

Identifikasi Daun *Shorea* menggunakan KNN dengan Ekstraksi Fitur 2DPCA

Shorea Leaves Identification using KNN with 2DPCA Feature Extraction

ERNI YUSNIAR, AZIZ KUSTIYO*

Abstrak

Shorea adalah jenis meranti yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi. *Shorea* tergolong dalam famili *Dipterocarpaceae* yang memiliki 194 spesies yang tumbuh di daerah tropis. *Shorea* merupakan jenis yang sulit untuk diidentifikasi karena memiliki banyak kemiripan. Untuk mengatasi kesulitan tersebut, penelitian ini mengidentifikasi *Shorea* berdasarkan citra daun. Jumlah spesies yang digunakan penelitian ini adalah 10 jenis *Shorea*. Metode ekstraksi fitur yang digunakan adalah 2 dimensional principal component analysis (2D-PCA) dengan metode klasifikasi KNN. Penelitian ini memiliki 4 percobaan yang dibagi menjadi komponen R, G, B, dan grayscale. Hasil rata-rata akurasi terbaik sebesar 75% pada komponen G dengan kontribusi nilai eigen 85%.

Kata kunci: 2 Dimensional Principal Component Analysis, K-Nearest Neighbour, *Shorea*

Abstract

Shorea is a kind of meranti species that have high economic value. *Shorea* belongs to *Dipterocarpaceae* family which has 194 species that usually grow in tropical area. *Shorea* is difficult to be identified due to their similarity. To overcome these difficulties, this research attempted to identify *Shorea* based on leaf image. Feature extraction method used in this research is 2 dimensional principal component analysis while with KNN as classifier. This research conducted four trials that were divided into R, G, B, and grayscale components. The best average accuracy obtained was 75% on a G component with 85% contribution of eigen values.

Keywords: 2 Dimensional Principal Component Analysis, K-Nearest Neighbour, *Shorea*

PENDAHULUAN

Shorea merupakan tumbuhan berkayu yang termasuk jenis meranti. *Shorea* tergolong dalam famili *Dipterocarpaceae* yang memiliki 194 spesies yang tumbuh di daerah tropis. Spesies tersebut menyebar secara alami mulai Semenanjung Thailand dan Malaysia, Sumatera, sampai Kalimantan Utara. *Dipterocarpaceae* merupakan jenis yang sulit untuk diidentifikasi, khususnya di daerah Kalimantan yang memiliki jenis terbanyak. Ketidakmampuan untuk mengenal individu *Dipterocarpaceae* di hutan dapat mengakibatkan terjadinya eksploitasi, khususnya meranti merah *Shorea* (Newman *et al.* 1999).

Jenis kayu *Shorea* yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi juga menjadi salah satu faktor yang mengakibatkan terjadinya eksploitasi terhadap *Shorea*, khususnya jenis *Shorea* yang memiliki kualitas kayu yang baik. Untuk mencegah eksploitasi yang dapat disebabkan oleh kesalahan dalam pemilihan kayu yang tidak tepat, suatu sistem yang dapat mengidentifikasi jenis *Shorea* dengan tepat dibutuhkan.

Identifikasi jenis *Shorea* dapat dilakukan dengan menggunakan batang, daun, buah, dan bunga. Jika menggunakan batang, dengan semakin bertambahnya umur pohon, warna dan kedalaman alurnya akan mengalami perubahan. Identifikasi menggunakan buah dan bunga sulit dilakukan karena buah dan bunga tumbuh secara musiman. Oleh karena itu, untuk memudahkan identifikasi *Shorea*, objek identifikasi yang dipilih pada penelitian ini adalah daun. Daun dipilih karena mudah menjadi objek pengamatan dan tersedia sepanjang waktu sehingga objek pengamatan

Penelitian terkait identifikasi *Shorea* pernah dilakukan oleh Ramadhan (2012) berdasarkan citra daun dengan ekstraksi fitur transformasi *wavelet* diskret dan fitur warna HSV menggunakan jaringan saraf tiruan. Transformasi *wavelet* digunakan sebagai ekstraksi fitur dan mereduksi ukuran citra. Akurasi yang diperoleh dari penelitian tersebut adalah 93.3%.

Penelitian ini menggunakan ekstraksi fitur 2 *Dimensional Principal Component Analysis* (2DPCA) dengan *K-Nearest Neighbour* sebagai *classifier*. Ekstraksi fitur 2DPCA ini digunakan sebagai metode pengolahan citra daun yang dapat mereduksi ukuran citra. Selain itu, matriks kovarian yang dihasilkan juga terbentuk secara langsung dari citra daun sehingga ukuran matriks kovarian lebih kecil dan memudahkan proses evaluasi akurasi (Rodríguez-Aragón *et al.* 2005).

Pada metode 2DPCA, citra daun asli tidak perlu diubah menjadi vektor kolom berukuran besar sehingga prosesnya lebih cepat dibanding metode *Principal Component Analysis* (PCA) yang harus mengubah citra daun asli menjadi vektor kolom terlebih dahulu. Penelitian yang terkait dengan 2DPCA antara lain dilakukan oleh Pratiwi (2010) tentang pengembangan model pengenalan wajah dengan jarak *Euclid* pada ruang eigen dengan 2DPCA dengan nilai akurasi tertinggi sebesar 98.75%.

Penelitian ini menerapkan teknik ekstraksi fitur menggunakan 2 *Dimensional Principal Component Analysis* dan teknik klasifikasi *K-Nearest Neighbour* (KNN) untuk pengenalan citra daun *Shorea*. Penelitian ini menggunakan citra daun dari 10 spesies *Shorea*. Masing-masing spesies memiliki 10 citra daun sehingga total data citra daun berjumlah 100 citra daun. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memudahkan identifikasi jenis *Shorea* berdasarkan citra daunnya.

METODE

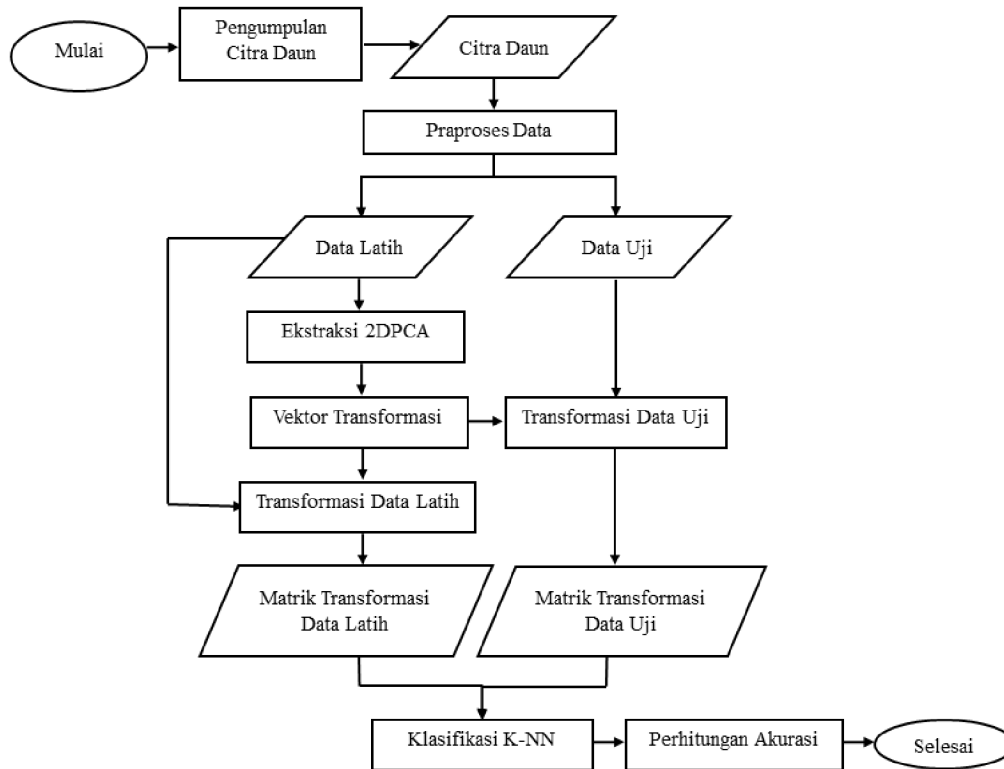
Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan proses (Gambar 1) untuk mengetahui tingkat akurasi yang diperoleh menggunakan ekstraksi fitur 2DPCA dan klasifikasi KNN dalam pengidentifikasian daun *Shorea*.

Pengumpulan Citra Daun

Proses pengumpulan citra daun ini dilakukan dengan mengambil sejumlah citra daun secara langsung dengan menggunakan kamera digital. Citra *Shorea* yang digunakan dalam penelitian ini diambil pada siang hari di dalam ruangan. Citra daun tersebut diberikan latar belakang kertas putih untuk dijadikan citra percobaan, baik untuk pelatihan maupun pengujian.

Citra Daun

Data yang akan digunakan pada penelitian ini adalah data citra daun *Shorea* dengan 10 spesies berformat JPEG. Data citra asli daun *Shorea* ini berukuran 2736×3648 piksel. Citra yang digunakan pada penelitian ini adalah citra daun *Shorea* yang sampelnya diambil dari Kebun Raya Bogor. Data citra yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data yang sama dengan data Ramadhan (2012).



Gambar 1 Metodologi penelitian

Praproses Data

Pada penelitian ini sebelum dilakukan praproses, citra yang digunakan diubah terlebih dahulu arah daunnya menjadi searah. Model warna yang digunakan adalah model warna RGB dan *grayscale*. Model warna RGB akan dipisahkan, masing-masing menjadi komponen R, G, dan B. Setelah itu, ukuran citra yang semula berukuran 2736 × 3648 piksel akan di-*resize* menjadi 137 × 182. Proses *resize* dilakukan pada citra RGB dan *grayscale*. *Grayscale* berguna untuk ekstraksi citra menggunakan 2DPCA. Selain itu, *grayscale* juga dapat menyederhanakan model citra agar nilai yang dihasilkan tidak beragam.

Data Latih dan Data Uji

Data citra daun *Shorea* dibagi menjadi 2 bagian adalah data latih dan data uji. Penelitian ini menggunakan 10 citra daun *Shorea* untuk masing-masing 10 spesies. Dari 10 citra daun tersebut, 8 citra diambil untuk data latih dan 2 citra untuk data uji dengan *5-fold cross-validation*.

Ekstraksi dengan 2DPCA

Proses ekstraksi ciri citra daun dilakukan dengan menggunakan 2DPCA. Sebelum masuk ke ekstraksi 2DPCA, citra dipraproses terlebih dahulu. Ekstraksi dengan 2DPCA dilakukan untuk mereduksi dimensi fitur. Dari hasil ekstraksi dengan 2DPCA, diperoleh komponen utama berupa vektor eigen dan matriks transformasi. Vektor eigen diperoleh dengan mengambil nilai eigen yang terbesar yang dianggap mewakili dari kumpulan data yang ada. Vektor eigen ini diperoleh dari matriks kovarian untuk semua data latih yang ada. Di awal ekstraksi 2DPCA, semua rata-rata citra data latih dicari terlebih dahulu. Ilustrasi proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

Setelah matriks rata-rata didapatkan, matriks kovarian untuk citra data latih dicari dengan rumus berikut:

$$G_r = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M (A_j - \bar{A})^T (A_j - \bar{A}) \tag{1}$$

G_t akan berukuran $n \times n$ dan M adalah jumlah citra data latih pada penelitian ini (80 citra). A_j merupakan citra data latih yang digunakan dan \bar{A} adalah rata-rata data dari semua data latih. Kemudian, nilai eigen dari matriks kovarian tersebut yang mewakili karakteristik citra didapatkan. Dari nilai eigen tersebut vektor eigen yang akan menghasilkan matriks ciri dari citra daun dapat dicari.

Vektor Transformasi

Pada vektor transformasi digunakan vektor eigen yang dari hasil proses 2DPCA. Vektor eigen ini akan direduksi sesuai dengan kontribusi nilai eigen yang digunakan pada penelitian ini. Hasil dari vektor transformasi ini adalah vektor eigen yang telah direduksi yang akan menjadi masukan pada tahap pembuatan transformasi data latih dan transformasi data uji.

Transformasi Data Latih

Transformasi data latih ini dilakukan untuk mengubah dimensi data latih yang akan digunakan. Data latih tersebut akan mengalami pengurangan dimensi karena proses reduksi vektor eigen.

Matriks Transformasi Data Latih

Data latih citra daun *Shorea* sebanyak 8 citra pada masing-masing 10 spesies akan dikalikan dengan transformasi data latih yang berasal dari hasil perhitungan pada citra data latih sebelumnya. Ilustrasi proses pembuatan matriks transformasi data latih dapat dilihat pada Gambar 3.

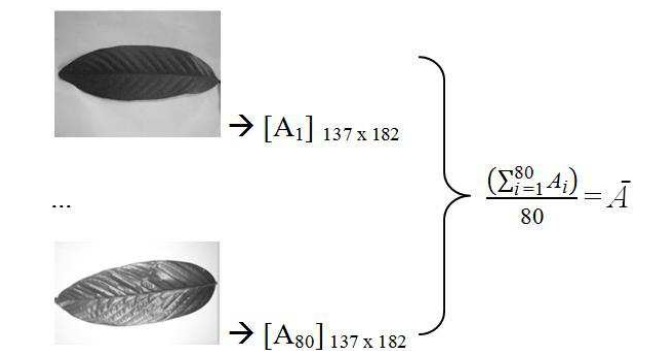
Setiap data latih dikalikan dengan vektor transformasi. A merupakan citra data latih dan B adalah matriks hasil transformasi, sedangkan X adalah matriks transformasi data latih yang didapatkan dari vektor transformasi yang telah direduksi sesuai dengan kontribusi nilai eigen yang digunakan.

Transformasi Data Uji

Transformasi data uji ini dilakukan agar data uji yang digunakan memiliki dimensi yang sama dengan data latih yang telah diproses sebelumnya. Data uji ini akan diproses lebih lanjut pada tahapan selanjutnya.

Matriks Transformasi Data Uji

Matriks transformasi data uji ini dibuat dari transformasi data uji yang telah direduksi



Gambar 2 Ilustrasi proses pencarian rata-rata semua citra data latih

$$\begin{array}{lcl}
 [A_1]_{137 \times 182} & & \rightarrow B_1 = A_1 X \\
 \dots & & \\
 [A_{40}]_{137 \times 182} & & \rightarrow B_{40} = A_{40} X \\
 \dots & & \\
 [A_{80}]_{137 \times 182} & & \rightarrow B_{80} = A_{80} X
 \end{array}$$

Gambar 3 Ilustrasi proses perolehan matriks citra

dan diperoleh dari hasil proses 2DPCA pada data latih. Setiap citra daun yang akan diuji nantinya akan dikalikan dengan vektor eigen untuk mendapatkan matriks transformasinya.

Klasifikasi KNN

Metode klasifikasi yang dipakai pada penelitian ini adalah *K-Nearest Neighbour* (KNN) yang merupakan salah satu teknik klasifikasi yang membandingkan data uji yang diberikan dengan data latih untuk diklasifikasikan berdasarkan kedekatannya yang didefinisikan dengan ukuran jarak. Jarak diukur menggunakan jarak *Euclidean* yang merupakan pengukuran jarak garis lurus antara satu titik dengan titik lain, dalam hal ini jarak antara vektor kolom dalam matriks.

Diberikan dua matriks berikut:

$$T_i = [Y_1^i, Y_2^i, \dots, Y_d^i] \text{ dan } T_j = [Y_1^j, Y_2^j, \dots, Y_d^j] \quad (2)$$

Jarak kedua matriks tersebut ialah

$$d(T_i, T_j) = \sum_{k=1}^d \|Y_k^{(i)} - Y_k^{(j)}\|_2 \quad (3)$$

dengan

$$\|Y_k^{(i)} - Y_k^{(j)}\|_2 = \sqrt{(Y_k^{(1i)} - Y_k^{(1j)})^2 + \dots + (Y_k^{(ni)} - Y_k^{(nj)})^2} \quad (4)$$

$Y_k^{(i)}$ menyatakan data uji dan $Y_k^{(j)}$ menyatakan data latih, serta $Y_k^{(i)} - Y_k^{(j)}$ menyatakan selisih dari data uji dengan data latih (Yang dan Zhang 2004).

Perhitungan Akurasi

Pada tahap ini, nilai akurasi berdasarkan data hasil klasifikasi menggunakan jarak *Euclidean* dihitung agar performa klasifikasi dapat diketahui. Tingkat akurasi dapat dihitung dengan cara:

$$\text{Akurasi} = \frac{\sum \text{data uji benar diklasifikasikan}}{\sum \text{data uji}} \times 100\% \quad (5)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini digunakan 10 spesies daun *Shorea* adalah *Shorea javanica*, *Shorea johorensis*, *Shorea lepida*, *Shorea leprosula*, *Shorea marcoptera*, *Shorea materialis*, *Shorea palembanica*, *Shorea pinanga*, *Shorea platycados*, dan *Shorea seminis*. Penelitian ini menggunakan komponen warna R, G, B, dan *grayscale* serta dikombinasikan dengan 3 kontribusi nilai adalah 85%, 95%, dan 99%. Klasifikasinya menggunakan KNN dengan nilai $k = 1, 3, 5$ dan 7 .

Pada tahap awal, praproses dilakukan terhadap citra data latih dilakukan dan dilanjutkan dengan ekstraksi 2DPCA. Proses ekstraksi 2DPCA menghasilkan matriks kovarian berukuran 182×182 dan menghasilkan 182 nilai eigen dan vektor eigen dengan ukuran 182×182 . Kontribusi nilai eigen yang digunakan pada penelitian ini adalah 85%, 95%, dan 99% dengan ukuran vektor eigen setelah direduksi dapat dilihat pada Tabel 1.

Vektor eigen yang diperoleh kemudian dikalikan dengan data citra baru sebagai data uji yang berukuran 137×182 , ukuran citra yang akan dihasilkan untuk 3 kontribusi nilai eigen yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Percobaan Komponen R, G, B, dan Grayscale

Hasil akurasi yang diperoleh dari percobaan komponen R, G, B, dan *grayscale* yang dikombinasikan dengan 3 kontribusi nilai eigen dapat dilihat pada Tabel 3. Komponen R

menghasilkan akurasi terbaik sebesar 70%, sedangkan komponen G menghasilkan akurasi yang lebih baik dibanding komponen R, yaitu sebesar 75%. Pada komponen B, hasil akurasi yang diperoleh lebih rendah dibanding komponen sebelumnya dan menghasilkan akurasi terbaik sebesar 65%. Komponen *grayscale* menghasilkan akurasi terbaik sebesar 70%. Perbandingan grafik untuk setiap jenis *Shorea* pada semua kontribusi nilai eigen di komponen R dapat dilihat pada Gambar 4.

Pada Gambar 4, terlihat bahwa pada jenis *Shorea javanica*, *lepida*, dan *platycados* untuk setiap kontribusi nilai eigen menghasilkan akurasi yang sama. Berarti, kontribusi nilai eigen tidak terlalu berpengaruh pada jenis *Shorea* tersebut. Jenis *Shorea johorensis* mengalami penurunan di setiap kontribusi nilai eigen. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa semakin besarnya kontribusi yang digunakan akan semakin menurunkan akurasi *johorensis* yang dihasilkan. Pada jenis *Shorea materialis* akurasi yang dihasilkan lebih rendah dibanding jenis *Shorea* lainnya pada setiap kontribusi nilai eigen.

Pada Gambar 5 dapat dilihat grafik hasil akurasi untuk setiap jenis *Shorea* pada semua kontribusi nilai eigen di komponen G. Pada komponen G ini, jenis *Shorea* yang memiliki akurasi yang sama di setiap kontribusi nilai eigen adalah jenis *Shorea lepida* dan *platycados*. Hal ini dapat dianalisis bahwa kontribusi nilai eigen tersebut tidak terlalu mempengaruhi hasil akurasi pada komponen G ini. Akurasi terendah pada komponen G ialah *Shorea johorensis* dan *materialis*. Kontribusi nilai eigen pada *Shorea johorensis* dan *materialis* memengaruhi perolehan akurasi. Pada kontribusi 99% hasil akurasi lebih rendah dibanding dengan kontribusi lainnya.

Gambar 6 memperlihatkan akurasi untuk setiap jenis *Shorea* pada semua kontribusi nilai eigen di komponen B. Terlihat bahwa jenis *Shorea johorensis* dan *materialis* hanya dapat teridentifikasi ke dalam jenisnya sekitar 10%, sedangkan *Shorea materialis* tidak dapat teridentifikasi sama sekali dengan kontribusi nilai eigen 85% dan 99%. Jenis *Shorea lepida* dapat diklasifikasikan sebanyak 9 data uji yang benar sehingga hanya 1 yang salah diklasifikasikan. *Shorea platycados* menghasilkan akurasi yang tertinggi dan stabil di setiap kontribusi nilai eigennya. Pada jenis *marcoptera*, *palembanica*, dan *seminis* hasil akurasi yang diperoleh mengalami penurunan akurasi di setiap kenaikan kontribusi nilai eigennya.

Tabel 1 Ukuran vektor eigen

Kontribusi nilai eigen	Ukuran vektor eigen
85 %	182×4
95 %	182×15
99 %	182×74
100 %	182×182

Tabel 2 Ukuran citra yang dipakai

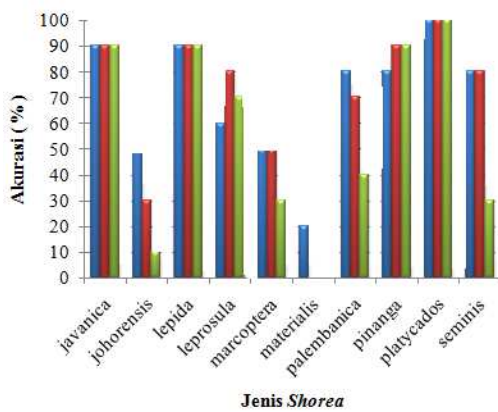
Kontribusi nilai eigen	Ukuran citra
85 %	137×4
95 %	137×15
99 %	137×74

Tabel 3 Hasil akurasi komponen R, G, B, dan *grayscale* pada setiap kontribusi nilai eigen

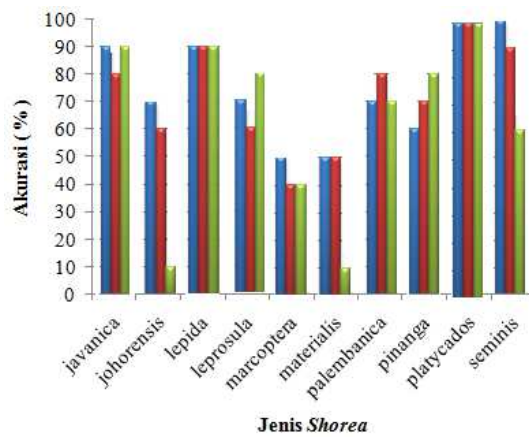
Komponen warna	Kontribusi nilai eigen (%)		
	85%	95%	99%
R	70	68	55
G	75	72	63
B	64	65	51
<i>Grayscale</i>	70	69	62
Rata-rata	69.8	68.5	57.8

Gambar 7 menunjukkan grafik perbandingan akurasi jenis *Shorea* untuk setiap kontribusi nilai eigen pada citra *grayscale*. Pada perbandingan citra *grayscale* ini akurasi tertinggi dihasilkan oleh *Shorea platycados* dengan akurasi 100%. Hasil akurasi terendah ada pada jenis *Shorea johorensis* dan *materialis*. Pada kontribusi nilai eigen 95%, *Shorea materialis* tidak dapat teridentifikasi dengan benar sehingga menghasilkan akurasi terendah dengan nilai akurasi 0%. Jenis *Shorea johorensis* dan *materialis* ini sulit teridentifikasi sebagai kelasnya sendiri dikarenakan ukuran *Shorea* tersebut memiliki kemiripan dengan jenis *Shorea* yang lainnya.

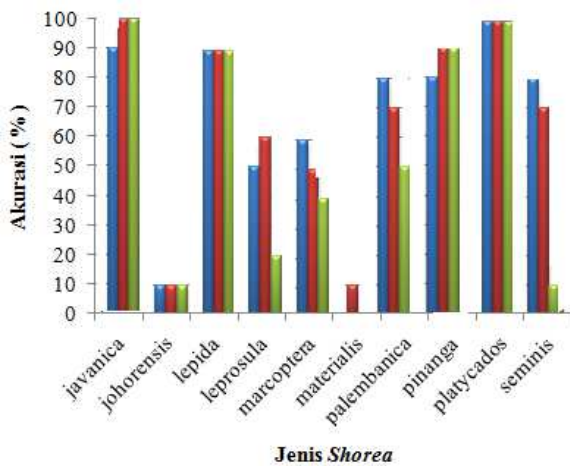
Dari percobaan yang telah dilakukan hasil terbaik terdapat pada komponen G dari citra RGB dan $k = 3$ dengan kontribusi nilai eigen 85% yang menghasilkan 75%. Berdasarkan rata-rata akurasi pada Tabel 3, hasil rata-rata akurasi yang dihasilkan untuk setiap kontribusi nilai eigen semakin menurun setiap pertambahan kontribusi nilai eigen. Dapat disimpulkan pemilihan komponen warna citra, kontribusi nilai eigen dan nilai k dapat mempengaruhi akurasi identifikasi suatu jenis *Shorea*. Penggunaan parameter yang tepat pada data latih dan data uji yang dipakai akan dapat menghasilkan akurasi yang baik. Selain ketiga faktor tersebut, faktor *background* dari citra yang digunakan dapat mempengaruhi perolehan akurasi, karena *background* dari citra daun yang digunakan dalam penelitian ini dari segi warna dan intensitas cahaya mempunyai perbedaan. Keseragaman *background* diharapkan dapat lebih meningkatkan akurasi yang dihasilkan. Pada penelitian ini komponen G yang paling



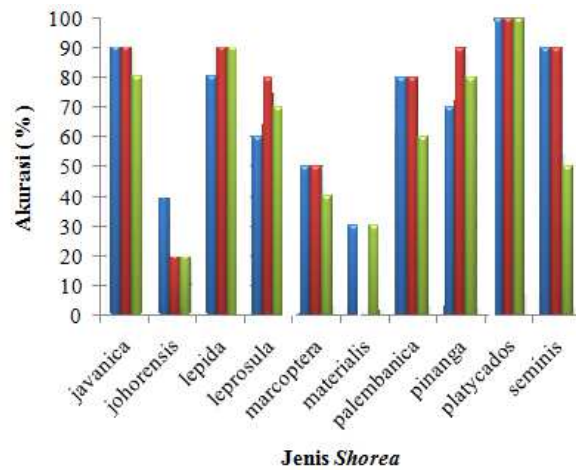
Gambar 4 Grafik perbandingan akurasi jenis *Shorea* untuk setiap kontribusi nilai eigen pada komponen R. Kontribusi nilai eigen: Biru = 85%, Merah = 95%, Hijau = 99%



Gambar 5 Grafik perbandingan akurasi jenis *Shorea* untuk setiap kontribusi nilai eigen pada komponen G. Kontribusi nilai eigen: Biru = 85%, Merah = 95%, Hijau = 99%



Gambar 6 Grafik perbandingan akurasi jenis *Shorea* untuk setiap kontribusi nilai eigen pada komponen B. Kontribusi nilai eigen: Biru = 85%, Merah = 95%, Hijau = 99%

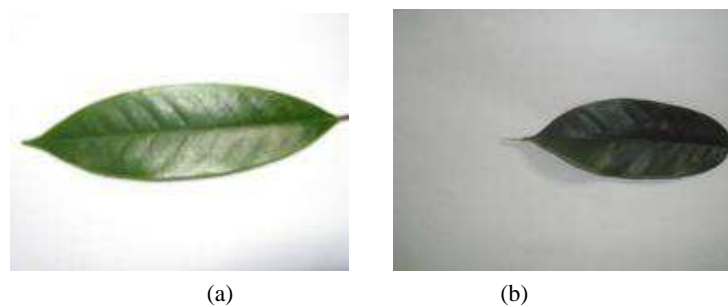


Gambar 7 Grafik perbandingan akurasi jenis *Shorea* untuk setiap kontribusi nilai eigen pada citra *grayscale*. Kontribusi nilai eigen: Biru = 85%, Merah = 95%, Hijau = 99%

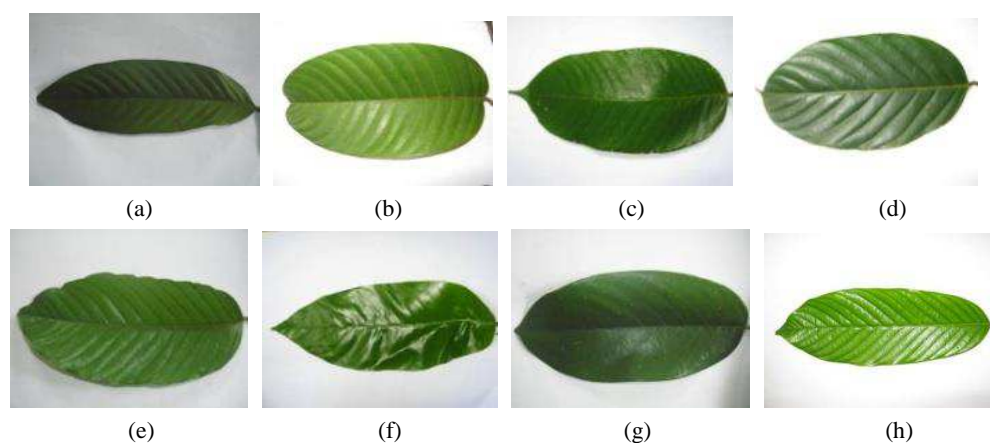
berpengaruh dalam menghasilkan akurasi terbaik. Hal ini dikarenakan data penelitian ini berobjek daun yang memiliki warna hijau sehingga pada komponen G hasil akurasi yang diperoleh lebih baik daripada komponen R, B, dan *grayscale*.

Jenis *Shorea* yang selalu memiliki akurasi yang tertinggi adalah *Shorea platycados*, pada komponen warna dan kontribusi nilai *eigen* serta nilai *k* berapa pun selalu dapat teridentifikasi dengan benar hingga mencapai 100%. Karena ukuran dari *Shorea Platycados* ini cenderung berbeda dengan jenis lainnya sehingga jenis *Shorea* jenis ini selalu dapat diidentifikasi. Jenis *Shorea Lepida* dapat dengan tepat teridentifikasi ke kelasnya dengan akurasi 90%. Pada Gambar 8 dapat dilihat gambar jenis *Shorea* yang tepat teridentifikasi dengan benar.

Pada Gambar 9 dapat dilihat gambar jenis *Shorea* yang sering salah dalam pengidentifikasian. Jenis *Shorea javanica*, *johorensis*, *leprosula*, *marcoptera*, *materialis*, *palembanica*, *pinanga* sering salah dalam pengidentifikasian karena ukuran *Shorea* tersebut memiliki kemiripan dengan jenis *Shorea* lainnya.



Gambar 8 *Shorea Lepida* (a) dan *Platycados* (b)



Gambar 9 *Shorea javanica* (a), *johorensis* (b), *leprosula* (c), *marcoptera* (d), *materialis* (e), *palembanica* (f), *pinanga* (g), *seminis* (h)

Analisis Ragam Akurasi Percobaan

Analisis ragam adalah suatu metode untuk menguraikan keragaman total data kita menjadi komponen-komponen yang mengukur berbagai sumber keragaman (Walpole 1988). Pada penelitian ini dilakukan analisis ragam dengan 3 faktor adalah nilai *k*, kontribusi, dan warna yang dapat dilihat pada Tabel 4. Pada $\alpha = 0.05$ dapat dilihat nilai *p* pada Tabel 4, faktor yang berpengaruh adalah nilai *k*, kontribusi dan warna, sedangkan interaksi antara faktor tidak berpengaruh. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada penelitian ini nilai *k*, kontribusi, dan warna mempengaruhi tinggi rendahnya akurasi percobaan tetapi interaksi antara faktor tidak berpengaruh.

Tabel 4 Analisis ragam akurasi percobaan

Sumber	Derajat bebas	JK	KT	F _{hitung}	Nilai P
Nilai k	3	518.65	172.88	3.13	0.027
Kontribusi	2	6802.71	3401.35	61.49	0.000
Warna	3	3087.81	1029.27	18.61	0.000
Nilai k*Kontribusi	6	97.29	16.22	0.29	0.940
Nilai k*Warna	9	213.44	23.72	0.43	0.919
Kontribusi Warna	6	305.63	50.94	0.92	0.418
Nilai k*Kontribusi*Warna	18	404.37	22.47	0.41	0.986
Galat	192	10620.00	55.31		
Total	239	22049.90			

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa akurasi pengenalan citra daun *Shorea* dengan menggunakan 2DPCA dan K-NN sebagai *classifier* dengan komponen G dari citra RGB dan $k = 3$ serta pada kontribusi nilai eigen 85% menghasilkan rata-rata akurasi terbaik sebesar 75%. Komponen warna yang paling berpengaruh dalam penelitian ini adalah komponen G dibanding komponen warna R, B, dan *grayscale*.

Saran

Penelitian ini masih memiliki beberapa kekurangan yang dapat diperbaiki pada penelitian selanjutnya. Beberapa saran itu di antaranya dengan menambahkan jumlah data untuk setiap jenis *Shorea* agar data yang digunakan lebih bervariasi. Menggunakan teknik klasifikasi lain yang dapat meningkatkan akurasi.

Penggunaan fitur warna selain RGB, seperti HSV. Pemberian bobot menggunakan algoritme genetika untuk masing-masing komponen RGB. Perlu dipertimbangkan juga terhadap penggunaan ukuran data asli pada penelitian selanjutnya, dikarenakan pada penelitian ini menggunakan ukuran data citra daun yang di-*resize* terlebih dahulu.

DAFTAR PUSTAKA

- Newman MF, Burgess PF, Whitmore TC. 1999. *Pedoman Identifikasi Pohon-pohon Dipterocarpaceae Jawa sampai Nugini*. Bogor (ID): Prosea Indonesia.
- Pratiwi. 2010. Pengembangan model pengenalan wajah dengan jarak euclid pada ruang eigen dengan 2DPCA [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Ramadhan IA. 2012. Identifikasi daun *Shorea* dengan *backpropagation neural network* menggunakan ekstraksi fitur *discrete wavelet transform* dan ekstraksi warna HSV [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Rodríguez-Aragón LJ, Conde C, Serrano Á, Cabello E. 2005. Face verification advances using spatial dimension reduction methods: 2DPCA & SVM. Di dalam: Roli F, Vitulano S, editor. *Image Analysis and Processing-ICIAP 2005*; Cagliari (IT), 2005 Sep 6-8. Berlin Heidelberg (DE): Springer. hlm 978-985.
- Walpole RE. 1988. *Pengantar Statistika Edisi ke-3*. Jakarta (ID): PT Gramedia Pustaka Utama. Terjemahan dari *Introduction to Statistic*. New Jersey(US): Prentice-Hall.
- Yang J, Zhang D. 2004. Two dimensional PCA: a new approach to appearance based face representation and recognition. *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell*, 26(1):131-137.