

PEMBUATAN APLIKASI KLASIFIKASI CITRA DAUN MENGUNAKAN RUANG WARNA RGB DAN HSV

¹Haura Sanusi, ²Suryadi H. S., ³ Diana Tri Susetianingtias
^{1,2,3} Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424, Jawa Barat
¹haurasanusi@gmail.com, ^{2,3}{suryadi_hs,diantis}@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Bagi orang awam, mengetahui tumbuhan berdasarkan warna daun tentu tidak mudah, mengingat semua warna daun relatif sama yaitu warna hijau, sehingga akan sulit juga untuk mengetahui manfaat dari tumbuhan tersebut. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah sistem klasifikasi berdasarkan warna daun untuk mengetahui apa nama dan manfaat tumbuhan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan ekstraksi nilai red, green, blue, hue, saturation, dan value pada citra daun, menghasilkan klasifikasi citra daun berdasarkan hasil ekstraksi nilai RGB dan HSV, serta menghasilkan nilai akurasi hasil klasifikasi citra daun. Pada penelitian ini, peneliti akan melakukan klasifikasi terhadap daun berdasarkan warna daun. Peneliti menggunakan 200 buah citra dari 10 jenis daun. Klasifikasi daun berdasarkan warna dilakukan peneliti menggunakan ruang warna RGB dan HSV. Hasil klasifikasi citra daun memiliki rata-rata akurasi yang tinggi yaitu 90,08%.

Kata Kunci: Citra Daun, HSV, matlab, RGB

Abstract

Recognizing various types of plants based on their leaves to those who do not know plants well, it is difficult to remember all the leaves based on leaves colour, which is relatively in the same colour, lead them to hardly know the benefits of these plants. Hence, we need a classification system based on leaves to find out what the names and benefits of these plants. This study aims to produce extractions of red, green, blue, hue, saturation, and value values in leaf images, produce classification of leaf images based on the results of the extraction of RGB and HSV values, and accuracy values of the results of classification of leaf images. In this study, researchers will classify leaves based on leaf color. Researchers used 200 pieces of image from 10 types of leaves. Classification of leaves based on color is done by researchers using RGB and HSV color spaces. The results of the classification of leaf images have a high average accuracy of 90.08%.

Keywords: Leaf Image, HSV, matlab, RGB

PENDAHULUAN

Daun merupakan bagian dari tumbuhan. Bagi orang yang mengenal berbagai jenis daun, mengetahui tumbuhan berdasarkan daunnya merupakan hal yang mudah. Namun bagi orang awam tentu sulit,

mengingat semua warna daun relatif sama yaitu warna hijau, sehingga akan sulit juga untuk mengetahui manfaat dari tumbuhan tersebut. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah sistem klasifikasi berdasarkan daun untuk mengetahui apa nama dan manfaat tumbuhan tersebut.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui sebuah jenis tumbuhan yaitu dengan melakukan klasifikasi berdasarkan warna daun. Dari daun tersebut akan dilakukan ekstraksi untuk mendapatkan nilai *red*, *green*, *blue*, *hue*, *saturation*, dan *value* sehingga daun dapat diklasifikasikan berdasarkan nilai-nilai yang sudah didapatkan.

Beberapa penelitian terkait citra dalam mengetahui informasi dari suatu tumbuhan telah dilakukan peneliti terdahulu. Penelitian yang dilakukan Septiaji dan Firdausy menggunakan metode rentang nilai RGB untuk mendeteksi kematangan tanaman selada berbasis *android* [1]. Prabowo melakukan penelitian menggunakan metode ruang warna RGB berdasar nilai jarak antara histogram citra buah untuk mendeteksi kematangan buah jeruk dengan memiliki nilai acuan yang dicari dari frekuensi atau keanggotaan dalam kombinasi piksel dari sebuah citra gambar [2]. Penelitian yang dilakukan Sari, Hidayat dan Atmaja menggunakan metode *color moments*, GLCM, dan *k-Nearest Neighbor* untuk mendeteksi penyakit tanaman jagung dengan mengklasifikasikan jagung menjadi 4 kelas yaitu netral (tidak berpenyakit), penyakit hawar daun, penyakit bercak daun, dan penyakit karat daun [3]. Lestari, Sari, Sutardi, Purwanti dan Purnama menggunakan metode segmentasi warna RGB-HSV untuk memutihkan area pada daun jeruk yang terkena penyakit, kemudian mengklasifikasikan jenis penyakit pada daun jeruk menggunakan

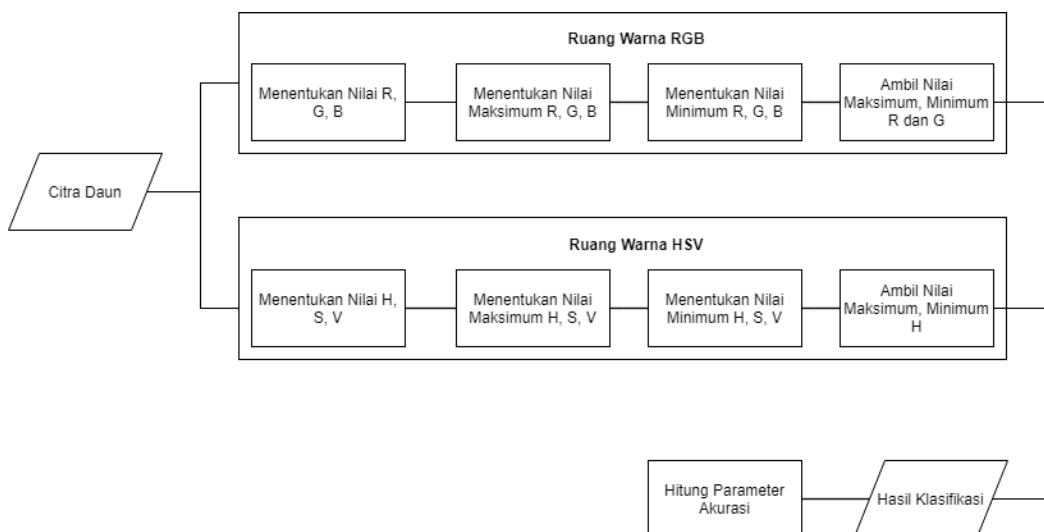
fuzzy k-nearest neighbor [4]. Penelitian Aianto dan Harjoko menggunakan metode segmentasi warna RGB dan *gray*, serta *k-Nearest Neighbor* dimana setiap piksel buah salak pondoh dihitung besar ketidakmiripannya (*Euclidean Distance*) terhadap nilai data fitur RGB dan *gray* pembandingan kemudian klasifikasi, dengan mengetahui nilai *mean R* dan *mean V* [5].

Daun adalah salah satu organ tanaman yang memiliki beberapa sistem jaringan, yaitu jaringan epidermis, mesofil, dan jaringan pengangkut [6]. Pengolahan citra digital merupakan disiplin ilmu yang mempelajari teknik-teknik untuk mengolah sebuah citra menggunakan komputer. Citra yang dimaksud dapat berupa gambar diam atau gambar bergerak [7]. Ruang Warna *Red, Green, Blue* (RGB) adalah ruang warna standar yang didasarkan pada akuisisi frekuensi warna oleh sensor elektronik. Keluaran dari sensor ini berupa sinyal analog. RGB adalah ruang warna aditif, yang berarti bahwa seluruh warna dimulai dengan warna hitam dan dibentuk dengan menambahkan warna hijau, merah, dan biru. Melalui gabungan warna merah, hijau dan biru akan terbentuk warna-warna baru. Ruang Warna *Hue, Saturation, Value* (HSV). Parameter *value* identik dengan parameter *luminance* pada ruang warna HSL. Ruang warna HSV sering disebut *hexcome model*, sedangkan HSL disebut dengan *bi-hexcome model* karena memiliki 2 *cone* [8].

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas empat tahapan utama, ekstraksi ruang warna RGB, ekstraksi ruang warna HSV, proses klasifikasi, dan perhitungan parameter akurasi. Tahapan-tahapan penelitian pada pembuatan aplikasi klasifikasi citra daun menggunakan ruang warna RGB dan HSV dapat dilihat pada Gambar 1. Tahapan ekstraksi ruang warna RGB bertujuan untuk mendapatkan nilai minimum dan maksimum *red* dan *green* dari citra daun. Tahapan ekstraksi ruang warna HSV bertujuan untuk mendapatkan nilai minimum dan maksimum *hue* dari citra daun. Tahapan klasifikasi adalah tahapan dimana dilakukan pengujian model klasifikasi menggunakan data gambar daun. Tahapan perhitungan parameter akurasi adalah tahapan untuk mengetahui apakah nama tumbuhan sesuai dengan gambar daun yang dimasukkan.

Tahapan ekstraksi ruang warna RGB dimulai dengan memasukkan data *input* berupa citra daun, dilanjutkan dengan proses menentukan nilai *red*, *green*, dan *blue*, menentukan nilai maksimum *red*, *green*, dan *blue*, menentukan nilai minimum *red*, *green*, dan *blue*, dan pengambilan nilai maksimum dan minimum *red* dan *green*. Tahapan ekstraksi ruang warna HSV dimulai dengan memasukkan data input berupa citra daun, dilanjutkan dengan proses menentukan nilai *hue*, *saturation*, dan *value*, menentukan nilai maksimum *hue*, *saturation*, dan *value*, menentukan nilai minimum *hue*, *saturation*, dan *value*, dan pengambilan nilai maksimum dan minimum *hue*. Tahapan klasifikasi adalah tahapan menentukan nama daun sesuai dengan gambar yang dimasukkan. Tahap terakhir perhitungan parameter akurasi menggunakan *confusion matrix*.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Pembuatan sistem klasifikasi daun bertujuan untuk mengekstraksi nilai RGB dan HSV dari citra daun. Kemudian menggunakannya untuk mengklasifikasikan daun. Serta mengetahui akurasi yang dihasilkan oleh klasifikasi tersebut. *Confusion matrix* digunakan untuk mengevaluasi model klasifikasi yang dihasilkan. Bahasa pemrograman matlab digunakan untuk mengembangkan aplikasi ini, dengan menggunakan *software* Matlab R2018b.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Citra Daun

Citra daun merupakan citra berwarna dari daun yang dimasukkan ke dalam sistem

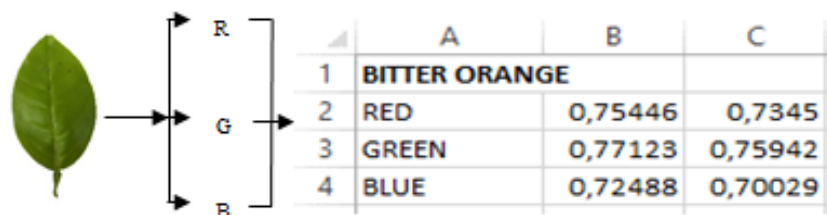
sebagai data masukan. Citra daun yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 200 buah citra, yang didapat dari *Flavia Dataset*. Detail jumlah citra daun yang digunakan pada penelitian tersebut terdiri dari 10 jenis daun yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Ekstraksi Ruang Warna RGB

Langkah pertama yang dilakukan yaitu menentukan nilai *red*, *green*, dan *blue* dari citra tiap daun menggunakan Matlab. Setelah mendapatkan angka-angka pada *workspace* Matlab maka angka tersebut dipindahkan ke *Microsoft Excel*. Gambar 2 memperlihatkan bagaimana proses penentuan nilai *red*, *green*, dan *blue* dari citra daun.

Tabel 1. Kelompok Jenis Daun yang Akan Diklasifikasikan

No	Kelompok Jenis Bentuk Daun	Spesies Tanaman Anggota
1	<i>Bitter Orange</i>	20
2	<i>Caricature Plant</i>	20
3	<i>Chocolate Tree</i>	20
4	<i>Croton</i>	20
5	<i>Duranta Gold</i>	20
6	<i>Ficus</i>	20
7	<i>Geranium</i>	20
8	<i>Sweet Potato</i>	20
9	<i>Thevetia</i>	20
10	<i>Vieux</i>	20
	Total	200



Gambar 2. Proses Penentuan Nilai *Red*, *Green*, dan *Blue* pada Daun *Bitter Orange*

Untuk mendapatkan nilai maksimum *red*, *green*, dan *blue* pada tiap citra daun, digunakan persamaan 1.

$$=MAX(B2:U2) \quad (1)$$

Sedangkan untuk mencari nilai minimum *red*, *green*, dan *blue* pada setiap citra daun menggunakan persamaan 2.

$$=MIN(B2:U2) \quad (2)$$

Persamaan 1 merupakan persamaan pada *microsoft excel* yang berfungsi untuk mencari nilai maksimum dari nilai awal hingga nilai akhir di setiap baris. Persamaan 1 digunakan untuk mencari nilai maksimum *red* dari daun *bitter orange*. Persamaan 2 merupakan persamaan pada *microsoft excel* yang berfungsi untuk mencari nilai minimum dari nilai awal hingga nilai akhir di setiap baris. Persamaan ini digunakan untuk mencari nilai minimum *red* dari daun *bitter orange*. Karena B2 adalah nilai awal pada baris nilai *red*. Sedangkan U2 adalah nilai akhir pada baris nilai *red*.

Setelah mendapatkan nilai maksimum dan minimum dari *red*, *green*, dan *blue* pada

proses sebelumnya, proses pengambilan nilai maksimum dan minimum *red* dan *green* dilakukan pada tahap selanjutnya. Nilai maksimum dan minimum *red* diambil untuk membedakan warna daun yang hijau dengan yang kemerah-merahan. Karena pada *dataset* terdapat daun yang berwarna kemerah-merahan. Sedangkan nilai maksimum dan minimum *green* diambil untuk membedakan warna hijau pada setiap jenis daun.

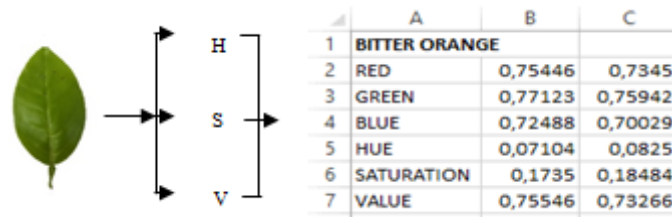
Berikut adalah sebagian hasil penentuan nilai *red*, *green*, dan *blue* pada daun *bitter orange* yang dapat dilihat pada Tabel 2. Kolom pertama berisi nilai *red*, *green*, dan *blue* pada gambar pertama dari daun *bitter orange*. Kolom kedua berisi nilai *red*, *green*, dan *blue* pada gambar kedua dari daun *bitter orange*. Begitu seterusnya hingga kolom ke-20 yang merupakan nilai *red*, *green*, dan *blue* pada gambar ke-20 dari daun *bitter orange*.

Ekstraksi Ruang Warna HSV

Tahap pertama yaitu melakukan proses pencarian nilai *hue*, *saturation*, dan *value* dari tiap citra daun menggunakan Matlab. Kemudian memindahkan angka-angka yang telah didapat pada *workspace* Matlab ke *Microsoft Excel* seperti pada Gambar 3.

Tabel 2. Sebagian Hasil Nilai *Red*, *Green*, dan *Blue* pada Daun *Bitter Orange*

	Bitter Orange						MAX	MIN
<i>RED</i>	0,754459	0,734505	0,703979	0,653152	0,676435	...	0,824409	0,653152
<i>GREEN</i>	0,771234	0,759421	0,73508	0,707021	0,717261	...	0,843749	0,707021
<i>BLUE</i>	0,724876	0,700291	0,654006	0,573735	0,626537	...	0,807401	0,573735



Gambar 3. Proses Penentuan Nilai Hue, Saturation, dan Value pada Daun Bitter Orange

Untuk mendapatkan nilai maksimum hue, saturation, dan value pada tiap citra daun, digunakan Persamaan 3.

$$=MAX(B5:U5) \quad (3)$$

Sedangkan pencarian nilai minimum hue, saturation, dan value pada setiap citra daun menggunakan Persamaan 4.

$$=MIN(B5:U5) \quad (4)$$

Persamaan 3 merupakan rumus pada Microsoft Excel yang berfungsi untuk mencari nilai maksimum dari nilai awal hingga nilai akhir di setiap baris. Persamaan di atas digunakan untuk mencari nilai maksimum hue dari daun bitter orange. Persamaan 4 juga merupakan rumus pada Microsoft Excel. Persamaan ini berfungsi untuk mencari nilai minimum dari nilai awal hingga nilai akhir di setiap baris. Persamaan ini digunakan untuk mencari nilai minimum hue dari daun bitter orange. Karena B5

adalah nilai awal pada baris nilai hue. Sedangkan U5 adalah nilai akhir pada baris nilai hue.

Setelah mendapatkan nilai maksimum dan minimum dari hue, saturation, dan value pada proses sebelumnya, proses pengambilan nilai maksimum dan minimum hue dilakukan pada tahap selanjutnya. Nilai maksimum dan minimum hue diambil sebagai penentuan warna hijau dan warna kuning. Karena hue merepresentasikan warna dari cahaya tampak.

Berikut adalah sebagian hasil penentuan nilai hue, saturation, dan value pada daun bitter orange yang dapat dilihat pada Tabel 3. Kolom pertama berisi nilai hue, saturation, dan value pada gambar pertama dari daun bitter orange. Kolom kedua berisi nilai hue, saturation, dan value pada gambar kedua dari daun bitter orange. Begitu seterusnya hingga kolom ke-20 yang merupakan nilai hue, saturation, dan value pada gambar ke-20 dari daun bitter orange.

Tabel 3. Sebagian Hasil Nilai Hue, Saturation, dan Value pada Daun Bitter Orange

	Bitter Orange						MAX	MIN
HUE	0,071042	0,082499	0,081549	0,096827	0,100003	...	0,110697	0,053313
SATURATION	0,173497	0,184841	0,248831	0,299998	0,238156	...	0,299998	0,135163
VALUE	0,755461	0,73266	0,66962	0,603174	0,66184	...	0,811524	0,603174

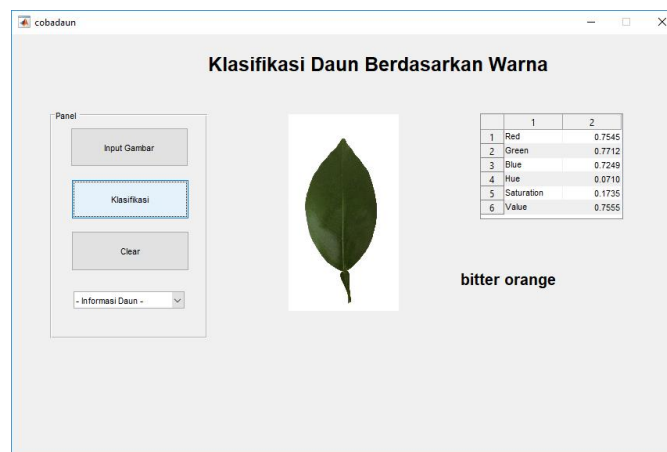
Hasil Klasifikasi Citra Daun

Pada tahap ini, dilakukan pengujian menggunakan data gambar daun yang dimasukkan. Citra daun tersebut tentunya melewati tahapan-tahapan yang sudah dijelaskan sebelumnya. Klasifikasi dilakukan dengan mencocokkan hasil ekstraksi citra daun yang dimasukkan dengan parameter-parameter yang telah dituliskan pada kode program.

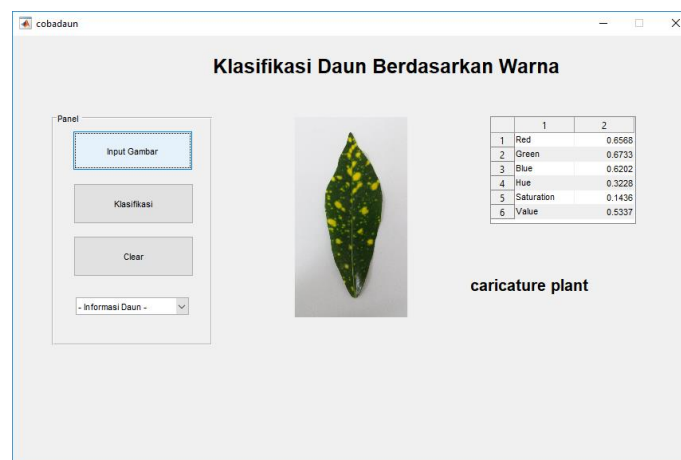
Berikut ini adalah gambar hasil klasifikasi pada salah satu citra daun *bitter orange* yang dapat dilihat pada Gambar 4. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa gam-

bar yang dimasukkan sesuai dengan hasil klasifikasi. Citra daun yang dimasukkan merupakan daun *bitter orange*. Hasil klasifikasi juga menampilkan nama daun *bitter orange*.

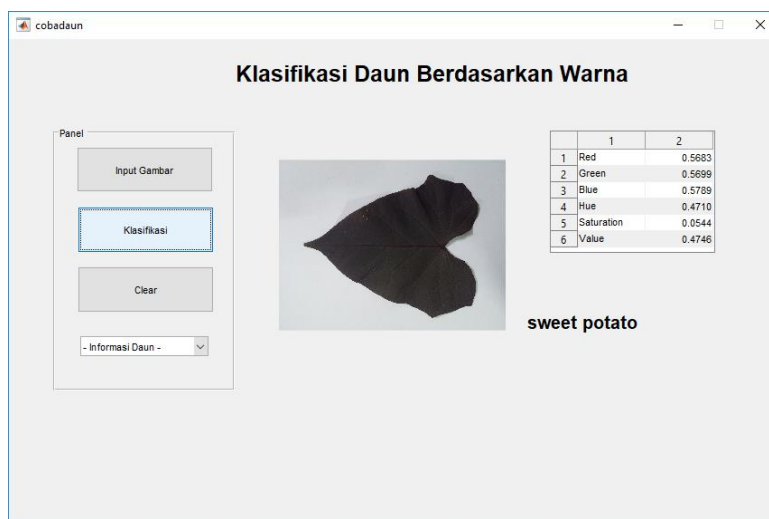
Gambar 5 merupakan gambar hasil klasifikasi pada salah satu citra daun *croton*. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa gambar yang dimasukkan tidak sesuai dengan hasil klasifikasi. Citra daun yang dimasukkan merupakan daun *croton* sedangkan hasil klasifikasi menampilkan nama daun *caricature plant*.



Gambar 4. Hasil Klasifikasi pada Salah Satu Citra Daun *Bitter Orange*



Gambar 5. Hasil Klasifikasi pada Salah Satu Citra Daun *Croton*



Gambar 6. Hasil Klasifikasi pada Salah Satu Citra Daun *Sweet Potato*

Gambar 6 merupakan gambar hasil klasifikasi dari sebuah citra daun *sweet potato*. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa gambar yang dimasukkan sesuai dengan hasil klasifikasi. Citra daun yang dimasukkan merupakan daun *sweet potato*. Hasil klasifikasi juga menampilkan nama daun *sweet potato*.

Hasil Parameter Akurasi

Perhitungan parameter akurasi menggunakan *confusion matrix* untuk menentukan *precision*, *recall*, *f1 score*, dan *accuracy*. *Confusion matrix* adalah alat evaluasi atau analisa seberapa baik model klasifikasi yang digunakan untuk mengenali *tuple* dari kelas yang berbeda [9].

Perhitungan akurasi aplikasi ini menghasilkan sebuah *confusion chart* seperti pada Gambar 7.

Dari gambar 7 diketahui bahwa daun *bitter orange* terdeteksi sebagai daun *bitter orange* sebanyak 19 gambar dan terdeteksi

sebagai daun *duranta gold* sebanyak satu gambar. Daun *caricature plant* terdeteksi sebagai daun *caricature plant* sebanyak 20 gambar. Daun *chocolate tree* terdeteksi sebagai *unknown* sebanyak satu gambar, terdeteksi sebagai daun *bitter orange* sebanyak 4 gambar, terdeteksi sebagai daun *caricature plant* sebanyak satu gambar, terdeteksi sebagai daun *chocolate tree* sebanyak 13 gambar, dan terdeteksi sebagai daun *duranta gold* sebanyak satu gambar. Daun *croton* terdeteksi sebagai daun *caricature plant* sebanyak 14 gambar, terdeteksi sebagai daun *croton* sebanyak 5 gambar, dan terdeteksi sebagai daun *sweet potato* sebanyak satu gambar. Daun *duranta gold* terdeteksi sebagai *unknown* sebanyak dua gambar, terdeteksi sebagai daun *chocolate tree* sebanyak 6 gambar, dan terdeteksi sebagai daun *duranta gold* sebanyak 12 gambar. Daun *ficus* terdeteksi sebagai daun *caricature plant* sebanyak 11 gambar dan terdeteksi sebagai daun *ficus* sebanyak 9

gambar. Daun *geranium* terdeteksi sebagai daun *caricature plant* sebanyak 16 gambar, terdeteksi sebagai daun *croton* sebanyak satu gambar, terdeteksi sebagai daun *geranium* sebanyak dua gambar, dan terdeteksi sebagai daun *sweet potato* sebanyak satu gambar. Daun *sweet potato* terdeteksi sebagai *unknown* sebanyak satu gambar, terdeteksi sebagai daun *chocolate tree* sebanyak satu daun, dan terdeteksi sebagai daun *sweet potato* sebanyak 18 gambar. Daun *thevetia* terdeteksi sebagai daun *caricature plant* sebanyak tiga gambar, terdeteksi sebagai daun *croton* sebanyak 6 gambar, terdeteksi sebagai daun *geranium* sebanyak satu gambar, dan terdeteksi sebagai daun *sweet potato* sebanyak 10 gambar. Daun *vieux* terdeteksi

sebagai *unknown* sebanyak tiga gambar, terdeteksi sebagai daun *caricature plant* sebanyak 13 gambar, terdeteksi sebagai daun *duranta gold* sebanyak satu gambar, terdeteksi sebagai daun *geranium* sebanyak satu gambar, dan terdeteksi sebagai daun *sweet potato* sebanyak dua gambar.

Setelah mendapatkan hasil *confusion chart*, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan *precision*, *recall*, *f1 score*, dan *accuracy*. Perhitungan *precision*, *recall*, *f1 score*, dan *accuracy* untuk seluruh jenis daun secara lengkap ditunjukkan pada Tabel 3.

Dari tabel 4 dapat diambil kesimpulan bahwa rata-rata untuk *precision*, *recall*, *f1 score*, dan *accuracy* berturut-turut yaitu 49,3%, 49%, 44,24%, dan 90,08%.



Gambar 7. Hasil *Confusion Chart*

Tabel 4. Hasil Perhitungan pada Tiap Jenis Daun

No	Citra Daun	Precision	Recall	F1 Score	Accuracy
1	<i>Bitter Orange</i>	82,6 %	95 %	88,36 %	97,5 %
2	<i>Caricature Plant</i>	25,64 %	100 %	40,81 %	71 %
3	<i>Chocolate Tree</i>	65 %	65 %	65 %	93 %
4	<i>Croton</i>	41,66 %	25 %	31,24 %	87,3 %
5	<i>Duranta Gold</i>	80 %	60 %	68,57 %	94,55 %
6	<i>Ficus</i>	100 %	45 %	62,06 %	94,5 %
7	<i>Geranium</i>	40 %	10 %	16 %	89,5 %
8	<i>Sweet Potato</i>	58,06 %	90 %	70,32 %	92,5 %
9	<i>Thevetia</i>	0 %	0 %	0 %	90,9 %
10	<i>Vieux</i>	0 %	0 %	0 %	90 %
Rata-rata		49,3 %	49 %	44,24 %	90,08 %

KESIMPULAN DAN SARAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini, antara lain proses ekstraksi nilai *red*, *green*, *blue*, *hue*, *saturation*, dan *value* pada citra daun berhasil didapatkan dari setiap citra daun. Klasifikasi citra daun berdasarkan hasil ekstraksi nilai RGB dan HSV berhasil dilakukan dan menampilkan nama daun di setiap proses implementasi. Hasil klasifikasi citra daun memiliki rata-rata akurasi yang tinggi yaitu 90,08%.

Pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya, antara lain dengan menggunakan faktor lain tidak hanya berdasarkan pada citra daun, tetapi juga berdasarkan tekstur, bentuk daun, maupun tepi daun. Selain itu, dapat pula melakukan pengembangan dengan proses machine learning agar mempermudah proses pelatihan dan iden-

tifikasi yang sudah tersedia menggunakan library khusus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. D. Septiaji dan K. Firdausy, "Deteksi Kematangan Daun Selada (*Lactuca Sativa L*) Berbasis Android Menggunakan Nilai RGB Citra", *Jurnal Ilmu Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI)*, vol. 4, no. 1, hal. 20-27, 2018.
- [2] H. Prabowo, "Deteksi Kondisi Kematangan Buah Jeruk Berdasarkan Kemiripan Warna pada Ruang Warna RGB Berbasis Android", *Jurnal Elektronik Sistem Informasi dan Komputer*, vol.3, no.2, hal. 9-19, 2017.
- [3] I. P. Sari, B. Hidayat, dan R. D. Atmaja, "Perancangan dan Simulasi

- Deteksi Penyakit Tanaman Jagung Berbasis Pengolahan Citra Digital Menggunakan Metode *Color Moments* dan GLCM”, dalam Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri (SENIATI), 2016, hal. 215-220.
- [4] F. R. Lestari, J. Y. Sari, Sutardi, I. Purwanti, dan N. Purnama, ”Deteksi Penyakit Tanaman Jeruk Siam Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Segmentasi Warna *RGB-HSV*”, dalam Seminar Nasional Teknologi Terapan Berbasis Kearifan Lokal (SNT2BKL), 2018, hal. 276-283.
- [5] P. Rianto dan A. Harjoko, ”Penentuan Kematangan Buah Salak Pondoh di Pohon Berbasis Pengolahan Citra Digital”, *International Journal of Computing and Cybernetics Systems*, vol. 11, no.2, hal. 143-154, 2017.
- [6] I. Y. Ningsih, ”Anatomi dan Morfologi Daun”, Modul Botani Farmasi, Universitas Jember, 2015.
- [7] R. Kusumanto dan A. N. Tomponu, ”Pengolahan Citra Digital untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi *RGB*“, dalam Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan, 2011.
- [8] S. Madenda, *Pengolahan Citra & Video Digital*. Jakarta: Erlangga, 2015.
- [9] J. Han, M. Kamber, dan J. Pei, *Data Mining Concept and Techniques*, USA: Elsevier, 2012. [E-book]