

Implementasi Metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* dalam Identifikasi Jenis Daun Tengkawang

Rahmat Robi Waliyansyah¹, Kusworo Adi², Jatmiko Endor Suseno³

Abstract--Tengkawang or known as Borneo tallow nut is now difficult to find due to unsustainable forestry practices and high levels of forest destruction. The method used in this research was pattern recognition. The process of identifying Tengkawang plants was carried out through this process: image acquisition, image cutting and background removal of tengkawang leaf image, RGB image conversion of tengkawang leaf into gray scale, threshold limit determination with certain value, feature extraction with GLCM method (spatial distance 1, 2, and 3 pixels), and morphology, so the pattern of Tengkawang leaf image could be obtained. The image pattern was classified using Back Propagation Neural Network algorithm. The output is a software for identifying the types of tengkawang leaf. The results of identification testing of non-tengkawang leaf species show that using a total of 16 random samples of test images, an accuracy of 87.5% is obtained. The identification rate of tengkawang leaf image with spatial distance of 1, 2, and 3 pixels from total 24 random sample of test image shows 100% accuracy level. Training with 2 pixel spatial spacing has the lowest iteration, i.e. 10 iterations. The result of identifying damaged tengkawang leaf image on the edge has an effect on the extraction of morphological characteristics.

Intisari--Tengkawang saat ini mulai sulit ditemukan karena praktek kegiatan kehutanan yang tidak berkelanjutan dan tingginya tingkat perusakan hutan. Metode yang digunakan dalam makalah ini adalah pengenalan pola (*pattern recognition*). Proses identifikasi tanaman tengkawang dilakukan dengan urutan proses: akuisisi citra, pemotongan citra dan penghapusan latar belakang citra daun tengkawang, mengonversi citra RGB daun tengkawang ke dalam skala keabuan, menentukan batas ambang dengan nilai tertentu, ekstraksi ciri dengan metode GLCM (jarak spasial 1, 2 dan 3 piksel), dan morfologi, sehingga didapatkan pola citra daun tengkawang. Pola citra tersebut diklasifikasikan dengan menggunakan algoritme Jaringan Saraf Tiruan Propagasi Balik. Hasil dari penelitian ini adalah perangkat lunak yang mampu mengidentifikasi jenis-jenis daun tengkawang. Hasil pengujian identifikasi jenis daun bukan tengkawang menunjukkan dari total 16 sampel acak citra uji diperoleh akurasi 87,5%. Tingkat identifikasi citra daun tengkawang dengan jarak spasial 1, 2, dan 3 piksel dari total 24 sampel acak citra uji menunjukkan tingkat akurasi 100%. Pelatihan dengan jarak spasial 2 piksel memiliki iterasi paling sedikit, yaitu 10 iterasi. Hasil identifikasi citra daun tengkawang

yang rusak pada bagian tepi berpengaruh pada ekstraksi ciri morfologi.

Kata Kunci— *Identification, Shorea, Pattern Recognition, Neural networks, GLCM.*

I. PENDAHULUAN

Tengkawang adalah salah satu jenis meranti-merantian (*Shorea* spp) berbuah besar dan dari famili *Dipterocarpaceae* yang ada di Indonesia dan tersebar di Pulau Kalimantan dan Sumatra [1]. Di dunia perdagangan, meranti atau jenis *shorea* merupakan kayu tropis yang memiliki peran penting [2]. Di Eropa, tengkawang digunakan untuk pembuatan cokelat dan kosmetik. Secara tradisional, lemak biji tengkawang digunakan sebagai minyak sayur dan obat-obatan [3].

Akibat praktik kegiatan kehutanan yang tidak berkelanjutan dan tingginya tingkat deforestasi, tengkawang saat ini mulai sulit ditemukan. *Redlist International Union for Conservation of Nature* (IUCN) menetapkan status tengkawang sebagai terancam punah, langka, dan rentan. PP No.7/1999 dan Keputusan Menteri Kehutanan No.692/Kpts-II/1998 juga telah menetapkan tengkawang sebagai jenis tanaman yang dilindungi. Ada sekitar lima belas jenis *shorea* (meranti) penghasil tengkawang di Indonesia, yaitu *Shorea Stenoptera*, *Shorea Pilosa*, *Shorea Splendida*, *Shorea Amplexicaulis*, *Shorea Beccariana*, *Shorea Pinanga*, *Shorea Mecistopteryx*, *Shorea Seminis*, *Shorea Scaberrima*, *Shorea Hemsleyana*, *Shorea Palembangica*, *Shorea Macrantha*, *Shorea Macrophylla*, *Shorea Sumatrana*, dan *Shorea Singkawang*. Keputusan Menteri Pertanian No.54/kpts/um/2/1972 menyatakan bahwa pohon penghasil tengkawang termasuk pohon yang dilindungi [3].

Makalah ini menggunakan objek daun untuk mengidentifikasi daun tengkawang, dikarenakan daun cenderung tersedia sebagai sumber pengamatan sepanjang waktu. Jaringan Saraf Tiruan (JST) adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk membangun model identifikasi. Metode ini diharapkan dapat memudahkan identifikasi jenis daun tengkawang agar tidak terjadi kesalahan dalam penentuan pohon. Identifikasi jenis daun tengkawang dapat dilihat melalui batang, daun, buah, dan bunga.

II. METODOLOGI

A. Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan merupakan bagian ilmu pengetahuan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah manusia dengan cara memahami, memprediksi, dan memanipulasi [4]. Kecerdasan buatan adalah kecerdasan yang dibuat untuk sistem menggunakan algoritme tertentu sehingga sistem seolah-olah dapat berpikir seperti manusia [5].

¹Dosen Tetap Informatika UPGRI, Universitas PGRI Semarang, Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 - Dr. Cipto, Semarang Timur, Kota Semarang, 50232 INDONESIA (email: rahmat.robi.waliyansyah@upgris.ac.id)

^{2,3}Dosen Tetap Fisika UNDIP, Universitas Diponegoro, Jalan Prof.H.Soedarto, S.H.Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275 INDONESIA (e-mail: kusworoadi@undip.ac.id; jatmikoendrosuseno@undip.ac.id)

B. Pengolahan Citra Digital

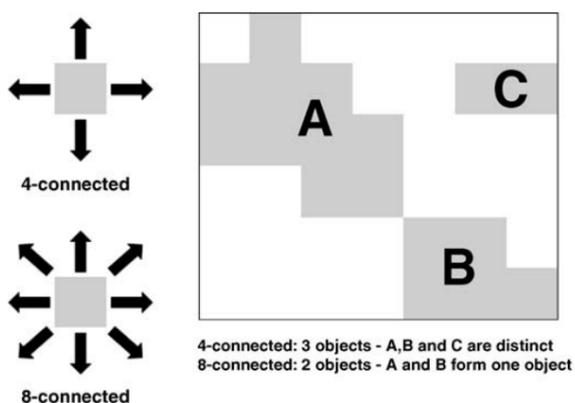
Citra digital adalah sebuah presentasi fungsi intensitas cahaya $f(x,y)$ dari setiap piksel pada sebuah citra dengan x dan y menunjukkan koordinat spasial dan nilai dari fungsi yang menunjukkan kecerahan citra pada setiap titik piksel (x,y) tersebut [6].

C. Pengenalan Pola (Pattern Recognition)

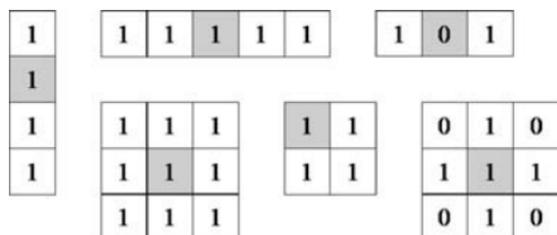
Pola adalah kumpulan dari ciri-ciri yang merupakan sifat dari sebuah objek. Dalam klasifikasi, pola berupa sepasang variable (x, ω) , dengan x adalah sekumpulan pengamatan atau ciri (vektor ciri) dan ω adalah konsep di balik pengamatan (label) [7].

D. Morfologi

Operasi morfologi adalah teknik pengolahan citra yang didasarkan pada bentuk segmen atau *region* dalam citra. Karena difokuskan pada bentuk objek, maka operasi ini biasanya diterapkan pada citra biner. Segmentasi dilakukan untuk membedakan antara objek dan latar citra, yaitu dengan memanfaatkan operasi pengambangan yang mengubah citra warna dan skala keabuan menjadi citra biner. Suatu objek dalam citra biner memiliki kelompok piksel yang berhubungan atau bertetangga (piksel yang berhubungan). Ada dua definisi dari piksel yang berhubungan, yaitu: 4-connected dan 8-connected, seperti ditunjukkan pada Gbr. 1.



Gbr. 1 Kelompok piksel yang berhubungan 4-connected dan 8-connected [8].



Gbr. 2 Contoh structuring elements (SE) [8].

Operasi morfologi menggunakan dua masukan himpunan, yaitu citra biner dan *structuring elements* (SE), yang disebut dengan *kernel*. SE adalah sebuah matriks yang mempunyai *center pixel* dan berukuran kecil [8]. Gbr. 2 adalah contoh SE yang dapat digunakan dalam operasi morfologi.

Morfologi dapat disebut sebagai fungsi untuk mengukur bentuk objek pada suatu citra, terdiri atas dua hal sebagai berikut [9].

1. *Aspect Ratio*

$$\text{Aspect Ratio} = \frac{L_p}{W_p} \tag{1}$$

dengan

L_p adalah lebar daun

W_p adalah panjang daun

2. *Form factor*

$$\text{Form Factor} = \frac{4\pi \cdot A}{p^2} \tag{2}$$

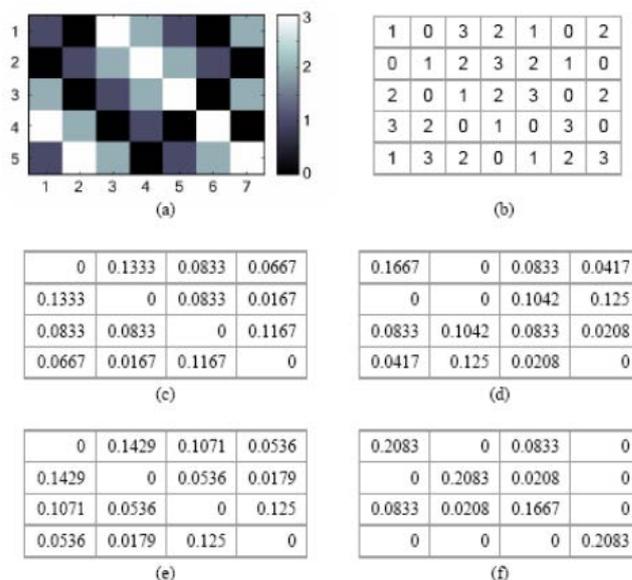
dengan

A adalah luas daun

p adalah keliling daun.

E. Gray-Level Co-occurrence Matrix (GLCM)

Pada analisis tekstur secara statistik, ciri tekstur dihitung berdasarkan distribusi kombinasi intensitas piksel pada posisi tertentu. Masing-masing kombinasi dibedakan melalui statistik orde pertama, orde kedua, dan statistik orde lebih tinggi. GLCM adalah salah satu cara mengekstrak ciri tekstur statistik orde kedua [10]. Ilustrasi pembuatan *co-occurrence matrix* diperlihatkan pada Gbr. 3.



Gbr. 3 Ilustrasi pembuatan *co-occurrence matrix* [10].

Keterangan:

1. Citra masukan.
2. Nilai intensitas citra masukan.
3. Contoh *co-occurrence matrix* 0°.
4. Contoh *co-occurrence matrix* 45°.
5. Contoh *co-occurrence matrix* 90°.
6. Contoh *co-occurrence matrix* 135°.

Ekstraksi Ciri tekstur [11]:

1. *Angular Second Moment*

$$ASM = \sum_i \sum_j p^2[i, j] \tag{3}$$

2. Contrast

$$CON = \sum_i \sum_j (i - j)^2 P[i, j] \tag{4}$$

3. Correlation

$$COR = \frac{\sum_i \sum_j (i - \mu_x)(j - \mu_y) p(i, j)}{\sigma_x \sigma_y} \tag{5}$$

4. Inverse Difference Momentum

$$IDM = \sum_i \sum_j \frac{P[i, j]}{1 + |i - j|} \tag{6}$$

5. Variance

$$VAR = \sum_i \sum_j (i - \mu_x)(j - \mu_y) p(i, j) \tag{7}$$

6. Entropy

$$ENT^2 = \sum_i \sum_j p(i, j)^2 \log p(i, j) \tag{8}$$

Penelitian dilakukan menggunakan empat ciri dari enam ciri yang sudah dijelaskan di atas, yaitu: *Contrast*, *Correlation*, *Angular Second Moment*, dan *Inverse Difference Momentum* [12].

F. Jaringan Saraf Tiruan (JST)

JST merupakan salah satu model matematika yang berupa kumpulan unit yang terhubung secara paralel yang bentuknya menyerupai jaringan saraf pada otak manusia (neural) [13].

Karakteristik jaringan saraf ditentukan oleh beberapa hal yaitu sebagai berikut [14].

1. Pola hubungan antar neuron yang disebut dengan arsitektur jaringan.
2. Metode penentuan bobot-bobot sambungan yang disebut dengan pelatihan atau proses belajar jaringan.
3. Fungsi aktivasi.

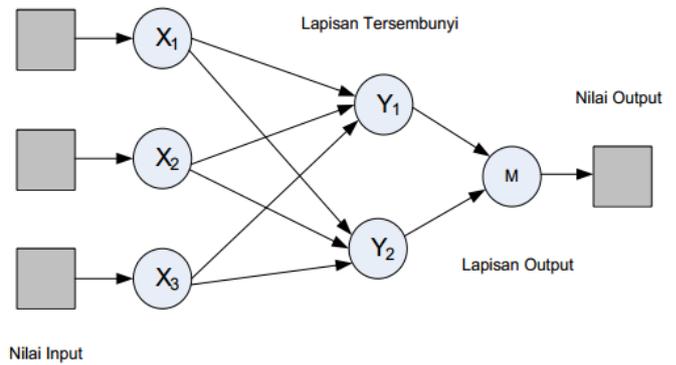
G. Jaringan Saraf Tiruan Propagasi Balik

Propagasi Balik adalah salah satu model jaringan yang populer pada JST. Model jaringan ini banyak digunakan untuk diaplikasikan pada penyelesaian suatu masalah berkaitan dengan identifikasi, prediksi, pengenalan pola, dan sebagainya. Pada latihan yang berulang-ulang, algoritme ini menghasilkan unjuk kerja yang lebih baik. Hal ini berarti bahwa "bobot interkoneksi" JST semakin mendekati bobot yang seharusnya [15]. Kelebihan lain yang dimiliki JST adalah kemampuannya untuk belajar (bersifat adaptif) dan kebal terhadap adanya kesalahan (*fault tolerance*). Dengan kelebihan tersebut, JST dapat mewujudkan sistem yang tahan akan kerusakan (*robust*) dan konsisten bekerja dengan baik. Gbr. 4 adalah contoh arsitektur *multilayer neural network*.

H. Tengkawang

Penebangan hutan telah mengakibatkan berkurangnya keragaman genetik tengkawang, baik di tingkat jenis maupun populasi. Sangat sulit untuk menghindarkan tengkawang dari penebangan. Salah satu alasannya adalah karena sulitnya membedakan tengkawang dengan pohon komersial lainnya, contohnya dengan meranti merah. Selain itu, pemahaman tentang status legalitas tengkawang masih belum tersebar luas di masyarakat, pihak pemerintah, bahkan para praktisi

kehutanan [16]. Pada Tabel I ditunjukkan penyebaran tengkawang dan statusnya di Indonesia.



Gbr. 4 Arsitektur *multilayer neural network* [14].

TABEL I
PENYEBARAN TENGGAWANG DAN STATUSNYA DI INDONESIA

Nama Jenis	Penyebaran	Redlist IUCN	PP No.7/1999
<i>Shorea stenoptera</i>	Kalimantan	Endangered	dilindungi
<i>Shorea pilosa</i>	Kalimantan		
<i>Shorea splendida</i>	Kalimantan	Endangered	
<i>Shorea amplexicaulis</i>	Kalimantan		
<i>Shorea beccariana</i>	Kalimantan		dilindungi
<i>Shorea pinanga</i>	Kalimantan		dilindungi
<i>Shorea mecistopteryx</i>	Kalimantan		dilindungi
<i>Shorea seminis</i>	Kalimantan		dilindungi
<i>Shorea scaberrima</i>	Kalimantan		
<i>Shorea hemsleyana</i>	Sumatra, kalimantan		
<i>Shorea palembanica</i>	Sumatra, kalimantan	Critically endangered	dilindungi
<i>Shorea macrantha</i>	Sumatra		dilindungi
<i>Shorea macrophylla</i>	Kalimantan	Vulnerable	
<i>Shorea sumatrana</i>	Sumatra	Critically endangered	
<i>Shorea singkawang</i>	Sumatra	Critically endangered	dilindungi

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tahapan Penelitian

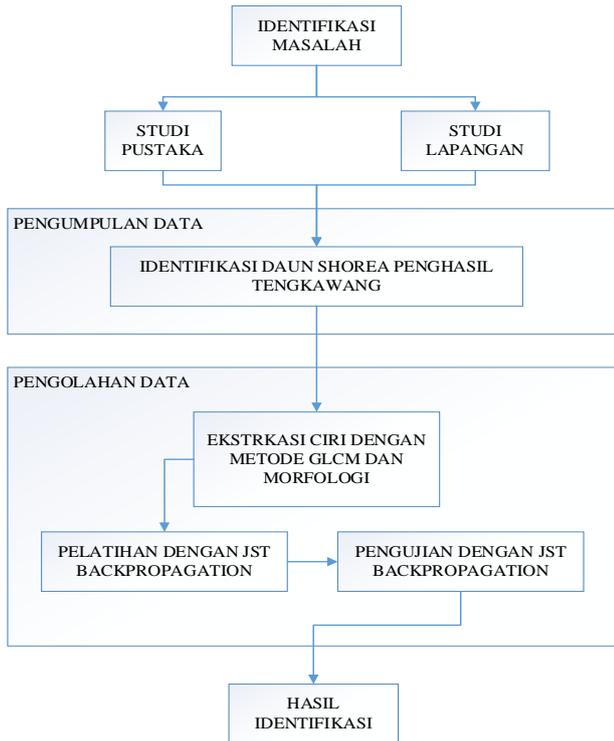
Prosedur penelitian identifikasi jenis daun tengkawang berdasarkan tekstur daun dengan metode GLCM dan morfologi disajikan pada Gbr. 5.

B. Algoritme Identifikasi Citra

Algoritme identifikasi citra jenis daun tengkawang menggunakan ekstraksi ciri berdasarkan tekstur dengan metode GLCM dan morfologi yang terdapat di dalam Gbr. 6.

1) *Citra Masukan*: Citra masukan adalah citra jenis daun tengkawang yakni citra daun *Shorea Beccariana*, *Shorea Pinanga*, *Shorea Scaberrima*, *Shorea Palembangica*, *Shorea Sumatrana*, dan *Shorea Macrophylla* yang diambil di Provinsi Jambi dan Kalimantan Barat dengan menggunakan kamera

ponsel OPPO Joy dengan resolusi 3,5 megapiksel dan tanpa penambahan cahaya.



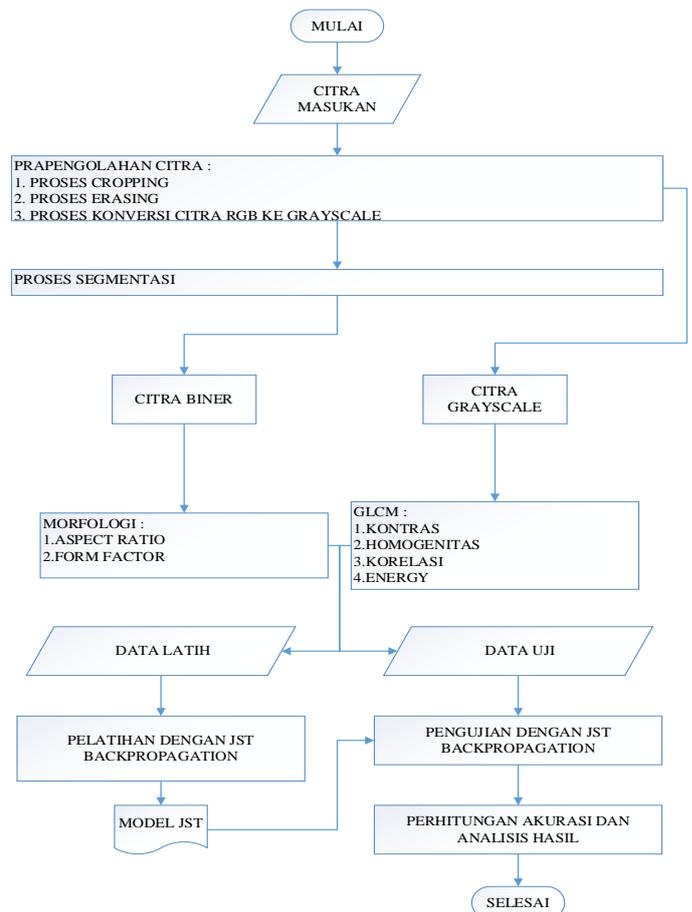
Gbr. 5 Tahapan penelitian.

2) *Prapengolahan Citra*: Ukuran citra hasil perekaman dari kamera berdimensi 1.536 x 2.048 piksel, sedangkan piksel bagian objek yang dibutuhkan kira-kira hanya 50%. Oleh karena itu, banyak piksel bagian latar belakang yang dapat dihilangkan dengan *cropping* untuk memperkecil ukuran citra hasil perekaman citra, serta proses pembersihan pada latar belakang menggunakan *erasing*.

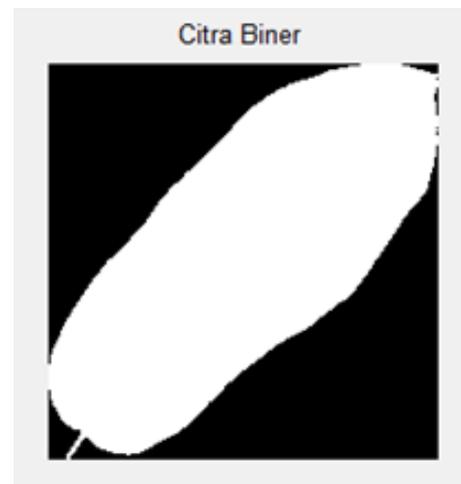
3) *Cropping, Erasing dan Konversi Citra RGB ke Grayscale*: Proses akuisisi citra dilakukan dengan menggunakan kamera ponsel OPPO Joy dengan resolusi 3,5 megapiksel. Citra yang diperoleh dari proses akuisisi citra adalah citra dengan ukuran 1.536 x 2.048 piksel. Untuk mengubah citra RGB ke citra *grayscale* pada MATLAB disediakan fungsi khusus yaitu `rgb2gray(matrik_gambar)`.

Cropping berguna untuk mengurangi beban komputasi pada proses-proses selanjutnya, serta proses pembersihan pada latar belakang yang dapat terdeteksi sebagai suatu objek lain selain objek utama menggunakan *erasing*.

4) *Segmentasi Citra*: Citra *original* atau citra asli diubah terlebih dahulu ke dalam format citra derajat keabuan (*grayscale*). Kemudian dilakukan proses *thresholding*. Tahapan ini dilakukan untuk menghasilkan citra biner yang diperoleh dari citra RGB dengan tujuan untuk memisahkan daun *shorea* penghasil tengkawang dengan latar belakang. Tahapan ini merupakan tahapan yang penting dalam pengolahan citra karena diperlukan kualitas citra yang baik agar dapat dilakukan ekstraksi ciri-ciri morfologi. Gbr. 7 adalah contoh citra daun tengkawang hasil segmentasi.



Gbr. 6 Algoritme identifikasi citra daun tengkawang.



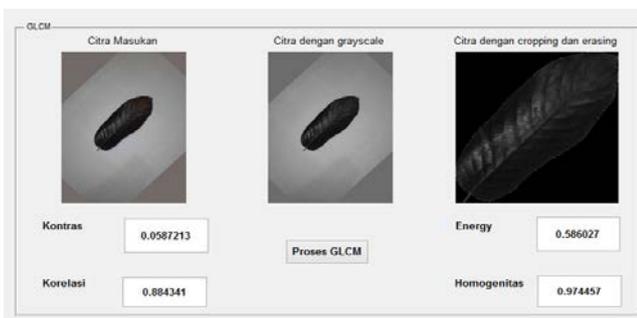
Gbr. 7 Citra daun tengkawang hasil segmentasi.

5) *Ekstraksi Ciri Gray Level Cooccurrence Matrix (GLCM)*: Data ekstraksi ciri tahap pelatihan dengan GLCM diperoleh dengan menghitung probabilitas hubungan ketetanggaan antara dua piksel pada jarak dan orientasi sudut tertentu. Dalam aplikasi ini ada empat ciri GLCM yang digunakan yaitu *Contrast*, *Correlation*, *Angular Second Moment*, dan *Inverse Difference Momentum*. Penggunaan empat ciri tersebut berdasarkan fungsi yang ada pada program

MATLAB, yaitu pada *graycoprops*, serta waktu yang dibutuhkan pada saat pelatihan maupun pengujian menjadi lebih cepat karena ciri yang dibandingkan sedikit. Jarak spasial yang digunakan adalah 1, 2, dan 3 piksel. Sudut yang dipakai dibuat tetap yaitu gabungan semua sudut ($0^\circ + 45^\circ + 90^\circ + 135^\circ$) karena pemakaian semua sudut terbukti memiliki tingkat pengenalan yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan matriks GLCM yang lebih banyak dapat menghasilkan ciri-ciri yang lebih banyak pula. Gbr. 8 sampai Gbr. 10 adalah contoh hasil perhitungan ciri-ciri GLCM dengan menggunakan program perangkat lunak.



Gbr. 8 Hasil perhitungan GLCM dengan jarak spasial 1 piksel.



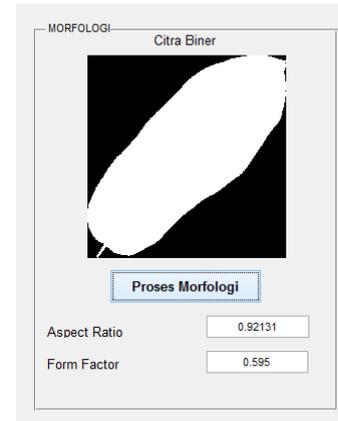
Gbr. 9 Hasil perhitungan GLCM dengan jarak spasial 2 piksel.



Gbr. 10 Hasil perhitungan GLCM dengan jarak spasial 3 piksel.

6) *Ekstraksi Ciri Morfologi*: Dalam operasi morfologi, nilai dari tiap piksel pada citra keluaran didasarkan pada perbandingan piksel yang bersesuaian pada citra masukan terhadap piksel-piksel tetangganya. Pada penerapannya, rekonstruksi morfologi mengubah nilai intensitas piksel berdasarkan perbedaan dengan piksel-piksel tetangganya. Ciri morfologi yang digunakan pada penelitian ini adalah *Aspect Ratio* dan *Form Factor*.

Pada tahap ini dilakukan pengukuran terhadap morfologi daun. Ciri yang akan digunakan adalah *Aspect Ratio* dan *Form Factor*. *Aspect Ratio* adalah rasio perbandingan dari panjang dan lebar daun. Nilai berkisar antara 0 hingga 1. Semakin bulat suatu daun, nilai *Aspect Ratio*-nya mendekati 0. *Form Factor* digunakan untuk mendeskripsikan bentuk dari daun dan mengetahui seberapa bundar bentuk helai daun tersebut. Nilai ini berkisar antara 0 hingga 1. Semakin bulat suatu daun, maka nilai *Form Factor*-nya semakin mendekati 1. Gbr. 11 adalah contoh hasil perhitungan morfologi daun tengkawang.



Gbr. 11 Hasil perhitungan morfologi daun tengkawang.

7) *Model Jaringan Saraf Tiruan*: Data hasil pengolahan citra digital digunakan sebagai masukan pada JST. Adapun data masukan yang akan digunakan sebagai masukan pelatihan dan pengujian adalah *Aspect Ratio*, *Form Factor*, *Contrast*, *Angular Second Moment*, *Correlation*, dan *Inverse Difference Momentum*.

8) *Tahap Pelatihan*: Proses pelatihan pada metode propagasi balik ada tiga tahapan, yaitu pemberian pola masukan saat proses pembelajaran, perhitungan dan proses propagasi balik *error*, serta pengaturan nilai penimbang atau bobot antar hubungan. Proses propagasi balik dan pengaturan bobot antar hubungan bertujuan untuk meminimalisasi nilai *error* hingga didapat nilai *error* yang dapat ditoleransi sesuai dengan yang ditentukan.

Data untuk pelatihan diambil sebanyak enam data dengan rincian dengan empat data hasil ekstraksi ciri tesktur GLCM, yaitu *Inverse Difference Momentum*, *Contrast*, *Angular Second Moment*, dan *Correlation*. Data hasil ekstraksi Ciri morfologi ada dua, yaitu *Aspect Ratio* dan *Form Factor*.

Hasil pelatihan sistem ini berubah-ubah, karena nilai bobot awal untuk bobot awal masukan, bobot awal prasikap (*bias*) masukan, bobot awal lapisan, dan bobot awal prasikap lapisan diatur untuk terisi secara acak, sehingga tingkat akurasi yang diperoleh juga berubah. Dari hasil pengujian untuk beberapa kali perubahan parameter, didapatkan hasil rata-rata yang terbaik, seperti yang tersaji pada Tabel II sampai Tabel IV.

9) *Tahap Pengujian*: Vektor masukan bagi JST merupakan vektor ciri hasil ekstraksi ciri yang berukuran 6×1 , yang berasal dari citra dengan ukuran 1.536×2.024 piksel dengan format *.jpg*. Vektor target adalah vektor yang berukuran 6×1 .

TABEL II
PARAMETER PELATIHAN JST DENGAN JARAK SPASIAL 1 PIKSEL

Karakteristik	Spesifikasi
Arsitektur	2 Hidden layer
Neuron input	6
Hidden neuron	50-10
Neuron output	1
Fungsi aktivasi lapisan tersembunyi	Logsig, tansig, purelin
Maksimum iterasi	100
Learning rate	0,1
Target error	0,001
Algoritme pelatihan	Levenberg-marquardt

TABEL III
PARAMETER PELATIHAN JST DENGAN JARAK SPASIAL 2 PIKSEL

Karakteristik	Spesifikasi
Arsitektur	2 Hidden layer
Neuron input	6
Hidden neuron	50-10
Neuron output	1
Fungsi aktivasi lapisan tersembunyi	Tansig, tansig, purelin
Maksimum iterasi	100
Learning rate	0,1
Target error	0,01
Algoritme pelatihan	Levenberg-marquardt

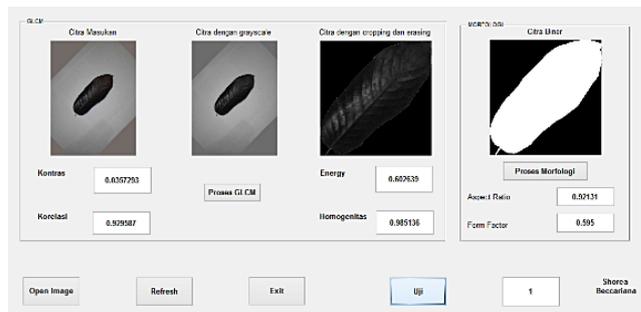
TABEL IV
PARAMETER PELATIHAN JST DENGAN JARAK SPASIAL 3 PIKSEL

Karakteristik	Spesifikasi
Arsitektur	2 Hidden layer
Neuron input	6
Hidden neuron	50-10
Neuron output	1
Fungsi aktivasi lapisan tersembunyi	Logsig, logsig, purelin
Maksimum iterasi	100
Learning rate	0,1
Target error	0,01
Algoritme pelatihan	Levenberg-marquardt

10) *Perhitungan Akurasi dan Analisis Hasil:* Kinerja JST untuk mengidentifikasi jenis daun tengkawang dapat diketahui dari analisis hasil pengujian. Untuk memudahkan dalam menunjukkan perkembangan dan perbandingan hasil akurasi yang diperoleh, maka dibuatlah tabel perbandingan dan grafik korelasi.

Dari hasil pelatihan dengan tingkat akurasi yang terbaik, kemudian bobot jaringan yang diperoleh disimpan dan dijadikan parameter untuk pengujian sistem terhadap citra yang belum pernah dilatihkan pada jaringan.

Pada tahap pengujian ini, pola yang akan dihitung dimasukkan pada masukan jaringan (*node* pada *layer* masukan). Pola ini akan dikomputasi dengan bobot-bobot *interkoneksi* hasil fase pelatihan. Hasil aktivasi sel-sel pada lapisan akhir merupakan keputusan dari JST. Kemudian, hasil aktivasi *layer* keluaran tersebut dibandingkan dengan target dan dicari jarak yang terdekat dengan target, dalam hal ini *error* terkecil. Pengujian dilakukan pada 24 citra, yaitu 24 citra teridentifikasi dan 0 citra tidak teridentifikasi. Gbr. 12 adalah contoh program pengujian citra daun tengkawang



Gbr. 12 Program pengujian citra daun tengkawang.

11) *Pengujian Citra Daun Bukan Tengkawang:* Pengujian citra daun bukan tengkawang adalah pengujian dengan sampel citra daun yang secara morfologi memiliki kemiripan dengan daun tengkawang. Sampel yang digunakan adalah delapan citra daun apel bludru dan delapan citra daun kakao. Pengujian citra daun bukan tengkawang dengan jarak spasial 1 piksel memiliki tingkat akurasi paling baik yaitu 87,5%. Hasil pengujian citra daun bukan tengkawang ditunjukkan pada Tabel V.

TABEL V
HASIL PENGUJIAN CITRA DAUN BUKAN TENGGAWANG

Jarak Spasial	Benar	Salah	Akurasi
1 piksel	14	2	87,5%
2 piksel	6	10	37,5%
3 piksel	0	16	0%

12) *Pengujian Citra Daun Tengkawang yang Rusak:* Pada pengujian ini digunakan empat citra uji daun tengkawang yang rusak pada bagian tekstur daun. Sampel uji yang digunakan yaitu satu buah *Shorea Beccariana*, satu buah *Shorea Macrophylla*, satu buah *Shorea Palembangica*, dan satu buah *Shorea Pinanga*. Jarak spasial yang digunakan adalah 1 piksel. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan sistem tidak mampu mengidentifikasi citra daun yang rusak pada bagian tepi dan tidak berpengaruh pada citra daun yang rusak pada bagian tengah. Hasil pengujian identifikasi daun tengkawang yang rusak disajikan pada Tabel VI.

TABEL VI
HASIL PENGUJIAN CITRA DAUN TENGGAWANG YANG RUSAK

Citra Aktual	Citra Hasil dari Sistem	Kesimpulan
<i>Shorea beccariana</i>	<i>Shorea macrophylla</i>	Salah
<i>Shorea macrophylla</i>	<i>Shorea beccariana</i>	Salah
<i>Shorea palembanica</i>	<i>Shorea beccariana</i>	Salah
<i>Shorea pinanga</i>	<i>Shorea beccariana</i>	Salah

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu pada pelatihan JST dengan jarak spasial 2 piksel dibutuhkan waktu iterasi paling sedikit, yaitu sepuluh iterasi. Untuk analisis morfologi, citra daun yang rusak pada bagian tengah tidak berpengaruh, tetapi citra daun yang rusak

pada bagian tepi berpengaruh pada analisis morfologi. Pengujian citra daun bukan tengkawang dengan jarak spasial 1 piksel memiliki tingkat akurasi yang paling baik, yaitu 87,5%.

Penelitian berikutnya disarankan agar jenis daun meranti (*shorea*) yang digunakan sebagai data pelatihan diperbanyak. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai metode ekstraksi ciri filter Gabor dan pengenalan dengan menggunakan JST Hopfield. Setelah itu, hasil-hasil yang diperoleh dibandingkan untuk melihat kombinasi dengan ekstraksi ciri dan pengenalan terbaik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Dr. Forst. Bambang Irawan, S.P, M.Sc. dan Dr. Ir. Hamzah, M.Si. selaku Dekan/Dosen Fakultas Kehutanan Universitas Jambi yang sudah membantu dalam memvalidasi penelitian ini sebagai *expert* 1 dan 2.

Terima kasih disampaikan juga kepada Arboretum “*green sylvia*” Universitas Tanjung Pura, Pontianak, yang telah membantu dalam pengambilan sampel daun tengkawang.

REFERENSI

- [1] M. F. Newman, P. F. Burgess, dan T. C. Whitmore, *Pedoman Identifikasi Pohon-Pohon Dipterocarpaceae*, Bogor: Prosea, 1999.
- [2] T. C. Whitmore, *Tropical Rain Forests of The Far East*, Clarendon Press, Oxford, 1984.
- [3] I. G. N. Tantra, “Tengkawang : A Newly Cultivated Forest,” *Plant. Ind. Agric. Research and Development*, Vol. 3, hal. 29-31, 1981.
- [4] S. Russell, & P. Norvig, *Artificial Intelligence a Modern Approach*, 3rd Edition, New Jersey (USA): Prentice Hall, 2010.
- [5] B. Coppin, *Artificial Intelligence Illuminated*, London: Jones Ana Bartlett Publishers International, 2004.
- [6] R. C. Gonzales & R. E. Woods, *Digital Image Processing*, Second edition, New Jersey (USA): Prentice Hall, 2002.
- [7] I.P.G. Budisanjaya, “Identifikasi Nitrogen dan Kalium pada Daun Tanaman Sawi Hijau Menggunakan Matriks Co-occurrence, Moments dan Jaringan Syaraf Tiruan”, M.T. thesis, Universitas Udayana, Bali, 2013.
- [8] C. Solomon & T. Breckon, *Fundamentals of Digital Image Processing A Practical Approach with Examples in Matlab*, USA: John Wiley & Sons Ltd, 2011.
- [9] S. G. Wu, F. S. Bao, E. Y. Xu, Y. X. Wang, Y. F. Chang, dan Q. L. Xiang, “A Leaf Recognition Algorithm for Plant Classification Using Probabilistic Neural Network: Signal Processing and Information Technology,” *2007 IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology*, 2007, hal. 11-16.
- [10] R. M. Haralick, K. Shanmugam, dan I. Dinstein, “Textural Features For Image Classification”, *IEEE Transaction On System Man and Cybernetics*, Vol. 3, No. 6, hal. 25-31, 1973.
- [11] F. Albreghsen, “Statistical Texture Measures Computed From Gray Level Coocurrence Matrices,” *Image Processing Laboratory, Department of Informatics, University of Oslo*, 2008.
- [12] T. W. A. Putra., “Pengenalan Wajah dengan Matrik Kookurensi Aras Keabuan dan Jaringan Syaraf Probabilistik,” M.Kom. thesis, Universitas Diponegoro, Semarang, 2013.
- [13] Lai & H. Hsin, “IDD: A Case Based Model of Learning in Design Using Artificial Neural Network-Based Approach,” *International Journal of Computer Science and Network Security*, Vol. 6, No. 2, hal. 242-246, 2006.
- [14] J. J. Siang, *Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan Matlab*, Yogyakarta: C.V. Andi offset, 2009.
- [15] A. Hermawan, *Jaringan Saraf Tiruan (Teori dan Aplikasi)*, Yogyakarta: C.V. Andi Offset, 2006.
- [16] R. Maharani, P. Handayani, dan A. K. Hardjanan, “Panduan Identifikasi Jenis Pohon Tengkawang,” Balai Besar Penelitian Dipterokarpa Departemen Kehutanan, Kaltim, 2013.