

KLASIFIKASI JENIS MANGGA BERDASARKAN BENTUK BUAH DENGAN METODE *K-NEAREST NEIGHBOR* BERBASIS ANDROID

^[1]Sarlita Hartiningtyas, ^[2]Ikhwan Ruslianto, ^[3]Rahmi Hidayati
^{[1][2][3]}Jurusan Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak
Telp./Fax.: (0561) 577963
e-mail:
^[1]sarlita@student.untan.ac.id ^[2]ikhwanruslianto@siskom.untan.ac.id
^[3]rahmihidayati@siskom.untan.ac.id

Abstrak

*Mangga merupakan buah musiman yang memiliki banyak varietas, namun beberapa jenis mangga memiliki bentuk yang hampir sama. Hal ini menyebabkan masyarakat keliru dalam memilih jenis mangga yang diinginkan. Setiap jenis mangga memiliki pola bentuk yang berbeda dan dapat dijadikan parameter pengenalan. Parameter pengenalan yang didapat dari hasil ekstraksi dapat digabungkan dengan teknik pengolahan citra digital, sehingga membentuk sebuah sistem yang dapat mengklasifikasikan jenis mangga. Pengambilan citra dilakukan dengan menggunakan kamera ponsel. Citra yang diambil akan dijadikan sebagai citra latih dan citra uji. Citra latih menggunakan 50 buah mangga yang terdiri dari mangga apel, mangga bacang, mangga budi raja, mangga harum manis, dan mangga manalagi. Setiap citra akan mengalami proses ekstraksi ciri, yaitu deteksi tepi menggunakan metode Laplacian. Proses ekstraksi ciri dilakukan untuk mendapatkan nilai yang digunakan sebagai parameter pembandingan pada proses klasifikasi. Nilai-nilai tersebut meliputi luas, panjang diameter vertikal, panjang diameter horizontal dan keliling yang ditentukan dalam satuan piksel. Proses klasifikasi mangga dilakukan dengan algoritma *K-Nearest Neighbor* yang diterapkan pada sistem operasi Android. Untuk pengujian, digunakan 25 buah mangga yang terdiri dari mangga apel, mangga bacang, mangga budi raja, mangga harum manis, dan mangga manalagi. Berdasarkan hasil pengujian klasifikasi jenis mangga pada sistem, didapat tingkat akurasi mencapai 88%.*

Kata Kunci : Klasifikasi, Mangga, Bentuk, *K-Nearest Neighbor*, Android

1. PENDAHULUAN

Bentuk buah mangga sangat beragam bergantung pada jenisnya. Mulai dari bulat, bulat telur, hingga lonjong memanjang. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Tahan Uji pada tahun 2004, di Kalimantan ditemukan 23 jenis mangga, 13 jenis diantaranya telah dibudidayakan, dan 4 jenis lainnya merupakan tumbuhan endemik. Banyaknya varietas mangga menyebabkan masyarakat keliru dalam menentukan jenis mangga yang diinginkan. Selain itu, di beberapa pasar tradisional, penjual tidak selalu mencantumkan nama mangga yang dijualnya,

sehingga terkadang pembeli tidak mengetahui jenis mangga yang akan dibeli.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan, maka diperlukan sebuah sistem klasifikasi yang dapat membedakan mangga sesuai jenisnya. Salah satu faktor pembeda jenis mangga adalah pola bentuk buah mangga itu sendiri. Pola bentuk tersebut dapat dijadikan parameter pengenalan jenis mangga apabila digabungkan dengan salah satu bidang kecerdasan buatan, yaitu pengolahan citra. Melalui teknik pengolahan citra, foto buah mangga yang berbentuk digital akan diolah menjadi data numerik yang dapat dijadikan ciri dari setiap citra buah mangga. Data

numerik dihasilkan melalui proses ekstraksi ciri yang selanjutnya akan digunakan dalam proses klasifikasi jenis mangga.

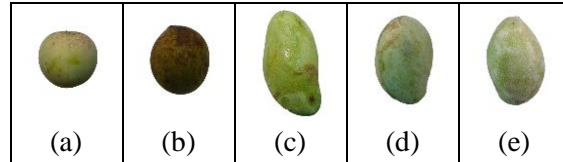
Untuk mempermudah klasifikasi jenis mangga, digunakan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN). Metode KNN dipilih karena metode ini melakukan proses secara *supervised* (terawasi). Artinya, ada pelatihan yang dilakukan untuk mengetahui masuk ke dalam kelompok mana data yang akan diklasifikasikan. Prinsip kerja KNN adalah mencari jarak terdekat antara data yang akan diuji dengan K tetangga (*neighbor*) terdekatnya dalam data latih. Perhitungan jarak dapat dilakukan dengan rumus Euclidean Distance. Perbandingan jarak dari setiap hasil perhitungan akan menentukan kelas untuk data uji. Kelas paling banyak yang berada pada urutan awal adalah kelas yang ditentukan untuk data uji.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Mangga (*Mangifera sp.*)

Mangga (*Mangifera sp.*) merupakan tanaman buah tahunan yang berasal dari Negara India. Bentuk buah mangga sangat beragam bergantung pada jenisnya. Mulai dari bulat, bulat telur, lonjong memanjang, dan ada yang pipih. Mangga memiliki kulit (*eksokarp*) yang tebal yang diukur dari lapisan tempurung biji terluar dan terdapat titik kelenjar pada permukaannya. Daging buah mangga (*mesokarp*) ada yang tebal dan ada yang tipis, tergantung dari jenis dan varietasnya. Beberapa jenis atau kultivar mangga, pada daging buahnya memiliki serat. Selain itu mangga ada yang berair, ada yang tidak berair, tingkat kemanisannya pun berbeda-beda. Warna pada daging buahnya juga bermacam macam, ada yang kuning, krem, atau orange. Serat-serat yang berasal dari kulit biji (*endokarp*) kadang-kadang bisa menembus daging buah sehingga daging buahnya berserat. Pada mangga yang mengandung banyak serat yang layak dimakan seringkali hanya cairan buahnya saja [1].

Gambar morfologi buah mangga yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada gambar 1.



Gambar 1. Buah Mangga (a) apel, (b) bacang, (c) budi raja, (d) harum manis, (e) manalagi

2.2 Pengenalan Pola

Pengenalan pola adalah salah satu cabang dari kecerdasan buatan. Pengenalan pola mengelompokkan data numerik dan simbolik (termasuk citra) secara otomatis oleh mesin (dalam hal ini komputer). Tujuan pengelompokan adalah untuk mengenali suatu objek di dalam citra. Manusia bisa mengenali objek yang dilihatnya karena otak manusia telah belajar mengklasifikasi objek-objek di alam sehingga mampu membedakan suatu objek dengan objek lainnya. Kemampuan sistem visual manusia inilah yang coba ditiru oleh mesin. Komputer menerima masukan berupa citra objek yang akan diidentifikasi, memproses citra, dan memberikan keluaran berupa deskripsi objek di dalam citra [2].

2.3 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan perbaikan kualitas gambar (peningkatan kontras, transformasi warna, restorasi citra), transformasi gambar (rotasi, translasi, skala, transformasi geometrik), melakukan pemilihan citra ciri (*feature images*) yang optimal untuk tujuan analisis, melakukan proses penarikan informasi atau deskripsi objek atau pengenalan objek yang terkandung pada citra, melakukan kompresi atau reduksi data untuk tujuan penyimpanan data, transmisi data, dan waktu proses data. *Input* dari pengolahan citra adalah citra, sedangkan *output* adalah citra hasil pengolahan [3].

2.4 Citra Digital

Citra (*image*) adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Sumber cahaya menerangi

objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manusia, kamera, pemindai (*scanner*), dan sebagainya, sehingga bayangan objek citra tersebut terekam.

Agar dapat diolah dengan komputer digital, maka suatu citra harus direpresentasikan secara numerik dengan nilai-nilai diskrit. Representasi citra dari fungsi kontinu menjadi nilai-nilai diskrit disebut digitalisasi. Citra yang dihasilkan inilah yang disebut citra digital (*digital image*). Pada umumnya citra digital berbentuk empat persegi panjang, dan dimensi ukurannya dinyatakan sebagai tinggi x lebar atau lebar x panjang [2].

2.5 Image Brightness

Untuk membuat citra lebih terang atau lebih gelap, dilakukan perubahan kecerahan gambar. Kecerahan gambar dapat diperbaiki dengan menambahkan atau mengurangi sebuah konstanta dari setiap pixel di dalam citra. Akibat dari operasi ini, histogram citra mengalami pergeseran [2].

Secara sistematis, operasi *brightness* ditulis dengan persamaan sebagai berikut:

$$f(x, y) = f(x, y) + b$$

Keterangan :Jika b positif, kecerahan gambar bertambah, sebaliknya jika b negatif kecerahan gambar berkurang.

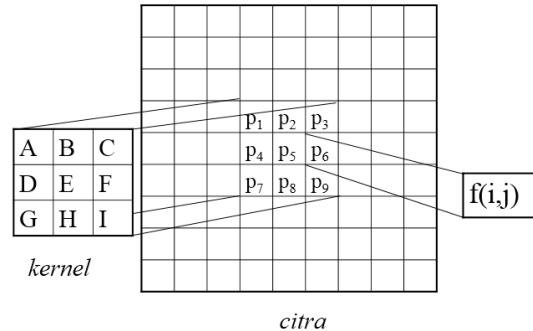
2.6 Konvolusi

Operasi yang mendasar dalam pengolahan citra adalah operasi konvolusi. Pada pengolahan citra digital proses konvolusi merupakan perkalian konvolusi antara matrik citra asal dengan matrik tapis atau tapis atau mask. Konvolusi 2 buah fungsi $f(x)$ dan $g(x)$ didefinisikan sebagai berikut:

$$h(x) = f(x, y) \times g(x, y) = \sum_{a=-\infty}^{\infty} \sum_{b=-\infty}^{\infty} f(a, b)g(x-a, y-b)$$

Fungsi penapis $g(x, y)$ disebut juga *convolution filter*, *convolution mask*, *convolution kernel*, atau *template*. Dalam ranah diskrit kernel konvolusi dinyatakan dalam bentuk matriks (umumnya 3x3, namun ada juga yang berukuran 2x2 atau 2x1 atau 1x2). Ukuran matriks ini biasanya lebih kecil

dari ukuran citra. Setiap elemen matriks disebut koefisien konvolusi [2].



Gambar 2. Ilustrasi Konvolusi

2.7 Deteksi Tepi

Tepi dapat didefinisikan sebagai posisi gambar yang memiliki perubahan intensitas lokal secara jelas sepanjang orientasi tertentu. Semakin jelas perubahan intensitas lokal, semakin tampak tanda untuk tepian pada posisi tersebut. Dalam ilmu matematika, jumlah perubahan terhadap jarak spasial dikenal sebagai fungsi turunan pertama.

Pendeteksian tepi merupakan langkah pertama untuk melingkupi informasi di dalam citra. Tepi mencirikan batas-batas objek dan karena itu tepi berguna untuk proses segmentasi dan identifikasi objek di dalam citra. Tujuan operasi pendeteksian tepi adalah untuk meningkatkan penampakan garis batas suatu daerah atau objek di dalam citra [2].

2.7.1 Operator Laplacian

Operator Laplacian mendeteksi lokasi tepi lebih akurat, khususnya pada tepi yang curam. Pada tepi yang curam, turunan keduanya memunyai persilangan nol (*zero-crossing*), yaitu titik di mana terdapat pergantian tanda nilai turunan kedua, sedangkan pada tepi yang landai tidak terdapat persilangan nol. Persilangan nol merupakan lokasi tepi yang akurat [2].

0	1	0	0	-1	0
1	-4	1	-1	4	-1
0	1	0	0	-1	0

Gambar 3. Kernel Laplacian

2.8 Ekstraksi Ciri Bentuk

Proses pengenalan dapat didasarkan pada bentuk objek secara keseluruhan seperti bentuk lingkaran, elips, atau bentuk lainnya. Untuk mengetahui nilai dari suatu objek, diperlukan proses ekstraksi ciri. Pada ekstraksi ciri bentuk yang akan digunakan dalam penelitian ini, diambil empat jenis ciri, yaitu luas area, keliling, panjang sumbu x, dan panjang sumbu y.

2.8.1 Luas Area

Area (A) adalah jumlah pixel dalam objek (S), jadi bila dalam suatu citra terdapat lebih dari satu komponen, S_1, S_2, \dots, S_n , maka akan ada A_1, A_2, \dots, A_n . Jadi nilai area suatu objek adalah jumlah dari pixel-pixel penyusun objek tersebut dan unit yang umum digunakan adalah pixel, karena sejumlah pixel tadi membentuk suatu luasan. Area dapat mencerminkan ukuran atau berat objek sesungguhnya pada beberapa benda pejal dengan bentuk yang hampir seragam, misalnya buah mangga dan semangka [3].

2.8.2 Keliling

Keliling/perimeter adalah bagian terluar dari suatu objek yang bersebelahan dengan pixel atau pixel-pixel dari latar belakang. Definisi lain dari perimeter adalah jumlah pixel dari batas daerah. Namun pixel-pixel perbatasan yang disebabkan oleh adanya lubang pada objek harus dihilangkan, atau tidak termasuk dalam perhitungan jumlah pixel perbatasan. Jadi, nilai perimeter suatu objek dapat dicari dengan menghitung banyaknya pixel yang merupakan pixel-pixel yang berada pada perbatasan dari objek tersebut [4].

2.8.3 Panjang Diameter Vertikal dan Horizontal

Panjang diagonal vertikal dan panjang diagonal horizontal objek atau yang biasa juga disebut sumbu x dan y digunakan untuk mengekspresikan dimensi objek. Sumbu x didefinisikan sebagai garis yang menghubungkan sepasang titik yang terletak pada kontur objek dengan jarak maksimal

antara satu sama lain. Dengan kata lain, untuk menemukan sumbu x adalah dengan menghubungkan sepasang titik pada kontur yang memiliki jarak lebih besar daripada titik lainnya pada kontur. Garis yang menghubungkan kedua titik ini adalah sumbu x. Panjang sumbu x merupakan dimensi terbesar dari objek yang memiliki ciri fisik dan biologis. Sumbu tegak lurus terhadap sumbu x disebut sumbu y. Sumbu y dari sebuah elips merupakan garis terkecil yang menghubungkan sepasang titik pada kontur. Dalam sebuah lingkaran, garis yang melewati pusat disebut juga sumbu mayor dan minor [5].

2.9 K-Nearest Neighbor

Pengklasifikasian kerabat terdekat (*nearest neighbor*) bekerja dengan membandingkan data yang diuji dengan kumpulan data pelatihan yang mirip dengannya. Data pelatihan dijelaskan oleh atribut n. Setiap data merupakan titik dalam ruang n-dimensi. Dengan cara ini, semua data pelatihan disimpan di ruang pola n-dimensi. Ketika diberi data yang tidak diketahui, pengklasifikasian *K-Nearest Neighbor* akan mencari ruang pola untuk data k pelatihan yang paling dekat dengan data yang diketahui. Data K pelatihan ini adalah *K-Nearest Neighbor* dari data yang tidak diketahui [6].

Kemiripan antara data latih dan data uji dalam jangkauan tertentu dihitung menggunakan persamaan Euclidean Distance berikut ini :

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

Keterangan :

x = nilai data uji

y = nilai data latih

n = dimensi data

i = variabel data

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan studi pustaka yang dilakukan untuk memperoleh teori-teori pendukung yang berhubungan dengan pembuatan aplikasi klasifikasi jenis mangga. Teori-teori pendukung tersebut

diperoleh dari beberapa sumber, yaitu buku, jurnal ilmiah, laporan penelitian, dan sumber-sumber tertulis lainnya yang berkaitan dengan sistem pada penelitian ini, seperti teori tentang jenis-jenis mangga, pengenalan pola, pengolahan data, dan pemrograman Java.

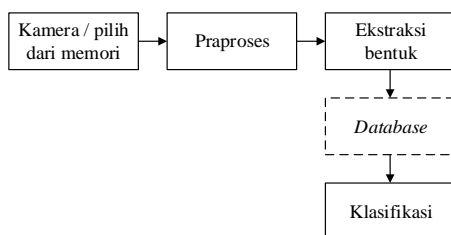
Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data yang dilakukan dengan mengumpulkan gambar sampel mangga yang akan dijadikan objek pengamatan. Gambar-gambar tersebut meliputi gambar mangga apel, mangga bacang, mangga budi raja, mangga harum manis, dan mangga manalagi. Selanjutnya tahap analisis kebutuhan, meliputi kebutuhan mengenai objek yang akan diteliti, serta kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak untuk menunjang pembuatan aplikasi.

Tahap selanjutnya adalah perancangan sistem yang meliputi perancangan *database*, perancangan algoritma pemrograman yang digunakan untuk membangun aplikasi, dan perancangan antarmuka aplikasi. Aplikasi akan dibuat menggunakan Android Studio sebagai text editor, SQLite sebagai basis data, dan metode KNN sebagai metode klasifikasi.

Selanjutnya tahap implementasi atau tahap penerapan sistem yang dilakukan berdasarkan rancangan program serta rancangan antarmuka aplikasi.

Selanjutnya adalah tahap pengujian yang dilakukan untuk menguji apakah sistem sudah bekerja berdasarkan langkah-langkah yang telah ditentukan. Tahap terakhir adalah integrasi. Aplikasi akan dibangun dengan merealisasikan rencana penelitian ke dalam bentuk fisik yang nyata dengan melakukan integrasi terhadap perancangan sistem dan perangkat lunak. Kemudian sistem akan dikembangkan hingga berfungsi sesuai dengan tujuan pada penelitian ini.

3.1 Diagram Blok Sistem

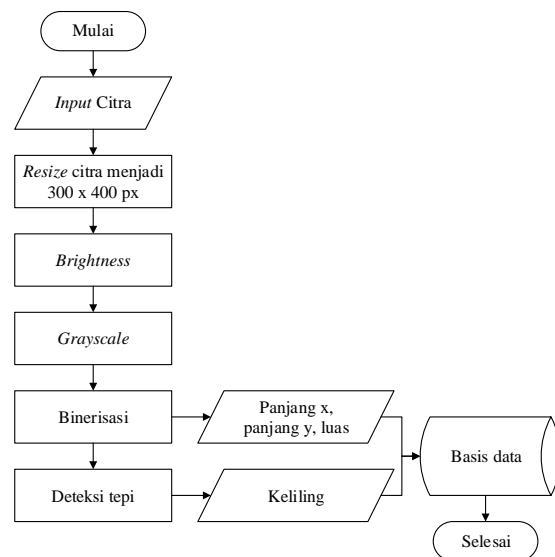


Gambar 4. Diagram Blok Perancangan Sistem

Gambar 4 menunjukkan alur sistem yang bekerja pada aplikasi. Langkah pertama adalah pengambilan foto melalui kamera ponsel ataupun dari memori yang terdapat di dalam ponsel. Selanjutnya citra akan mengalami praproses meliputi tahap *grayscale* dan binerisasi. Tahapan ketiga dalam sistem adalah ekstraksi fitur. Nilai hasil ekstraksi akan disimpan di dalam *database* untuk selanjutnya dilakukan proses klasifikasi.

3.2 Flowchart Pelatihan Data

Flowchart pelatihan data dapat dilihat pada gambar 5.

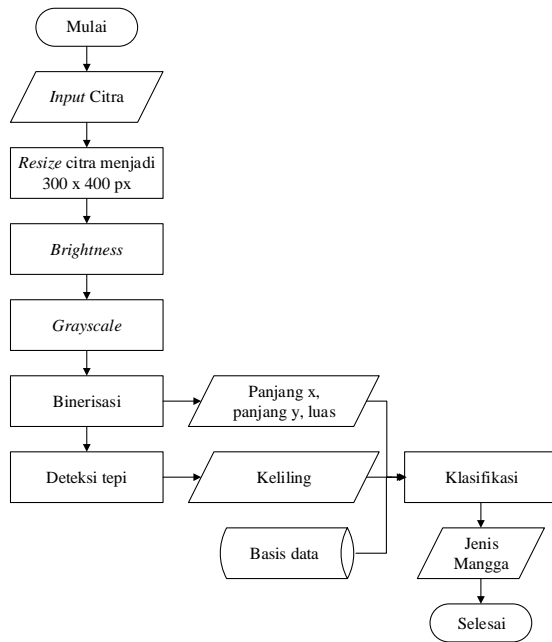


Gambar 5. *Flowchart* Pelatihan Data

Langkah pertama proses pelatihan data adalah *input* citra. Selanjutnya citra akan mengalami proses *resize* menjadi 300 x 400 pixel. Selanjutnya citra akan mengalami proses *brightness* secara otomatis apabila keempat sudut dari citra tersebut memiliki nilai kurang dari 255 (warna putih). Proses selanjutnya adalah *grayscale*. Citra yang keabuan hasil *grayscale* akan mengalami proses binerisasi. Melalui proses binerisasi, didapatkan nilai hasil ekstraksi berupa luas, panjang sumbu x, dan panjang sumbu y dalam satuan piksel. Selanjutnya adalah proses deteksi tepi untuk mendapatkan nilai keliling objek dalam satuan piksel. Data-data hasil ekstraksi tersebut disimpan di dalam basis data sebagai data latih.

3.3 Flowchart Pengujian Data

Flowchart pengujian data dapat dilihat pada gambar 6.

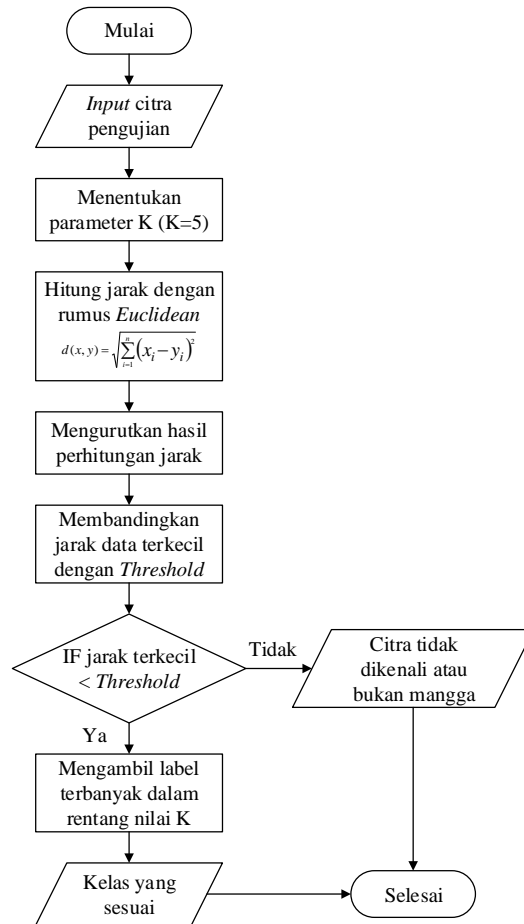


Gambar 6. Flowchart Pengujian Data

Proses pengujian data dimulai dari tahap *input* citra. Selanjutnya citra akan mengalami proses *resize* menjadi 300 x 400 pixel. Selanjutnya citra akan mengalami proses *brightness* secara otomatis. Proses selanjutnya adalah *grayscale*. Citra yang keabuan hasil *grayscale* akan mengalami proses binerisasi. Melalui proses binerisasi, didapatkan nilai hasil ekstraksi berupa luas, panjang sumbu x, dan panjang sumbu y. Selanjutnya adalah proses deteksi tepi untuk mendapatkan nilai keliling objek. Data hasil ekstraksi citra uji akan dibandingkan dengan data citra latihan yang terdapat di dalam basis data saat proses klasifikasi. Hasil pengujian aplikasi akan mengeluarkan informasi dari citra yang diuji, apakah citra tersebut merupakan jenis mangga atau bukan.

3.4 Flowchart Klasifikasi

Algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) yang akan diterapkan pada sistem terdapat pada *Flowchart* klasifikasi gambar 7.

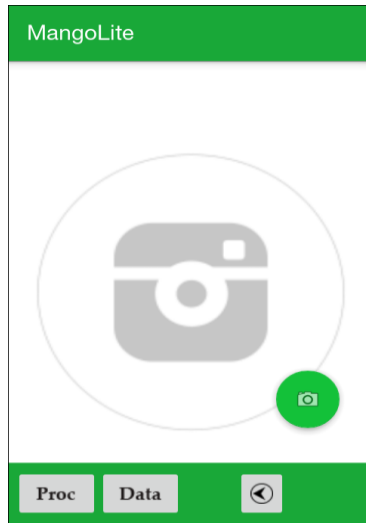


Gambar 7. Flowchart Klasifikasi

Langkah pertama adalah input citra untuk pengujian. Ketika citra uji telah dimasukkan, maka sistem akan langsung melakukan klasifikasi terhadap citra uji. Selanjutnya, sistem akan menentukan besar nilai K yang digunakan, yaitu 5. Setelah itu, sistem akan mulai melakukan proses perhitungan jarak dengan rumus *Euclidean*. Selanjutnya sistem akan melakukan proses pengurutan hasil perhitungan jarak berdasarkan jarak terkecil hingga jarak terbesar. Setelah itu, dilakukan perbandingan jarak terkecil dengan *Threshold* yang telah ditentukan. Jika nilai jarak terkecil lebih besar dari nilai *Threshold* maka citra uji dianggap tidak dikenali. Namun jika nilai jarak terkecil lebih kecil dari nilai *Threshold*, maka sistem akan melakukan proses pengambilan label terbanyak dalam rentang nilai K. Langkah terakhir adalah klasifikasi citra sebagai salah satu jenis mangga berdasarkan label yang sesuai.

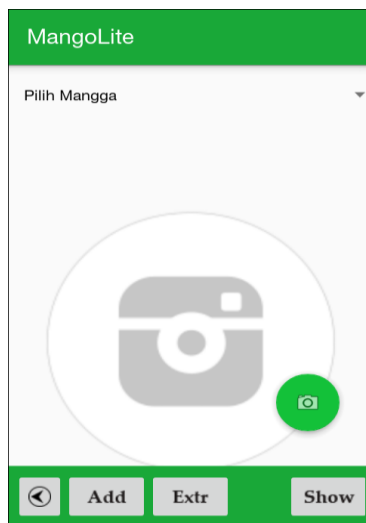
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Antarmuka Aplikasi



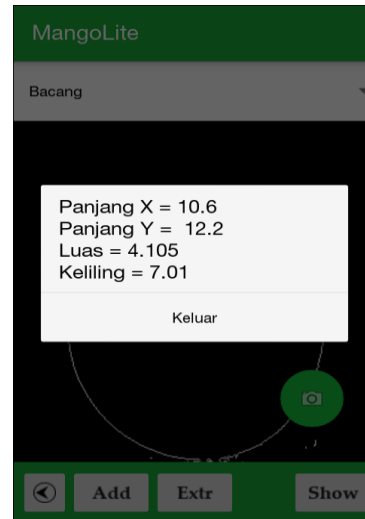
Gambar 8. Antarmuka Halaman Utama

Halaman utama adalah halaman yang digunakan sebagai halaman proses ketika aplikasi akan digunakan untuk klasifikasi. Untuk memilih citra uji yang akan diklasifikasi, dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu melalui menu *choose picture* atau dengan mengklik logo kamera yang tertera di layar. Tombol “Proc” pada bagian bawah layar aplikasi berfungsi untuk melakukan proses klasifikasi terhadap citra yang telah dipilih. Tombol “Data” pada bagian bawah aplikasi digunakan untuk berpindah ke halaman data.



Gambar 9. Antarmuka Halaman *Input* Data

Halaman *input* data merupakan halaman untuk memasukkan data ke dalam aplikasi. Data dapat dimasukkan dengan dua cara, yaitu melalui menu *choose picture* atau dengan mengklik logo kamera yang tertera di layar. Citra yang telah dimasukkan harus diekstraksi terlebih dahulu dengan mengklik tombol “Extr”. Hasil ekstraksi akan merubah gambar asli menjadi hitam putih hasil deteksi tepi.



Gambar 10. Antarmuka Halaman Ekstraksi

Setelah didapat hasil ekstraksi, selanjutnya data dapat disimpan dengan mengklik tombol ”Add”. Untuk melihat data, dapat dilakukan dengan mengklik tombol “Show”. Tampilan keseluruhan data yang telah dimasukkan terlihat pada gambar 11.

View All Data						
Id	Mangga	X	Y	Luas	Keliling	
21	bacang	10,5	12	4,018	6,71	
22	bacang	11,2	12,1	4,1855	6,82	
23	bacang	10,6	12,4	4,0784	6,52	
24	bacang	10,8	12	4,0004	6,51	
25	bacang	10,9	13	4,4039	6,9	
26	bacang	11,1	13,2	4,5606	7,1	
27	bacang	10,8	12,3	4,2477	6,82	
28	bacang	11	12,6	4,4242	6,92	
29	bacang	11	12,6	4,4128	7	
30	bacang	11	12,5	4,4375	7,16	

Gambar 11. Antarmuka Halaman Data

4.2 Data Latih dan Data Uji

Data latih dalam penelitian ini merupakan kumpulan data dari citra buah mangga yang disimpan di dalam basis data. Data latih berjumlah 50 buah, terdiri dari 10 buah mangga apel, 10 buah mangga harum manis, 10 buah mangga bacang, 10 buah mangga budi raja, dan 10 buah mangga manalagi.

Tabel 1. Data Latih

NO.	NAMA MANGGA	PANJANG X (piksel)	PANJANG Y (piksel)	LUAS (piksel)	KELILING (piksel)
1	Mangga Apel	10.4	9.2	3.0251	6.18
2		9.7	9.4	2.9197	5.68
3		10.9	9.2	3.2407	6.16
4		10.2	8.9	3.0237	5.73
5		11	8.8	3.2586	7.04
6		10.8	9.4	3.3086	8.1
7		10.4	10	3.3868	6.14
8		9.8	9.7	3.004	5.69
9		9.4	9.4	2.8441	5.46
10		10.2	9	2.9472	5.6
11	Mangga Harum Manis	9.5	14.6	5.6771	7.59
12		9.4	15.2	4.6401	7.43
13		10.4	15.2	5.1353	7.81
14		10.4	15.6	5.1479	7.84
15		10.3	16.3	5.02	7.7
16		10.4	14.9	5.0176	7.62
17		11.4	15.9	5.8524	8.24
18		10.5	15.5	5.3572	8.09
19		10.7	16.4	5.5282	8.13
20		10	15.5	4.9005	7.73
21	Mangga Bacang	10.5	12	4.018	6.71
22		11.2	12.1	4.1844	6.82
23		10.6	12.4	4.0784	6.52
24		10.8	12	4.0004	6.51
25		10.9	13	4.4039	6.9
26		11.1	13.2	4.5606	7.11
27		10.8	12.3	4.2477	6.88
28		11	12.6	4.4242	6.92
29		11	12.6	4.4128	7
30		11	12.5	4.4375	7.16
31	Mangga Budi Raja	9.3	18.6	5.5262	8.81
32		9.5	18.3	5.7389	8.75
33		10.2	17.7	6.1054	9.14
34		9.7	17.7	5.5273	8.9
35		9.4	17.6	5.7398	9
36		10	17.4	5.9825	9.07
37		9.3	18.4	5.4424	8.77
38		9.9	17.7	5.9431	9.44
39		9.9	17.8	5.7122	8.68
40		9.4	17.6	5.2826	8.64
41	Mangga Manalagi	9.5	15.3	4.5722	7.5
42		10.5	15.5	4.9401	7.48
43		10.6	15.6	5.1264	8.31
44		10.8	15.3	5.0322	7.51
45		9.5	15.8	4.5773	7.5
46		10.3	15.7	5.0587	8.21
47		9.5	15.5	4.5907	7.58
48		9.4	15.6	4.4962	7.56
49		9.7	15.4	4.7933	8.28
50		10.3	15.7	4.979	7.64

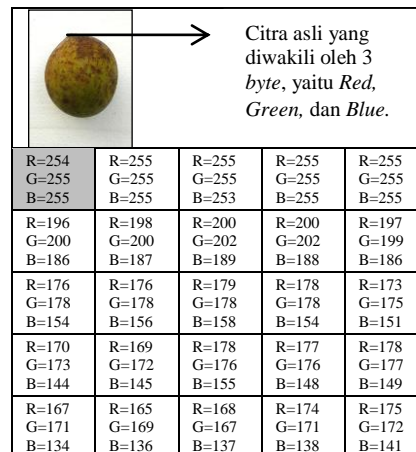
Data uji merupakan data dari citra buah mangga yang digunakan dalam pengujian. Data uji berjumlah 25 buah, terdiri dari 5 buah mangga apel, 5 buah mangga bacang, 5 buah mangga budi raja, 5 buah mangga harum manis, dan 5 buah mangga manalagi. Data uji yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Uji

NO.	NAMA MANGGA	PANJANG X (PIKSEL)	PANJANG Y (PIKSEL)	LUAS (PIKSEL)	KELILING (PIKSEL)
1	Mangga Apel	11.2	10.5	3.767	6.53
2		9.8	11.3	3.608	14.34
3		9.1	8.7	25.705	6.55
4		11.4	10.9	37.608	10.4
5		11.6	10.4	37.911	6.34
6	Mangga Bacang	10.6	12.2	4.105	7.01
7		10.6	12.2	40.744	7.65
8		11.3	12.3	43.042	6.62
9		11.5	12.8	44.902	9.57
10		10.9	12.3	42.896	7.85
11	Mangga Budi Raja	9.3	17.4	51.876	11.94
12		9.8	16.7	54.058	9.97
13		9.6	17	50.485	11.26
14		9.7	16.1	51.407	11.23
15		10.3	17.3	57.469	10.07
16	Mangga Harum Manis	10.7	15.1	50.594	7.41
17		10.3	14.9	4.913	7.99
18		10	15.6	46.394	10.07
19		9.5	14.3	43.579	7.09
20		9.2	14	41.599	7.48
21	Mangga Manalagi	8.3	14.1	3.8023	6.82
22		8.2	13.3	3.4303	7.42
23		9.3	14.4	4.3417	7.34
24		8.8	13.9	3.9344	7.04
25		9.1	14	4.0109	6.77

4.3 Perhitungan Tahap Praproses Citra

Berikut adalah contoh potongan nilai piksel RGB yang diambil pada titik (43, 151) hingga titik (47, 155), yaitu baris 43-47 dan kolom 151-155.



Gambar 12. Potongan Nilai Piksel Citra RGB

Citra warna dapat diubah menjadi citra *grayscale* dengan cara menghitung rata-rata elemen warna RGB dengan cara berikut:

$$f_o(x, y) = \frac{254 + 255 + 255}{3}$$

$$f_o(x, y) = 254,67$$

Menggunakan cara yang sama, dilakukan perhitungan pada nilai piksel RGB lain, dan didapat hasil untuk citra *grayscale* sebagai berikut:

254,67	255	254,33	255	255
194	195	200	196,67	194
169,33	170	171,67	170	166,93
162,33	162	169,67	167	168
157,33	156,67	157,33	161	162,67

Gambar 13. Nilai Piksel *Grayscale*

Citra *grayscale* dapat dipetakan menjadi citra biner dengan menetapkan *center value* untuk merubahnya. *Center value* yang digunakan bernilai lebih dari atau sama dengan 250. Setiap piksel citra yang memiliki nilai intensitas lebih dari atau sama dengan 250 akan diubah menjadi putih (nilai intensitas 255), sedangkan piksel-piksel yang nilai intensitasnya kurang dari 250 diubah menjadi hitam (nilai intensitas 0). Sehingga nilai piksel *grayscale* akan berubah menjadi nilai piksel biner seperti pada gambar berikut ini.

255	255	255	255	255	→	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0		1	1	1	1	1
0	0	0	0	0		1	1	1	1	1
0	0	0	0	0		1	1	1	1	1
0	0	0	0	0		1	1	1	1	1

Gambar 14. Nilai Piksel Biner
(a) Nilai Piksel Biner Asli. (b) Nilai Piksel Biner yang Dinegasikan

Melalui proses binerisasi, didapat nilai ekstraksi ciri, yaitu panjang x, Panjang y, dan luas objek pada citra. Setelah proses binerisasi, selanjutnya akan dilakukan proses deteksi tepi pada citra untuk mendapatkan bentuk tepian objek. Melalui piksel-piksel yang membentuk tepian objek tersebut, dapat ditentukan nilai keliling objek dari buah mangga. Deteksi tepi yang digunakan adalah

operator Laplacian dengan kernel pada gambar berikut.

$$f(x,y) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad g(x,y) = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

(a) (b)

Gambar 15. Kernel Citra (a),
Kernel Laplacian (b)

Konvolusi yang telah dilakukan akan menghasilkan kernel baru sebagai berikut:

*	*	*	*	*
*	1	1	1	*
*	0	0	0	*
*	0	0	0	*
*	*	*	*	*

Gambar 16. Hasil Konvolusi

Piksel-piksel pinggir diabaikan dan tidak dilakukan konvolusi, sehingga piksel-piksel pinggir sama dengan nilai piksel semula.

0	0	0	0	0
1	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	0	1
1	1	1	1	1

Gambar 17. Piksel-piksel Pinggir Tidak Dikonvolusi

Dari hasil konvolusi, didapat pola yang membentuk keliling objek. Pola tersebut dibentuk oleh angka 1 yang menunjukkan bentuk tepi dari objek, sedangkan objek dan latar diberi angka 0. Keliling dapat dihitung dengan cara menjumlahkan setiap piksel yang bernilai 1.

4.4 Perhitungan Manual Metode KNN

Pada sub bab ini, akan dibahas mengenai simulasi perhitungan klasifikasi menggunakan algoritma KNN. Langkah pertama proses klasifikasi dengan algoritma KNN adalah menentukan parameter K, yaitu 5. Selanjutnya perhitungan jarak dengan rumus Euclidean. Sebagai contoh, citra uji (data uji) yang digunakan memiliki data sebagai berikut:

- a. Panjang x = 10.6
- b. Panjang y = 12.3
- c. Luas = 4.103
- d. Keliling = 7.01

Perhitungan jarak antara data uji dengan data latih (tabel 1) menghasilkan data jarak sebagai berikut:

Tabel 3. Data Hasil Perhitungan Jarak

Data	Nilai	Jenis	Data	Nilai	Jenis
data-1	3.3008	Apel	data-26	1.2114	Bacang
data-2	3.4386	Apel	data-27	0.2954	Bacang
data-3	3.2495	Apel	data-28	0.6557	Bacang
data-4	3.7226	Apel	data-29	0.6441	Bacang
data-5	3.5267	Apel	data-30	0.6189	Bacang
data-6	3.1149	Apel	data-31	6.9217	Budi raja
data-7	2.4805	Apel	data-32	6.6421	Budi raja
data-8	3.1376	Apel	data-33	6.2409	Budi raja
data-9	3.6431	Apel	data-34	6.0543	Budi raja
data-10	3.7052	Apel	data-35	6.1019	Budi raja
data-11	3.1270	Harum manis	data-36	5.9303	Budi raja
data-12	3.3019	Harum manis	data-37	6.7094	Budi raja
data-13	3.2774	Harum manis	data-38	6.3264	Budi raja
data-14	3.6574	Harum manis	data-39	6.1010	Budi raja
data-15	4.2677	Harum manis	data-40	5.8859	Budi raja
data-16	2.9215	Harum manis	data-41	3.3583	Manalagi
data-17	4.3470	Harum manis	data-42	3.4378	Manalagi
data-18	3.6925	Harum manis	data-43	3.7806	Manalagi
data-19	4.5749	Harum manis	data-44	3.2802	Manalagi
data-20	3.5215	Harum manis	data-45	3.8253	Manalagi
data-21	0.3841	Bacang	data-46	3.8327	Manalagi
data-22	0.6422	Bacang	data-47	3.5582	Manalagi
data-23	0.5299	Bacang	data-48	3.6682	Manalagi
data-24	0.5839	Bacang	data-49	3.6245	Manalagi
data-25	0.9118	Bacang	data-50	3.6743	Manalagi

Langkah selanjutnya adalah mengurutkan hasil perhitungan jarak dari nilai terkecil hingga terbesar.

Tabel 4. Hasil Pengurutan Jarak

Data	Nilai	Jenis	Data	Nilai	Jenis
data-27	0.2954	Bacang	data-47	3.5582	Manalagi
data-21	0.3841	Bacang	data-49	3.6245	Manalagi
data-23	0.5299	Bacang	data-9	3.6431	Apel
data-24	0.5839	Bacang	data-14	3.6574	Harum manis
data-30	0.6189	Bacang	data-48	3.6682	Manalagi
data-22	0.6422	Bacang	data-50	3.6743	Manalagi
data-29	0.6441	Bacang	data-18	3.6925	Harum manis
data-28	0.6557	Bacang	data-10	3.7052	Apel
data-25	0.9118	Bacang	data-4	3.7226	Apel
data-26	1.2114	Bacang	data-43	3.7806	Manalagi
data-7	2.4805	Apel	data-45	3.8253	Manalagi
data-16	2.9215	Harum manis	data-46	3.8327	Manalagi
data-6	3.1149	Apel	data-15	4.2677	Harum manis
data-11	3.1270	Harum manis	data-17	4.3470	Harum manis
data-8	3.1376	Apel	data-19	4.5749	Harum manis
data-3	3.2495	Apel	data-40	5.8859	Budi raja
data-13	3.2774	Harum manis	data-36	5.9303	Budi raja
data-44	3.2802	Manalagi	data-34	6.0543	Budi raja
data-1	3.3008	Apel	data-39	6.1010	Budi raja
data-12	3.3019	Harum manis	data-35	6.1019	Budi raja
data-41	3.3583	Manalagi	data-33	6.2409	Budi raja
data-42	3.4378	Manalagi	data-38	6.3264	Budi raja
data-2	3.4386	Apel	data-32	6.6421	Budi raja
data-20	3.5215	Harum manis	data-37	6.7094	Budi raja
data-5	3.5267	Apel	data-31	6.9217	Budi raja

Melalui data yang telah diurutkan, ditentukan jarak terdekat sampai urutan ke-K, yaitu lima data dengan nilai terkecil. Nilai lima dipilih karena memiliki tingkat akurasi yang paling baik dibandingkan saat percobaan menggunakan parameter K dengan nilai tiga dan tujuh. Data dalam retang nilai K dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Lima Data Terdekat






Data	Nilai	Jenis
data-27	0.2954	Bacang
data-21	0.3841	Bacang
data-23	0.5299	Bacang
data-24	0.5839	Bacang
data-30	0.6189	Bacang

4.5 Pengujian





















Pengujian dilakukan untuk mengukur tingkat keberhasilan aplikasi dalam klasifikasi jenis mangga berdasarkan bentuk buah. Pengujian dianggap berhasil jika citra uji dikenali dan terklasifikasi sebagai citra yang sesuai dengan kelas yang terdapat di dalam basis data. Sebaliknya, pengujian dianggap gagal apabila citra uji tidak dikenali dan tidak terklasifikasi sebagai salah satu jenis mangga dari basis data. Aturan logika dalam penentuan keberhasilan atau kegagalan dalam pengujian adalah sebagai berikut:

1. if klasifikasi = target and hasil = sesuai then Berhasil.
2. if klasifikasi = target and hasil sesuai then Gagal.

Tabel 6. Hasil Pengujian

Jenis Mangga	Target	Hasil	Keterangan
Mangga apel		Mangga Apel	Berhasil
		Mangga Apel	Berhasil
		Mangga Apel	Berhasil
		Mangga Apel	Berhasil
		Mangga Apel	Berhasil

Tabel 6. Hasil Pengujian (Lanjutan)

Jenis Mangga	Target	Hasil	Keterangan	
Mangga Bacang	 1	Mangga Bacang	Mangga Bacang	Berhasil
	 2	Mangga Bacang	Mangga Bacang	Berhasil
	 3	Mangga Bacang	Mangga Bacang	Berhasil
	 4	Mangga Bacang	Mangga Bacang	Berhasil
	 5	Mangga Bacang	Mangga Bacang	Berhasil
Mangga Budi Raja	 1	Mangga Budi Raja	Mangga Budi Raja	Berhasil
	 2	Mangga Budi Raja	Mangga Budi Raja	Berhasil
	 3	Mangga Budi Raja	Mangga Budi Raja	Berhasil
	 4	Mangga Budi Raja	Mangga Budi Raja	Berhasil
	 5	Mangga Budi Raja	Mangga Budi Raja	Berhasil
Mangga Harum Manis	 1	Mangga Harum Manis	Mangga Harum Manis	Berhasil
	 2	Mangga Harum Manis	Mangga Harum Manis	Berhasil
	 3	Mangga Harum Manis	Mangga Manalagi	Gagal
	 4	Mangga Harum Manis	Mangga Harum Manis	Berhasil
	 5	Mangga Harum Manis	Mangga Bacang	Gagal
Mangga Manalagi	 1	Mangga Manalagi	Mangga Manalagi	Berhasil
	 2	Mangga Manalagi	Mangga Harum Manis	Gagal
	 3	Mangga Manalagi	Mangga Manalagi	Berhasil
	 4	Mangga Manalagi	Mangga Manalagi	Berhasil
	 5	Mangga Manalagi	Mangga Manalagi	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan sebanyak 25 kali, terdapat 22 pengujian yang berhasil dan 3 pengujian yang mengalami kegagalan dalam klasifikasi. Pada pengujian harum manis 3, citra dikenali sebagai mangga manalagi. Pada pengujian harum manis 5, citra dikenali sebagai mangga bacang. Pada pengujian manalagi 2, citra dikenali sebagai mangga harum manis. Kegagalan terjadi karena adanya kemiripan bentuk antara beberapa jenis mangga, dalam hal ini adalah mangga harum manis dan mangga manalagi. Selain itu, juga karena terdapat nilai hasil ekstraksi yang hampir sama pada beberapa jenis mangga. Seperti kesamaan nilai hasil ekstraksi mangga harum manis dengan mangga bacang, kemudian kesamaan nilai hasil ekstraksi mangga manalagi dengan mangga harum manis. Persentase keberhasilan aplikasi dalam mengklasifikasi jenis mangga adalah sebesar 88% dan persentase kegagalan sebesar 12%.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada aplikasi klasifikasi jenis mangga adalah sebagai berikut:

1. Data parameter yang berupa diameter horizontal, diameter vertikal, luas, dan keliling didapat dari proses binerisasi dan deteksi tepi. Pada tahap binerisasi, parameter citra yang didapat adalah panjang sumbu x objek, panjang sumbu y objek, dan luas objek. Sedangkan pada tahap deteksi tepi, parameter yang didapat adalah nilai keliling objek.
2. Hasil klasifikasi jenis mangga didapat dari menghitung jarak antara data citra uji dengan data citra latih menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*. Data-data yang dihitung adalah panjang sumbu x, panjang sumbu y, luas, dan keliling.
3. Persentase keberhasilan dari pengujian 25 buah mangga adalah sebesar 88%.

6. SARAN

Adapun saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya dapat diganti dengan mencoba parameter ekstraksi ciri yang lain, seperti nilai mean dan standar deviasi dari objek. Sehingga hasilnya dapat dijadikan bahan perbandingan.
2. Metode deteksi tepi yang digunakan dapat diganti dengan deteksi tepi lain seperti Prewitt, Sobel, dan Canny agar dapat dibandingkan hasilnya.
3. Aplikasi klasifikasi dapat dikembangkan untuk bidang lain, misalnya pada bidang kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pracaya. (2005). *Bertanam Mangga*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [2] Munir, R. (2004). *Pengolahan Cira Digital*. Bandung: Informatika.
- [3] Sutoyo, T. d. (2009). *Teori Pengolahan Citra Digital*. Semarang: Andi Offset.
- [4] Ahmad, U. (2005). *Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya*. Bogor: Graha Ilmu.
- [5] Splinter, K. N. (2012). *Biomedical Signal and Image Processing, Secon Edition*. London: CRS Press.
- [6] Kamber, J. H. (2006). *Data Mining Concepts and Techniques, Ed.2*. San Francisco: Morgan Kaufmann.