



## Klasifikasi Citra Buah berbasis fitur warna HSV dengan klasifikator SVM

Meiriyama<sup>1\*</sup>,

<sup>1</sup>Manajemen Informatika, Akademi Manajemen Informatika Dan Komputer Mdp, Palembang, email:  
<sup>1</sup>meiriyama@mdp.ac.id

### Abstrak

*Klasifikasi citra dengan objek buah merupakan permasalahan klasik pada area klasifikasi citra yang hingga saat ini, masih menarik minat para peneliti. Dalam proses klasifikasi buah proses feature selection atau pemilihan fitur, merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat keberhasilan dan tingkat akurasi. Pada buah terdapat beberapa jenis fitur yang dapat kita gunakan dalam proses klasifikasi, fitur warna merupakan salah satu fitur yang cukup dominan dan telah banyak digunakan pada penelitian terdahulu. Pada penelitian ini fitur model warna HSV akan digunakan pada proses klasifikasi buah dengan menggunakan klasifikator SVM. Metodologi yang diajukan adalah dengan menggunakan fitur histogram HSV yang telah dinormalisasi dan similarity dari citra training dengan citra target dengan menggunakan metode Bhattacharyya Coefficient. Fitur yang didapatkan akan digunakan pada proses training pada SVM untuk mendapatkan hyperplane yang ideal dengan margin maksimal. Setelah melakukan pengujian dengan klasifikator SVM, diketahui bahwa tingkat akurasi cukup baik, yaitu sebesar 94%, dimana SVM mampu melakukan klasifikasi secara akurat terhadap jenis buah yang telah ditraining menggunakan klasifikator SVM.*

**Kata kunci**— Bhattacharyya Coefficient, HSV, Klasifikasi citra buah

### Abstract

*The fruit classification is a classic problem in the image classification and it still attracted the interest of the researchers. The feature selection is one of the factors that affect the classification accuracy. There are several types of features that has been used, color features is one feature that is quite dominant and has been widely used in previous research. In this research, HSV color model used as features and for fruit classifier used Support Vector Machine. The proposed methodology is used normalized HSV histogram feature and for the similarity used Bhattacharyya Coefficient method. The features obtained will be used in the training process on SVM to get the ideal hyper plane with maximum margin. The result of the several testing with dataset and proposed method obtained good accuracy 94%. SVM is able to accurately classify the type of fruit that has been trained using the SVM classifier.*

**Keywords**— Bhattacharyya Coefficient, HSV, fruits classification

## 1. Pendahuluan

Klasifikasi buah merupakan salah satu penelitian yang cukup kompleks. Hal ini dikarenakan suatu jenis buah, apel misalnya dapat saja berbeda dengan apel lain dengan jenis yang sama dalam hal ukuran, warna, tekstur, bentuk dan lain-lain, selain itu persamaan bentuk, ukuran dan warna antar jenis buah juga menambah kompleksitas dalam proses klasifikasi buah. Buah sebagai objek yang akan diklasifikasi, memiliki banyak ciri yang dapat digunakan sebagai fitur. Salah satunya adalah fitur warna. Fitur warna dapat dikatakan sebagai ciri dominan dari suatu jenis buah yang dapat membedakan satu jenis buah dengan buah lainnya. Penggunaan fitur warna dalam proses klasifikasi buah telah banyak diterapkan pada penelitian terdahulu [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10].

*Support Vector Machine* (SVM) merupakan salah satu metode klasifikasi data yang menggunakan metode pembelajaran terbimbing yang dapat digunakan untuk proses klasifikasi data yang dapat dipisahkan secara *linier*. Pada data yang tidak dapat dipisahkan secara linier SVM menggunakan fungsi kernel, yang bertujuan untuk melakukan pemetaan data ruang input ke data pada ruang fitur. Ruang fitur biasanya memiliki dimensi yang lebih tinggi dan data dapat dipisahkan secara *linier* dengan lebih mudah. Pada proses pengujian untuk data dengan jumlah kelas yang banyak, metode pelatihan dan pengujian yang banyak digunakan adalah metode *one against all* dan *one against one*.

Pada penelitian ini fitur model warna HSV dan *similarity* akan digunakan sebagai fitur yang mendeskripsikan suatu jenis buah dalam klasifikasi jenis buah. *Similarity* antara *input* citra *training* dan target dihitung dengan menggunakan metode *Bhattacharyya Coefficient*. Metode klasifikasi yang digunakan adalah metode klasifikasi *supervised learning* yaitu *Support Vector Machine* (SVM).

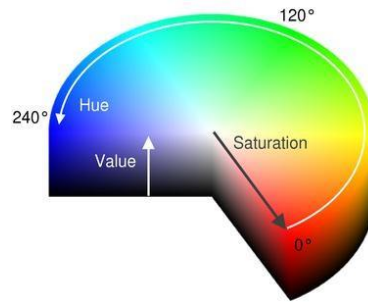
## 2. Penelitian Terdahulu

Pada penelitian [2] klasifikasi buah cabai dilakukan dengan menggunakan kombinasi SVM dan kNN (*k-Nearest Neighbor*). Fitur yang digunakan adalah nilai rata-rata dari *channel Red* dan *channel Green* dari *Red Green Blue*(RGB). Penelitian ini berhasil mencapai tingkat akurasi sebesar 97.59% untuk SVM-kNN dengan *City Block* dan 97,36% untuk SVM-kNN dengan *Euclidean Distance*. *Artificial Neural Network* digunakan pada penelitian [6] dalam melakukan klasifikasi tumpukan buah (*bulk fruit*). Fitur yang digunakan adalah fitur model warna HSI dan *shape* dengan tingkat akurasi antara 92% hingga 94%. Klasifikasi tingkat kualitas buah belimbing dilakukan dengan menggunakan fitur model warna YCbCr sebagai fitur pada penelitian [10]. Metode klasifikasi yang digunakan yaitu *Maturity Classification based on YCbCr Color Space* dan menghasilkan tingkat akurasi sebesar 96%. Penelitian untuk klasifikasi kualitas buah dengan jenis apel juga dilakukan pada penelitian [9]. Pada [9] metode klasifikasi yang digunakan adalah SVM dengan menggunakan fitur rata-rata nilai *channel Red* dan *Channel Green* dari model warna RGB. Tingkat akurasi yang dihasilkan yaitu sebesar 100%. Pada [3] dilakukan penelitian klasifikasi buah dengan menggunakan metode *Probabilistic Neural Network* dengan tingkat keberhasilan antara 79-90%. Fitur yang digunakan adalah 17 fitur yaitu fitur morfologi terdiri dari 3 fitur *size* dan 2 fitur *shape* dan fitur model warna RGB (6 fitur) dan HSI (6 fitur). kNN digunakan pada penelitian [4] untuk melakukan klasifikasi buah. Fitur yang digunakan adalah fitur model warna RGB dan fitur *shape*. Fitur model warna RGB yang digunakan adalah nilai minimum dan maksimum dari *Channel Red* dan *Green*, sedangkan fitur *shape* menggunakan 3 fitur, terdiri dari *roundness*, *area* dan *perimeter*. Tingkat akurasi yang dihasilkan adalah mencapai angka 90%.

### 3. Metodologi

#### 3.1 Fitur model warna HSV

HSV (*Hue Saturation Value*) merupakan salah satu model warna yang digunakan pada citra digital, selain RGB, *GrayScale*, CMYK dan lain-lain. HSV terdiri dari 3 komponen yaitu, *Hue*, *Saturation* dan *Value* seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Model warna HSV.

Untuk melakukan ekstraksi fitur warna pada buah, diperlukan beberapa tahapan yaitu :

1. Konversi model warna RGB menjadi model warna HSV.
2. Membentuk Histogram HSV dengan channel Hue sebanyak 16 bin, Saturation 4 bin dan Value 4 bin.
3. Histogram HSV kemudian dinormalisasi dengan cara membagi setiap nilai dengan total nilai dari histogram.

#### 3.2 Bhattacharyya Coefficient

Metode *Bhattacharyya Coefficient* digunakan untuk menghitung *similarity* antara histogram HSV yang telah dinormalisasi pada citra pelatihan dengan citra target.

$$B(H(t), H(-1)) = \frac{\sum \sqrt{H_i(t)} \cdot \sum \sqrt{H_i(-1)}}{\sum \sqrt{H_i(t) \cdot H_i(-1)}} \quad (1)$$

$$D(H(t), H(-1)) = \frac{1}{2} \left( 1 - \frac{\sum \sqrt{H_i(t) \cdot H_i(-1)}}{\sum H_i(t) \cdot \sum H_i(-1)} \right) \quad (2)$$

*Keterangan :*

$BC(H(t), H(t-1))$  = *Bhattacharyya Coefficient*

$D(H(t), H(t-1))$  = *Jarak BC*

$H(t)$  = *Histogram pada waktu t*

$H(t-1)$  = *Histogram pada waktu t-1*

Berikut ini adalah tabel contoh proses perhitungan nilai *similarity* antara *histogram HSV* yang telah dinormalisasi pada citra pelatihan dengan citra target.

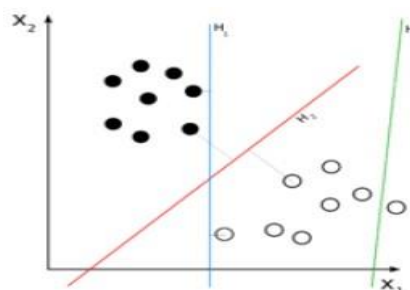
Tabel 1. Perhitungan *Similarity 2 Histogram* dengan *Bhattacharyya Coefficient*

H1	H2	$\sqrt{H1i * H2i}$
0.035	0.116	0.064
0.215	0.209	0.212
0.075	0.030	0.047
0.163	0.051	0.091
0.144	0.116	0.129
0.007	0.047	0.019
0.019	0.078	0.039
0.212	0.018	0.062
0.006	0.044	0.016
0.124	0.290	0.190
Total		0.869
Bhattacharyya Coefficient		0.363

### 3.3 Support Vector Machine (SVM)

*Support Vector Machine (SVM)* merupakan salah satu metode *state of the art* pada klasifikasi data. SVM pertama kali diperkenalkan oleh Vladimir N. Vapnik. SVM termasuk salah satu metode pembelajaran terbimbing atau *supervised learning*, dimana SVM membutuhkan data target untuk melakukan proses pelatihan. SVM menggunakan 2 pendekatan dalam melakukan proses klasifikasi data, yaitu meminimalisasi error pada data training dan meminimalisasi resiko error dengan cara menggunakan *hyperplane* dengan margin yang terbesar pada data training dalam melakukan klasifikasi data pada dimensi ruang yang lebih tinggi. Dua pendekatan ini memberikan error generalisasi yang lebih minimal dibandingkan dengan hanya menggunakan satu pendekatan yaitu meminimalisasi error saja, yang biasa digunakan pada metode pembelajaran terbimbing seperti pada metode Artificial Neural Network (ANN).

SVM melakukan klasifikasi data yang dapat dipisahkan secara linier dengan menggunakan *hyperplane* yang memiliki *margin* maksimal antara kelas data. Pemilihan margin maksimal ini didasarkan pada pendekatan untuk meminimalisir resiko *error*.



Gambar 2. Klasifikator Linier [9].

Pada gambar diatas dapat kita lihat bahwa *hyperlane* H2 adalah *hyperplane* yang memiliki margin maksimum jika dibandingkan dengan H1 dan H3. Margin atau *decision boundary* adalah batasan yang digunakan dalam memisahkan kelas data. Diberikan sebuah data baru, kemudian SVM akan menentukan termasuk pada kelas mana data tersebut [9].

Beberapa *kernel machine* yang populer dan banyak digunakan antara lain [8],

1. *Polynomial (homogeneous dan inhomogeneous)*

$$K(x_i, x_j) = (x_i \cdot x_j)^d \quad (3)$$

$$K(x_i, x_j) = (x_i \cdot x_j + 1)^d \quad (4)$$

2. *Gaussian Radial Basis Function*

$$K(x_i, x_j) = \exp(-\gamma \|x_i - x_j\|_2) \quad (5)$$

$$\gamma > 0,$$

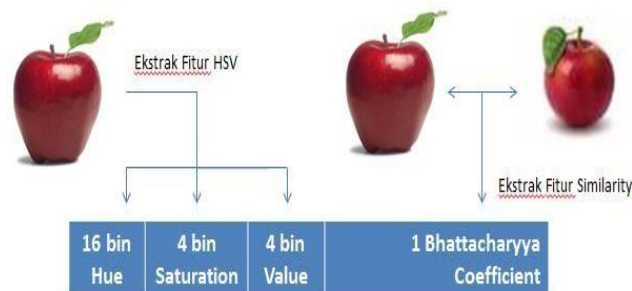
$$\gamma = 1/2\sigma^2$$

3. *Hyperbolic Tangent*

$$K(x_i, x_j) = \tanh K(x_i, x_j + c) \quad (6)$$

### 3.4 Klasifikasi Buah Menggunakan Support Vector Machine

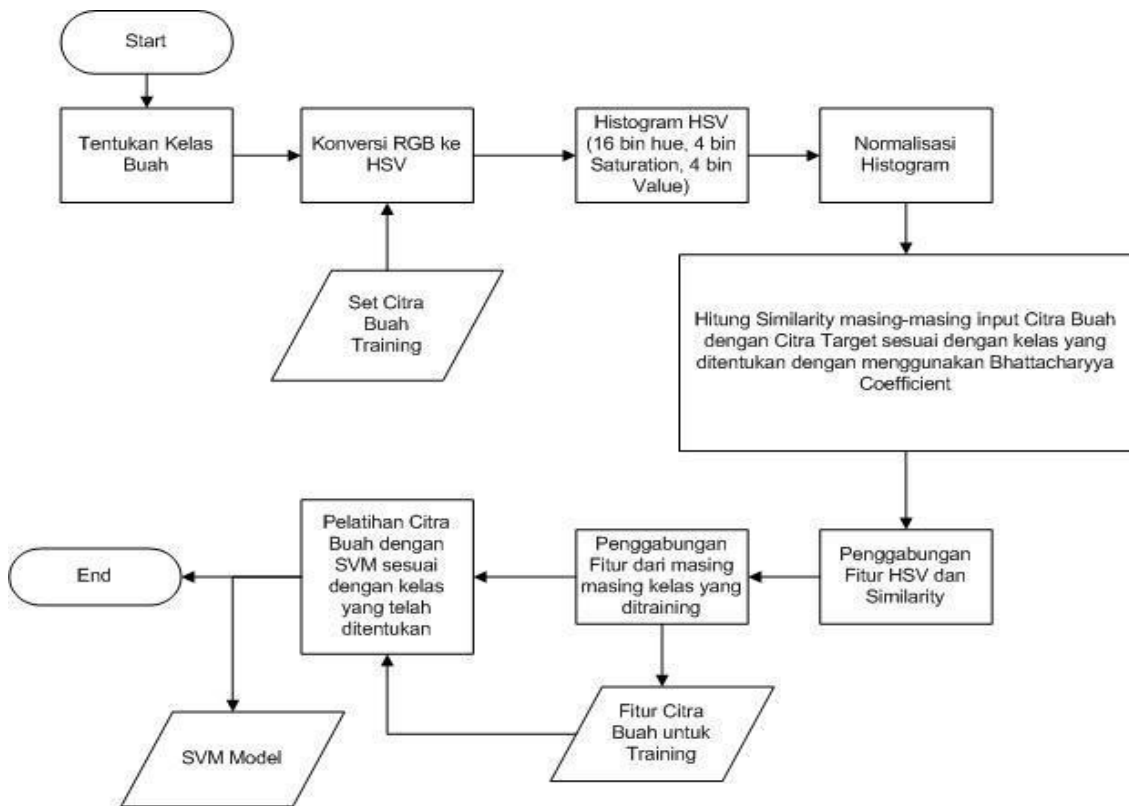
Pada penelitian ini fitur yang akan digunakan adalah fitur model warna HSV dengan jumlah 24 fitur dan fitur *similarity* dengan jumlah 1 fitur.



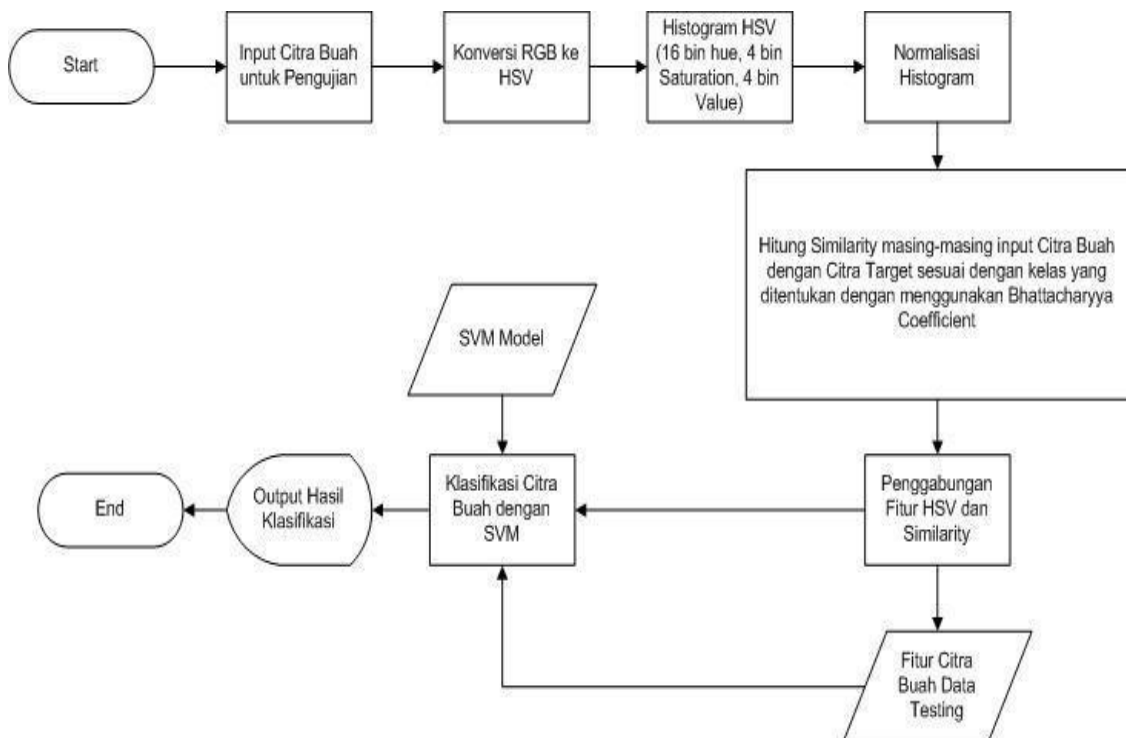
Gambar 3. Fitur yang digunakan pada klasifikator SVM.

Fitur tersebut akan digunakan pada proses *training* menggunakan klasifikator SVM dan terdiri dari 2 tahapan, yaitu tahapan pelatihan dan pengujian. Pada proses pelatihan pertama kali kita tentukan kelas yang akan digunakan, dalam hal ini kelas Apel, Jeruk dan Semangka yang akan digunakan. Kemudian pada masing masing kelas akan ditentukan citra target. Citra target pada masing-masing kelas ini akan diekstraksi untuk mendapatkan fitur target. Proses ekstraksi citra target menggunakan metode yang sama dengan metode pelatihan untuk mendapatkan fitur warna HSV dengan 24 fitur. Proses selanjutnya adalah semua input data citra pelatihan dengan tipe kelas tersebut akan dikonversi menjadi citra dengan model warna HSV, kemudian akan dibentuk menjadi histogram HSV dengan 16 bin *hue*, 4 bin *saturation*, dan 4 *value*. Histogram ini kemudian dinormalisasi dengan cara membagi masing-masing komponen histogram dengan total nilai dari histogram. Tingkat *similarity* antara citra input dengan citra target pada masing-masing kelas yang telah ditentukan sebelumnya dihitung menggunakan *Bhattacharyya Coefficient*. Fitur warna dan tingkat *similarity* ini akan digunakan untuk proses *training* menggunakan metode SVM.

Pada tahap pengujian, citra input diekstrak untuk mendapatkan fitur model warna HSV dan *similarity*-nya dengan citra target, lalu SVM akan melakukan klasifikasi terhadap citra input tersebut, apakah termasuk pada kelas Apel, Jeruk atau Semangka.



Gambar 4. Flowchart training citra buah dengan menggunakan SVM



Gambar 5. Flowchart pengujian klasifikasi buah dengan menggunakan SVM

#### 4. Hasil Data Percobaan

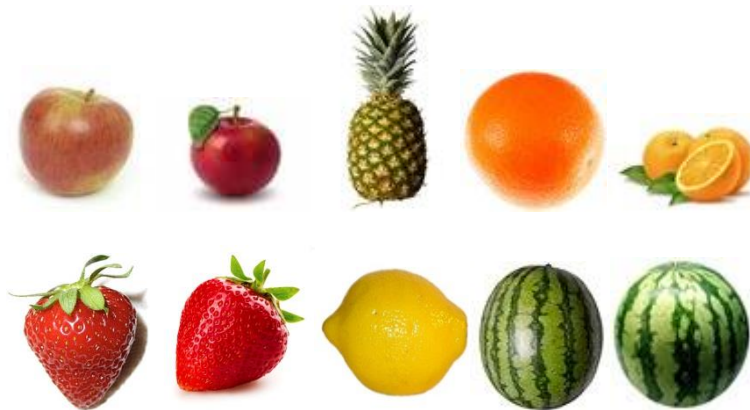
##### 4.1 Data

Data set yang digunakan adalah dataset buah yang diunduh dari [http://www.vicos.si/Downloads/FIDS\\_30](http://www.vicos.si/Downloads/FIDS_30) dan dari [image.google.com](http://image.google.com). Jenis Buah yang akan diklasifikasi yaitu, Apel, Jeruk dan Semangka. Citra yang digunakan sebagai input adalah citra dengan model warna RGB. Jumlah data untuk *training* dan *testing* diperlihatkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Data Set

Jenis Buah	Jumlah Data Training	Similarity Target	Testing
Apel	15	1	22
Jeruk	19	1	20
Semangka	11	1	7
Lemon	0	0	1
Nanas	0	0	1
Strawberry	0	0	1
Total	45	3	52

Berikut ini beberapa gambar yang akan digunakan sebagai dataset pada penelitian ini.



Gambar 6. Data set yang digunakan

##### 4.2 Pengujian

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mengukur tingkat akurasi dari SVM dalam mengklasifikasi citra buah input. Data yang digunakan adalah objek buah dengan latar belakang putih. Untuk data objek buah dengan latar belakang beragam, harus dilakukan proses *image processing* agar tidak mengganggu konsistensi dari warna objek buah yang akan dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan beberapa kali kemudian dihitung rata-rata tingkat keberhasilan dan rata-rata *error* yang dihasilkan. Program untuk melakukan pengujian dikembangkan dengan menggunakan Matlab R2015a dengan menggunakan *toolbox* klasifikasi *multiclass* SVM yang telah ada pada Matlab. Secara *default toolbox* untuk *multiclass* SVM pada Matlab menggunakan *binary* SVM dengan  $K(K-1)/2$ , dan menggunakan model *design One Versus One Coding*

*Design.* Pengujian dilakukan terhadap masing masing kelas dari buah. Hasil dari pengujian untuk kelas Buah Jeruk adalah sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil klasifikasi buah Jeruk dengan SVM

No	Jenis Buah Input	Jumlah Data Testing	Akurasi	
			TRUE	FALSE
1	Jeruk	20	20	0
2	Lemon	2	0	2
3	Nanas	1	0	1
Total		23	20	3

Berdasarkan data hasil pengujian diatas, untuk data input testing dengan jenis buah jeruk yang telah dilakukan training dengan SVM, klasifikator SVM mampu mengenali seluruhnya, yaitu sebesar 100%, sedangkan untuk input data testing lemon SVM salah dalam mengenali, input data lemon dikenali sebagai jeruk. Hal ini dikarenakan kemiripan warna dan jenis buah tersebut. Untuk menghitung tingkat akurasi akan digunakan metode *confusion matrix*.

Tabel 4. Hasil Akurasi

	Predicted = No	Predicted = Yes	
Actual = No	TN = 1	FP = 2	3
Actual = Yes	FN = 0	TP = 20	20
	0	23	

$$\text{Akurasi} = (\text{TP} + \text{TN}) / \text{Total} = 20 + 1 / 23 = 0.95$$

*Misclassification Rate,*

$$\text{MR} = (\text{FP} + \text{FN}) / \text{Total} = 2 + 0 / 23 = 0.08$$

$$\text{True Positive Rate} = \text{TP} / \text{Actual Yes} = 20 / 20 = 1$$

$$\text{False Positive Rate} = \text{FP} / \text{Actual No} = 2 / 3 = 0.66$$

Berdasarkan hasil perhitungan akurasi dengan *confusion matrix* diketahui tingkat akurasi sebesar 95 % dengan *misclassification rate* sebesar 8%.

Tabel 5. Hasil klasifikasi buah Apel dengan SVM

No	Jenis Buah Input	Jumlah Data Testing	Akurasi	
			TRUE	FALSE
1	Apel	20	20	0
2	Strawbery	2	0	2
3	Nanas	2	0	2
Total		24	20	4



Berdasarkan data hasil pengujian diatas, untuk data input testing dengan jenis buah apel yang telah dilakukan training dengan SVM, klasifikator SVM mampu mengenali seluruhnya, yaitu sebesar 100%, sedangkan untuk input data testing strawberry SVM salah dalam mengenali, input data strawberry dikenali sebagai apel. Hal ini dikarenakan kemiripan warna dan jenis buah tersebut. Untuk menghitung tingkat akurasi akan digunakan metode *confusion matrix*.

Tabel 6. Hasil Akurasi

	Predicted = No	Predicted = Yes	
Actual = No	TN = 2	FP = 2	4
Actual = Yes	FN = 0	TP = 20	20
	0	24	

$$\text{Akurasi} = (TP+TN)/\text{Total}=20+2/24=0.91$$

*Misclassification Rate,*

$$\text{MR} = (FP+FN)/\text{Total}=2+0/24 = 0.08$$

$$\text{True Positive Rate} = TP/\text{Actual Yes} = 20/20 = 1$$

$$\text{False Positive Rate} = FP/\text{Actual No} = 2/3 = 0.66$$

Berdasarkan hasil perhitungan akurasi dengan *confusion matrix* diketahui tingkat akurasi sebesar 91 % dengan *misclassification rate* sebesar 8%.

Tabel 7. Hasil klasifikasi buah Semangka dengan SVM

No	Jenis Buah Input	Jumlah Data Testing	Akurasi	
			TRUE	FALSE
1	Semangka	20	20	0
2	Strawbery	1	0	1
3	Lemon	1	0	1
Total		22	20	2

Berdasarkan data hasil pengujian diatas, untuk data input testing dengan jenis buah semangka yang telah dilakukan training dengan SVM, klasifikator SVM mampu mengenali seluruhnya, yaitu sebesar 100%, sedangkan untuk input data testing strawberry dikenali sebagai apel dan input data testing lemon dikenali sebagai jeruk. Hal ini dikarenakan kemiripan warna dan jenis buah tersebut. Untuk menghitung tingkat akurasi akan digunakan metode *confusion matrix*.

Tabel 8. Hasil Akurasi

	Predicted = No	Predicted = Yes	
Actual = No	TN = 0	FP = 2	2
Actual = Yes	FN = 0	TP = 20	20
	0	24	

$$\text{Akurasi} = (TP+TN)/\text{Total}=20+0/22=0.90$$

*Misclassification Rate,*

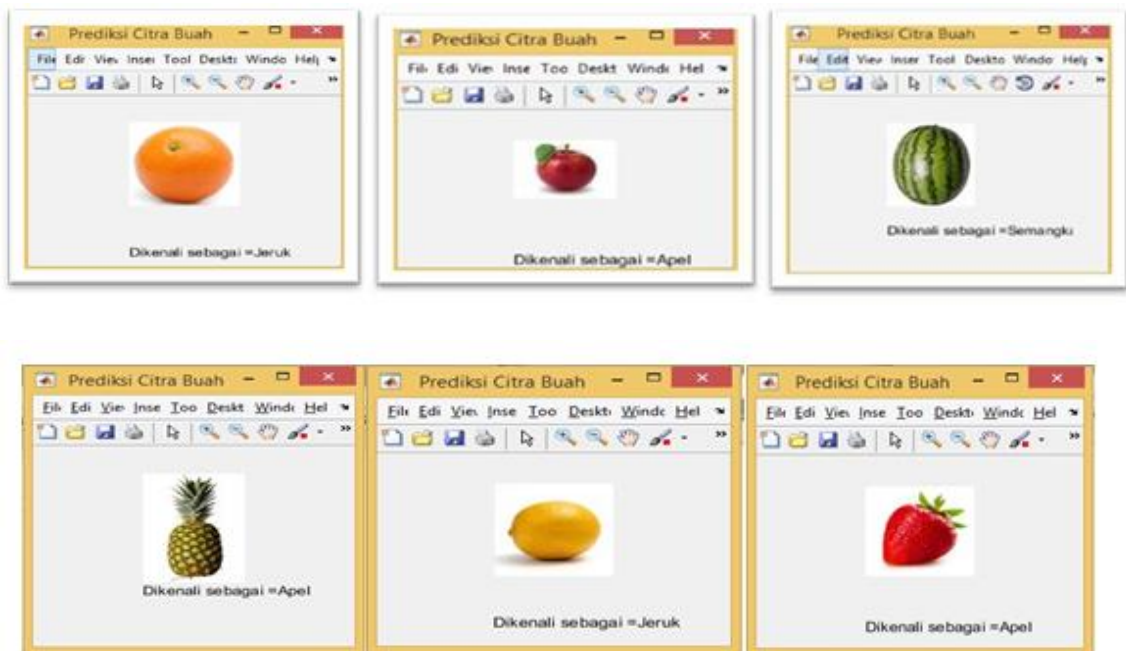
$$\text{MR} = (FP+FN)/\text{Total}=2+0/22 = 0.09$$

True Positive Rate =  $TP/Actual\ Yes = 20/20 = 1$

False Positive Rate =  $FP/Actual\ No = 2/2 = 1$

Berdasarkan hasil perhitungan akurasi dengan *confusion matrix* diketahui tingkat akurasi sebesar 90% dengan *misclassification rate* sebesar 9%.

Gambar dan tabel dibawah ini menunjukkan hasil pengujian klasifikasi citra buah secara keseluruhan dengan menggunakan SVM.



Gambar 7. Hasil pengujian klasifikasi buah dengan input sesuai dengan kelasnya yang telah *ditraining*.

Tabel 9. Hasil klasifikasi buah dengan SVM

No	Jenis Buah Input	Jumlah Data Testing	Akurasi	
			TRUE	FALSE
1	Apel	22	22	0
2	Jeruk	20	20	0
3	Semangka	7	7	0
4	Lemon	1	0	1
5	Nanas	1	0	1
6	Strawbery	1	0	1
Total		52	49	3

Berdasarkan data hasil pengujian diatas, untuk data input testing (apel, jeruk dan semangka) dengan jenis buah yang telah dilakukan training dengan SVM, klasifikator SVM mampu mengenali seluruhnya, yaitu sebesar 100%, sedangkan untuk input data testing lemon, nanas dan *strawberry* SVM salah dalam mengenali, input data lemon dikenali sebagai jeruk dan input strawberry dikenali sebagai Apel. Hal ini dikarenakan kemiripan warna dan jenis buah tersebut (lemon, strawberry, nanas) tidak diikuti pada proses training dengan SVM. Untuk menghitung tingkat akurasi akan digunakan metode *confusion matrix*.

Tabel 10. Hasil Akurasi

	Predicted = No	Predicted = Yes	
Actual = No	TN = 0	FP = 3	3
Actual = Yes	FN = 0	TP = 49	49
	0	52	

$$\text{Akurasi} = (\text{TP} + \text{TN}) / \text{Total} = 49 + 0 / 52 = 0.94$$

*Misclassification Rate,*

$$\text{MR} = (\text{FP} + \text{FN}) / \text{Total} = 3 + 0 / 52 = 0.06$$

$$\text{True Positive Rate} = \text{TP} / \text{Actual Yes} = 49 / 49 = 1$$

$$\text{False Positive Rate} = \text{FP} / \text{Actual No} = 3 / 3 = 1$$

Berdasarkan hasil perhitungan akurasi dengan *confusion matrix* diketahui tingkat akurasi sebesar 94 % dengan *misclassification rate* sebesar 6%.

## 5. Kesimpulan

Warna merupakan salah satu ciri yang dominan pada buah, dan dapat digunakan sebagai fitur pada proses klasifikasi jenis buah. Klasifikasi buah dengan menggunakan fitur HSV dan *similarity* dengan SVM sebagai klasifikatornya diketahui hasil klasifikasi yang cukup baik. Fitur HSV dan *Similarity* dengan menggunakan warna sebagai ciri utama, hal ini cukup baik mengingat warna adalah ciri yang dominan pada buah dan banyak digunakan pada beberapa penelitian sebelumnya pada proses klasifikasi buah.

## 6. Saran

Setelah melakukan penelitian ini, diketahui bahwa fitur warna ini terdapat sedikit kekurangan, yaitu sering terjadinya kesalahan dalam proses klasifikasi terhadap jenis buah dengan warna yang relatif sama, misalnya lemon dengan jeruk, *strawberry* dengan apel dan lain-lain. Untuk meningkatkan akurasi pada proses klasifikasi dan mendapatkan histogram dengan keberagaman warna yang tinggi namun dengan catatan tidak melibatkan komputasi yang tinggi, kita mungkin dapat meningkatkan jumlah bin pada histogram, yang semula 16 *hue*, 4 *saturation* dan 4 *value* menjadi 32 *hue* 8 *saturation* dan 8 *value*. Dengan begini kita dapat menangkap jenis warna yang lebih beragam sehingga perbedaan warna akan lebih jelas, misalnya pada jeruk dan lemon. Selain itu kita juga dapat menambahkan penggunaan fitur lain, seperti fitur *shape*, *size*, tekstur dan lain – lain. Kita juga dapat mencoba menggunakan klasifikator lain seperti metode *Artificial Neural Network*, *Self Organizing Map* (SOM), kNN dan lain- lain.

**Daftar Pustaka**

- [1] Zhang. Yudong; Wu. Lenan, “Classification of Fruits Using Computer Vision and a Multiclass Support Vector Machine”, *Sensors* 2012, 12, 12489-12505; doi:10.3390/s120912489.
- [2] M. Suresha; M. Ravikumar, “Dimensionality Reduction and Classification of Color Features data using SVM and kNN”, *International Journal of Image Processing and Visual Communication ISSN (Online) 23191724 : Volume 1 , Issue 4 , February 2013.*
- [3] Badariah, Nur; Mustafa, Ahmad; Arumugam, vKumutha; Ahmed. Syed Khaleel; Sharrif, Zainul Abidin Md, “Classification of Fruits using Probabilistic Neural Networks - Improvement using Color Features”, 978-1-4577-0255-6/11/\$26.00 ©2011 IEEE.
- [4] Seng. Woo Chaw ; Mirisae. Seyed Hadi, ”A New Method for Fruits Recognition System”, 2009 International Conference on Electrical Engineering and Informatics 5-7 August 2009, Selangor, Malaysia.
- [5] Aibinu, A. M.; Salami, M. J. E.; Shafie, A. A.; Hazali, N.; Termidzi, N. , ”Automatic Fruits Identification System Using Hybrid Technique”, 2011 Sixth IEEE International Symposium on Electronic Design, Test and Application.
- [6] Savakar. Dayanand, “Identification and Classification of Bulk Fruits Images using Artificial Neural Networks”, *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT) Volume 1, Issue 3, March 2012.*
- [7] Kuang, Hu Lin; Chan, Leanne Lai Hang; Tan, Hong, “MULTI-CLASS FRUIT DETECTION BASED ON MULTIPLE COLOR CHANNEL”, *Proceedings of the 2015 International Conference on Wavelet Analysis and Pattern Recognition, 12-15 July 2015, IEEE.*
- [8] Fadilah, Norasyikin; Saleh, Junita Mohamad; Ibrahim, Haidi ; Halim, Zaini Abdul, “Oil Palm Fresh Fruit Bunch Ripeness Classification Using Artificial Neural Network “, 2012 4th International Conference on Intelligent and Advanced Systems (ICIAS2012).
- [9] M. Suresha ; A. Shilpa N.; B.Soumya, “Apples Grading based on SVM Classifier”, *International Journal of Computer Applications (0975 – 8878) on National Conference on Advanced Computing and Communications - NCACC, April 2012.*
- [10] Amirulah. R. ; Mokji. M.M.; Ibrahim. Z., “ Starfruit Color Maturity Classification Using Cr as Feature”, 2010, Sixth International Conference on Signal Image Technology and Internet Based Systems.