524782
dataset/base2.bmp	19,3663211	0,86974322	0,21640512	1260,93592	0,00269136	0,05187833
dataset/base3.bmp	18,1873126	0,88536546	0,21904786	1109,01439	0,0032367	0,05689198
dataset/base4.bmp	17,5013349	0,88518905	0,22799292	1139,14116	0,0027945	0,05286306
dataset/base5.bmp	10,5447675	0,93425081	0,24464303	419,615335	0,00357665	0,05980509
dataset/base6.bmp	12,4626129	0,89725423	0,24562403	688,534744	0,00209336	0,04575323

dataset/base7.bmp	9,72377754	0,93649308	0,2537746	429,680989	0,00223167	0,04724051
dataset/base8.bmp	11,6592089	0,9039413	0,24498421	683,59409	0,00265393	0,05151629
dataset/base9.bmp	12,4374598	0,91109624	0,2204377	783,096672	0,0016427	0,04053022
dataset/base10.bmp	16,3205917	0,88439474	0,20288028	1031,19808	0,00205041	0,04528151

c. Nilai Ekstraksi Fitur 90

Hasil pengujian sistem berikut ini adalah data yang tersimpan kedalam dataset yang akan dijadikan data training dan data testing berdasarkan nilai ekstraksi fitur warna dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Nilai Ekstraksi Fitur 90

File	dissimilarity 90	correlation 90	homogeneity 90	contrast 90	ASM 90	energy 90
dataset/base1.bmp	12,6985036	0,92352112	0,25147156	795,260369	0,00218185	0,04671031
dataset/base2.bmp	20,9497766	0,85152396	0,21491907	1444,82037	0,00271225	0,05207922
dataset/base3.bmp	16,9927791	0,90316194	0,22899702	945,634549	0,00350148	0,0591733
dataset/base4.bmp	19,2445047	0,86355861	0,22452037	1361,21141	0,00278085	0,05273376
dataset/base5.bmp	11,6057765	0,91935129	0,24055514	517,368467	0,00358761	0,05989664
dataset/base6.bmp	11,991543	0,90720675	0,24807268	623,610475	0,00220555	0,0469633
dataset/base7.bmp	11,3850763	0,91380986	0,24480883	585,859654	0,00221253	0,04703757
dataset/base8.bmp	10,9841405	0,91870618	0,24709738	581,319115	0,0027697	0,05262798
dataset/base9.bmp	12,4063268	0,91647618	0,2244756	747,712633	0,00171326	0,04139155
dataset/base10.bmp	16,5596349	0,88524702	0,20368365	1034,51314	0,00213477	0,04620355

d. Nilai Ekstraksi Fitur 135

Hasil pengujian sistem berikut ini adalah data yang tersimpan kedalam dataset yang akan dijadikan data training dan data testing berdasarkan nilai ekstraksi fitur warna pada tabel 5.

Tabel 5. Nilai Ekstraksi Fitur 135

File	dissimilarity 135	correlation 135	homogeneity 135	contrast 135	ASM 135	energy 135
dataset/base1.bmp	13,7454427	0,91037	0,24424394	920,710192	0,00205489	0,04533095
dataset/base2.bmp	20,0479497	0,86127614	0,21564998	1342,9113	0,0026921	0,05188545
dataset/base3.bmp	18,2297232	0,8901262	0,21911192	1062,96285	0,00332611	0,05767246
dataset/base4.bmp	19,0698922	0,86588673	0,22026661	1330,66777	0,00273419	0,05228951
dataset/base5.bmp	12,6814492	0,90283958	0,23366294	620,094236	0,00346171	0,05883634
dataset/base6.bmp	11,0982467	0,92244362	0,24962101	519,690723	0,00222032	0,04712026
dataset/base7.bmp	12,5831354	0,89689919	0,23706637	697,610115	0,00211607	0,04600071
dataset/base8.bmp	9,98941536	0,93434185	0,25015394	467,220211	0,00279087	0,05282865
dataset/base9.bmp	13,463501	0,9009056	0,2156688	872,868392	0,00159162	0,03989506
dataset/base10.bmp	15,558525	0,89939202	0,20453167	897,427546	0,00211447	0,04598336

3.3. Ekstraksi Fitur Bentuk

Hasil pengujian sistem berikut ini adalah data yang tersimpan kedalam dataset yang akan dijadikan data training dan data testing berdasarkan nilai ekstraksi fitur warna pada tabel 6.

Tabel 6. Nilai Ekstraksi Fitur Bentuk

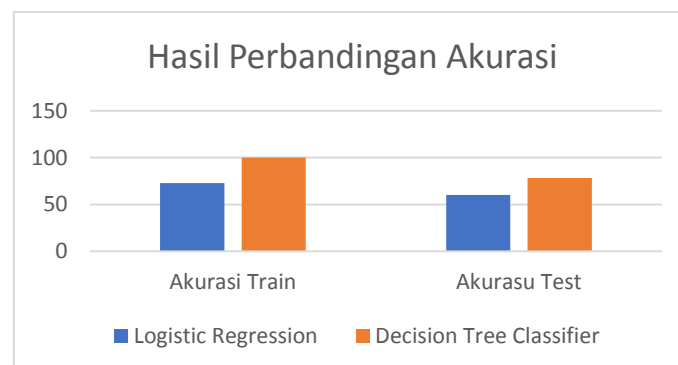
No	File	metric	eccentricity
1	dataset/base1.bmp	0,79652837	0,58583089
2	dataset/base2.bmp	0,73577596	0,75970938
3	dataset/base3.bmp	0,77645017	0,64440713
4	dataset/base4.bmp	0,73946326	0,74912991
5	dataset/base5.bmp	0,71118258	0,72180562
6	dataset/base6.bmp	0,67927923	0,72493491
7	dataset/base7.bmp	0,69437418	0,76563216
8	dataset/base8.bmp	0,71319164	0,72606247
9	dataset/base9.bmp	0,83899256	0,19401781
10	dataset/base10.bmp	0,80344136	0,60533349

3.4 Hasil Uji Akurasi

Tahapan selanjutnya adalah evaluasi, dimana dilakukan dengan uji akurasi dari Dataset. Hasil pengujian akurasi dari klasifikasi 11 kelas jenis daun herbal dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Akurasi

Jenis Metode	Jml Prediksi	Akurasi Train	Akurasi Test
<i>Logistic Regression</i>	275	72,9	60,24
<i>Decision Tree Classifier</i>	275	100	78,31

**Fig.3.** Diagram Hasil Perbandingan Akurasi

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dengan menggunakan 2 (dua) metode yaitu Logistic Regression dan Decision Tree Classifier dengan dataset daun 275 maka didapatkan hasil akurasi yang paling tinggi adalah Decision Tree Classifier dengan hasil akurasi train 100% dan akurasi test 78,31 sedangkan Logistic Regression dengan hasil akurasi train 72,9% dan akurasi test 60,24.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan hasil uji coba klasifikasi citra daun herbal maka penggunaan metode Logistic Regression dengan fitur warna, fitur tekstur (GLCM) dan fitur bentuk didapatkan nilai akurasi train klasifikasi 72,9% dan akurasi test klasifikasi 60,24% sedangkan metode Decision Tree Classifier dengan fitur warna, fitur tekstur (GLCM) dan fitur bentuk nilai akurasi train klasifikasi 100% dan akurasi test klasifikasi test 78,31. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja metode

Decision Tree Classifier lebih baik dibandingkan metode *Logistic Regression* dilihat hasil akurasi yang didapatkan

Daftar Pustaka

- [1] A. Z. Maula, C. R. (2016). Pengembangan aplikasi pemilihan buah tomat untuk bibit unggul berdasarkan warna dan ukuran menggunakan HSV dan thresholding. *J. Teknol. Inf. Teor. Konsep, dan Implementasi*, vol. 7, no. 2, pp. 127–138.
- [2] Eska, J. (2016). Data Mining Untuk Prediksi Penjualan Wallpaper Menggunakan Algoritma C45. *JURTEKSI (Jurnal Teknol. dan Sist. Informasi)*, vol.2,pp., 9-13.
- [3] B.Y.B Putranto, W. H. (2018). “Segmentasi warna citra dengan deteksi warna HSV untuk mendeteksi objek. *J. Inform*, vol 2, no 2.
- [4] Liantoni, F., & Nugroho, H. (2015). Klasifikasi Daun Herbal Menggunakan Metode Naïve Bayes Classifier Dan Knearest Neighbor. *Jurnal Simantec*, 5(1), 9–16.
- [5] Meiriyama, M., Devella, S., & Adelfi, S. M. (2022). Klasifikasi Daun Herbal Berdasarkan Fitur Bentuk dan Tekstur Menggunakan KNN. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 9(3), 2573–2584. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v9i3.2974>
- [6] Yana, Y. E., & Nafi'iyah, N. (2021). Klasifikasi Jenis Pisang Berdasarkan Fitur Warna, Tekstur, Bentuk Citra Menggunakan SVM dan KNN. *RESEARCH: Journal of Computer, Information System & Technology Management*, 4(1), 28. <https://doi.org/10.25273/research.v4i1.6687>
- [7] Maliki, R. S. (2012). Perbandingan Algoritma Template Matching dan Feature Extraction pada Optical Character Recognition. *Jurnal Komputer dan Informatika*, Vol. 1, pp. 29-35.
- [8] Pamungkas, A. (25 September 2019). Pengolahan Citra Digital: Ekstraksi Ciri Citra” <https://pemrogramanmatlab.com/pengolahan-citradigital/ekstraksi-ciri-citra-digital/> diakses.
- [9] Kadir, A. d. (2012). Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra, penerbit Andi Offset, Yogyakarta
- [10] Prasetyo, E. (2011). Pengolahan Citra Digital Dan Aplikasinya Menggunakan Matlab, diedit oleh Fi. Sigit Suyantoro, Penerbit Andi, Yogyakarta.