

Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Learning Vector Quantization (Lvq) Untuk Klasifikasi Daun

Artificial Neural Network Using Learning Vector Quantization (Lvq) for Leaf Classification

Soeheri¹, Rita Novita Sari², Wahyu Saptha Negoro³, Yuhandri⁴
^{1,2}Rekayasa Perangkat Lunak, Universitas Potensi Utama, Medan
³Sistem Informasi, Universitas Potensi Utama, Medan

⁴Program Doktor, Universitas YPTK Padang

e-mail: soedjuli@gmail.com¹, rita.ns89@gmail.com², wahyusaptha1707@gmail.com³,
yuhandri.yunus@gmail.com⁴

ABSTRAK

Daun merupakan salah satu bagian jenis tumbuhan yang biasa digunakan untuk mengklasifikasikan jenis tumbuhan maupun tanaman. Proses identifikasi berbagai macam jenis daun biasanya melibatkan pakar dengan menggunakan herbarium, yaitu merupakan kumpulan dari spesimen tumbuhan yang diawetkan. Klasifikasi daun merupakan pendeteksian dari jenis daun yang berbeda, dimana ada 2 jenis daun diantaranya adalah daun Magnolia Soulangeana dan Invillea sebanyak. Data latihan terdiri dari 30 citra, masing-masing 15 dari dua jenis daun, dan data uji terdiri dari 15 citra yang juga diambil dari dua jenis daun tersebut. Sehingga total citra yang digunakan ada sebanyak 50 citra daun. Untuk klasifikasi daun ini, ekstraksi fitur digunakan. Selain itu, pengklasifikasian menggunakan Learning Vector Quantization (LVQ), yang merupakan metode klasifikasi pola di mana setiap unit keluaran merupakan representasi dari kelas atau kelompok tertentu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa proses identifikasi jenis daun Magnolia Soulangeana dan Bougainvillea pada eksperimen ini berhasil terdeteksi sebesar 80% .

Kata Kunci : Klasifikasi daun, Learning Vector Quantization, Jaringan syaraf tiruan, Ekstraksi fitur.

ABSTRACT

Leaves are one part of plant species that are commonly used to classify plant and plant species. The identification process of various types of leaves usually involves experts using herbarium, which is a collection of preserved plant specimens. Leaf classification is the detection of different types of leaves, where there are 2 types of leaves including Magnolia Soulangeana and Invillea leaves as much. The training data consists of 30 images, 15 each of the two types of leaves, and the test data consists of 15 images also taken from the two types of leaves. So that the total images used are 50 leaf images. For this leaf classification, feature extraction was used. In addition, the classification uses Learning Vector Quantization (LVQ), which is a pattern classification method in which each output unit is a representation of a particular class or group. The test results show that the identification process of Magnolia Soulangeana and Bougainvillea leaf types in this experiment was successfully detected by 80%..

Keywords : Leaf classification, Learning Vector Quantization, Artificial Neural Networks, Feature extraction

Disubmit:20 July

Info Artikel :
Direview:29 Agustus

Diterima :20 November

Copyright © 2022 – CSRID Journal. All rights reserved.

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki hutan yang cukup luas dengan berbagai jenis tanaman didalamnya . Ada hampir diseluruh wilayah indonesia memiliki jenis dan khas tumbuhan yang berbeda-beda, diantaranya unik dan mungkin tidak

ditemukan di negara lain. Ke tanaman yang tumbuh di Indonesia, selain mengandung keragaman, vitamin, nilai gizi yang sangat tinggi dan banyak manfaat kesehatan lainnya. Selain itu, Indonesia juga merupakan negara agraris, terkenal dengan rempah-rempah yang kaya. Dari zaman kuno hingga zaman modern, tanaman obat dapat menyembuhkan penyakit yang berbeda. Menurut rangkuman materi, Indonesia memiliki lebih dari 38.000 spesies tumbuhan di wilayah dan kehutanan negara. [1].

Daun merupakan salah satu bagian jenis tumbuhan yang biasa digunakan untuk mengklasifikasikan jenis tumbuhan maupun tanaman. Tumbuhan atau tanaman masing-masing memiliki karakteristik daun yang berbeda. Daun lebih mudah didapat karena tidak bergantung pada musim dan lokasi pada bagian tanaman [2]. Proses identifikasi berbagai macam jenis daun biasanya melibatkan pakar dengan menggunakan herbarium, yaitu merupakan kumpulan dari spesimen tumbuhan yang diawetkan. Seorang pakar taksonomi membandingkan jenis tanaman yang belum dikenali dengan spesimen yang ditemukan pada herbarium untuk menentukan spesies dari jenis daun yang belum dikenali tersebut untuk dilakukan pencocokan [3].

Salah satu pilihan untuk identifikasi tanaman adalah dengan menggunakan proses otomatis berbantuan komputer. Sistem ini umumnya dikenal sebagai taksonomi berbantuan komputer (computer-aided taxonomy (CAT) [4]. Pada tahap awal dari proses deteksi otomatis, gambar diambil dari objek. Pencitraan dapat dilakukan secara online dengan pemindai atau offline dengan kamera digital. Selanjutnya dilakukan preprocessing citra untuk mengurangi noise. Jika diperlukan, proses reduksi dimensi data dapat dilakukan, data hasil olahan diidentifikasi menggunakan metode pengenalan pola dengan membandingkannya dengan model data latih yang ada.

Salah satu kecerdasan cabang buatan (AI) adalah jaringan syaraf tiruan (JST), yang merupakan representasi ciptaan dari otak manusia dengan tujuan terus menerus untuk mendorong pembelajaran di otak manusia. Di sini, istilah artifisial digunakan karena JST ini digunakan oleh program komputer yang memiliki kemampuan untuk melakukan berbagai perhitungan selama proses pembelajaran. [5].

Learning Vector Quantization (LVQ) adalah teknik klasifikasi pola di mana setiap unit output merupakan representasi dari kelas atau kelompok tertentu. Pemrosesan neuron harus menemukan input vektor dan bobot yang paling tepat. Keuntungan dari teknik ini adalah, selain menemukan jarak terdekat, unit keluaran diposisikan selama dengan mengadaptasi dan memperbaiki pembelajaran bobot menggunakan pembelajaran terawasi, yang memungkinkan evaluasi keputusan klasifikasi melalui penggunaan pembelajaran terawasi.

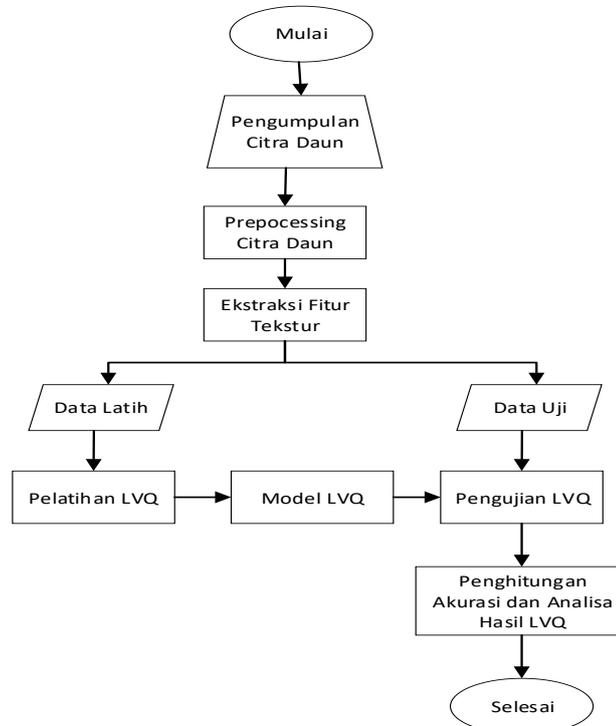
Dalam penelitian sebelumnya, metode klasifikasi Learning Vector Quantization (LVQ) dengan judul Perbandingan Backpropagation (BP) dan Learning Vector Quantification (LVQ) digunakan untuk mengklasifikasikan kisaran harga smartphone di pasar. Dalam hal ini, LVQ mengklasifikasikan kisaran harga smartphone berdasarkan jarak geometri berat dan data pada iterasinya. Sebagai hasil dari simulasi, BP menunjukkan tingkat akurasi yang lebih tinggi – dengan 81,25% dalam data pelatihan dan 72,5% dalam data pengujian dari LVQ, masing-masing [6]. Selain itu, dalam penelitian kedua tentang algoritma pembelajaran vektor komputasi (PDLVQ) yang meningkatkan kecepatan dengan menambahkan komputasi jarak parsial, hasilnya menunjukkan bahwa PDLVQ lebih efektif daripada LVQ dengan peningkatan dimensi hingga 37%. [7].

Penelitian sebelumnya menggunakan Learning Vector Quantization (LVQ) untuk membedakan gula aren asli dari gula campuran. Hasil dari analisis perhitungan data uji menunjukkan bahwa data pada bobot ke-1 adalah jarak terkecil, yang berarti bahwa gambar yang dimasukkan ke dalam gambar gula aren termasuk gula aren asli atau kelas 1. [8]

Pada penelitian sebelumnya tentang ekstraksi ciri, penelitian DCT ekstraksi ciri berbasis GLCM untuk identifikasi batik menggunakan K-NN menggunakan data latih sebanyak 602 citra untuk semua kelas dengan $k=1, 3, 5, 9$ dan data uji sebanyak 344 citra didapatkan. Akurasi DCT-GLCM tertinggi pada sudut 135° dan nilai $ak=3$ sebesar 84,88%, dan akurasi DCT-GLCM terendah pada sudut 45° dan nilai $k=3$ sebesar 84,88% dan hasil percobaan yang dilakukan menunjukkan bahwa DCT bekerja dengan baik dalam meningkatkan hasil ekstraksi fitur GLCM, dibuktikan dengan rata-rata hasil akurasi yang diperoleh. Hasil pengujian hanya menggunakan GLCM menunjukkan nilai $k=1$ sebesar 77,90% pada sudut 135° memiliki akurasi tertinggi, dan nilai $k=7$ sebesar 40,69% pada sudut 90° memiliki akurasi paling rendah. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa DCT dapat meningkatkan hasil ekstraksi fitur GLCM yang dibuktikan dengan rata-rata hasil akurasi yang diperoleh.[9].

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menunjukkan langkah – langkah yang diambil pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Penelitian

Gambar 1 merupakan langkah – langkah dari proses metode penelitian.

1. Pengumpulan Data

2. Pada penelitian ini kami mengumpulkan data gambar daun dari 15 jenis daun.
3. Preprocessing
 Pada tahap ini, gambar daun RGB diubah menjadi gambar daun skala abu-abu.
4. Ekstraksi Fitur

Citra daun yang diubah menjadi citra skala abu-abu harus diekstraksi fitur. Ekstraksi dilakukan untuk membedakan tekstur suatu objek dengan tekstur objek lainnya dengan menggunakan fitur statistik orde pertama atau fitur statistik orde kedua. Ciri orde pertama didasarkan pada karakteristik histogram citra. Ciri orde pertama umumnya digunakan untuk membedakan tekstur makrostruktur (perulangan pola lokal secara periodik). Ciri orde pertama antara lain: mu, deviasi, skewness, energy, entropy dan smoothness.

A. MU

Rerata intensitas, komponen pertama dari fitur, dihitung secara statistik dengan menggunakan persamaan (1).

$$m = \sum_{i=0}^{L-1} i \cdot p(i) \dots\dots\dots (1)$$

Dalam kasus ini, aras keabuan pada citra f adalah i, dan p(i) menunjukkan kemungkinan bahwa i akan menunjukkan nilai aras keabuan tertinggi. Rerata kecerahan objek akan dihasilkan dari rumus di atas.

B. Deviasi

Deviasi standar adalah fitur kedua, dan perhitungannya dapat dilihat pada persamaan (2).

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{L-1} (i - m)^2 p(i)} \dots\dots\dots (2)$$

Karena p(i) adalah fungsi peluang, σ^2 disebut momen atau varians ternormalisasi kuadrat. Karena itu adalah fungsi probabilitas. Fitur ini memberikan tingkat kontras.

C. Skewness

Skewness adalah ukuran ketidaksimetrisan terhadap intensitas rata - rata. Skewness juga disebut momen orde tiga ternormalisasi. Nilai yang negatif menunjukkan bahwa distribusi kecerahan condong ke arah kiri terhadap rerata, sedangkan nilai yang positif menunjukkan bahwa distribusi kecerahan condong ke arah kanan terhadap rerata. Nilai skewness dalam praktik dibagi dengan (L-1)2 agar ternormalisasi.

$$skewness = \sum_{i=1}^{L-1} (i - m)^3 p(i) \dots\dots\dots (3)$$

D. Energy

Energi adalah metrik yang menunjukkan berapa intensitas piksel yang tersebar di seluruh jangkauan aras keabuan. Homogenitas adalah istilah yang sering digunakan untuk energi. Nilai energi maksimum terdapat pada citra seragam dengan nilai skala abu-abu. Secara umum, gambar dengan nilai skala abu-abu yang lebih tinggi memiliki energi yang lebih besar dibandingkan gambar dengan nilai skala abu-abu yang lebih rendah.

$$energi = \sum_{i=0}^{L-1} [p(i)]^2 \dots\dots\dots (4)$$

E. Entropy

Entropi tidak hanya menunjukkan kompleksitas gambar, tetapi juga menunjukkan jumlah informasi yang terkandung dalam sebaran data. Nilai entropi yang lebih tinggi

menunjukkan bahwa gambar lebih kompleks. Perlu diingat bahwa energi berkecenderungan dan entropi berkebalikan.

$$entropi = - \sum_{i=0}^{L-1} p(i) \log_2(p(i)) \dots\dots\dots (5)$$

F. Smoothness

Smoothness biasanya digunakan digunakan untuk menentukan ambang batas gambar halusan dan intensitas kekasaran. Untuk menentukan ambang batas intensitas gambar halusan dan kekasaran .

$$R = 1 - \frac{1}{1+\sigma^2} \dots\dots\dots (6)$$

Berdasarkan persamaan 6, σ adalah deviasi standar. Nilai R yang tinggi menunjukkan bahwa suatu citra mempunyai intensitas yang tajam. Perlu diperhatikan bahwa dalam menangani masalah kesehatan, variasi harus dinormalisasi agar pasien berada dalam keadaan syok [0 1] dan dapat diobati dengan $(L-1)^2$

5. Learning Vektor Quantization (LVQ)

LVQ merupakan pembelajaran yang bersifat supervised learning. Pembelajaran jenis ini menggunakan data yang tersedia (input dan target). Lapisan keluaran ini menghasilkan pola keluaran yang disesuaikan dengan pola keluaran target. Jika terdapat perbedaan antara output yang dihasilkan dengan target yang diinginkan, maka akan ditampilkan nilai error dan harus dilakukan pelatihan lebih lanjut. Setelah pelatihan, lapisan LVQ mempartisi vektor masukan dengan menugaskan lapisan LVQ ke kelas yang sama dengan unit keluaran yang vektor bobotnya paling dekat dengan vektor masukan. Jaringan saraf tiruan LVQ terdiri dari lapisan masukan dan lapisan keluaran, dimana setiap keluaran memiliki kelas yang diketahui. Algoritma LVQ mendeteksi pola berdasarkan jarak pendek antara dua vektor. Jika dua vektor masukan kurang lebih sama, maka vektor-vektor tersebut dikelompokkan ke dalam kelas yang sama [10]. Langkah-langkah algoritma LVQ adalah sebagai berikut:

Pseudocode : algoritma LVQ

Inisialisasi :

 bobot awal (W), epoch maksimum (MaxEpoch), kesalahan yang diharapkan minimum (Eps), kecepatan pembelajaran (α) untuk variabel input ke-j di kelas ke-i

Input :

 % masukan nilai x, m, n, epoch, error dan target kelas

 Nilai : x(m,n); dengan i=1,2, ,n dan j=1,2,,m

 Target kelas : T(1,n); dengan k=1,2,,n

 Epoch = 0

 Err = 1

Process :

 % melakukan konversi citra rgb menjadi citra gray

jika: (epoch < MaxEpoch), nilai error minimum tercapai atau nilai error=0 dan ($\alpha > \text{Eps}$)

Epoch = Epoch+1;

Hitung nilai $i = 1$ sampai n

Tentukan Jarak sedemikian hingga $\|x - w_j\|$ minimum (sebut sebagai C_j)

Modifikasi nilai W_j dengan ketentuan:

Jika $T = C_j$ maka: $W_j(\text{baru}) = w_j(\text{lama}) + \alpha (x - w_j(\text{lama}))$

Jika $T \neq C_j$ maka: $W_j(\text{baru}) = w_j(\text{lama}) - \alpha (x - w_j(\text{lama}))$

$\text{Jarak}_n = \sqrt{(W_{11} - X_{11})^2 + \dots + (W_{ni} - X_{ij})^2}$

Output :

Jarak

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan untuk diolah berasal dari gambar dua spesies daun : 25 daun *Magnolia Solangeana* dan 25 daun *Invillea*. Di bawah ini adalah gambar daun yang dikumpulkan pada Tabel 1:

Tabel 1. Data Citra Daun

No	Jenis daun	Jumlah Data	Citra Daun
1.	Magnolia Soulangeana	25	
2.	Invillea	25	

B. Preprocessing Citra Daun

Pada tahap prapemrosesan, citra terlebih dahulu diubah menjadi skala abu-abu, kemudian dilakukan segmentasi menggunakan metode ambang batas. Kemudian dilakukan proses perhitungan mengenai frekuensi tingkat keabuan.

Tabel 2. Pseudocode Preprocessing

Pseudocode : Preprocessing

Input :

```
% membaca ukuran citra
[m,n] = size(img_gray);
```

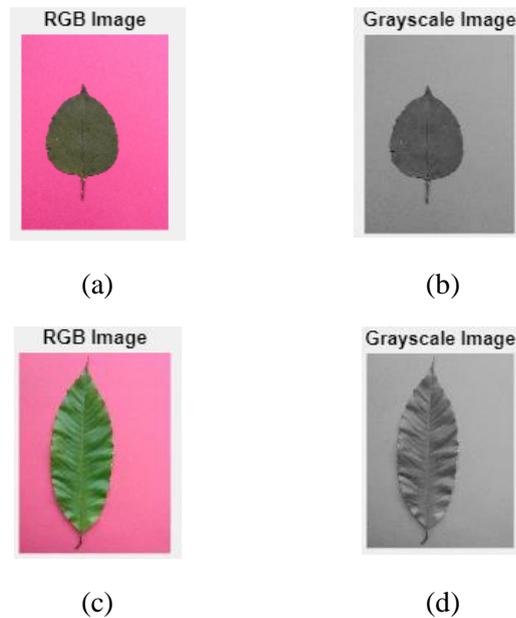
Process :

```
% melakukan konversi citra rgb menjadi citra gray
img_gray = rgb2gray(img);
% menghitung frekuensi aras keabuan
L = 256;
Frek = zeros(L,1);
F = double(img_gray);
```

```
for i = 1:m  
for j = 1:n  
intensitas = F(i,j);  
Frek(intensitas+1) = Frek(intensitas+1)+1;  
end  
end
```

Output :

Img_gray



Gambar 2 Hasil Proses Convert Gambar ke Grayscale

C. Ekstraksi Fitur

Proses ekstraksi fitur memberikan enam fitur kunci yang digunakan untuk mengidentifikasi ciri serupa ataupun memiliki kemiripan dalam proses pencocokan gambar daun. Tabel 3.2 menunjukkan hasil evaluasi sistem pencarian gambar ekstraksi fitur. Berikut merupakan proses perhitungan nilai fitur.

Pseudocode : Ekstraksi Fitur

Input :

```
% read your values, energy, variance, entropy, skewness, smoothnes  
mu, energi, varians, entropi, skewness, smoothness = 0;
```

Process :

```
% Calculate value mu  
mu = 0;  
for i = 1:L-1  
mu = mu+i*Prob(i+1);  
end  
%calculates the default deviation value  
variens = 0;
```

```

for i = 0:L-1
    varians = varians+(i-mu)^2*Prob(i+1);
end
deviasi = sqrt(varians);
varians_n = varians/(L-1)*2;
% normalization
% calculates the skewness value
skewness = 0;
for i = 0:L-1
    skewness = skewness+(i-mu)^3*Prob(i+1);
end
skewness = skewness/(L-1)^2;

% normalization
% Calculating energy values
energi = 0;
for i = 0:L-1
    energi = energi+Prob(i+1)^2;
end
% calculating entropy values
entropi = 0;
for i = 0:L-1
    if Prob(i+1) ~=0
        entropi = entropi+Prob(i+1)*log(Prob(i+1));
    end
end
entropi = -entropi;
% calculating smoothness values
smoothness = 1-1/(1+varians_n);

```

Output :

mu, energi, varians, entropi, skewness, smoothness

Dengan melakukan proses pengujian terhadap 20 jumlah sampel maka diperoleh nilai dari fitur-fitur tersebut seperti pada Gambar 3

Ciri	Nilai
mu	147.9414
deviasi	27.7201
skewness	-0.32735
energi	0.015496
entropi	4.4225
smoothness	0.85769

Gambar 3. Hasil Proses Ekstraksi Fitur

D. Pelatihan dan Pengujian LVQ

Tahap pelatihan ini didapatkan berdasarkan data latih disimpan sebagai database yang disusun dalam satu folder komputer kemudian diolah secara bersamaan. Data latih berisi 30 citra yang terdiri dari 15 masing-masing dari 2 jenis daun.

Kemudian data uji berisi 20 citra yang juga diambil dari dari 2 jenis daun tersebut. Sehingga total citra yang digunakan ada sebanyak 50 citra daun.

Pelatihan dan pengujian sistem dengan langkah-langkah ekstraksi ciri dengan melakukan pembentukan jaringan syaraf tiruan *Learning Vector Quantization* (LVQ), dengan menetapkan nilai parameter pada jaringan LVQ.

% tentukan nilai parameter jaringan LVQ

hiddenSize = 10;
 lvqLR = 0.01;
 numEpochs = 50;
 lvqLF = 'learnlv1';

Berdasarkan pelatihan tersebut akurasi pelatihan yang diperoleh adalah sebesar 100%. serta akurasi pengujian yang dilakukan diperoleh tingkat akurasi sebesar 80%. berikut pada tabel 3.2 merupakan hasil pengujian

Table 2. Hasil Identifikasi Jenis Daun

	No	Ciri						Klasifikasi
		Mu	Deviasi	Skewnes	Energy	Entropi	Smoothness	
Bougainvillea	1.	139.7651	26.7251	-0.38142	0.019285	4.1434	0.84853	Terdeteksi
	2.	135.2323	33.6346	-0.78025	0.018654	4.2077	0.89871	Terdeteksi
	3.	139.6776	22.9248	-0.29082	0.019686	4.1467	0.80476	Terdeteksi
	4.	138.776	23.7657	-0.47774	0.021133	4.0515	0.81583	Terdeteksi
	5.	142.4533	29.6927	-0.54588	0.020897	4.0897	0.87366	Terdeteksi
	6.	135.5713	20.0294	-0.20118	0.0203	4.0897	0.75883	Terdeteksi
	7.	151.7009	31.7811	-0.88898	0.015704	4.3352	0.88792	Terdeteksi
	8.	142.0069	28.2654	-0.70929	0.021202	4.0882	0.86238	Terdeteksi
	9.	148.2745	24.0174	-0.51571	0.02428	3.397	0.81898	Terdeteksi
	10.	202.8219	71.3274	-4.1174	0.24122	2.9164	0.97555	Non
Magnolia Soulangiana	11.	144.0862	26.7831	-0.3565	0.015532	4.3614	0.84908	Terdeteksi
	12.	147.2665	23.3917	-0.27303	0.016642	4.3282	0.81102	Terdeteksi
	13.	139.3997	15.5828	-0.064671	0.021394	4.034	0.65571	Terdeteksi
	14.	197.4192	75.9234	-4.394	0.20607	0.20607	0.97836	Non
	15.	147.9414	27.7201	-0.72325	0.015496	4.4225	0.85769	Terdeteksi
	16.	143.2315	26.003	-0.37444	0.017	4.3419	0.84135	Terdeteksi
	17.	145.7502	23.0114	-0.17853	0.01506	4.3746	0.80594	Terdeteksi
	18.	147.9924	20.411	-0.10888	0.016873	4.2573	0.76567	Terdeteksi
	19.	146.2374	24.942	-0.14388	0.013325	4.4644	0.82911	Terdeteksi
	20.	150.357	20.0754	-0.14252	0.017614	4.2327	0.75967	Terdeteksi

Berdasarkan data pada Tabel 2 terlihat jelas bahwa hasil pengujian citra untuk klasifikasi jenis daun menggunakan neural network algoritma LVQ memberikan hasil pengujian dan hasil pelatihan dengan tingkat keberhasilan mencapai 80%

4. KESIMPULAN

Algoritma yang digunakan untuk mengidentifikasi jenis daun menggunakan ANN adalah algoritma LVQ. Jaringan syaraf tiruan harus terlebih dahulu menyelesaikan proses pelatihan sebelum proses pengujian dilakukan dengan jumlah siklus maksimal yaitu 1000 iterasi kali ini. Pada pengolahan citra digunakan 2 jenis daun dengan total 20 citra daun dengan bentuk daun yang berbeda pada sampel uji. Hasil pengujian menunjukkan bahwa

proses identifikasi jenis daun *Magnolia Soulangeana* dan *Bougainvillea* pada percobaan ini berhasil dengan Terdeteksi sebesar 80%.

Ada banyak faktor yang menyebabkan kegagalan proses pengujian. Salah satunya adalah bentuk daun umumnya sedikit berbeda dengan daun aslinya. Untuk itu perlu dilakukan pengujian dengan menggunakan fitur-fitur lainnya sehingga bisa menghasilkan akurasi yang lebih baik lagi.

REFERENSI

- [1] Castleman, Kenneth R., 2004, *Digital Image Processing*, Vol. 1, Ed.2, Prentice Hall, New Jersey.
- [2] Gonzales, R., P. 2004, *Digital Image Processing (Pemrosesan Citra Digital)*, Vol. 1, Ed.2, diterjemahkan oleh Handayani, S., Andri Offset, Yogyakarta.
- [3] Wyatt, J. C, dan Spiegelhalter, D., 1991, *Field Trials of Medical Decision-Aids: Potential Problems and Solutions*, Clayton, P. (ed.): Proc. 15th Symposium on Computer Applications in Medical Care, Vol 1, Ed. 2, McGraw Hill Inc, New York.
- [4] Yusoff, M, Rahman, S.,A., Mutalib, S., and Mohammed, A. , 2006, *Diagnosing Application Development for Skin Disease Using Backpropagation Neural Network Technique*, *Journal of Information Technology*, vol 18, hal 152-159.
- [5] Wyatt, J. C, Spiegelhalter, D, 2008, *Field Trials of Medical Decision-Aids: Potential Problems and Solutions*, *Proceeding of 15th Symposium on Computer Applications in Medical Care*, Washington, May 3.
- [6] M Y Anshori, D Rahmalia and T Herlambang, 2020, *Comparison Backpropagation (BP) and Learning Vector Quantification (LVQ) on classifying price range of smartphone in market*, *Journal of Physics: Conference Series*, doi:10.1088/1742-6596/1836/1/012040.
- [7] Zulfrianto Y. Lamasigi, 2022, *DCT Untuk Ekstraksi Fitur Berbasis GLCM Pada Identifikasi Batik Menggunakan K-NN*, *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering (JEEEE)*, Volume 3 Nomor 1 Januari 2021,
- [8] Orieb Abualghanam, 2022, *Enhancing the Speed of the Learning Vector Quantization (LVQ) Algorithm by Adding Partial Distance Computation*, *Cybernetics and Information Technologies*, Volume 22, No 2, DOI: 10.2478/cait-2022-0015.
- [9] Melisa, Akim Manaor Hara Pardede, Marto Sihombing, 2022, *Implementasi Learning Vector Quantization (LVQ) Dalam Mengidentifikasi Gula Aren Asli dengan Gula Aren Campuran*, Volume 1 Nomor 1 (2022) 39-51.
- [10] Borglet, C, 2003, *Finding Association Rules with Apriori Algorithm*, <http://www.fuzzy.cs.uniagdeburg.de/~borglet/apriori.pdf>, diakses tgl 23 Februari 2007.
- [11] Prasetya, E., 2006, *Case Based Reasoning untuk mengidentifikasi kerusakan bangunan*, Tesis, Program Pasca Sarjana Ilmu Komputer, Univ. Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [12] Ivan, A.H., 2005, *Desain target optimal*, Laporan Penelitian Hibah Bersaing, Proyek Multitahun, Dikti, Jakarta.
- [13] Wallace, V. P., Bamber, J. C. dan Crawford, D. C. 2000. *Classification of reflectance spectra*

from pigmented skin lesions, a comparison of multivariate discriminate analysis and artificial neural network. *Journal Physical Medical Biology* , No.45, Vol.3, 2859-2871.

- [14] Xavier Pi-Sunyer, F., Becker, C., Bouchard, R.A., Carleton, G. A., Colditz, W., Dietz, J., Foreyt, R. Garrison, S., Grundy, B. C., 1998, Clinical Guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults, *Journal of National Institutes of Health*, No.3, Vol.4, 123-130, :http://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/1998/11001/paper_treatment_of_obesity.pdf.