

# Klasifikasi Jenis Mangga Berdasarkan Bentuk Daun Menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor*

Saifan Rizky Satri<sup>1</sup>, Muhammad Nasir<sup>2</sup>, Mursyidah<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> Jurusan Teknologi Informasi dan Komputer Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

rizkysaifan@gmail.com

**Abstrak**— Mangga Merupakan tanaman buah yang berasal dari Tanah India dan sekarang telah menyebar ke berbagai penjuru dunia termasuk Indonesia. Daun mangga memiliki perbedaan yang dapat diamati dengan mata manusia, tetapi keakuratannya tidak sempurna karena ada bentuk dan tepi daun mangga yang sangat mirip, yang menunjukkan ciri dari mangga tersebut. Untuk mengatasi kelemahan tersebut dibutuhkan suatu aplikasi yang dapat menggolongkan jenis mangga secara otomatis melalui serangkaian proses pengolahan citra daun mangga. Proses pengenalan pola daun dapat dilakukan dengan mengenali karakteristik struktural daun seperti bentuk dan tepi daun. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan jenis mangga berdasarkan bentuk daun menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* untuk menentukan jenis buah mangga yang ditanam berdasarkan bentuk daun. Pola citra yang akan diolah adalah bentuk daun dan tepi daun, pada penelitian ini dilakukan ekstraksi ciri dengan menggunakan metode *Sobel*. Berdasarkan hasil analisis dari penelitian menggunakan 45 daun mangga, penelitian ini berhasil memperoleh tingkat keakuratan yaitu 75%.

**Kata kunci** : Mangga, Deteksi Tepi *Sobel*, *K-Nearest Neighbor*.

**Abstract**— *Mango Is a fruit plant originating from the Land of India and now has spread to various parts of the world including Indonesia. Mango leaves have differences that can be observed with the human eye, but the accuracy is not perfect because there are shapes and edges of mango leaves are very similar, showing the characteristics of the mango. To overcome these weaknesses required an application that can classify the type of mango automatically through a series of mango leaf image processing process. The process of recognition of leaf patterns can be done by recognizing the structural characteristics of leaves such as shape and leaf edge. This study aims to classify mango species based on leaf shape using K-Nearest Neighbor method to determine the type of mango fruit grown based on leaf shape. Pattern image to be processed is leaf shape and leaf edge, this research is extraction feature by using method Sobel. Based on the results of the analysis of the study using 45 mango leaves, this study managed to obtain a level of accuracy of 75%.*

**Keyword** : *Mango, Sobel Edge Detection, K-Nearest Neighbor*

## I. PENDAHULUAN

Mangga merupakan tanaman buah yang berasal dari tanah india dan sekarang telah menyebar ke berbagai penjuru dunia termasuk indonesia. tanaman ini menghasilkan berupa buah yang kaya akan antioksidan, vitamin c dan e. masyarakat indonesia sendiri sangat menggemari buah mangga ini. tanaman mangga merupakan tanaman buah yang sangat potensial dikembangkan karena mempunyai tingkat minat masyarakat yang tinggi. daun mangga sendiri memiliki variasi dalam segi bentuk, ukuran dan struktur tulang yang berbeda dari jenis mangga-mangga yang lain, yang menunjukkan ciri-ciri dari mangga tersebut. struktur tulang daun sebagai salah satu fitur yang dapat membedakan antara mangga satu dengan mangga yang lainnya..

petani mangga, perlu mengetahui jenis buah mangga agar dapat memilih jenis mangga yang akan diketahui sesuai dengan harapan, hal ini disebabkan buah mangga memiliki jenis yang berbeda-beda. Penggolongan varietas mangga selama ini dilakukan secara manual, yang umumnya hanya dilihat secara kasat mata. Perbedaan persepsi antara petani satu dengan yang lainnya dalam proses mengenali jenis

mangga dapat mengakibatkan hasil yang kurang akurat. Oleh Karena itu dibutuhkan suatu aplikasi yang dapat menggolongkan jenis mangga secara otomatis melalui serangkaian proses pengolahan citra daun mangga. Proses pengenalan daun dapat dilakukan dengan mengenali karakteristik struktural daun seperti bentuk dan tepi pada selambar daun. Untuk menganalisis karakteristik struktural daun harus melalui proses pengolahan citra dengan cara memanfaatkan teknik pegolahan citra digital. Perkembangan teknologi untuk teknik pengolahan citra juga berkembang pesat .

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penulis melakukan penelitian yang berjudul klasifikasi jenis mangga berdasarkan bentuk daun menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* untuk menentukan jenis buah mangga apa yang ditanam berdasarkan bentuk daun. Pola citra yang akan diolah adalah bentuk daun dan tepi daun, dengan menerapkan metode *Sobel* untuk mendeteksi tepi daun. Melalui sistem ini diharapkan penentuan jenis mangga berdasarkan bentuk daun dapat diperoleh secara cepat dan akurat, supaya nantinya

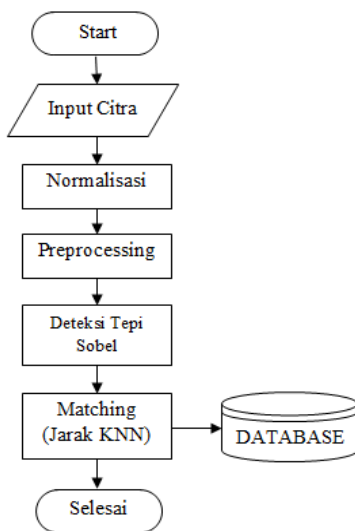
dapat memudahkan para petani mangga untuk menentukan jenis mangga yang ditanam

METODOLOGI PENELITIAN

A. Diagram Alir Kerja Sistem Klasifikasi

Diagram alir klasifikasi jenis mangga berdasarkan bentuk daun menggunakan metode *k-nearest neighbor*, adalah diagram yang menunjukkan alir (*flow*) didalam program. Selain itu, dapat juga dikatakan sebagai prosedur kerja dari sistem yang sedang dikerjakan secara keseluruhan. Dapat dilihat diagram alir sistem ini ditunjukkan oleh gambar 2.1 berikut :

1) Flow Chart kerja sistem klasifikasi



Gambar 2.1 Flow Chart kerja sistem klasifikasi

1) Input Citra

Tahap pemilihan, masukan berupa citra daun mangga yang diambil dari *camera handphone*. Citra ini yang kemudian akan dijadikan citra awal pemrosesan sebagai citra *training*.

2) Normalisasi

Kemudian dalam tahap proses normalisasi merupakan proses awal dari sistem klasifikasi daun mangga. Pada proses normalisasi akan dilakukan proses pengecilan gambar menjadi 200 x 200 pixel.

3) Pre-Processing

*Pre-processing* merupakan tahap persiapan untuk proses berikutnya. Input berupa *image* daun. *Preprocessing* meliputi konversi dari RGB ke grayscale. Tahap ini perlu dilakukan untuk memudahkan proses deteksi tepi *Sobel*

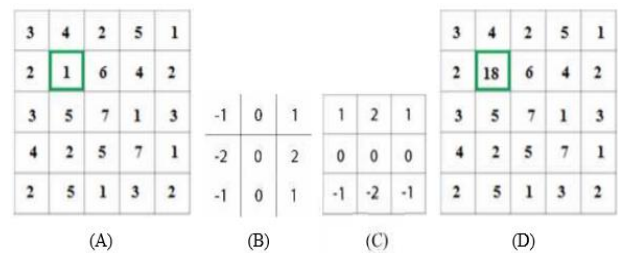
4) Deteksi Tepi Sobel

Pada tahap ini, citra yang berupa fitur tulang daun akan dideteksi pola tulang daunnya dengan menggunakan metode deteksi tepi sobel. Algoritma ini akan melakukan perhitungan perkiraan gradien dari intensitas sebuah citra. Operator ini menggunakan kernel berukuran 3 x 3 yang akan digabungkan dengan gambar sebenarnya untuk menghitung nilai perkiraan jawaban. Proses ini akan dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu secara horizontal dan vertikal.

Besarnya magnitude gradien dapat dihitung lebih cepat lagi dengan menggunakan persamaan (1).

$$M = |G_x| + |G_y| \tag{1}$$

Gambar 2. (A) Citra asli, (B) , (C) , (D) Hasil konvolusi



Pada Gambar 2 diperlihatkan deteksi tepi dengan operator Sobel. Operasi konvolusi bekerja dengan menggeser kernel piksel per piksel, yang hasilnya kemudian disimpan dalam matriks baru. Konvolusi pertama dilakukan terhadap piksel yang bernilai 1 (di titik pusat mask).

Nilai 18 pada citra hasil konvolusi diperoleh dengan perhitungan berikut :

$$M = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} = \sqrt{(11)^2 + (-7)^2} \cong |G_x| + |G_y| = |11| + |-7| = 18$$

$$G_x = (3)(-1) + (2)(-2) + (3)(-1) + (2)(1) + (6)(2) + (7)(1) = 11$$

$$G_y = (3)(1) + (4)(2) + (2)(1) + (3)(-1) + (5)(-2) + (7)(-1) = -7$$

Pada matriks Sobel dengan kernel 3 x 3, terlihat bahwa tidak semua piksel dikenai konvolusi yaitu baris dan kolom yang terletak di tepi citra (*border*). Hal ini disebabkan karena piksel yang berada pada tepi citra tidak memiliki tetangga yang lengkap sehingga rumus konvolusi tidak berlaku pada piksel seperti itu.

5) Algoritma *K-Nearest Neighbor*

Pada tahap ini hasil dari pola percabangan tulang daun yang dideteksi oleh Metode deteksi tepi *Sobel* kemudian dikelompokkan ke dalam sembilan kelompok dengan

menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN), k-nearest neighbor adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Data training disimpan menjadi 9 kelompok (*group*) 1 untuk daun mangga golek, 2 mangga madu, 3 mangga arumanis, 4 mangga manalagi, 5 mangga gadung, 6 mangga lokmai, 7 mangga red Brazil, 8 mangga hutan 9 mangga kuini. Setelah data training sudah tersimpan lalu data tersebut dibandingkan dengan data uji, data uji di uji untuk menentukan kelompok (*group*). Jadi jika nilai data uji berbeda dengan data training maka k-nearest neighbor akan mencari jarak nilai yang paling mendekati dengan data training yang telah disimpan didalam database, sehingga data uji dikelompokkan berdasarkan nilai jarak terdekat dengan objek yang ada pada data training.

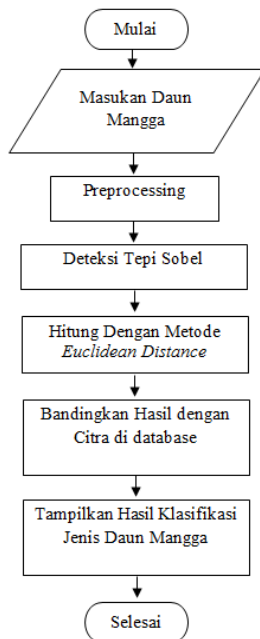
Dekat atau jauhnya tetangga tersebut biasanya dihitung berdasarkan jarak euclidean dengan persamaan (2) sebagai berikut.

$$d(x-y) = \sum_{j=1}^n (x_j - y_j)^2 \tag{2}$$

dimana : d : jarak data uji ke data pembelajaran  
 x<sub>j</sub> : data uji ke-j, dengan j = 1,2,...n  
 y<sub>j</sub> : data belajar ke-j, dengan j = 1,2,...n

2) *Flowchart* proses pengujian dengan *K-Nearest Neighbor*

*Flowchart* pada gambar 2.3 adalah untuk proses pengujian metode *K-Nearest Neighbor* dalam mencari nilai ketetanggaan dari inputan citra daun mangga. Pada proses *flowchart* ini ditunjukkan oleh gambar dibawah ini:



Gambar 3. Flowchart proses pengujian dengan metode *K-Nearest Neighbor*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil training

Hasil ekstraksi untuk masing-masing data dengan menggunakan metode *Sobel* akan disajikan dalam bentuk tabel. Untuk hasil training dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel I. Hasil Training dengan metode *Sobel*

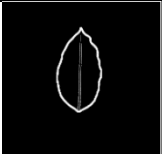
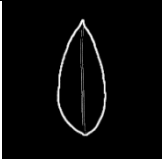
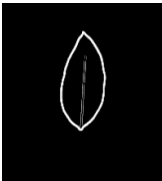
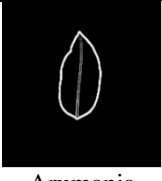
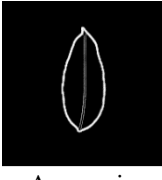
id	Citra Training	Hasil Sobel	Jenis																																													
A001		<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>239</td><td>255</td><td>248</td><td>255</td><td>24</td></tr> <tr><td>20</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>11</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>13</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>6</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td><td>12</td></tr> <tr><td>0</td><td>5</td><td>8</td><td>5</td><td>8</td></tr> <tr><td>0</td><td>7</td><td>9</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>8</td><td>9</td></tr> </table> <p>.....Dst.</p>	1	2	3	4	5	239	255	248	255	24	20	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	13	0	0	0	6	6	0	0	12	0	5	8	5	8	0	7	9	0	0	5	0	0	8	9	Arumanis
1	2	3	4	5																																												
239	255	248	255	24																																												
20	0	0	0	0																																												
0	0	11	0	0																																												
0	13	0	0	0																																												
6	6	0	0	12																																												
0	5	8	5	8																																												
0	7	9	0	0																																												
5	0	0	8	9																																												
GA01		<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>239</td><td>255</td><td>248</td><td>255</td><td>24</td></tr> <tr><td>20</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>11</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>13</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>6</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td><td>12</td></tr> <tr><td>0</td><td>5</td><td>8</td><td>5</td><td>8</td></tr> <tr><td>0</td><td>7</td><td>9</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>8</td><td>9</td></tr> </table> <p>.....Dst.</p>	1	2	3	4	5	239	255	248	255	24	20	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	13	0	0	0	6	6	0	0	12	0	5	8	5	8	0	7	9	0	0	5	0	0	8	9	Gadung
1	2	3	4	5																																												
239	255	248	255	24																																												
20	0	0	0	0																																												
0	0	11	0	0																																												
0	13	0	0	0																																												
6	6	0	0	12																																												
0	5	8	5	8																																												
0	7	9	0	0																																												
5	0	0	8	9																																												
GO01		<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>239</td><td>255</td><td>248</td><td>255</td><td>24</td></tr> <tr><td>20</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>11</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>13</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>6</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td><td>12</td></tr> <tr><td>0</td><td>5</td><td>8</td><td>5</td><td>8</td></tr> <tr><td>0</td><td>7</td><td>9</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>8</td><td>9</td></tr> </table> <p>.....Dst.</p>	1	2	3	4	5	239	255	248	255	24	20	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	13	0	0	0	6	6	0	0	12	0	5	8	5	8	0	7	9	0	0	5	0	0	8	9	Golek
1	2	3	4	5																																												
239	255	248	255	24																																												
20	0	0	0	0																																												
0	0	11	0	0																																												
0	13	0	0	0																																												
6	6	0	0	12																																												
0	5	8	5	8																																												
0	7	9	0	0																																												
5	0	0	8	9																																												
HU01		<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>239</td><td>255</td><td>248</td><td>255</td><td>24</td></tr> <tr><td>20</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>11</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>13</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>6</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td><td>12</td></tr> <tr><td>0</td><td>5</td><td>8</td><td>5</td><td>8</td></tr> <tr><td>0</td><td>7</td><td>9</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>8</td><td>9</td></tr> </table> <p>.....Dst.</p>	1	2	3	4	5	239	255	248	255	24	20	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	13	0	0	0	6	6	0	0	12	0	5	8	5	8	0	7	9	0	0	5	0	0	8	9	Hutan
1	2	3	4	5																																												
239	255	248	255	24																																												
20	0	0	0	0																																												
0	0	11	0	0																																												
0	13	0	0	0																																												
6	6	0	0	12																																												
0	5	8	5	8																																												
0	7	9	0	0																																												
5	0	0	8	9																																												
KU01		<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>239</td><td>255</td><td>248</td><td>255</td><td>24</td></tr> <tr><td>20</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>11</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>13</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>6</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td><td>12</td></tr> <tr><td>0</td><td>5</td><td>8</td><td>5</td><td>8</td></tr> <tr><td>0</td><td>7</td><td>9</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>8</td><td>9</td></tr> </table> <p>.....Dst.</p>	1	2	3	4	5	239	255	248	255	24	20	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	13	0	0	0	6	6	0	0	12	0	5	8	5	8	0	7	9	0	0	5	0	0	8	9	Kuini
1	2	3	4	5																																												
239	255	248	255	24																																												
20	0	0	0	0																																												
0	0	11	0	0																																												
0	13	0	0	0																																												
6	6	0	0	12																																												
0	5	8	5	8																																												
0	7	9	0	0																																												
5	0	0	8	9																																												

B. Hasil Proses Klasifikasi

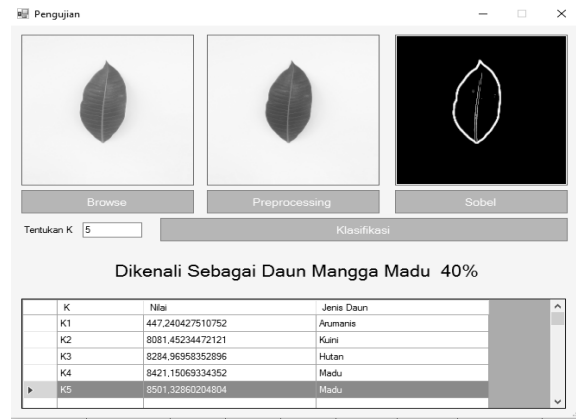
Hasil proses klasifikasi untuk masing-masing data akan disajikan dalam bentuk tabel untuk mempermudah analisa

dan penarikan kesimpulan. Untuk hasil klasifikasi dapat dilihat pada tabel 3.2

Tabel II.  
Hasil Klasifikasi

no	Citra Uji	Identifikasi	Status	Jarak
1		Arumanis	Benar	6950.8418914 54588
2		Arumanis	Benar	447.24042751 07518
3		Madu	Salah	6658.0537696 8375
4		Hutan	Salah	7521.7743252 50659
5		Arumanis	Benar	7190.0639774 62231

Berdasarkan hasil dari pengujian diatas dapat dilihat bahwa metode *Euclidean Distance* memiliki akurasi yang tinggi dengan jumlah K tetangga sebanyak 1, yang memberikan akurasi jarak yang terkecil, dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem klasifikasi jenis mangga berdasarkan bentuk daun, mampu mengenali jenis daun mangga melalui serangkaian proses pengujian, dimana citra uji mencari nilai jarak ketetanggaannya yang paling terdekat dengan jarak citra training yang telah disimpan didalam database, dengan metode pengukuran kemiripan berdasarkan bentuk dan tepi daun tersebut. Dapat dilihat juga pada masing metode *Euclidean Distance* dimana semakin tinggi nilai k maka sistem memberikan akurasi yang semakin rendah. Disini kita mengidentifikasi jenis mangga Arumanis dengan jumlah K tetangga sebanyak 5. Dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 4. Pengujian dengan jumlah K tetangga 5

Dapat dianalisa dari hasil pengujian jumlah K tetangga sebanyak 5 dapat dilihat pada gambar 3.1 diatas, dikategorikan bahwa daun mangga tersebut memiliki katagori terbanyak yaitu Madu dikarenakan katagori labeled data yang mayoritas sering muncul. Adapun terdapat pendekatan dengan katagori lain, tetapi nilai yang menunjukkan untuk katagori daun mangga Madu lebih banyak.

C. Presentasi Keberhasilan Sistem

Dari proses klasifikasi yang dilakukan menunjukkan bahwa hasil pengujian dari jenis daun mangga Madu memiliki hasil keakuratan yang baik yaitu 100%. Citra yang diuji dibandingkan nilai jarak ketetanggaannya dengan citra training yang ada didalam database untuk mencari nilai jarak yang mendekati dengan nilai citra uji. Akurasi yang didapatkan dari program tersebut dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi ketepatan} &= \frac{\text{Jumlah data identifikasi}}{\text{Jumlah seluruh data pengujian}} \times 100\% \\
 &= \frac{60+80+80+80+80+80+100+60+60}{9} \times 100\% \\
 &= 75\%
 \end{aligned}$$

IV. KESIMPULAN

Adapun simpulan yang dapat penulis simpulkan setelah melakukan penelitian dan pembahasan mengenai sistem Aplikasi pengenalan jenis mangga berdasarkan bentuk daun menggunakan metode *k-nearest neighbor*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan menggunakan jarak antara data uji dengan data acuan, sistem klasifikasi jenis daun mangga berdasarkan bentuk daun ini dapat mengenali jenis mangga yang diuji.
2. Kekurangan sistem aplikasi ini yaitu beberapa citra yang dikenali tidak sesuai dengan jenisnya, dikarenakan tingkat nilai yang jauh berbeda yang disebabkan oleh

pencerahan yang tidak sama, dan kurangnya ketelitian user.

3. Jumlah citra yang menjadi bahan acuan pada database akan mempengaruhi tingkat keberhasilan dan keakuratannya dalam penentuan jenis daunnya, semakin banyak training yang dilakukan, semakin baik pula kemampuan sistem dalam melakukan pengenalan.
4. Tingkat keakuratan sistem aplikasi ini dalam mengenali daun mangga yaitu mencapai 75%.

#### REFERENSI

- [1] Aritanoga Desy. 2015. "Deteksi Iris Mata untuk Menentukan Kelebihan Kolesterol Menggunakan Ekstraksi Ciri *Moment Invariant* Dengan *K-Nearest Neighbor*". Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [2] Irwanto B . 2008. "Inventarisasi Hama-Hama Penting Dan Parasitoid Pada Buah Mangga (*Mangifera spp.*)". Medan: Universitas Sumatera Utara.(online), [repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/7715/1/09E00220.pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/7715/1/09E00220.pdf) diakses 20 Juni 2016
- [3] Liantoni, Febri. 2015. "Deteksi Tepi Citra Daun Mangga Menggunakan Algoritma ANT Colony Optimization." Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.(online) [jurnal.itats.ac.id/wp-content/.../17.-Febri-Liantoni-Deteksi-Tepi.pdf](http://jurnal.itats.ac.id/wp-content/.../17.-Febri-Liantoni-Deteksi-Tepi.pdf) diakses 17 Januari 2016
- [4] Muchlis. 2014. "Rancang Bangun Aplikasi Pengenalan Daun Menggunakan Metode Sum Square Error, Prewitt dan Sobel." Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [5] Nursita, Yeni. 2016. "Klasifikasi Jenis Jambu Air Berdasarkan Tulang Daun Menggunakan Metode K-Means.", Jurusan Teknik Informatika Universitas Nusantara PGRI Kediri.(online) [simki.unpkediri.ac.id/mahasiswa/file\\_artikel/.../12.1.03.02.0135.pdf](http://simki.unpkediri.ac.id/mahasiswa/file_artikel/.../12.1.03.02.0135.pdf) diakses 29 Desember 2016
- [6] Rinaldi, Munir. 2004. "Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritma." Penerbit Informatika Bandung.(online) <https://scholar.google.co.id/citations?user=ugYa9IEAAAJ&hl=en> Diakses 15 April 2017
- [7] Wibowo, Laksono Tri, dan Imam Santoso, dkk. 2011. "Klasifikasi Kelas Daging Menggunakan Pencirian Matriks Ko-Okurensi Aras Keabuan," Teknik Elektro Universitas Diponegoro.(online) [www.elektro.undip.ac.id/el\\_kpta/wp.../L2F709003\\_MTA.pdf](http://www.elektro.undip.ac.id/el_kpta/wp.../L2F709003_MTA.pdf) Diakses 20 Desember 2016