

Klasifikasi Jenis Mangga Berdasarkan Fitur Bentuk Dan Warna Dengan Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor

Akbar Rizki Irnanda ¹⁾, Fery Candra ²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Informatika, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293
akbar.rizki@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Mango is one of the fruits that popular in Indonesia. Mango has many types so that sometime people can make mistake in predicting the mango type due to similar shape and color, features among types of mango, especially Mango Arum Manis with Mango Indramayu. With an advanced technology such as MangoClassifier, predicting the type of mango can be distinguished automatically by using existing applications and *K-Nearest Neighbor* Method. This research aims to implement the *K-Nearest Neighbor* Method to detect mango types then evaluate how much the accuracy of the *MangoClassifier* Application is, so that it can be compared with the accuracy of other methods. This application is supported by camera equipment, *matlab R2013a software*, acquisition booth and *K-Nearest Neighbor* Method, calculates the distance between data with *Euclidean* distance. The acquisition booth is used to take a picture of mango object so the program will be easily to distinguish between background and object the picture. Data processing is begun with mango picture retrieval and then *pre-processing* the picture to get features. The used features are four, length and width from cropped object in the picture. Besides it, color and roundness of object are other features that also must be considered. This application detects four types of mango including Mango Arum Manis, Mango Indramayu, Mango Lokmay and Mango Gedong using 200 *training* data and 120 *testing* data. Accuracy obtained by this application is 92.5% so that this application is categorized as suitable to be used.

Keywords : *K-Nearest Neighbor*, *Jarak Euclidean*, *Matlab R2013a*.

1. Pendahuluan

Mangga merupakan salah satu tanaman buah yang banyak digemari masyarakat. Bagi sebagian masyarakat Indonesia, mangga merupakan bagian dari kehidupan masyarakatnya, karena semua bagian tanaman dapat dimanfaatkan untuk spmemenuhi kebutuhan ekonomi masyarakat Indonesia. Hal ini tercermin dari luasnya perkebunan rakyat Indonesia yang mencapai 7,75 hektar dengan populasi 240 juta orang (Kadin, 2013). Sementara itu, Pusdatin Kementan mempublikasikan *Statistik Lahan Pertanian 2008-2013*, Pusdatin menyatakan bahwa luas lahan pertanian adalah 39,5 juta hektar dengan

pembagian lahan sawah 8,1 juta hektar, tegal/kebun 11,9 juta hektar, ladang 5,25 juta hektar dan lahan yang sementara tidak dusahakan 14,25 juta hektar (Alyandra, 2014). Dari dua referensi diatas sudah dapat kita lihat bahwa potensi Indonesia dalam perkebunan sangatlah besar.

Besarnya potensi tersebut, membuat Petani Indonesia juga menanam buah-buahan yang digemari untuk dikonsumsi, yaitu mangga. Produksi mangga di Indonesia merupakan terbesar kedua yakni mencapai 2,4 juta ton pada tahun 2016 (Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan, 2016). Selain untuk konsumsi, mangga juga

dapat dimanfaatkan untuk kesehatan dan kecantikan.

Banyak jenis dari mangga diantaranya adalah Mangga Gedong, Mangga Arum Manis, Mangga Apel, Mangga Malibu, Mangga Madu, Mangga Indramayu, dan lain-lain. Diantara semua jenis mangga tersebut, manusia tidak jarang salah memprediksi mangga yang dimakannya dikarenakan miripnya bentuk, fitur antara sesama jenis mangga lainnya terutama Mangga Arum Manis dengan Mangga Indramayu. Oleh karena itu solusi untuk hal tersebut adalah membuat aplikasi yang bernama *MangoClassifier* yang dapat membedakan jenis-jenis mangga.

Aplikasi ini menggunakan kecerdasan buatan yaitu *pattern recognition* atau pengenalan pola. Pengenalan pola adalah ilmu yang mengklasifikasikan objek berdasarkan gambar, berat atau parameter yang telah ditentukan kedalam sejumlah kategori atau kelas.

Latar belakang diangkatnya judul ini adalah untuk mempermudah penyortiran jenis mangga yang ada pada sebuah perusahaan, karena perusahaan butuh penyortiran jenis mangga yang konsisten dan tepat. Mangga yang diproduksi pada suatu perusahaan tentulah banyak dan jika penyortiran dilakukan manual oleh manusia tentu ketepatan suatu mangga yang diprediksi akan mempengaruhi faktor lainnya, salah satunya adalah kondisi manusia tersebut, tapi dengan aplikasi maka penyortiran akan dapat dilakukan secara konsisten dan tepat.

Metode yang digunakan pada aplikasi ini adalah menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*. Metode ini melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Alasan

menggunakan metode ini karena Metode *K-Nearest Neighbor* memiliki kelebihan yaitu tangguh terhadap data *training* yang besar (Sukma et al, 2014) sehingga pada studi kasus ini, *K-Nearest Neighbor* digunakan untuk mengklasifikasi citra mangga yang telah disediakan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan Metode *K-Nearest Neighbor* pada aplikasi *MangoClassifier* agar dapat digunakan untuk perusahaan dan mengevaluasi seberapa besar akurasi Aplikasi *MangoClassifier* dengan Metode *K-Nearest Neighbor*.

2. Metodologi Penelitian

Peralatan, perangkat dan bahan yang digunakan adalah Kamera, Mangga Arum Manis, Mangga Lokmay, Mangga Gedong, Mangga Indramayu, Kardus, Karton Hitam, Kain Hitam dan *Matlab R2013a*.

2.1 Tahap Penelitian

2.1.1 Perakitan Bilik Akuisisi

Bilik akuisisi berfungsi sebagai tempat atau wadah objek mangga yang difoto sehingga program dengan mudah membedakan yang mana latar dan yang mana objek pada foto tersebut. Bilik akuisisi citra dibuat dengan menggunakan kardus dimana sisi depan dan atasnya dipotong untuk mendapatkan posisi pengambilan objek mangga ditengah kardus tersebut. Bilik yang dirancang menggunakan kardus yang dipotong lalu ditemplei dengan karton hitam dan dilapisi lagi dengan kain hitam agar hitamnya pekat dan posisi kamera berada didepan atas objek

2.1.2 Implementasi

Ada beberapa langkah yang dilakukan untuk melakukan implementasi sistem yaitu dengan langkah awal mengambil citra mangga itu sendiri dengan menggunakan kamera lalu proses yang dilakukan berikutnya adalah mengupload citra tersebut ke perangkat komputer pada *software* secara otomatis.

Kemudian program dimulai pertama kali dengan menginisialisasikan terlebih dahulu *dataset* yang telah didapatkan, lalu program dapat membaca citra data baru. Program membaca citra tersebut dan mengkonversikan citra data baru tersebut ke *grayscale* terlebih dahulu. Setelah citra dikonversikan menjadi *grayscale* program dirancang untuk mengambil *threshold* sebagai pembeda antara citra buah dengan latar belakang. Maka proses berikutnya adalah mengkonversikan citra tersebut menjadi biner.

Setelah konversi, ekstraksi fitur pun dapat dilakukan dengan mengambil empat fitur dari citra tersebut yaitu panjang, lebar, kebundaran dan warna. Untuk fitur panjang dan lebar, gambar akan dipotong satu piksel secara terus menerus hingga bagian citra yang bernilai 1 akan berada pada masing-masing sisi gambar citra sehingga fitur panjang bernilai sama dengan panjang citra hasil perpotongan. Nilai kebundaran dapat diambil dan akan lebih sempurna jika angka mendekati 1 dan angka yang menjauh dari 1 maka kebundaran tersebut tidak beraturan. Menurut Eko Prasetyo, kebundaran dapat disebut juga dengan *rasio circularity* dimana pengertiannya adalah rasio antara area dari objek terhadap area lingkaran dengan perimeter yang sama (Eko, 2015).

Area adalah jumlah piksel dalam suatu objek dan dapat dikatakan sebagai

luas. Sedangkan perimeter adalah jumlah piksel sepanjang *boundary* dan dapat dikatakan sebagai keliling. Program mengambil jumlah piksel dalam objek sebagai area dan mengambil jumlah piksel sepanjang *boundary* sebagai perimeter.

Fitur warna yang diambil adalah nilai masing-masing dari Red, Green dan Blue pada objek mangga tersebut dengan jarak interval 0-255, semakin mendekati 255 maka semakin mendekati dengan fitur warna tersebut. Setelah dapat seluruh nilai dari fitur tersebut, *user* dapat memilih pembacaan citra apakah dilakukan secara otomatis atau dilakukan secara manual dengan menyimpan citra tersebut kedalam format JPEG lalu memilih file citra yang akan diproses.

Proses Metode Klasifikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menghitung jarak antar data menggunakan Jarak *Euclidean* dengan rumus setiap *dataset* (Pamungkas, 2017). Setelah didapatkan nilai jarak antar data, nilai tersebut dapat dikelompokkan dengan metode *K-Nearest Neighbor* sehingga hasil simulasi programnya adalah program dapat mengeluarkan *output* jenis mangga yang telah dipotret.

2.2 Pengambilan Akurasi

Untuk mengukur baik atau tidaknya suatu aplikasi yang telah dibuat, maka perlu pula dilakukan analisis persen akurasi atau pengujian program yang telah dibuat. Analisis persen akurasi tersebut dapat dilakukan apabila program tersebut sudah dapat dijalankan sebagaimana mestinya dan dapat berkerja dengan baik sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dengan rumus akurasi buah

$$= \frac{\text{Buah yang diuji benar}}{\text{Total buah yang diuji}} \times 100\%$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Tampilan *MangoClassifier*

Aplikasi ini memiliki satu tampilan utama dan beberapa menu *button* yang memiliki fungsinya masing-masing,

diantaranya terdapat *Button* Pilih File, Deteksi Kamera, Ambil Gambar lalu Proses, Reset Tampilan terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan Utama *MangoClassifier*

3.2 Data Testing

Banyaknya data *testing* dari pengujian Aplikasi *MangoClassifier* ini terdiri dari 120 data *testing* yang berfungsi sebagai data baru yang digunakan untuk menguji aplikasi agar bisa mendapatkan

akurasi aplikasi yang dibuat. Data *testing* ini terdiri dari 30 Mangga Arum Manis (Tabel 1), 30 Mangga Gedong (Tabel 2), 30 Mangga Lokmay (Tabel 3) dan 30 Mangga Indramayu (Tabel 4).

Tabel 1. Hasil Tes Mangga Arum Manis

Data	Fitur						Output
	Testing Ke	Panjang	Lebar	Kebundaran	Red	Green	
1	254	336	0,744	40,321	39,466	40,653	Arum Manis
2	246	334	0,674	42,815	44,066	33,352	Arum Manis
3	245	325	0,645	41,063	43,493	29,745	Arum Manis
4	248	313	0,650	40,612	40,902	42,636	Arum Manis
5	233	296	0,674	42,865	42,360	39,131	Indramayu
6	257	344	0,744	41,952	41,757	31,794	Arum Manis
7	232	292	0,694	39,823	38,872	36,142	Indramayu
8	225	321	0,712	42,910	39,798	40,197	Arum Manis
9	245	325	0,647	41,117	43,541	29,765	Arum Manis
10	245	334	0,676	42,848	44,104	33,348	Arum Manis

11	243	310	0,680	42,931	42,940	27,506	Indramayu
12	249	313	0,744	38,258	42,275	31,930	Arum Manis
13	255	328	0,734	41,993	42,918	25,815	Arum Manis
14	234	308	0,685	41,252	38,599	39,723	Arum Manis
15	245	334	0,676	42,848	44,104	33,348	Arum Manis
16	257	337	0,619	40,321	42,892	27,473	Indramayu
17	254	336	0,764	40,315	39,462	40,648	Arum Manis
18	238	331	0,531	34,405	33,859	34,055	Arum Manis
19	253	366	0,666	46,610	43,794	48,620	Arum Manis
20	225	321	0,711	42,978	39,845	40,245	Arum Manis
21	245	334	0,676	42,848	44,104	33,348	Arum Manis
22	241	351	0,723	42,165	41,597	31,297	Arum Manis
23	268	332	0,679	43,918	46,204	26,889	Indramayu
24	255	328	0,738	42,050	42,970	25,858	Arum Manis
25	257	344	0,755	41,893	41,725	31,765	Arum Manis
26	245	334	0,676	42,848	44,104	33,348	Arum Manis
27	238	331	0,530	34,468	33,907	34,068	Arum Manis
28	241	351	0,724	42,321	41,753	31,451	Arum Manis
29	267	315	0,718	44,569	41,213	41,815	Arum Manis
30	249	313	0,743	38,322	42,431	31,991	Arum Manis

Tabel 2. Hasil Tes Mangga Gedong

Data Testing Ke	Fitur						Output
	Panjang	Lebar	Kebundaran	Red	Green	Blue	
1	226	233	0,846	37,531	33,551	33,182	Gedong
2	201	223	0,863	33,697	31,667	28,582	Gedong
3	243	190	0,803	32,803	30,937	41,786	Gedong
4	190	198	0,492	25,942	25,692	38,698	Gedong
5	200	192	0,589	25,439	22,943	28,608	Gedong
6	227	202	0,846	31,160	29,716	39,070	Gedong
7	218	228	0,821	35,193	33,319	42,708	Gedong
8	191	213	0,703	31,838	30,259	38,585	Gedong
9	184	218	0,704	33,296	31,538	30,936	Gedong
10	223	210	0,819	32,679	31,632	41,959	Gedong
11	222	215	0,840	31,257	29,693	38,358	Gedong

12	225	220	0,828	33,372	32,037	42,091	Gedong
13	209	242	0,704	31,392	29,543	39,355	Gedong
14	240	227	0,783	33,963	31,660	34,373	Gedong
15	254	207	0,688	33,668	32,147	39,879	Gedong
16	236	212	0,661	34,533	31,926	39,033	Gedong
17	231	224	0,741	33,528	32,365	41,667	Gedong
18	193	196	0,816	30,736	29,731	36,335	Gedong
19	202	207	0,820	31,048	30,179	41,228	Gedong
20	210	208	0,638	34,155	31,598	30,558	Gedong
21	220	212	0,821	30,707	31,678	40,991	Gedong
22	211	203	0,800	29,275	29,746	40,266	Gedong
23	210	224	0,465	32,019	30,689	40,554	Gedong
24	203	216	0,471	34,781	31,952	31,050	Gedong
25	225	221	0,805	35,647	32,658	40,481	Gedong
26	211	218	0,759	30,101	28,684	39,532	Gedong
27	206	215	0,820	31,152	30,725	39,902	Gedong
28	225	223	0,836	34,315	33,130	39,602	Gedong
29	213	206	0,851	37,669	39,576	50,427	Gedong
30	191	194	0,800	28,463	27,563	37,171	Gedong

Tabel 3. Hasil Tes Mangga Lokmay

Data Testing Ke	Fitur						Output
	Panjang	Lebar	Kebundaran	Red	Green	Blue	
1	220	354	0,747	39,989	37,784	40,131	Lokmay
2	180	328	0,630	36,370	34,018	31,592	Lokmay
3	203	351	0,716	39,508	37,461	33,727	Lokmay
4	218	355	0,629	39,867	39,149	45,099	Lokmay
5	204	364	0,674	39,819	38,881	46,623	Lokmay
6	196	318	0,747	40,520	39,341	43,821	Lokmay
7	192	316	0,755	41,716	36,324	35,989	Lokmay
8	213	346	0,632	38,804	36,486	39,133	Lokmay
9	219	353	0,658	40,730	39,488	41,711	Lokmay
10	206	344	0,739	38,317	37,103	43,535	Lokmay
11	203	339	0,760	39,062	35,181	39,929	Lokmay
12	213	338	0,607	40,036	37,608	39,795	Lokmay

13	191	356	0,712	35,641	34,413	39,528	Lokmay
14	185	331	0,639	33,464	32,532	36,024	Lokmay
15	196	340	0,412	39,631	34,826	39,011	Lokmay
16	209	377	0,727	42,693	40,679	46,537	Lokmay
17	208	362	0,700	39,973	37,908	43,211	Lokmay
18	215	339	0,743	40,460	37,379	39,983	Lokmay
19	226	357	0,670	45,008	41,224	38,145	Lokmay
20	206	347	0,676	39,623	37,613	43,535	Lokmay
21	200	354	0,626	38,839	36,910	41,475	Lokmay
22	193	346	0,653	39,642	37,276	38,798	Lokmay
23	188	357	0,649	41,234	37,309	43,771	Lokmay
24	190	320	0,653	37,108	36,364	41,127	Lokmay
25	187	323	0,747	35,457	33,799	34,935	Lokmay
26	299	323	0,780	48,101	44,880	56,096	Lokmay
27	203	333	0,744	39,114	38,325	46,208	Lokmay
28	189	351	0,636	36,868	36,760	45,271	Lokmay
29	224	368	0,755	45,640	41,659	45,157	Lokmay
30	220	363	0,705	42,256	39,052	43,166	Lokmay

Tabel 4. Hasil Tes Mangga Indramayu

Data Testing Ke	Fitur						Output
	Panjang	Lebar	Kebundaran	Red	Green	Blue	
1	247	344	0,723	42,772	43,076	25,331	Indramayu
2	279	389	0,495	51,621	49,965	50,223	Indramayu
3	260	302	0,727	45,821	43,942	45,475	Indramayu
4	283	389	0,502	50,693	48,624	40,896	Indramayu
5	279	315	0,388	40,984	35,806	23,960	Indramayu
6	290	310	0,592	40,626	36,715	27,152	Indramayu
7	280	350	0,658	42,684	38,559	41,362	Indramayu
8	285	333	0,730	46,804	42,303	36,717	Indramayu
9	250	348	0,532	49,248	43,481	36,982	Indramayu
10	257	329	0,789	44,221	40,235	35,753	Arum Manis
11	251	279	0,749	42,155	41,346	31,104	Indramayu
12	246	288	0,736	41,733	40,728	29,897	Indramayu
13	254	336	0,505	46,319	42,603	32,725	Indramayu

14	244	300	0,712	42,138	38,607	38,172	Indramayu
15	250	297	0,680	45,029	40,015	40,744	Indramayu
16	260	302	0,728	45,832	43,952	45,490	Indramayu
17	257	298	0,756	43,487	39,762	39,415	Indramayu
18	232	322	0,663	40,973	37,625	37,465	Arum Manis
19	240	309	0,567	44,018	39,687	37,532	Arum Manis
20	241	289	0,661	41,296	37,695	40,474	Indramayu
21	235	283	0,952	37,935	35,737	38,334	Indramayu
22	236	286	0,793	42,471	39,350	45,312	Indramayu
23	264	363	0,738	48,929	42,971	28,556	Arum Manis
24	267	358	0,376	49,674	45,484	32,660	Indramayu
25	278	306	0,828	39,873	35,538	28,746	Indramayu
26	266	310	0,725	37,418	31,541	31,553	Indramayu
27	254	336	0,508	46,435	42,720	32,826	Indramayu
28	250	297	0,681	45,034	40,026	40,745	Indramayu
29	235	283	0,952	37,910	35,716	38,292	Indramayu
30	260	302	0,727	45,821	43,942	45,475	Indramayu

3.3 Pengujian Tingkat Akurasi

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari data *testing* yang telah dilakukan, langkah selanjutnya adalah penghitungan akurasi aplikasi. Langkah pertama yang

dilakukan adalah menemukan jumlah seluruh *output* yang benar pada data *testing*. Hasil *output* yang benar dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Total Hasil Data *Testing*

Jenis Mangga	<i>Output</i> yang Benar
Mangga Arum Manis	25 Data
Mangga Gedong	30 Data
Mangga Lokmay	30 Data
Mangga Indramayu	26 Data
Total Data yang Benar	111 Data

Langkah selanjutnya adalah menghitung persen akurasi buah. Persen akurasi buah jika dihitung adalah sebagai berikut :

$$= \frac{111}{120} \times 100 \% \\ = 92,5\%$$

$$= \frac{\text{Buah yang diuji benar}}{\text{Total buah yang diuji}} \times 100$$

Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil persen akurasi buah dengan menggunakan 120 *sample* citra buah mangga, didapat presentase kebenarannya adalah 92,5%. Akurasi

aplikasi yang didapatkan dibanding dengan akurasi penelitian lain dengan menggunakan *dataset* yang sama, dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini.

Tabel 4 Perbandingan Akurasi

Judul	Metode		Jumlah Dataset	Akurasi
	Fitur	Classifier		
Klasifikasi Mangga Berdasarkan Fitur Bentuk dan Warna dengan Menggunakan Metode <i>K-Nearest Neighbor</i>	Panjang, Lebar, Kebundaran, <i>Red</i> , <i>Green</i> dan <i>Blue</i>	K-NN	200 data	92,5%
<i>Detection of Mango Tree Varieties Based on Image Processing</i>	Contras (<i>Red</i> , <i>Green</i> dan <i>Blue</i>)	K-NN	200 data	71,67%
Identifikasi <i>Object</i> Menggunakan Teknik <i>Naive Bayes Classifier</i>	<i>Red</i> , <i>Green</i> , <i>Blue</i> dan Diameter	Naive Bayes	200 data	91,66%
Klasifikasi Mangga Berdasarkan Fitur Bentuk dan Warna	<i>Image Vector</i>	<i>Principle Component Analysis</i> (PCA)	200 data	64,17%

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, akurasi aplikasi mencapai 92,5% sehingga aplikasi ini layak untuk digunakan.
2. Semakin banyak fitur yang tersedia, maka semakin besar pula akurasi yang dihasilkan.
3. Mangga yang diprediksi sebagai *output* hanya terbagi empat jenis saja,

yaitu Mangga Arum Manis, Mangga Gedong, Mangga Lokmay dan Mangga Indramayu.

4. Setiap *button* yang ada *user interface* berfungsi sesuai pengaturan yang telah dilakukan.
5. Aplikasi *MangoClassifier* ini dapat di install pada sistem operasi *windows*.

Daftar Pustaka

- Kadin Didik J. Rachbini. (2013). Luas Lahan Pertanian RI Cuma Seperempat Dari Thailand, Diperoleh pada tanggal 6-11-2018, jam 14:50. Dari <https://finance.detik.com>.
- Fikri Alyandra. (2014). Berapa Sebenarnya Luas Lahan Pertanian Di Indonesia. Diperoleh pada tanggal 6-11-2018, jam 14:54. Dari <https://www.kompasiana.com>.
- Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan. (2016). Kekayaan Buah Tropis Nusantara Dari Indonesia Untuk Dunia. Diperoleh pada tanggal 6-11-2018. Jam 15:56 Dari <https://www.kemdikbud.go.id>.
- Yuli Yana. (2018). 24 Manfaat Mangga Untuk Kesehatan Dan Kecantikan, (Oktober 2018). Diperoleh pada tanggal 6-11-2018, jam 15:57 Dari <https://manfaat.co.id>.
- Alfian Sukma, Dian Ramadhan, Bagus Puji Santoso, Tiara Ratna Sari dan Ni Made Ayu Karina Wiraswari. (2014). *K-Nearest Neighbor Information Retrieval*. Universitas Airlangga.
- Marvin Chandra Wijaya. Dalam Rizal Delva (Penyunting). Teori Dasar Citra Digital, (2018), pp. 1-11.
- Vyas M Ankur, Talati Bijal dan Naik Sapan. (2014). *Quality Inspection And Classification Of Mangoes Using Color And Size Features*, (Juli 2014). Pp. 2-5
- Prasetyo Eko. (2016). *Detection Of Mango Tree Varieties Based On Image Processing*. (September 2016).
- Permadi Yuda dan Murinto. (2015). Aplikasi Pengolahan Citra Untuk Identifikasi Kematangan Mentimun Berdasarkan Tekstur Kulit Buah Menggunakan Metode Ekstraksi Ciri Statistik, (Januari 2015).
- Kurniawan Aditya, Murinto. (2014). Aplikasi Deteksi Tepi Untuk Menentukan Kualitas Mutu Citra Belimbing Manis Menggunakan Metode *Laplacian Of Gaussian*, (Oktober 2014).
- Sudarmaji Arief dan Ediati Rifah. (2011). Identifikasi Kematangan Buah Tropika Berbasis Sistem Penciuman Elektronik Menggunakan Deret Sensor Gas Semikonduktor Dengan Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan, (Februari, 2011).
- Prasetyo Eko. (2012). Pengolahan Citra Digital Dan Aplikasinya Menggunakan Matlab, pp. 2-14.
- Adi Pamungkas. (2017). Pencocokan Citra, (Juli 2017). Diperoleh pada tanggal 6-11-2018, jam 15:14, Dari <https://pemrogramanmatlab.com>.