

**ANALISIS PARAMETER MUTU BUAH MANGGIS  
BERDASARKAN WARNA KULIT DAN MAHKOTA BUAH  
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA**

**SRI ICHFANA HANIFTIO**



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2016**



## **PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul Analisis Parameter Mutu Buah Manggis Berdasarkan Warna Kulit dan Mahkota Buah Menggunakan Pengolahan Citra adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam bentuk teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka dibagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2016

*Sri Ichfana Haniftio*  
NIM F14120114



## ABSTRAK

SRI ICHFANA HANIFTIO. Analisis Parameter Mutu Buah Manggis Berdasarkan Warna Kulit dan Mahkota Buah Menggunakan Pengolahan Citra. Dibimbing oleh USMAN AHMAD.

Pemutuan manggis di Indonesia masih dilakukan secara manual dengan melihat warna mahkota, warna buah, dan bobot buah, sehingga kualitas pemutuan tidak presisi dan membutuhkan waktu lama. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari parameter mutu dalam klasifikasi buah manggis segar menggunakan pengolahan citra dan menentukan parameter untuk menentukan mutu buah manggis segar. Mahkota dan kulit buah manggis diamati dengan membandingkan parameter nilai indeks warna merah, hijau, biru, nilai hue, nilai saturasi, nilai intensitas dengan dimensi, dan bobot buah antara *Grade I*, *Grade II*, dan *Grade III*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai indeks warna merah, hijau, biru, nilai hue, nilai saturasi dan nilai intensitas pada kulit buah manggis dan mahkota manggis memiliki nilai yang saling tumpang tindih antar *grade* buah manggis. Sedangkan dimensi dan bobot buah tidak menunjukkan adanya korelasi dengan kelompok mutu buah karena mempunyai standar deviasi yang terlalu besar.

Kata kunci: buah manggis, pemutuan, pengolahan citra

## ABSTRACT

SRI ICHFANA HANIFTIO. Analysis of Mangosteen Grade Parameters Based on Color of Peel and Fruit Calyx using Image Processing. Supervised by USMAN AHMAD.

Grading of mangosteen in Indonesia is conducted manually by observing color of the fruit calyx, color of the fruit, and size of the fruit, so quality of grading is imprecise and need a long time. The purpose of this research are to study about quality parameters in the classification of fresh mangosteen using image processing and to determine the quality parameters of fresh mangosteen. Calyx and body of mangosteen observed by comparing index value of red, green, blue, hue value, saturation value, intensity value, area with dimension and weight for *Grade I*, *Grade II* and *Grade III*. The results showed that the index values of red, green, blue, hue value, saturation value and intensity value of the calyx and body of mangosteen have overlapping values among grade of mangosteens. While the dimension and weight of the fruit did not show any correlation with grades because standard deviation was overlap.

Keywords: mangosteen, grading, image processing



**ANALISIS PARAMETER MUTU BUAH MANGGIS  
BERDASARKAN WARNA KULIT DAN MAHKOTA BUAH  
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA**

**SRI ICHFANA HANIFTIO**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknik  
pada  
Departemen Teknik Mesin dan Biosistem

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2016**





Judul Skripsi : Analisis Parameter Mutu Buah Manggis Berdasarkan Warna Kulit dan Mahkota Buah Menggunakan Pengolahan Citra  
Nama : Sri Ichfana Haniftio  
NIM : F14120114

Disetujui oleh



Dr Ir Usman Alimad M Agr  
Pembimbing I

Diketahui oleh



Dr Ir Desrial M Eng  
Ketua Departemen

Tanggal lulus: 29 AUG 2016



## P R A K A T A

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SW T, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul Analisis Parameter Mutu Buah Manggis Berdasarkan Warna Kulit dan Mahkota Buah Menggunakan Pengolahan Citra. Dalam penyusunan skripsi ini, tidak sedikit hambatan yang penulis hadapi. Namun penulis menyadari bahwa kelancaran dalam penyusunan skripsi ini tidak lain berkat bantuan, dorongan dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr Ir Usman Ahmad M Agr selaku dosen pembimbing tugas akhir atas arahan dan bimbingannya.
2. Bapak Sabar Sriyono dan Ibu Umi Maryati selaku kedua orang tua atas dukungan, kasih sayang, dan doa yang selalu diberikan kepada penulis.
3. Bapak Sulyaden, Bapak Abas, Via Mardina, Sabihah, Abdullah Azzam, dan Muhammad Fatchurahman atas bantuan yang diberikan selama penelitian berlangsung.
4. Syahidul Fitrah, Luthfi Dwicahyo, Reza Febrizal, dan Anul Hadi Putra selaku sahabat satu bimbingan atas dukungan dan bantuannya selama penelitian berlangsung.
5. Keluarga besar Teknik Mesin dan Biosistem angkatan 49 atas dukungan, kebersamaan dan bantuannya selama penulis menempuh pendidikan sarjana.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis senantiasa menerima kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan di waktu yang akan datang. Semoga skripsi ini bermanfaat dan dapat memberikan kontribusi nyata dalam perkembangan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2016

*Sri Ichfana Haniftio*



## D A F T A R I S I

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vi
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Perumusan Masalah	1
Tujuan Penelitian	2
Ruang Lingkup Penelitian	2
TINJAUAN PUSTAKA	2
M anggis	2
Parameter Mutu dan Klasifikasi Buah M anggis	4
Pengolahan Citra	5
Jenis Pengolahan Citra Digital	7
W arna	8
Penelitian Terdahulu	9
METODE	10
W aktu dan Lokasi Penelitian	10
Bahan	10
Alat	10
Prosedur	10
Persiapan Bahan	11
Pengukuran Aktual	11
Pengambilan Citra	11
Pengolahan Citra	11
Pengolahan Data	12
HASIL DAN PEMBAHASAN	12
Program Pengolahan Citra M anggis	12
Analisis Parameter Mutu Aktual	16
Analisis Parameter Hasil Pengolahan Citra	17
Analisis W arna Kulit M anggis	17
a. Indeks warna merah kulit m anggis	17
b. Indeks warna hijau kulit m anggis	18
c. Indeks warna biru kulit m anggis	19
d. Nilai hue kulit m anggis	19
e. Nilai saturasi kulit m anggis	20
f. Nilai intensitas kulit m anggis	21
Analisis Luas Area Kulit M anggis	21
a. Luas area kulit m anggis terhadap bobot m anggis	21
b. <i>Grade</i> m anggis terhadap luas area kulit m anggis	22
Analisis W arna Mahkota M anggis	23
a. Indeks warna merah mahkota m anggis	23
b. Indeks warna hijau mahkota m anggis	23
c. Indeks warna biru mahkota m anggis	24
d. Nilai hue mahkota m anggis	25
e. Nilai saturasi mahkota m anggis	25

f. Nilai intensitas mahkota manggis	26
Analisis Luas Area Mahkota Manggis	27
a. Luas area mahkota manggis terhadap bobot manggis	27
b. <i>Grade</i> manggis terhadap luas area mahkota manggis	27
SIMPULAN	28
SARAN	29
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	31
RIWAYAT HIDUP	45

## DAFTAR TABEL

1 Kandungan nutrisi buah manggis per 100 gr daging buah	3
2 produksi dan ekspor buah manggis 2010-2015	3
3 Klasifikasi buah manggis segar	4
4 Indeks Kematangan Buah Manggis	5
5 Format citra bitmap	6
6 Model warna dan deskripsinya	8

## DAFTAR GAMBAR

1 Diagram alir prosedur penelitian	11
2 Sketsa perangkat pengambilan citra tampak depan	11
3 Tampilan program pengolahan citra manggis sebelum dijalankan	14
2 Tampilan buah manggis tampak atas yang sudah dibinerisasi	14
3 Tampilan buah manggis tampak atas setelah pengolahan citra	15
4 Tampilan buah manggis tampak samping asli yang sudah dibinerisasi	15
5 Tampilan buah manggis tampak samping edit yang sudah dibinerisasi	16
6 Pemetaan bobot manggis berdasarkan <i>grade</i> buah manggis	17
7 Pemetaan dimensi manggis berdasarkan <i>grade</i> buah manggis	17
8 Pemetaan indeks warna merah pada kulit buah manggis berdasarkan <i>grade</i> buah manggis	18
9 Pemetaan indeks warna hijau pada kulit buah manggis berdasarkan <i>grade</i> buah manggis	19
10 Pemetaan indeks warna biru pada kulit buah manggis berdasarkan <i>grade</i> buah manggis	19
11 Pemetaan nilai hue pada kulit buah manggis berdasarkan <i>grade</i> buah manggis	20
12 Pemetaan nilai saturasi pada kulit buah manggis berdasarkan <i>grade</i> buah manggis	21
13 Pemetaan nilai intensitas pada kulit buah manggis berdasarkan <i>grade</i> buah manggis	21
14 Hubungan antara luas area kulit manggis dengan bobot buah manggis	22

15	Pemetaan luasan area kulit buah manggis berdasarkan <i>grade</i> buah manggis	23
16	Pemetaan indeks warna merah pada mahkota manggis berdasarkan <i>grade</i> buah manggis	23
17	Pemetaan indeks warna hijau pada mahkota manggis berdasarkan <i>grade</i> buah manggis	24
18	Pemetaan indeks warna biru pada mahkota manggis berdasarkan <i>grade</i> buah manggis	25
19	Pemetaan nilai hue pada mahkota manggis berdasarkan <i>grade</i> buah manggis	25
20	Pemetaan nilai saturasi pada mahkota manggis berdasarkan <i>grade</i> buah manggis	26
21	Pemetaan nilai intensitas pada mahkota manggis berdasarkan <i>grade</i> buah manggis	27
22	Hubungan antara luas area mahkota manggis dengan bobot buah manggis	27
23	Pemetaan luasan area mahkota buah manggis berdasarkan <i>grade</i> buah manggis	28

## DAFTAR LAMPIRAN

1		G
	ambar sketsa perangkat pengambil citra	31
2		(
	a) Manggis segar <i>Grade</i> I	32
	(b) Manggis segar <i>Grade</i> II	32
	(c) Manggis segar <i>Grade</i> III	32
	(d) Alat Pengolahan Citra	32
	(e) Posisi pengambilan citra manggis	32
	(f) Perangkat komputer yang digunakan mengambil citra	32
3		P
	emrograman pengolahan citra manggis	33
4		(
	a) Pengukuran manggis <i>Grade</i> I	36
	(b) Pengukuran manggis <i>Grade</i> II	38
	(c) Pengukuran manggis <i>Grade</i> III	41





## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi untuk mengembangkan sektor pertanian dan perkebunan. Saat ini potensi pengembangan khususnya buah-buahan di Indonesia sangat besar. Keanekaragaman varietas yang didukung oleh iklim yang sesuai untuk buah-buahan tropika dan areal yang cukup luas merupakan keunggulan yang memungkinkan Indonesia menghasilkan buah-buahan dalam skala besar dan dapat dimanfaatkan dalam kegiatan perdagangan didalam dan diluar negeri. Seiring dengan hal tersebut, dalam beberapa tahun terakhir ini ekspor buah-buahan Indonesia naik cukup pesat. Salah satu komoditas buah-buahan yang mendominasi pasar ekspor Indonesia adalah buah manggis.

Manggis (*Garcinia mangostana L.*) merupakan buah segar terbanyak yang diekspor Indonesia, sehingga termasuk komoditas ekspor unggulan. Ekspor manggis Indonesia meningkat dari 4743 ton tahun 1999 menjadi 8176 ton tahun 2003 dengan pasar Taiwan, Eropa, Hongkong, Timur Tengah, Singapura, dan Jepang. Pemenuhan permintaan ekspor menghadapi kendala karena masih rendahnya kuantitas, kualitas, dan kontinuitas produksinya (Poerwanto 2006).

Sebagai komoditas buah ekspor, kualitas buah menjadi faktor yang sangat penting. Kriteria persyaratan manggis untuk ekspor adalah tidak burik, segar, warna sepal (mahkota bunga) hijau segar, jumlah sepal lengkap (dengan toleransi hilang maksimal satu), kulit buah berwarna hijau keunguan sampai merah ungu, tangkai buah berwarna hijau segar dan kulit buah mulus serta tidak terdapat cacat (Hidayat 2012).

Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan proses pengkelasan buah manggis. Pengkelasan atau *grading* secara manual oleh manusia mengakibatkan ketidakseragaman terhadap mutu manggis yang akan diekspor dan membutuhkan waktu yang lama karena keterbatasan visual manusia. Salah satu proses *grading* modern yang sedang berkembang adalah menggunakan pengolahan citra. Dengan menggunakan pengolahan citra dan berbagai parameter mutu diharapkan kegiatan *grading* yang dilakukan cepat dan akurat.

### Perumusan Masalah

Saat ini penentuan mutu buah manggis masih dilakukan secara manual dengan melihat keadaan buah, warna kulit dan warna mahkota manggis. Metode manual seperti ini sering menghasilkan tingkat kesalahan yang tinggi karena tidak konsisten dan bergantung pada kemampuan subjektif dari pengepul manggis yang memilah-milah manggis tersebut. Oleh karena itu, diperlukan metode lain yang lebih praktis dan akurat dalam mendeteksi mutu buah manggis. Pada penelitian ini digunakan metode pengolahan citra untuk mendeteksi mutu buah manggis.

## Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mempelajari parameter mutu dalam klasifikasi buah manggis segar.
2. Menentukan parameter untuk mengetahui mutu buah manggis segar menggunakan analisis pengolahan citra.

## Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan parameter-parameter mutu berdasarkan warna dan ukuran buah serta warna dan ukuran mahkota pada manggis untuk menentukan kelas mutu yang memenuhi persyaratan ekspor buah manggis yaitu *Grade I*, *Grade II* dan *Grade III* (PT Agung Mustika Selaras 2007).

## TINJAUAN PUSTAKA

### Manggis

Manggis (*Garcinia mangostana* L.) merupakan buah yang berasal dari Asia Tenggara. Manggis juga dikenal sebagai tanaman budidaya yang pertumbuhannya relatif lambat, tetapi umurnya sangat panjang. Buah tropika ini memerlukan waktu pertumbuhan untuk berbuah selama 10-15 tahun dengan tinggi 10-30 meter. Selain itu, manggis mendapat julukan sebagai ratu dari segala buah (*the queen of fruit*). Tanaman manggis dalam sistematika tumbuhan diklasifikasikan dalam kingdom Plantae, divisi Spermatophyta, subdivisi Angiospermae, kelas Dicotyledonae, keluarga Guttiferae, genus *Garcinia*, dan spesies *Garcinia mangostana* L. (Tjitrosoepomo 1994).

Tanaman manggis biasanya berbunga pada bulan Juli-Oktober, sehingga buah yang masak (siap panen) terdapat pada bulan November-Maret (Rukmana 1995). Tanaman manggis ini dapat hidup pada dataran rendah sampai ketinggian 600 mdpl yang mempunyai tipe iklim basah. Curah hujan antara 1500-3000 mm per tahun dan merata sepanjang tahun. Suhu udara rata-rata 20-30 °C, pH tanah 5-7. Daunnya lebar dan tebal, batang dan cabangnya umumnya tidak rata. Bunganya besar, mahkotanya tebal berwarna hijau terdiri dari 4 helai. Putiknya pendek dengan bakal buah yang bulat besar berwarna hijau. Kepala putiknya bercabang 4-8 yang tetap melekat pada ujung buah. Buah manggis yang telah masak berwarna merah kecoklatan dengan bekas kepala putik berwarna merah kehitaman (Sunarjono 1997).

Buah manggis berbentuk bola tertekan dengan diameter 3.5-7.0 cm. Bijinya bersifat apomiksis yaitu embrio tidak dihasilkan dari penyatuan gamet dan penyerbukan, tetapi dari sel di dalam kantong embrio atau sekeliling nuselus dan berkembang membentuk biji yang fertile. Tangkai buah tebal berdaging dan keras, dengan panjang 1.8-2.0 cm. Kulit buah (perikarp) mempunyai ketebalan 0.8-1.0

cm, berdaging dan bergetah kuning. Buah manggis mempunyai 4-8 segmen dan setiap segmen mengandung satu bakal biji yang diselimuti oleh aril (salut biji) berwarna putih (kadang-kadang transparan), empuk dan mengandung sari buah. Tidak semua bakal biji dalam segmen dapat berkembang menjadi biji. Umumnya hanya 1-3 bakal biji yang dapat berkembang menjadi biji (Yaacob dan Tindall 1995).

Buah manggis matang mempunyai bobot basah antara 30-140 gram, mempunyai rasa manis, asam berpadu dengan sedikit sepat dan segar serta aroma yang khas (Richards 1990). Komponen terbesar dari buah manggis adalah air, yaitu 83%. Komponen protein dan lemak yang dikandung sangat kecil. Buah manggis tidak mengandung vitamin A, tetapi mengandung vitamin B1 dan vitamin C. Komposisi kimia buah manggis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kandungan nutrisi buah manggis per 100 gr daging buah

Kandungan	Jumlah
Air	79.70 g
Kalori	76.00 kkal
Karbohidrat	18.60 g
Lemak	0.80 g
Protein	0.70 g
Kalsium	18.00 g
Vitamin C	2.00 g
Thiamin	0.06 g
Fosfat	11.00 mg
Zat Besi	0.30 mg
Serat Kasar	1.30 g
Abu	0.20 g
Riboflavin	0.01 mg
Niasin	0.04 mg

Sumber: Martin 1980

Tabel 2 Data produksi dan ekspor buah manggis 2010-2015

Tahun	Manggis (Ton)	
	Produksi	Ekspor
2010	84,538	11,387
2011	117,595	12,600
2012	190,287	20,289
2013	139,602	14,578
2014	114,755	12,460
2015	228.561	38,177

Sumber: Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura 2016

Permintaan pasar ekspor buah manggis dari luar negeri dari tahun ke tahun terus meningkat. Namun, tingginya permintaan pasar ekspor tidak diimbangi dengan produksi manggis dalam negeri. Produksi manggis dalam negeri sempat mencapai puncaknya pada tahun 2012 sebanyak 197,287 ton namun produksinya terus menurun hingga pada tahun 2014 hanya didapati produksi manggis sebanyak

114,755 ton sehingga buah manggis yang di ekspor ikut menurun. Angka produksi dan ekspor manggis dapat dilihat pada Tabel 2.

### Parameter Mutu dan Klasifikasi Buah Manggis

Standar warna dari berbagai tingkat kematangan buah manggis dinyatakan dengan indeks kematangan. Produk yang dipanen sebelum atau lewat tingkat kemasakannya maka produk tersebut akan mempunyai nilai atau mutu yang tidak sesuai dengan standar ekspor buah manggis. Buah manggis segar dapat digolongkan ke dalam tiga jenis mutu yaitu *Grade I*, *Grade II* dan *Grade III*. Klasifikasi mutu *Grade I* dan *Grade II* dapat dilihat pada Tabel 3. Sedangkan mutu *Grade III* masih belum diklasifikasikan secara baku, namun secara kualitas fisik tidak sebaik mutu *Grade I* dan *Grade II*.






Pengepul buah manggis menggunakan kriteria dari dimensi buah, kondisi kulit buah, warna mahkota, dan kelengkapan mahkota buah. Buah manggis harus dipanen di waktu yang tepat. Buah yang dipanen terlalu muda mengandung banyak getah berwarna kuning yang menempel pada permukaan kulit sehingga penampakan buah menjadi kurang menarik. Buah manggis dengan indeks warna 1 belum siap untuk dipanen. Indeks warna 2, 3 dan 4 untuk ekspor. Sedangkan indeks 5 dan 5 buah sudah masak sesuai untuk pasar domestik. Tabel 4 memperlihatkan indeks kematangan buah manggis.

Tabel 3 Klasifikasi buah manggis segar

Kelas Mutu		Jumlah (buah/kg)	Kriteria
<i>Grade I</i>	A 6	6-7	Tangkai berwarna hijau segar dan panjang, sepal lengkap dan berwarna hijau kilap, dan kulit buah mulus tanpa cacat
	A 5	7-8	
	A 4	8-9	
	A 3	9-10	
	A 2	10-11	
	A 1	11-12	
<i>Grade II</i>	A A A	6-9	Tangkai berwarna hijau kurang menarik, sepal tidak lengkap dan berwarna kecoklatan, kulit buah burik 30%
	A A	9-10	
	A	10-12	

Sumber: PT Agung Mustika Selaras 2007

Tabel 4 Indeks Kematangan Buah Manggis

Indeks W arna	Deskripsi
0 	W arna kulit kuning kehijauan, kulit buah masih bergetah dan buah belum siap petik.
1 	W arna kulit buah hijau kekuningan. Buah belum tua dan getah masih banyak. Isi buah masih sulit dipisahkan dari daging. Buah belum siap dipanen.
2 	W arna kulit buah kuning kemerahan dan bercak merah hampir merata buah hampir tua dan getah mulai berkurang. Isi daging buah masih sulit dipisahkan dari daging buah. Buah dapat dipetik untuk tujuan ekspor.
3 	W arna kulit buah merah kecoklatan pada seluruh permukaan kulit. Masih bergetah isi daging buah dan sudah dapat dipisahkan dari kulit. Buah tepat dipetik untuk tujuan ekspor.
4 	W arna kulit merah keunguan pada seluruh permukaan, siap dikonsumsi dan isi mudah lepas dari kulit, tidak ada getah pada kulit. Isi buah sudah dapat dipisahkan dari daging kulit dan buah dapat dikonsumsi. Buah tepat dipetik untuk tujuan ekspor.
5 	W arna kulit buah ungu kemerahan pada seluruh permukaan kulit. Buah sudah masak sesuai untuk pasar domestik.
6 	W arna kulit buah ungu gelap atau kehitaman pada seluruh permukaan kulit. Buah sudah masak sesuai untuk pasar domestik dan siap saji.

Sumber : PT Agung Mustika Selaras 2007

### Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah proses untuk mengamati dan menganalisa suatu objek tanpa berhubungan langsung dengan objek yang diamati. Proses dan analisisnya melibatkan persepsi visual dengan data masukan maupun data keluaran yang diperoleh berupa citra dari objek yang diamati. Teknik-tekniknya meliputi penajaman citra, penonjolan fitur tertentu dari suatu citra, kompresi citra dan koreksi citra yang tidak fokus atau kabur (Ahmad 2005).

Tabel 5 Format citra bitmap

Nama Format	Ekstensi	Penggunaan
Microsoft Windows Bitmap Format	BMP	Format umum untuk menyimpan citra bitmap yang dikembangkan oleh microsoft
Joint Photographic Experts Group (JPEG)	JPG	Format umum untuk menyimpan citra foto yang dikembangkan oleh majalah Joint Photographic Experts Group
CompuServe Graphics Interchange Format	GIF	Format umum citra yang dirancang untuk keperluan transmisi melalui modem
Aldus Tagged Image File Format	TIFF	Format kompleks dan multiguna yang dikembangkan oleh Aldus bersama Microsoft
WordPerfect Graphics Format	WPG	Format vektor yang juga mendukung citra bitmap
GEM Image Format	IMG	Format bitmap yang dikembangkan untuk riset digital di lingkungan GEM
Zsoft Pengolahan Citra Paintbrush Format	PCX	Dirancang untuk menyimpan citra layar dan merupakan format bitmap yang didukung luas
Microsoft Paint Bitmap Format	MSP	Secara fungsional mirip dengan IMG dan PCX, tapi kurang populer
AT&T Targa Format	TGA	Format untuk 16-bit dan 24-bit citra warna penuh diciptakan untuk sistem Truevision
Apple MacPaint Format	PNTG	Format asli dari Macintosh MacPaint program
Sun Microsystems Raster Format	RAS	Format bitmap asli yang digunakan pada Sun SPARCS
X Windows X-11 Bitmap Format	XBM	Format umum untuk menyimpan citra bitmap yang dikembangkan untuk X Windows

Sumber: Ahmad 2005

Teknik ini merupakan teknik modern yang banyak digunakan untuk proses sortasi dan *grading*. Pengolahan citra mampu menghasilkan citra digital yang dapat dimanfaatkan untuk menganalisis bentuk, dimensi, warna, dan kerusakan yang terjadi pada buah. Analisis citra dilakukan dalam sebuah perangkat komputer yang sudah dilengkapi dengan software pengolahan citra.

Citra merupakan sekumpulan titik-titik dari gambar yang berisi informasi warna dan tidak tergantung pada waktu. Umumnya citra dibentuk dari kotak-kotak persegi empat yang teratur sehingga jarak horizontal dan vertikal antar piksel sama pada seluruh bagian citra. Dalam pengambilan citra hanya citra digital yang dapat diproses oleh komputer digital, data citra yang dimasukkan berupa nilai-nilai integer yang menunjukkan nilai intensitas cahaya atau tingkat keabuan setiap piksel. Citra masukan diperoleh melalui suatu kamera yang didalamnya terdapat suatu alat digitasi yang mengubah citra masukan berbentuk analog

menjadi citra digital. Alat digitasi ini dapat berupa penjelajahan *solid-state* yang menggunakan matrik sel yang sensitif terhadap cahaya yang masuk, dimana citra yang direkam maupun yang digunakan mempunyai kedudukan atau posisi yang tetap (Suhandy 2003).

Alat masukan citra yang digunakan adalah kamera dengan sensor CCD (*Charge Coupled Device*) atau CMOS (*Complimentary Metal Oxide Semiconductor*). Salah satu yang menggunakan sensor CMOS adalah webcam. Pada dasarnya sensor CCD maupun CMOS sama-sama menghasilkan keluaran berupa citra analog sehingga dibutuhkan proses digitasi dengan menggunakan alat digitasi seperti yang telah disebutkan di atas. Namun, kualitas citra keluaran dari sensor CCD lebih baik dari CMOS karena lebih minim *nois*. Kelebihan dari sensor CMOS adalah harganya yang murah, penggunaan memori yang kecil, hemat listrik, dan pengolahan citranya lebih cepat (Suhandy 2003).

Citra digital disimpan dalam format file tertentu. Format file citra dibagi menjadi dua kategori besar yaitu format bitmap dan format vektor. Format bitmap menyimpan data kode citra secara digital dan lengkap dengan cara memetakan data-data pada bit-bit memori, sedangkan format vektor menyimpan elemen-elemen pembentuk citra seperti titik, garis, dan bentuk lainnya secara individual. Untuk kepentingan dalam pengolahan citra yang biasanya dilakukan pada setiap piksel penyusun citra, format bitmap akan lebih mudah digunakan (Ahmad 2005). Format citra bitmap yang umum digunakan dalam pemrograman pengolahan citra dapat dilihat pada Tabel 5.

### Jenis Pengolahan Citra Digital

Operasi-operasi yang dilakukan dalam pengolahan citra banyak ragamnya. Namun, secara umum operasi pengolahan citra dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis yaitu perbaikan kualitas citra (*image enhancement*), pemugaran citra (*image restoration*), pemampatan citra (*image compression*), segmentasi citra (*image segmentation*), pengorakan citra (*image analysis*), dan rekonstruksi citra (*image reconstruction*) (Putra 2010).

Perbaikan kualitas citra (*image enhancement*) terdiri dari perbaikan tepian objek (*edge enhancement*), penajaman (*sharpening*), pemberian warna semu (*pseudocoloring*), dan penapisan derau (*noise filtering*). Jenis operasi ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra dengan cara memanipulasi parameter-parameter citra. Operasi ini lebih menonjolkan ciri-ciri khusus yang terdapat di dalam citra (Putra 2010).

Pemugaran citra (*image restoration*) bertujuan menghilangkan atau meminimumkan cacat pada citra. Tujuan pemugaran citra hampir sama dengan operasi perbaikan citra. Bedanya, pada pemugaran citra penyebab degradasi gambar diketahui. Contoh-contoh operasi pemugaran citra yaitu penghilangan kesamaran (*deblurring*), dan penghilangan derau (*noise*) (Putra 2010).

Pemampatan citra (*image compression*) dilakukan agar citra dapat direpresentasikan dalam bentuk yang lebih kompak sehingga memerlukan memori yang lebih sedikit. Hal penting yang harus diperhatikan dalam pemampatan adalah citra yang telah dimampatkan harus tetap mempunyai kualitas gambar yang bagus. Contoh metode pemampatan citra adalah metode JPEG (Putra 2010).

Segmentasi citra (*image segmentation*) bertujuan untuk memecah suatu citra kedalam beberapa segmen dengan suatu kriteria tertentu. Jenis operasi ini berkaitan erat dengan pengenalan pola (Putra 2010).

Pengorakan citra (*image analysis*) bertujuan menghitung besaran kuantitatif dari citra untuk menghasilkan deskripsinya. Teknik pengorakan citra mengekstraksi cirri-ciri tertentu yang membantu dalam identifikasi objek. Proses segmentasi kadangkala diperlukan untuk melokalisasi objek yang diinginkan dari sekelilingnya. Contoh-contoh operasi pengorakan citra yaitu pendeteksian tepi objek (*edge detection*), ekstraksi batas (*boundary*), dan representasi daerah (*region*) (Putra 2010).

Rekonstruksi citra (*image reconstruction*) bertujuan untuk membentuk ulang objek dari beberapa citra hasil proyeksi. Operasi rekonstruksi citra banyak digunakan dalam bidang medis. Misalnya beberapa foto rontgen dengan sinar X digunakan untuk membentuk ulang gambar organ tubuh (Putra 2010).

## Warna

Warna adalah spektrum yang terdapat didalam suatu cahaya dan intensitas, suatu warna ditentukan oleh panjang gelombang cahaya tersebut. Informasi warna sangat diperlukan sebagai pendeskripsi sebuah objek dalam proses analisis suatu citra. Proses identifikasi dan ekstraksi objek dalam suatu citra dapat disederhanakan dengan menyertakan informasi warnanya. Mata manusia juga membedakan objek dari warna dan intensitas warna yang diterima (Purnomo dan Muntasa 2010). Beberapa model warna yang sering digunakan diantaranya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Model warna dan deskripsinya

Model Warna	Deskripsi
RGB	Merah, hijau dan biru (warna pokok). Sebuah model warna pokok aditif yang digunakan pada sistem <i>display</i> .
CMY(K)	Cyan, magenta, yellow (dan hitam). Sebuah model warna subtraktif yang digunakan pada mesin printer.
YcbCr	Luminase (Y) dan dua komponen kromasiti (Cb dan Cr). Model warna yang digunakan dalam siaran gelombang televisi.
HSI	Hue, saturasi dan Intensitas. Berdasarkan pada persepsi manusia terhadap warna.

Sumber: Ahmad (2005)

Salah satu model warna yang paling sering digunakan adalah model warna pokok RGB (*red, green, blue*) dan HSI (*hue, saturation, intensity*). Model warna RGB merupakan model warna pokok aditif, yaitu warna dibentuk dengan mengkombinasikan energi cahaya dari ketiga warna pokok dalam berbagai perbandingan (Ahmad 2005). Model warna RGB dapat juga dinyatakan dalam bentuk indeks warna RGB dengan rumus sebagai berikut:



$$\text{Indeks warna merah} \quad (r) \quad = \quad \frac{R}{R+G+B} \quad (1)$$

$$\text{Indeks warna hijau} \quad (g) \quad = \quad \frac{G}{R+G+B} \quad (2)$$

$$\text{Indeks warna biru} \quad (b) \quad = \quad \frac{B}{R+G+B} \quad (3)$$

Model warna HSI atau bisa disebut dengan hue, saturasi dan intensitas. Nilai hue menunjukkan panjang gelombang terhadap persepsi warna. Sedangkan saturasi menunjukkan kuantitas warna putih yang muncul pada suatu objek. Intensitas menunjukkan nilai abu-abu dari piksel dalam citra abu-abu gelap dan terang (Ahmad2005). Model warna RGB dapat ditransformasikan ke dalam model HSI dengan persamaan sebagai berikut:

$$H \quad = \quad \arccos \left( \frac{2R-G-B}{2} \right) \times [(R-G)^2 + (R+G)(G-B)]^{0.5} \quad (4)$$

$$S \quad = \quad 1 - \left[ \frac{3}{(R+G+B)} \times \min(R, G, B) \right] \quad (5)$$

$$I \quad = \quad \left( \frac{R+G+B}{3} \right) \quad (6)$$

### Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian mengenai pengolahan citra buah manggis telah dilakukan sebelumnya. Hamdani (1998), melakukan penelitian menyusun algoritma menggunakan visual basic untuk menentukan ukuran dan warna berdasarkan umur petik. Sampel yang digunakan adalah buah manggis dengan umur petik 90, 100, 110 dan 120 hari sejak bunga mekar (SBM) yang dipetik dari kebun petani di Desa Pasanggrahan, Kecamatan Bojong, Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan umur petik buah manggis mempunyai hubungan linear dengan kandungan warna ungu dengan koefisien determinasi sebesar 0.73. Umur petik mempunyai hubungan linear terhadap intensitas komponen warna merah, hijau dan biru dengan koefisien determinasi 0.79, 0.73 dan 0.6. Berat buah manggis mempunyai hubungan linear dengan luas proyeksi buah manggis dengan koefisien determinasi 0.93.

Suhandy (2003), melakukan penelitian pengembangan algoritma untuk menduga kemasakan buah manggis segar. Sampel yang digunakan adalah buah manggis segar dengan kelompok masak 1, masak 2, masak 3 dan masak 4 dengan umur petik masing-masing 120 SBM sebanyak 30 sampel, 126 SBM sebanyak 37 sampel, 132 SBM sebanyak 40 sampel dan 138 SBM sebanyak 40 sampel yang diambil dari kebun petani di Dusun Cengal, Desa Karacak, Kecamatan Leuwiliang, Kabupaten Bogor. Berdasarkan pengolahan citra yang dibangun pendugaan kemasakan atau umur petik dapat dilakukan dengan menghitung indeks warna biru. Hubungan tingkat kekerasan manggis dengan indeks warna biru menghasilkan nilai koefisien determinasi 0.8392. Hubungan tingkat

kemasakan dengan indeks warna biru menghasilkan nilai koefisien determinasi sebesar 0.8159.

## M E T O D E

### W a k t u dan Lokasi Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan di Laboratorium Siswadhi Supardjo Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor. Waktu pelaksanaan penelitian selama 4 bulan dimulai dari bulan Maret hingga Juni 2016.

### B a h a n

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) yang berasal dari pedagang pengepul di daerah Purwakarta, Provinsi Jawa Barat. Sampel diambil secara acak sebanyak 100 buah untuk *Grade* I, 100 buah untuk *Grade* II, dan 100 buah untuk *Grade* III.

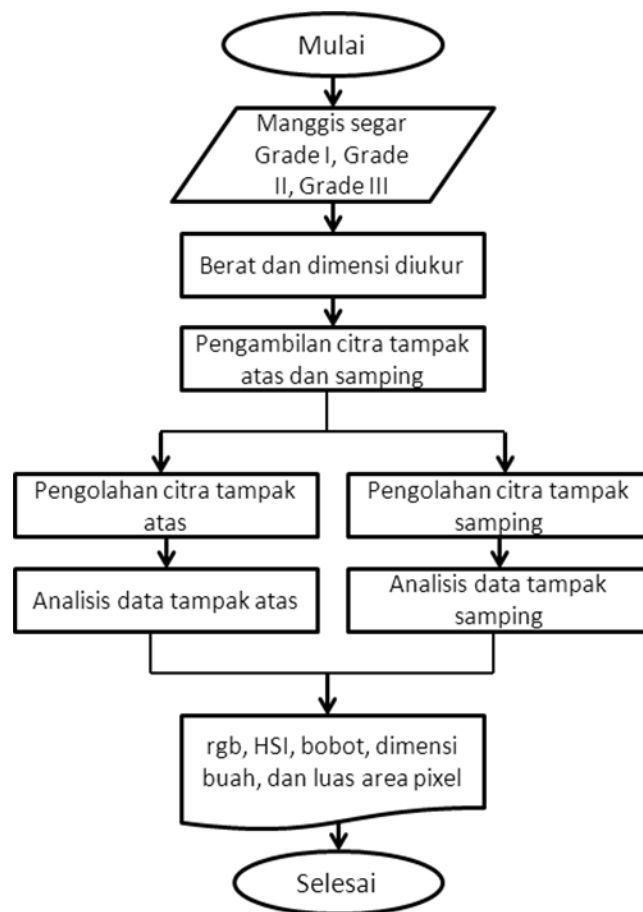
### A l a t

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

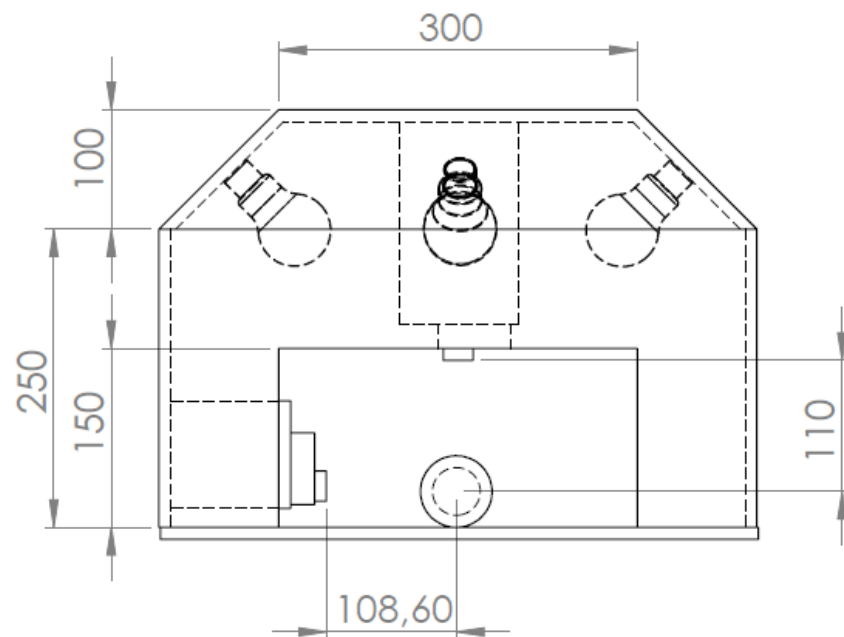
1. Dua kamera webcam sebagai alat penangkap citra.
2. Empat lampu LED (*Light Emitting Diode*) dengan daya 3 Watt (120 – 240 Volt) sebagai alat bantu pencahayaan.
3. *Ruber* putih sebagai latar dan kotak yang terbuat dari multiplek dengan lapisan melamin sebagai penghalang masuknya cahaya dari luar.
4. Seperangkat komputer sebagai alat pengolahan citra.
5. Jangka sorong yang digunakan untuk mengukur diameter buah manggis.
6. Timbangan digital yang digunakan untuk mengukur berat buah manggis.
7. Luxmeter yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya.

### P r o s e d u r

Terdapat beberapa tahapan yaitu persiapan bahan, pengukuran secara langsung, pengambilan citra, pengolahan citra, dan tahap pengolahan data seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Data pengolahan citra dan data pengukuran langsung antar *grade* akan dibandingkan untuk mengetahui perbedaan parameter-parameter visual mutu buah manggis. Gambar sketsa perangkat pengambilan citra tampak depan dapat dilihat pada Gambar 2 dan gambar sketsa secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 1.



Gambar 1 Diagram alir prosedur penelitian



Gambar 2 Sketsa perangkat pengambilan citra tampak depan

### Persiapan Bahan

Bahan yang dipersiapkan adalah buah manggis *Grade I*, *Grade II*, dan *Grade III* yang sudah dipilah oleh pengepul manggis dari Purwakarta, Jawa Barat seperti pada Lampiran 2(a), Lampiran 2(b) dan Lampiran 2(c). Sebanyak 100 buah manggis dipilih secara acak dari masing-masing *grade*. Manggis yang telah dipilih dibersihkan dari kotoran yang menempal dan diberikan label nomor 1 sampai 100 pada bagian bawah supaya label tidak terlihat saat pengambilan citra.

### Pengukuran Aktual

Buah manggis yang sudah diberikan label ditimbang menggunakan timbangan digital dan diukur dimensinya berupa diameter dan tinggi menggunakan jangka sorong digital. Pengukuran diameter dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan pada lingkaran buah manggis, dan pengukuran tinggi dilakukan sebanyak 1 kali pengulangan dari bagian bawah buah sampai mahkota buah. Proses diulangi untuk tiap sampel dan data disimpan pada perangkat lunak Microsoft Excel.

### Pengambilan Citra

Buah manggis diambil citranya dengan alat yang dipersiapkan seperti pada Lampiran 2(d). Pada alat tersebut terdapat dua webcam seperti pada Lampiran 2(e). Pengambilan citra dilakukan dengan meletakkan manggis secara tegak. Satu webcam mengambil citra kulit buah manggis dan sisanya mengambil citra mahkota buah manggis dengan latar belakang warna putih. Pengambilan citra dilakukan menggunakan alat pengolahan citra manggis yang dirancang oleh Ahmad (2016), dengan cara sebagai berikut:

- Buah diletakkan tegak diatas *rubber* putih sebagai latar belakang dan terfokus oleh dua webcam yang diletakkan di atas buah dan di samping buah yang diterangi dengan empat lampu led yang diletakkan di masing-masing sisi miring dari prisma bagian atas kotak pengambilan citra, sehingga intensitas cahayanya menjadi merata dan optimum yaitu sebesar 1600 lx.
- Perekaman citra dengan posisi tampak samping dari buah digunakan untuk analisis warna dan luas kulit buah.
- Perekaman citra dengan posisi tampak atas dari buah digunakan untuk analisis warna dan luas mahkota buah.
- Jarak kamera untuk pengambilan citra tampak samping adalah 13 cm dan untuk pengambilan citra tampak atas adalah 12 cm dengan ukuran 640 x 480 piksel.
- Proses kembali diulangi untuk tiap sampel dan data disimpan dalam bentuk JPEG pada komputer.

### Pengolahan Citra

Pengolahan citra manggis dilakukan menggunakan komputer seperti Lampiran 2(f). Program komputer dengan *coding* pemutuan yang telah dibuat terlebih dahulu dengan perangkat lunak SharpDevelop. Program dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik mutu buah berdasarkan dimensi, warna kulit buah, dan warna mahkota buah. Sebelumnya citra buah dan mahkota sudah dipisahkan secara manual menggunakan Adobe Photoshop hanya untuk tampak samping, sedangkan untuk tampak atas citra langsung diolah. Langkah untuk

menjalankan program adalah membuka citra buah tampak atas atau tampak samping yang telah diambil untuk selanjutnya diambil data-data luas area, indeks warna merah, indeks warna hijau, indeks warna biru, nilai hue, nilai saturasi, dan nilai intensitas untuk menentukan kelas mutu buah.

### **Pengolahan Data**

Data yang diperoleh melalui pengolahan citra berupa indeks warna merah, indeks warna hijau, indeks warna biru, nilai hue, nilai saturasi, dan nilai intensitas dibandingkan antara *Grade I*, *Grade II*, dan *Grade III*. Diameter, dan berat buah manggis sebagai data aktual juga dibandingkan antara *Grade I*, *Grade II*, dan *Grade III*. Untuk mengetahui parameter pembeda antar *grade* hasil pengukuran aktual dan pengolahan citra disajikan dalam bentuk diagram *scatter*.

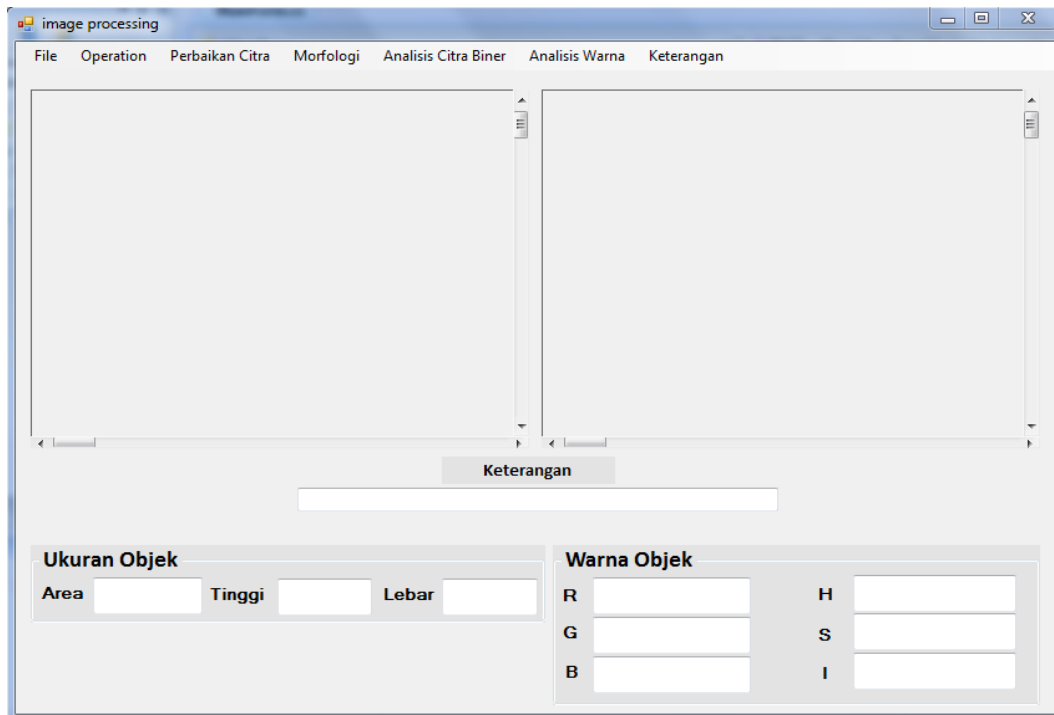
## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Program Pengolahan Citra Manggis**

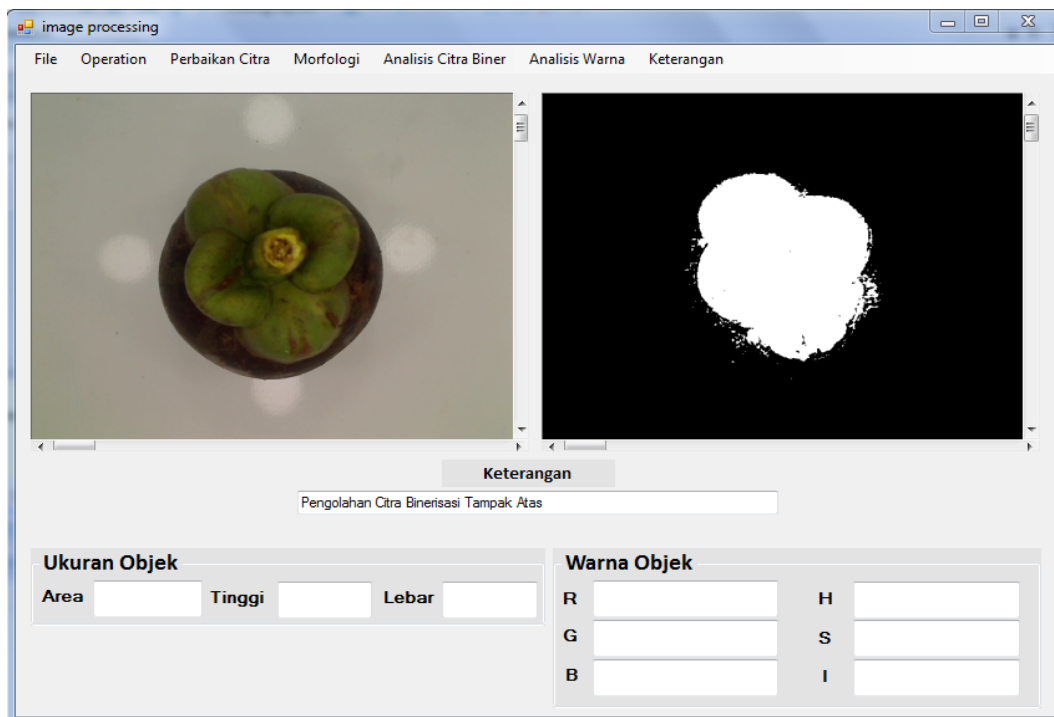
Program pengolahan citra yang dibangun dalam bahasa C# dengan bantuan perangkat lunak SharpDevelop dapat digunakan untuk menghitung luas pixel, mengukur indeks warna merah, indeks warna hijau, indeks warna biru, nilai hue, nilai saturasi dan nilai intensitas. Program ini terdiri dari beberapa menu, yaitu menu *file* yang berisikan sub menu *open file*, *save file* dan *exit*. Menu *operation* yang berisikan sub menu *binaryzation* tampak atas dan tampak samping. Menu perbaikan citra yang berisikan sub menu tingkatkan kecerahan dan median blur. Menu morfologi yang berisikan sub menu *erosi*, *dilasi*, *opening* dan *closing*. Menu analisis citra biner, analisis warna, dan keterangan. Menu tersebut dijalankan secara manual.

*Open file* berfungsi untuk memanggil citra yang disimpan pada hardisk. *Save file* berfungsi untuk menyimpan hasil pengolahan citra pada hardisk. *Exit* berfungsi untuk mengeluarkan program. *Binaryzation* berfungsi untuk mengolah data citra dengan cara *thresholding* dan menghasilkan citra biner. *Erosi* berfungsi untuk melakukan penyusutan citra biner. *Dilasi* berfungsi untuk melakukan pemuaian citra biner. *Opening* berfungsi untuk menghilangkan bintik pixel berwarna putih. *Closing* berfungsi untuk menghilangkan bintik pixel berwarna hitam. Analisis citra biner berfungsi untuk mendapatkan angka luasan pixel. Analisis warna berfungsi untuk mendapatkan nilai RGB dan HSI.

Tampilan program pengolahan citra manggis sebelum dijalankan dapat dilihat pada Gambar 3. Sedangkan pemrograman pengolahan citra manggis dapat dilihat pada Lampiran 3.



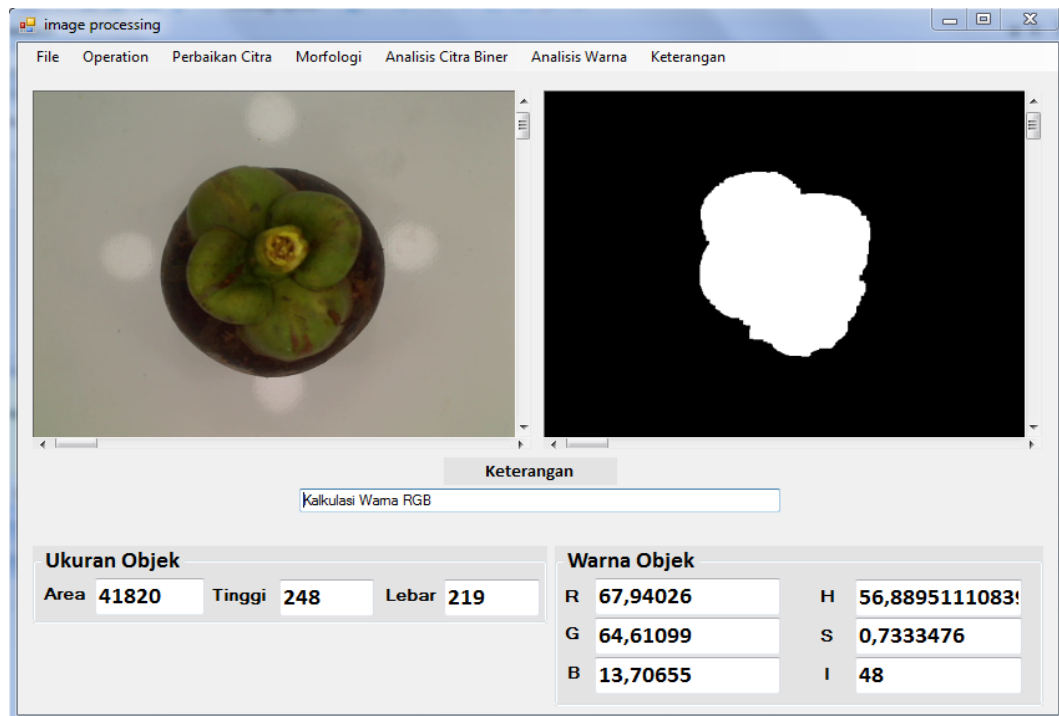
Gambar 3 Tampilan program pengolahan citra manggis sebelum dijalankan



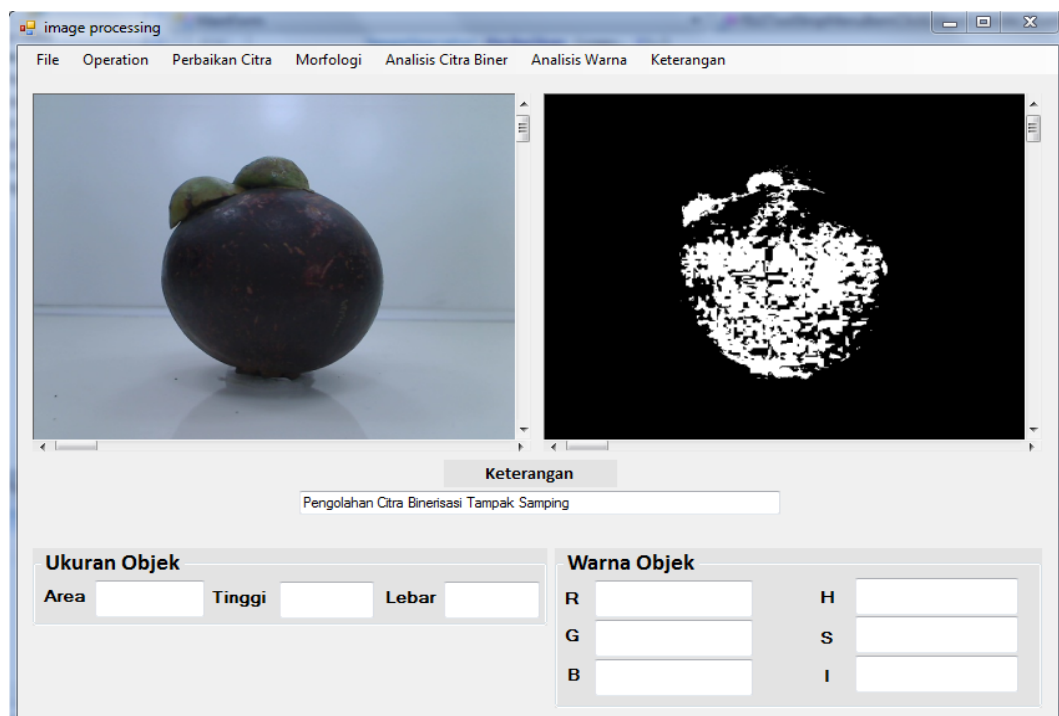
Gambar 4 Tampilan buah manggis tampak atas yang sudah dibinerisasi

Citra buah manggis yang dipanggil dan dilakukan operasi binerisasi dapat dilihat pada Gambar 4. Terlihat pada hasil biner masih banyak noise yang muncul. Banyaknya noise yang muncul dapat mengurangi akurasi perhitungan luas pixel buah manggis. Untuk memperbaiki citra biner menu yang digunakan adalah menu morfologi yaitu *opening* kemudian *closing*. Hasil citra biner yang telah diperbaiki

dengan menu morfologi dapat dilihat pada Gambar 5. Citra biner yang telah diperbaiki dapat dilakukan analisis citra biner dan analisis warna untuk mendapatkan ukuran luas pixel dan nilai RGB dan HSI.

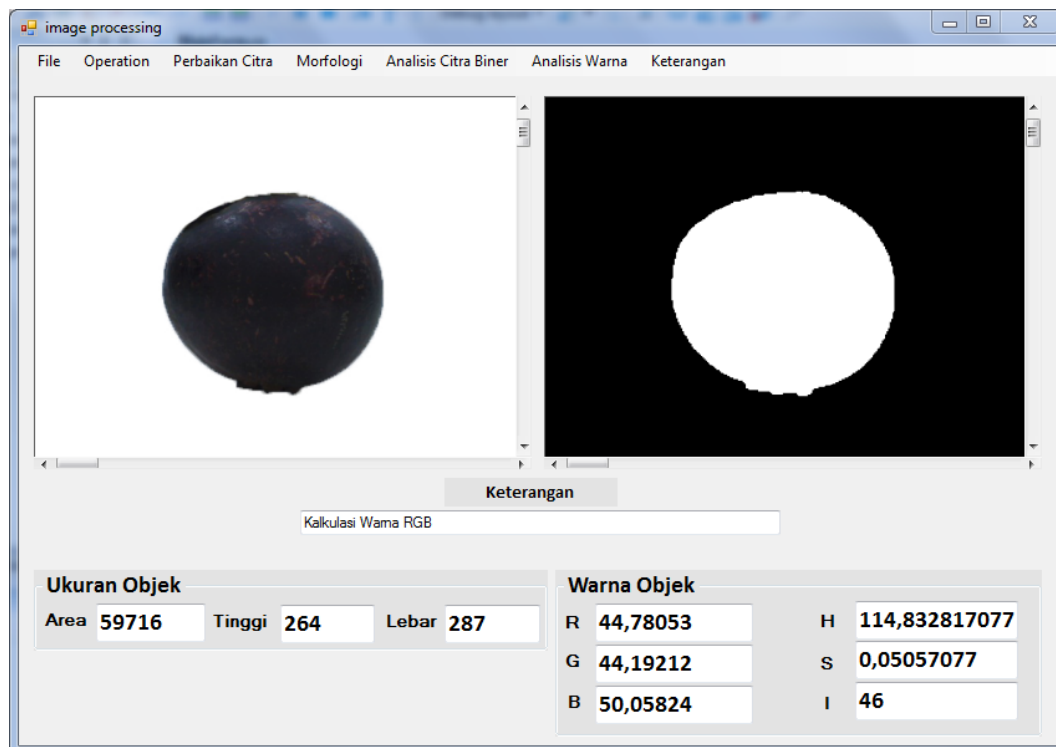


Gambar 5 Tampilan buah manggis tampak atas setelah pengolahan citra



Gambar 6 Tampilan buah manggis tampak samping asli yang sudah dibinerisasi

Berbeda dengan pengolahan citra manggis tampak atas, untuk pengolahan citra manggis tampak samping citra manggis yang dipanggil sebelumnya sudah dipisahkan manual antara kulit buah dengan mahkota dan latar menggunakan perangkat lunak Adobe Photoshop. Hal tersebut dilakukan karena kulit buah dan mahkotanya tidak bisa dipisahkan dengan pengolahan citra sehingga program yang sudah dibuat tidak menghasilkan citra biner yang baik seperti pada Gambar 6. Citra manggis yang sudah dipisahkan menggunakan Adobe Photoshop dipanggil dan dilakukan operasi binerisasi sehingga tampak seperti pada Gambar 7.



Gambar 7 Tampilan buah manggis tampak samping edit yang sudah dibinerisasi

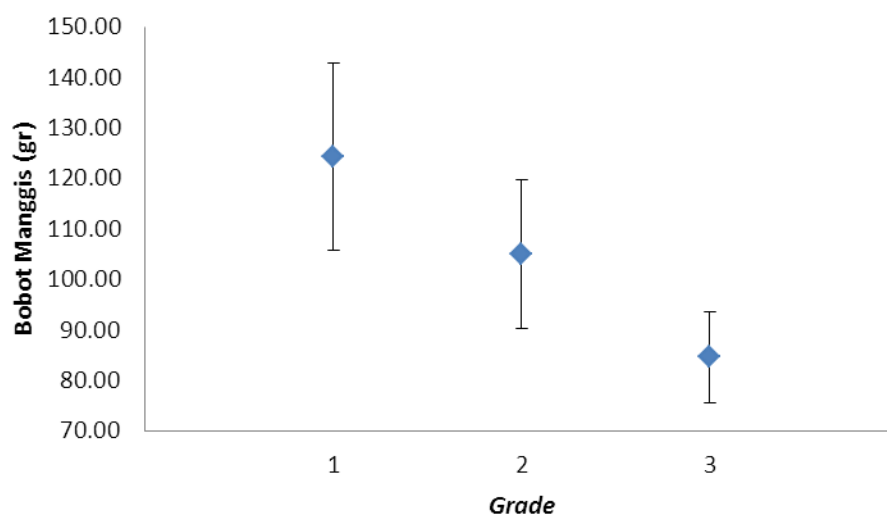
Angka yang keluar pada kolom area merupakan luasan area dari citra biner, kolom tinggi merupakan jarak terjauh antara pixel terbawah dan teratas pada citra biner, kolom lebar merupakan jarak terjauh antara pixel paling kiri dan pixel paling kanan pada citra biner. Angka yang keluar pada kolom R, G, B, H, S dan I merupakan nilai warna yang didapat dari citra manggis yang dipanggil berdasarkan luasan pixel pada citra biner. Nilai R, G dan B harus dikonversi menggunakan persamaan (1) untuk mendapatkan indeks warna merah, persamaan (2) untuk mendapatkan indeks warna hijau, dan persamaan (3) untuk mendapatkan indeks warna biru.

### Analisis Parameter Mutu Aktual

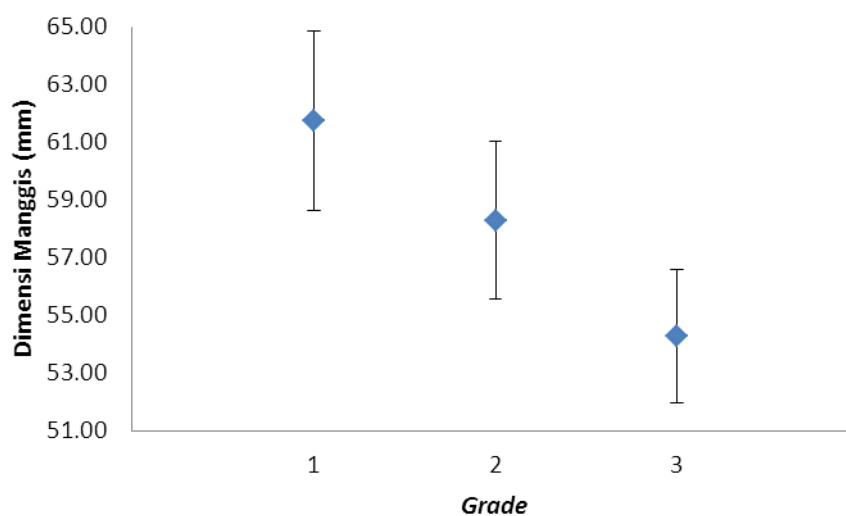
Data pengukuran aktual dapat dilihat pada Lampiran 4(a) untuk manggis *Grade I*, Lampiran 4(b) untuk manggis *Grade II* dan Lampiran 4(c) untuk manggis *Grade III*. Bobot manggis *Grade I* memiliki rata-rata sebesar 124,35 gr



dengan standar deviasi 18.54. Bobot manggis *Grade* II memiliki rataan sebesar 104.89 gr dengan standar deviasi 14.72. Bobot manggis *Grade* III memiliki rataan sebesar 84.54 gr dengan standar deviasi 9.10. Berdasarkan grafik pada Gambar 8, nilai rataan bobot manggis semakin turun dari yang tertinggi *Grade* I dan yang terendah *Grade* III. Selain itu, dimensi manggis *Grade* I memiliki rataan sebesar 61.73 mm dengan standar deviasi 3.11. Dimensi manggis *Grade* II memiliki rataan sebesar 58.28 mm dengan standar deviasi 2.74. Dimensi manggis *Grade* III memiliki rataan sebesar 54.27 mm dengan standar deviasi 2.31. Berdasarkan grafik pada Gambar 9, nilai rataan dimensi manggis semakin turun dari yang tertinggi *Grade* I dan yang terendah *Grade* III. Namun, karena standar deviasi yang terlalu besar maka bobot dan dimensi tidak bisa menjadi parameter pem beda untuk menentukan *grade* manggis.



Gambar 8 Pemetaan bobot manggis berdasarkan *grade* buah manggis



Gambar 9 Pemetaan dimensi manggis berdasarkan *grade* buah manggis

### Analisis Parameter Hasil Pengolahan Citra

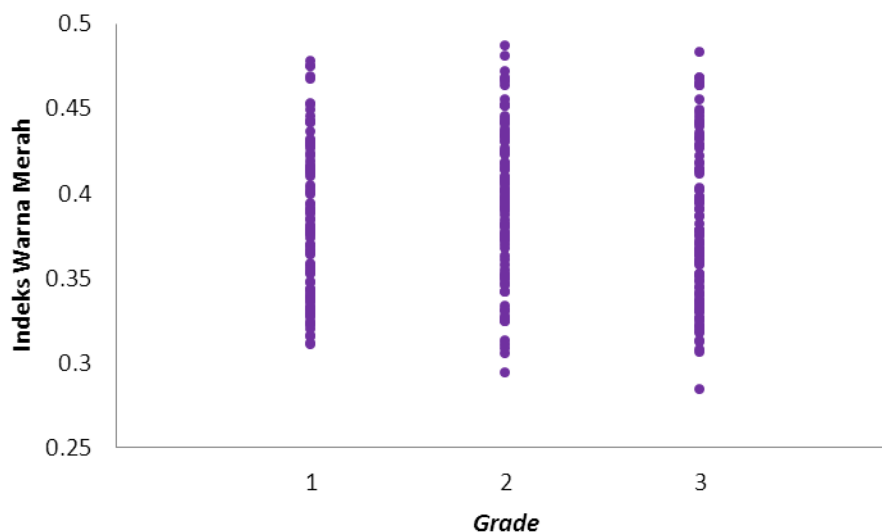
Data hasil pengolahan citra dibandingkan dengan data pengukuran secara langsung. Hasil pengolahan citra yang dianalisis adalah warna kulit manggis, luas area kulit buah manggis, warna mahkota dan luas area mahkota manggis.

#### Analisis Warna Kulit Manggis

Analisis warna kulit manggis digunakan untuk mengetahui perbedaan nilai indeks warna RGB dan HSI dari kulit buah manggis terhadap *Grade I*, *Grade II* dan *Grade III*.

##### a. Indeks warna merah kulit manggis

Hasil pengukuran indeks warna merah yang dilakukan dengan pengolahan citra menunjukkan bahwa kulit buah manggis *Grade I* memiliki indeks warna merah yang berkisar antara 0.310 sampai 0.478. Kulit buah manggis *Grade II* memiliki indeks warna merah yang berkisar antara 0.294 sampai 0.487. Kulit buah manggis *Grade III* memiliki indeks warna merah yang berkisar antara 0.284 sampai 0.483. Sehingga, indeks warna merah pada kulit buah manggis *Grade I*, *Grade II* dan *Grade III* *overlap* yang berarti indeks warna merah pada kulit buah manggis tidak bisa dijadikan parameter pembeda antar *grade* buah manggis. Hasil pemetaan indeks warna merah pada kulit buah manggis *Grade I*, *Grade II* dan *Grade III* dapat dilihat pada Gambar 10.

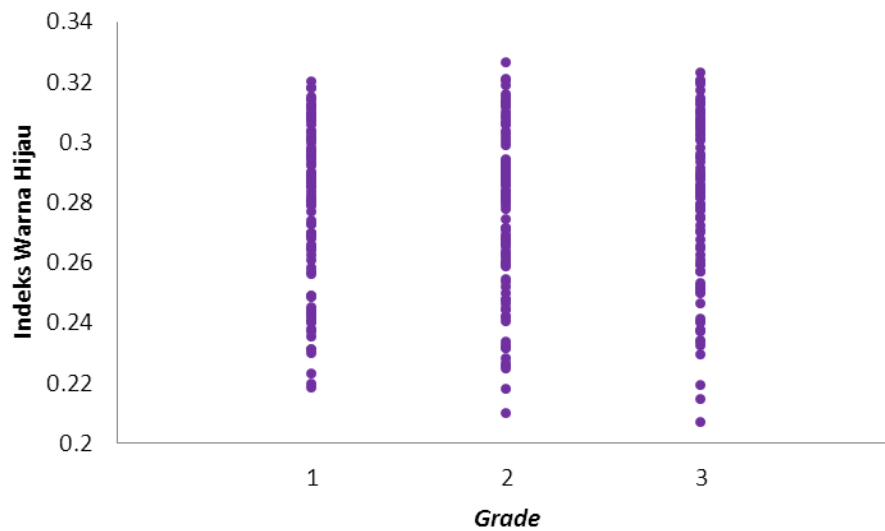


Gambar 10 Pemetaan indeks warna merah pada kulit buah manggis berdasarkan *grade* buah manggis

##### b. Indeks warna hijau kulit manggis

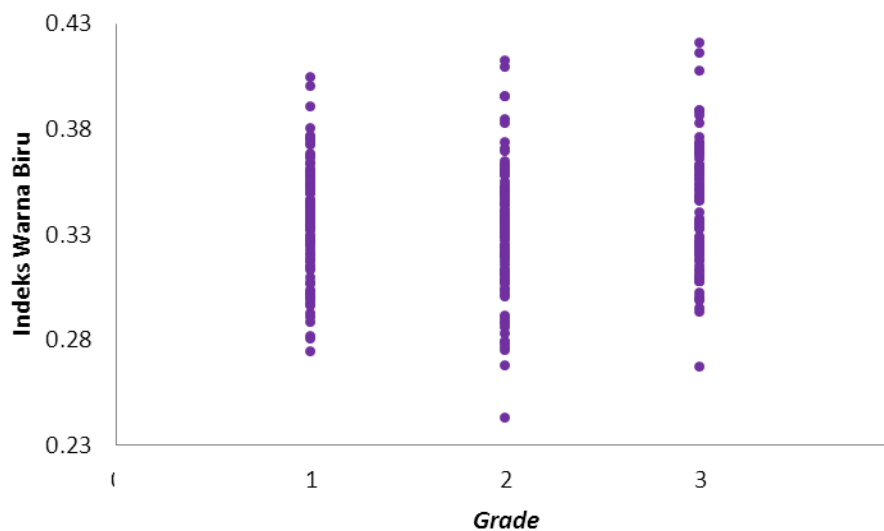
Hasil pengukuran indeks warna hijau yang dilakukan dengan pengolahan citra menunjukkan bahwa kulit buah manggis *Grade I* memiliki indeks warna hijau yang berkisar antara 0.218 sampai 0.320. Kulit buah manggis *Grade II* memiliki indeks warna hijau yang berkisar antara 0.210 sampai 0.326. Kulit buah

manggis *Grade* III memiliki indeks warna hijau yang berkisar antara 0.206 sampai 0.322. Sehingga, indeks warna hijau pada kulit buah manggis *Grade* I, *Grade* II dan *Grade* III *overlap* yang berarti indeks warna hijau pada kulit buah manggis tidak bisa dijadikan parameter pembeda antar *grade* buah manggis. Hasil pemetaan indeks warna hijau pada kulit buah manggis *Grade* I, *Grade* II dan *Grade* III dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Pemetaan indeks warna hijau pada kulit buah manggis berdasarkan *grade* buah manggis

#### c. Indeks warna biru kulit manggis



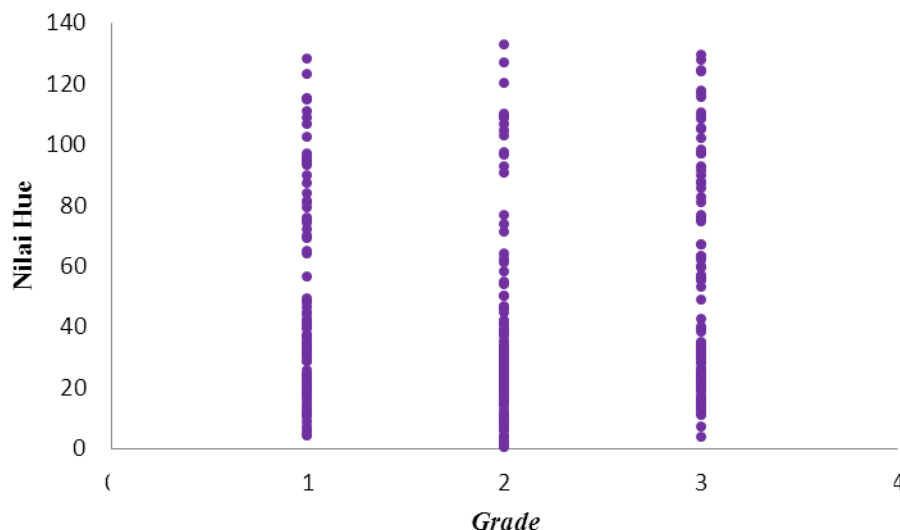
Gambar 12 Pemetaan indeks warna biru pada kulit buah manggis berdasarkan *grade* buah manggis

Hasil pengukuran indeks warna biru yang dilakukan dengan pengolahan citra menunjukkan bahwa kulit buah manggis *Grade* I memiliki indeks warna biru

yang berkisar antara 0.274 sampai 0.404. Kulit buah manggis *Grade* II memiliki indeks warna biru yang berkisar antara 0.243 sampai 0.412. Kulit buah manggis *Grade* III memiliki indeks warna biru yang berkisar antara 0.267 sampai 0.421. Sehingga, indeks warna biru pada kulit buah manggis *Grade* I, *Grade* II dan *Grade* III *overlap* yang berarti indeks warna merah pada kulit buah manggis tidak bisa dijadikan parameter pembeda antar *grade* buah manggis. Hasil pemetaan indeks warna biru pada kulit buah manggis *Grade* I, *Grade* II dan *Grade* III dapat dilihat pada Gambar 12.

#### d. Nilai hue kulit manggis

Hasil pengukuran nilai hue yang dilakukan dengan pengolahan citra menunjukkan bahwa kulit buah manggis *Grade* I memiliki nilai hue yang berkisar antara 4.050 sampai 128.043. Kulit buah manggis *Grade* II memiliki nilai hue yang berkisar antara 0.264 sampai 132.469. Kulit buah manggis *Grade* III memiliki nilai hue yang berkisar antara 3.745 sampai 129.364. Sehingga, nilai hue pada manggis *Grade* I, *Grade* II dan *Grade* III *overlap* yang berarti nilai hue pada kulit buah manggis tidak bisa dijadikan parameter pembeda antar *grade* buah manggis. Hasil pemetaan nilai hue pada kulit buah manggis *Grade* I, *Grade* II dan *Grade* III dapat dilihat pada Gambar 13.

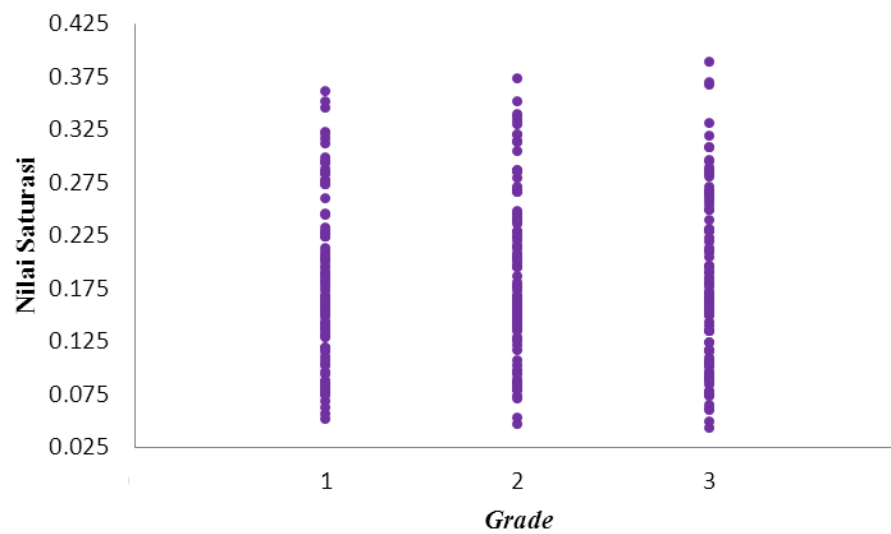


Gambar 13 Pemetaan nilai hue pada kulit buah manggis berdasarkan *grade* buah manggis

#### e. Nilai saturasi kulit manggis

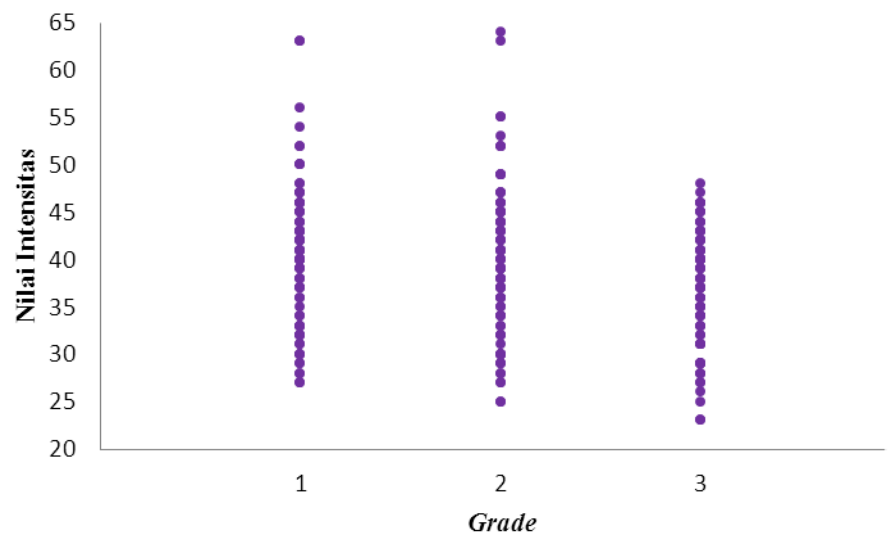
Hasil pengukuran nilai saturasi yang dilakukan dengan pengolahan citra menunjukkan bahwa kulit buah manggis *Grade* I memiliki nilai saturasi yang berkisar antara 0.051 sampai 0.360. Kulit buah manggis *Grade* II memiliki nilai saturasi yang berkisar antara 0.047 sampai 0.373. Kulit buah manggis *Grade* III memiliki nilai saturasi yang berkisar antara 0.042 sampai 0.388. Sehingga, nilai saturasi pada kulit buah manggis *Grade* I, *Grade* II dan *Grade* III *overlap* yang berarti nilai saturasi pada kulit buah manggis tidak bisa dijadikan parameter

pembeda antar *grade* buah manggis. Hasil pemetaan nilai saturasi pada kulit buah manggis *Grade* I, *Grade* II dan *Grade* III dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14 Pemetaan nilai saturasi pada kulit buah manggis berdasarkan *grade* buah manggis

#### f. Nilai intensitas kulit manggis



Gambar 15 Pemetaan nilai intensitas pada kulit buah manggis berdasarkan *grade* buah manggis

Hasil pengukuran nilai intensitas yang dilakukan dengan pengolahan citra menunjukkan bahwa kulit buah manggis *Grade* I memiliki nilai intensitas yang berkisar antara 27 sampai 63. Kulit buah manggis *Grade* II memiliki nilai intensitas yang berkisar antara 25 sampai 64. Kulit buah manggis *Grade* III memiliki nilai intensitas yang berkisar antara 23 sampai 48. Sehingga, nilai intensitas pada kulit buah manggis *Grade* I, *Grade* II dan *Grade* III *overlap* yang

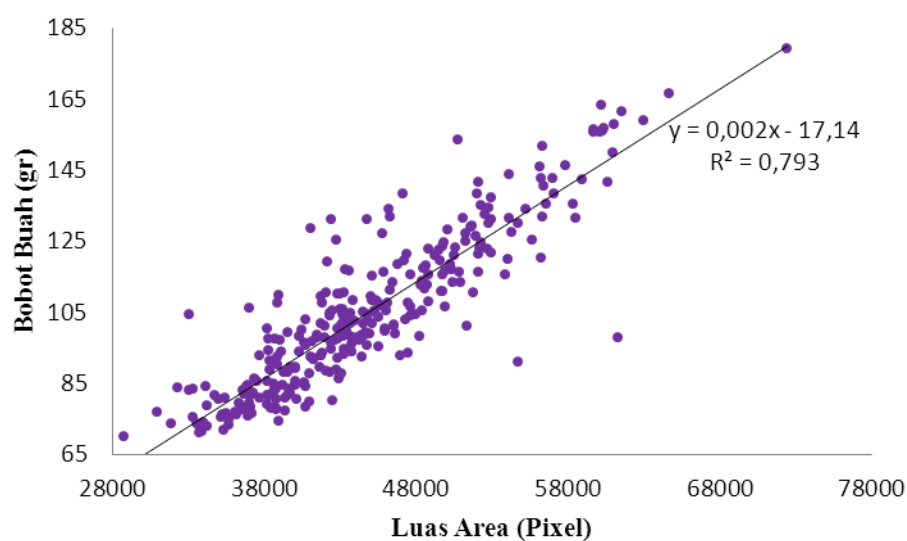
berarti nilai intensitas pada kulit buah manggis tidak bisa dijadikan parameter pembeda antar *grade* buah manggis. Hasil pemetaan nilai intensitas pada kulit buah manggis *Grade I*, *Grade II* dan *Grade III* dapat dilihat pada Gambar 15.

### Analisis Luas Area kulit Manggis

Analisis luas area kulit buah manggis digunakan untuk mencari korelasi antara luas area citra kulit manggis terhadap bobot buah manggis dan mengetahui perbedaan luas area citra kulit manggis antara *Grade I*, *Grade II* dan *Grade III*.

#### a. Luas area kulit manggis terhadap bobot manggis

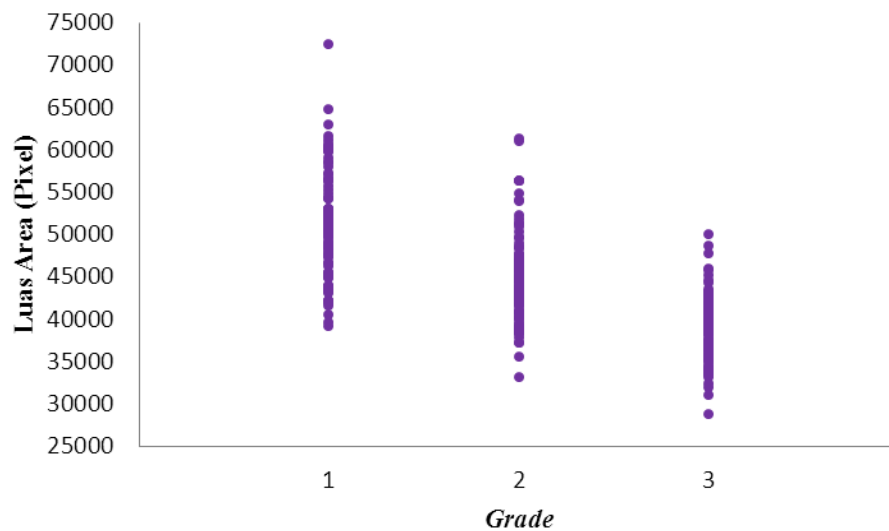
Berdasarkan uji hubungan luas area kulit buah manggis dengan bobot buah manggis didapatkan nilai koefisien determinasi sebesar 0.793 yang berarti hubungan luas area kulit buah manggis dengan bobot buah manggis memiliki korelasi yang tinggi. Sehingga luas area kulit buah manggis dapat digunakan untuk menduga bobot buah manggis. Hal tersebut sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hamdani (1998), yang menyimpulkan bahwa berat buah manggis mempunyai hubungan linear dengan luas proyeksi buah manggis pada *image processing*. Hasil uji hubungan luas area kulit buah manggis dengan bobot buah manggis dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16 Hubungan antara luas area kulit manggis dengan bobot buah manggis

#### b. *Grade* manggis terhadap luas area kulit manggis

Hasil pengukuran luas area dari kulit buah manggis yang dilakukan dengan pengolahan citra menunjukkan bahwa kulit buah manggis *Grade I* memiliki luas area yang berkisar antara 39036 sampai 72449 pixel. Kulit buah manggis *Grade II* memiliki luas area yang berkisar antara 33057 sampai 61268 pixel. Kulit buah manggis *Grade III* memiliki luas area yang berkisar antara 28777 sampai 49962 pixel. Sehingga, luas area pada kulit manggis *Grade I*, *Grade II* dan *Grade III* *overlap* yang berarti luas area pada kulit buah manggis tidak bisa dijadikan parameter pembeda antar *grade* buah manggis. Hasil pemetaan luasan area kulit buah manggis *Grade I*, *Grade II* dan *Grade III* dapat dilihat pada Gambar 17.

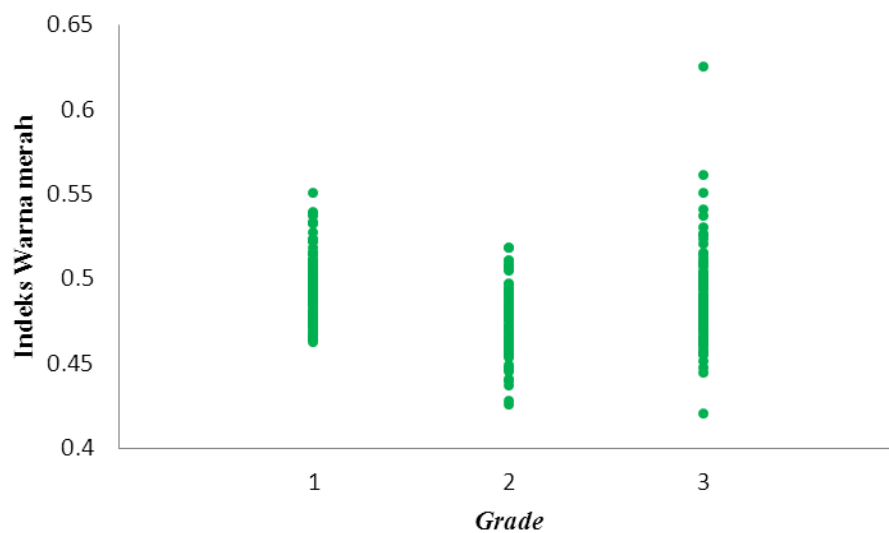


Gambar 17 Pemetaan luasan area kulit buah manggis berdasarkan *grade* buah manggis

#### Analisis Warna Mahkota Manggis

Analisis warna mahkota manggis digunakan untuk mengetahui nilai indeks warna RGB dan HSI antara *Grade* I, *Grade* II dan *Grade* III.

##### a. Indeks warna merah mahkota manggis



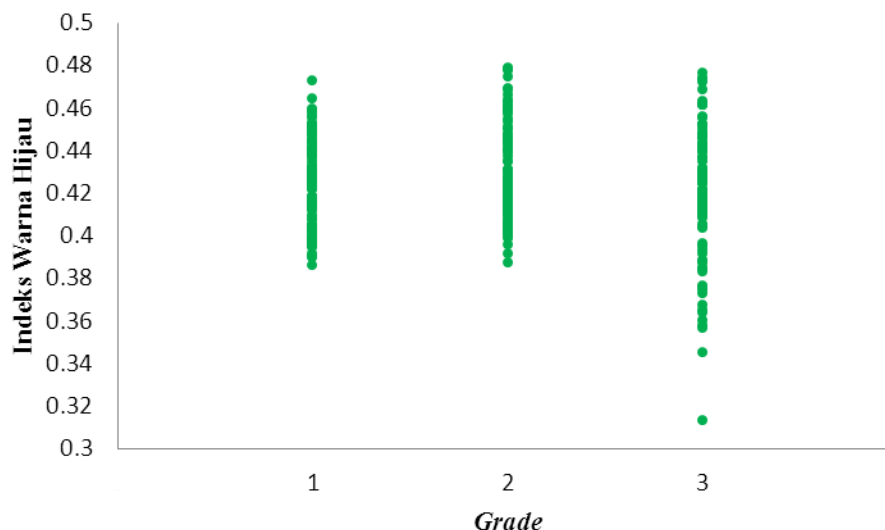
Gambar 18 Pemetaan indeks warna merah pada mahkota manggis berdasarkan *grade* buah manggis

Hasil pengukuran indeks warna merah yang dilakukan dengan pengolahan citra menunjukkan bahwa mahkota manggis *Grade* I memiliki indeks warna merah yang berkisar antara 0.462 sampai 0.550. Mahkota manggis *Grade* II

memiliki indeks warna merah yang berkisar antara 0.425 sampai 0.518. Mahkota manggis *Grade* III memiliki indeks warna merah yang berkisar antara 0.420 sampai 0.624. Sehingga, indeks warna merah pada mahkota manggis *Grade* I, *Grade* II dan *Grade* III *overlap* yang berarti indeks warna merah pada mahkota manggis tidak bisa dijadikan parameter pembeda antar *grade* buah manggis. Hasil pemetaan indeks warna merah pada mahkota manggis *Grade* I, *Grade* II dan *Grade* III dapat dilihat pada Gambar 18.

#### b. Indeks warna hijau mahkota manggis

Hasil pengukuran indeks warna hijau yang dilakukan dengan pengolahan citra menunjukkan bahwa mahkota manggis *Grade* I memiliki indeks warna hijau yang berkisar antara 0.386 sampai 0.473. Mahkota manggis *Grade* II memiliki indeks warna hijau yang berkisar antara 0.387 sampai 0.479. Mahkota manggis *Grade* III memiliki indeks warna hijau yang berkisar antara 0.313 sampai 0.476. Sehingga, indeks warna hijau pada mahkota manggis *Grade* I, *Grade* II dan *Grade* III *overlap* yang berarti indeks warna hijau pada mahkota manggis tidak bisa dijadikan parameter pembeda antar *grade* buah manggis. Hasil pemetaan indeks warna hijau pada mahkota manggis *Grade* I, *Grade* II dan *Grade* III dapat dilihat pada Gambar 19.



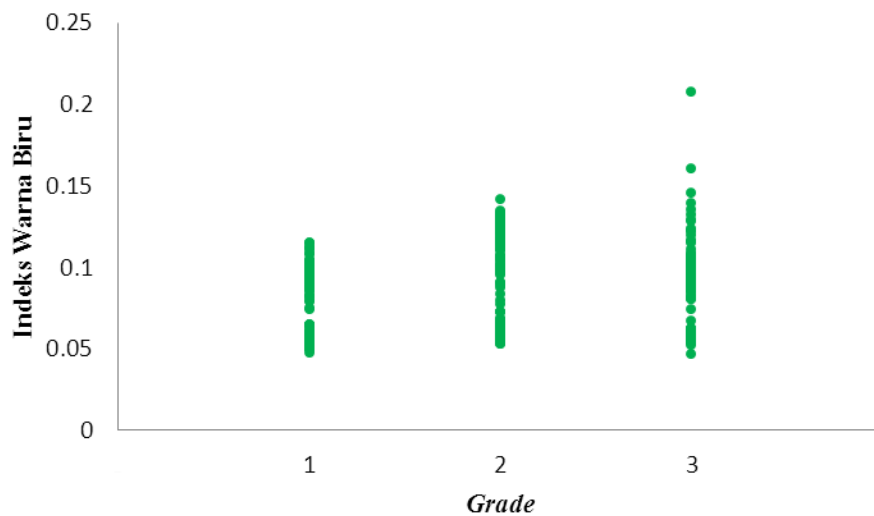
Gambar 19 Pemetaan indeks warna hijau pada mahkota manggis berdasarkan *grade* buah manggis

#### c. Indeks warna biru mahkota manggis

Hasil pengukuran indeks warna biru yang dilakukan dengan pengolahan citra menunjukkan bahwa mahkota manggis *Grade* I memiliki indeks warna biru yang berkisar antara 0.047 sampai 0.115. Mahkota manggis *Grade* II memiliki indeks warna biru yang berkisar antara 0.052 sampai 0.141. Mahkota manggis *Grade* III memiliki indeks warna biru yang berkisar antara 0.047 sampai 0.208. Sehingga, indeks warna biru pada mahkota manggis *Grade* I, *Grade* II dan *Grade* III *overlap* yang berarti indeks warna biru pada mahkota manggis tidak bisa dijadikan parameter pembeda antar *grade* buah manggis. Hasil pemetaan indeks

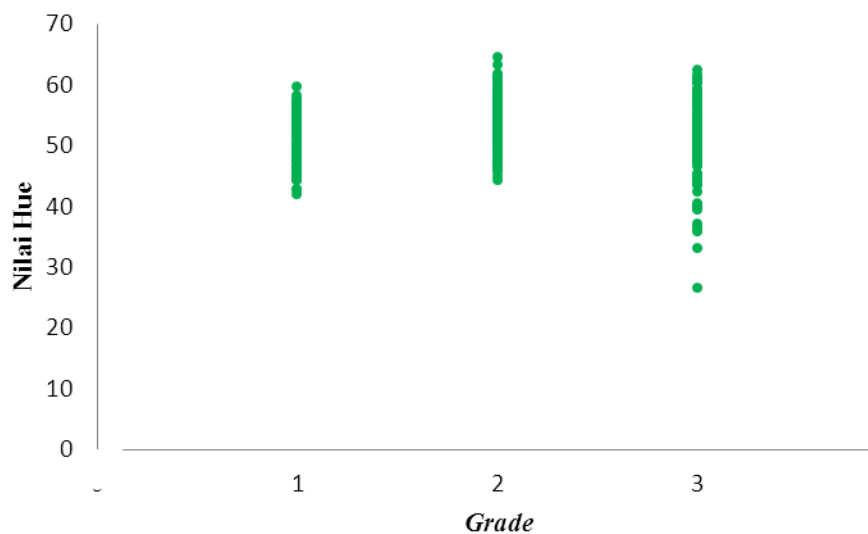


warna biru pada mahkota manggis *Grade I*, *Grade II* dan *Grade III* dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20 Pemetaan indeks warna biru pada mahkota manggis berdasarkan *grade* buah manggis

#### d. Nilai hue mahkota manggis



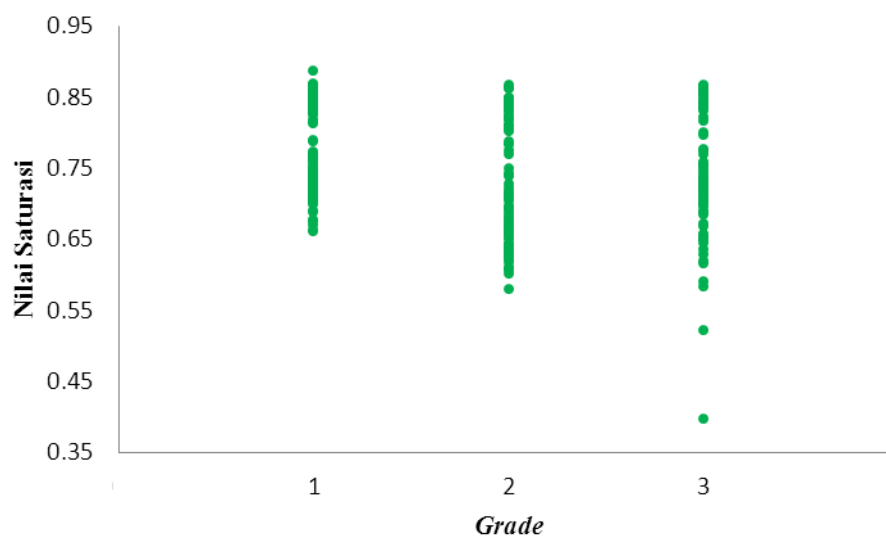
Gambar 21 Pemetaan nilai hue pada mahkota manggis berdasarkan *grade* buah manggis

Hasil pengukuran nilai hue yang dilakukan dengan pengolahan citra menunjukkan bahwa mahkota manggis *Grade I* memiliki nilai hue yang berkisar antara 41.939 sampai 59.613. Mahkota manggis *Grade II* memiliki nilai hue yang berkisar antara 44.156 sampai 64.488. Mahkota manggis *Grade III* memiliki nilai hue yang berkisar antara 26.480 sampai 62.373. Sehingga, nilai hue pada mahkota manggis *Grade I*, *Grade II* dan *Grade III* *overlap* yang berarti nilai hue pada mahkota manggis tidak bisa dijadikan parameter pembeda antar *grade* buah

manggis. Hasil pemetaan nilai hue pada mahkota manggis *Grade I*, *Grade II* dan *Grade III* dapat dilihat pada Gambar 21

#### e. Nilai saturasi mahkota manggis

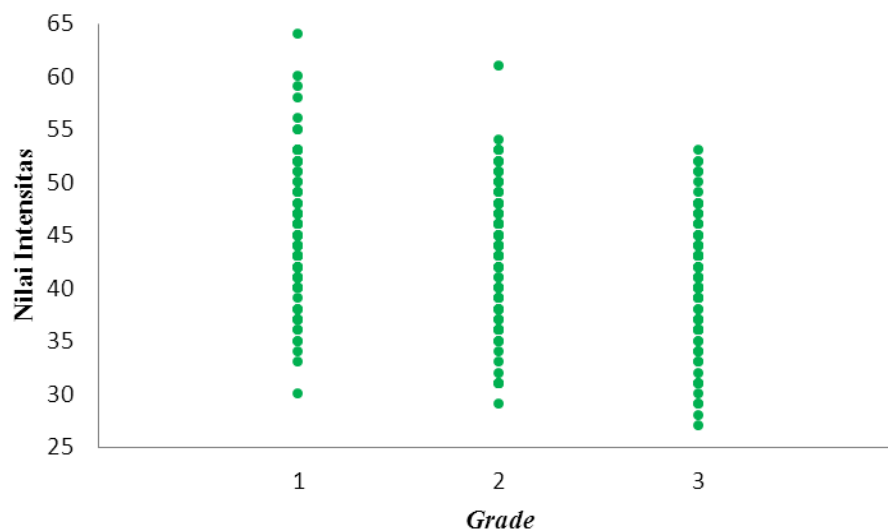
Hasil pengukuran nilai saturasi yang dilakukan dengan pengolahan citra menunjukkan bahwa mahkota manggis *Grade I* memiliki nilai saturasi yang berkisar antara 0.660 sampai 0.886. Mahkota manggis *Grade II* memiliki nilai saturasi yang berkisar antara 0.579 sampai 0.867. Mahkota manggis *Grade III* memiliki nilai saturasi yang berkisar antara 0.395 sampai 0.867. Sehingga, nilai saturasi pada mahkota manggis *Grade I*, *Grade II* dan *Grade III* *overlap* yang berarti nilai saturasi pada mahkota manggis tidak bisa dijadikan parameter pembeda antar *grade* buah manggis. Hasil pemetaan nilai saturasi pada mahkota manggis *Grade I*, *Grade II* dan *Grade III* dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22 Pemetaan nilai saturasi pada mahkota manggis berdasarkan *grade* buah manggis

#### f. Nilai intensitas mahkota manggis

Hasil pengukuran nilai intensitas yang dilakukan dengan pengolahan citra menunjukkan bahwa mahkota manggis *Grade I* memiliki nilai intensitas yang berkisar antara 30 sampai 64. Mahkota manggis *Grade II* memiliki nilai intensitas yang berkisar antara 29 sampai 61. Mahkota manggis *Grade III* memiliki nilai intensitas yang berkisar antara 27 sampai 53. Sehingga, nilai intensitas pada mahkota manggis *Grade I*, *Grade II* dan *Grade III* *overlap* yang berarti nilai intensitas pada mahkota manggis tidak bisa dijadikan parameter pembeda antar *grade* buah manggis. Hasil pemetaan nilai intensitas pada mahkota manggis *Grade I*, *Grade II* dan *Grade III* dapat dilihat pada Gambar 23.

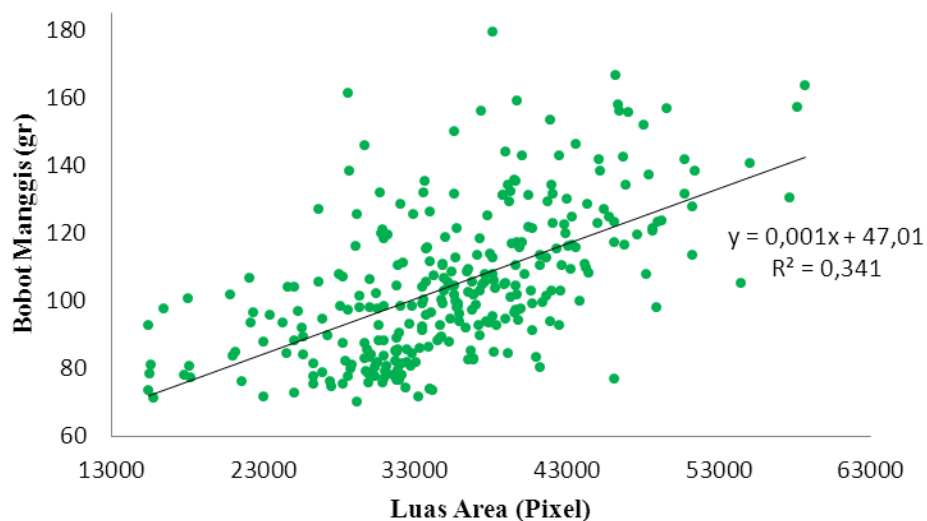


Gambar 23 Pemetaan nilai intensitas pada mahkota manggis berdasarkan *grade* buah manggis

#### Analisis Luas Area Mahkota Manggis

Analisis luas area mahkota manggis digunakan untuk mencari korelasi antara luas area citra mahkota manggis terhadap bobot buah manggis dan mengetahui perbedaan luas area citra mahkota manggis antara *Grade* I, *Grade* II dan *Grade* III.

##### a. Luas area mahkota manggis terhadap bobot manggis



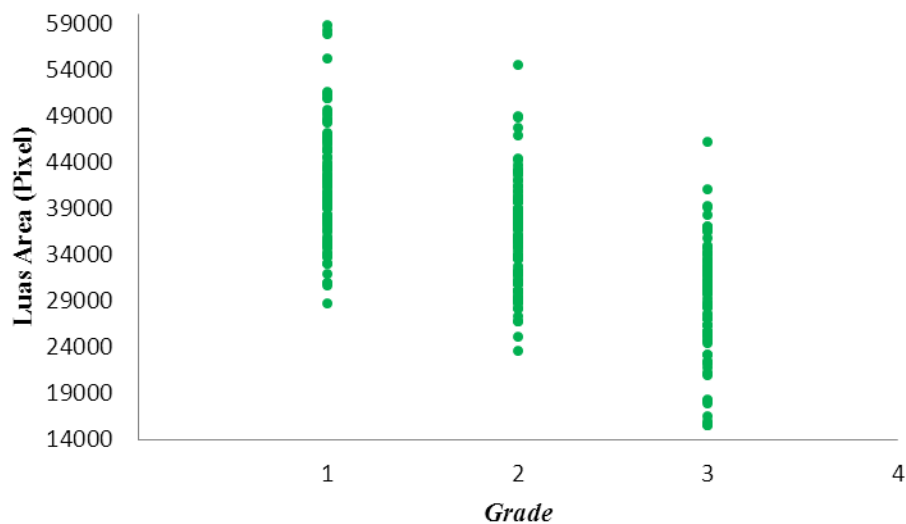
Gambar 24 Hubungan antara luas area mahkota manggis dengan bobot buah manggis

Berdasarkan uji hubungan luas area mahkota manggis dengan bobot buah manggis didapatkan nilai koefisien determinasi sebesar 0.341 yang berarti hubungan luas area mahkota manggis dengan bobot buah manggis memiliki

korelasi yang rendah. Sehingga luas area mahkota manggis tidak dapat digunakan untuk menduga bobot buah manggis. Hasil uji hubungan luas area mahkota manggis dengan bobot buah manggis dapat dilihat pada Gambar 24.

#### b. *Grade* terhadap luas area kulit manggis

Hasil pengukuran luas area dari mahkota manggis yang dilakukan dengan pengolahan citra menunjukkan bahwa mahkota manggis *Grade* I memiliki luas area yang berkisar antara 28615 sampai 58660 pixel. Mahkota manggis *Grade* II memiliki luas area yang berkisar antara 23458 sampai 54468 pixel. Mahkota manggis *Grade* III memiliki luas area yang berkisar antara 15424 sampai 46103 pixel. Sehingga, luas area pada mahkota manggis *Grade* I, *Grade* II dan *Grade* III *overlap* yang berarti luas area pada mahkota manggis tidak bisa dijadikan parameter pembeda antar *grade* buah manggis. Hasil pemetaan luas area pada mahkota manggis *Grade* I, *Grade* II dan *Grade* III dapat dilihat pada Gambar 25.



Gambar 25 Pemetaan indeks luas area mahkota manggis berdasarkan *grade* buah manggis

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa:

1. Parameter dalam penentuan klasifikasi buah manggis oleh eksportir adalah ukuran buah, warna mahkota dan warna kulit buah manggis. Namun dalam pelaksanaannya untuk menentukan parameter-parameter tersebut bersifat subjektif.
2. Terdapat perbedaan rata-rata nilai bobot dan nilai dimensi buah manggis antar *grade*. *Grade* I memiliki rata-rata bobot paling berat sebesar  $124.35 \pm 18.54$  gr

dan rata-rata dimensi sebesar  $61.73 \pm 3.11$  mm, *Grade* II memiliki rata-rata bobot terbesar kedua yaitu sebesar  $104.89 \pm 14.72$  gr dan rata-rata dimensi sebesar  $58.28 \pm 2.74$  mm, kemudian *Grade* III dengan rata-rata bobot sebesar  $84.54 \pm 9.10$  gr dan rata-rata dimensi sebesar  $54.27 \pm 2.31$  mm. Namun karena standar deviasi yang terlalu besar yang menyebabkan bobot dan dimensi antar *grade* *overlap* maka bobot dan dimensi tidak bisa dijadikan parameter pembeda antar *grade* buah manggis.

3. Luas area kulit buah manggis memiliki korelasi dengan bobot buah manggis dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0.793. Namun, indeks warna merah, indeks warna hijau, indeks warna biru, nilai hue, nilai saturasi dan nilai intensitas memiliki nilai yang *overlap* antar *grade* buah manggis sehingga tidak dapat digunakan sebagai parameter pembeda.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan metode yang berbeda untuk menemukan parameter pembeda antar *grade* buah manggis dan penentuan algoritma untuk pemutuan manggis.

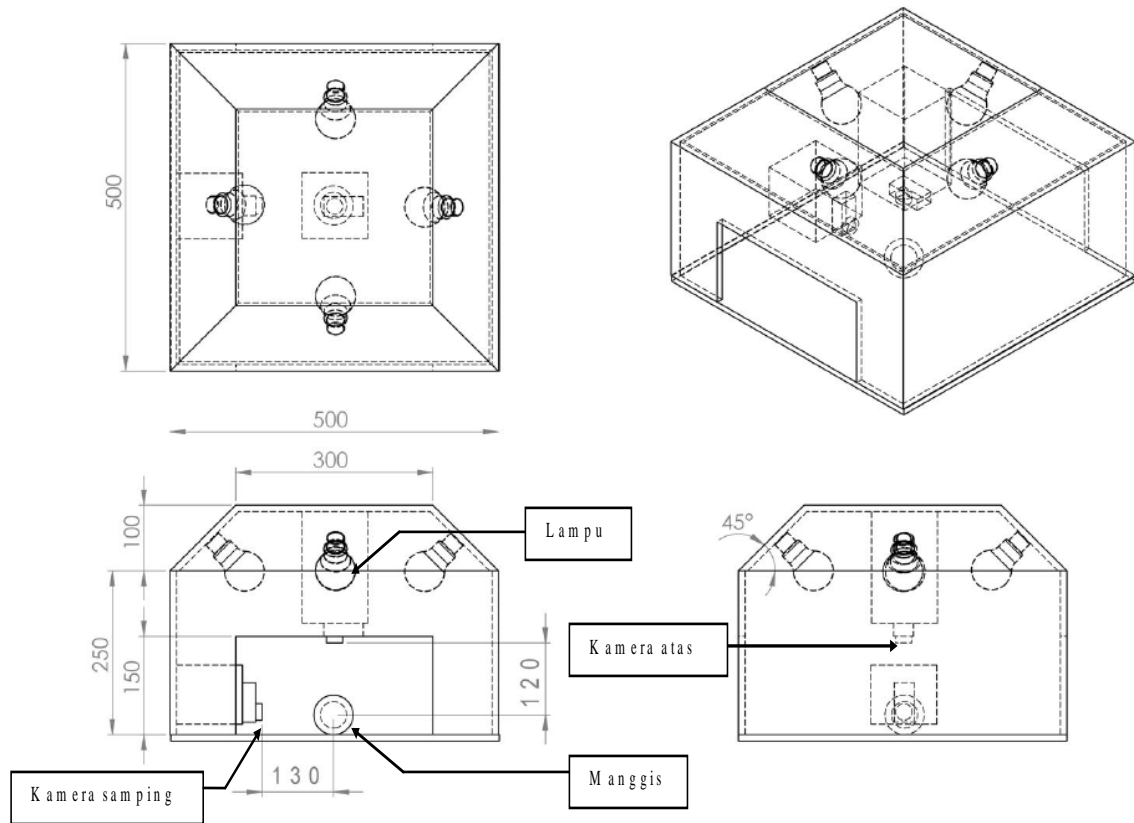
## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad U. 2005. *Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya*. Yogyakarta (ID): Graha Ilmu.
- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura. 2016. Produksi buah-buahan di Indonesia. *Pertanian* [Internet]. [diunduh 29 Juni 2016]. Tersedia pada: <http://www.pertanian.go.id/Data5tahun/HortiASEM2015/3-Produksi%20Nasional%20Buah.pdf>
- Hamdani Y. 1998. Pengembangan algoritma *image processing* untuk menentukan ukuran dan warna manggis. [Skripsi]. Bogor (ID): Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Hasan I. 2003. *Pokok-Pokok Materi Statistika 1 (Statistika Deskriptif)*. Jakarta (ID): Bumi Aksara.
- Hidayat J. 2012. Optimasi pelilinan dan suhu penyimpanan buah manggis menggunakan response surface methodology. [Skripsi]. Bogor (ID): Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Martin F. 1980. Durian and Mangosteen. Di dalam: Nagy S dan Shaw P. *Tropical and Subtropical Fruit Composition Properties and Uses*; Connecticut. Westport(USA): The AVI Publishing. Co.Inc. hlm 407
- Purnomo M, Muntasa A. 2010. *Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi Fitur*. Yogyakarta (ID): Graha Ilmu.
- Putra D. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta (ID): Andi Offset
- Poerwanto R, Rai I, Darusman L, Purwoko B. 2006. Perubahan Kandungan Giberelin dan Gula Total pada Fase-Fase Perkembangan Bunga Manggis. *Hayati*. 13(3): 101-106.

- PT Agung Mustika Selaras. 2007. *Standar Operasional Prosedur Manggis*. Bogor (ID): Pusat Kajian Buah-buahan Tropika LPPM IPB.
- Richard A. 1990. Studies in *Garcinia* Dioecious Tropical Forest Trees: The Origin of The Mangosteen. *Botanical J Linnean Society*. 103(3):301-308
- Rukmana R. 1995. *Budidaya Manggis*. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Suhandy D, Ahmad U. 2003. Pengembangan Algoritma Image Processing untuk Menduga Kemasakan Buah Manggis Segar. *Keteknikan Pertanian*. 17(2): 29-38.
- Sunarjono H. 1997. *Prospek Berkebun Buah-buahan*. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- Tjitrosoepomo G. 1994. *Taksonomi Tumbuhan Obat-obatan*. Yogyakarta (ID): Gajah Mada University Press.
- Yaacob O, Tindall H. 1995. Mangosten Cultivation. *FAO Plant Production*. 321(13): 1-100.

## LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar sketsa perangkat pengambilan citra



Keterangan: dimensi dalam (mm)

Lampiran 2 Foto proses penelitian: (a) Perangkat komputer yang digunakan mengambil citra, (b) Manggis segar *Grade I*, (c) Manggis segar *Grade II*, (d) Manggis segar *Grade III*, (e) Alat Pengolahan Citra, (f) Posisi pengambilan citra manggis



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



### Lampiran 3 Pemrograman pengolahan citra manggis

```

public class pixOperator
{
    public static bool Biner (Bitmap b, int kode)
    {
        // format data warna adalah BGR, bukan RGB.
        BitmapData bmData = b.LockBits(new Rectangle(0,0, b.Width, b.Height),
        ImageLockMode.ReadWrite, PixelFormat.Format24bppRgb);
        int stride = bmData.Stride;
        System.IntPtr scan0 = bmData.Scan0;

        unsafe
        {
            byte* p = (byte*)(void*)scan0;
            int nOffset = stride - b.Width*3;
            byte red, green, blue;
            int gPerb=0;
            float H;

            for(int y=0; y<b.Height; ++y)
            {
                for(int x=0; x<b.Width; ++x)
                {
                    blue = p[0];
                    green = p[1];
                    red = p[2];

                    //menghitung nilai H, H digunakan untuk segmentasi samping
                    float bawah = (float)(2*Math.Sqrt((red-green)*(red-green)+(red-
                    blue)*(green-blue)));
                    if((int)(bawah) !=0)
                    {
                        float cosH = (float) ((2*red-green-blue)/bawah);
                        H = (float) (Math.Acos(cosH)*180/3.14);
                    }
                    else
                    {
                        H = 1;
                    }

                    // kode untuk menghitung nilai S, S digunakan untuk segmentasi
                    samping
                    int minRGB = 255;
                    for(int i=0; i<3; i++)

```

```

{
    if(m in RGB > p[i])
        { m in RGB = p[i];}
}
float S = (float) (1-(3/(float)(red+green+blue)) * (float)m in RGB);

// kode untuk menghitung nilai I, I digunakan untuk segmentasi
samping

int I = (int) ((red + green + blue)/3);

// kode untuk menghitung nilai g/b, g/b digunakan untuk
segmentasi kelopak buah
if (blue!=0)
{
    gPerb = (int) (green/blue);
}
//Kode 1 untuk pengolahan manggis tampak atas
if (kode==1)
{
    if ((red<100) && (green>50) && (blue>37))
        { p[0] = p[1] = p[2] = (byte) (0);}

    else
    {
        if (blue!=0)
        {
            if (gPerb>=1.71)
            {
                p[0] = p[1] = p[2]= (byte) (255);
            }
            else { p[0] = p[1] = p[2]= (byte) (0);
        }
    }
    else { p[0] = p[1] = p[2]= (byte) (255);}
}
}
//Kode 2 untuk pengolahan manggis tampak samping
if (kode==2)
{
    if ((red<255) && (blue<255) && (green<255))
        { p[0] = p[1] = p[2] = (byte) (255);}

    else
        { p[0] = p[1] = p[2]= (byte) (0);}
}
p +=3;
}

```

```
        p += nOffset;  
    }  
    }  
    b.UnlockBits (bmData);  
    return true;
```

## Lampiran 4 Data pengukuran aktual

4(a) Pengukuran manggis *Grade I*

No	d1 (mm)	d2 (mm)	d3 (mm)	$\Sigma d$ (mm)	Tinggi (mm)	Bobot (gr)
1	64.80	66.70	62.47	64.66	63.67	156.44
2	66.71	65.55	64.64	65.63	66.51	146.10
3	58.81	61.65	60.39	60.28	61.18	115.32
4	58.76	58.33	57.38	58.16	65.98	107.67
5	64.00	64.58	62.00	63.53	61.40	121.45
6	58.59	59.39	61.53	59.84	60.95	109.14
7	58.39	60.93	58.92	59.41	59.68	113.34
8	62.47	62.99	63.14	62.87	64.76	131.51
9	67.57	67.26	66.56	67.13	68.66	161.20
10	59.68	56.22	58.85	58.25	63.26	99.87
11	64.35	65.23	64.21	64.60	64.71	142.70
12	59.76	58.60	60.93	59.76	64.93	115.50
13	64.61	67.94	66.29	66.28	66.67	156.83
14	62.32	63.34	59.66	61.77	66.83	137.08
15	57.19	59.35	56.76	57.77	58.69	102.81
16	63.43	58.98	61.74	61.38	61.67	123.30
17	64.55	63.89	64.90	64.45	65.05	126.13
18	60.50	62.34	62.11	61.65	59.63	124.67
19	65.28	64.67	64.61	64.85	64.58	142.27
20	57.91	58.38	60.03	58.77	59.55	102.63
21	60.55	60.48	61.31	60.78	62.03	112.73
22	58.72	59.84	62.24	60.27	60.53	108.10
23	61.34	61.90	62.15	61.80	60.17	128.98
24	63.20	62.15	61.20	62.18	59.45	123.00
25	58.62	58.11	56.69	57.81	62.89	110.27
26	68.80	58.61	58.64	62.02	57.82	102.61
27	56.00	58.10	57.27	57.12	58.00	97.15
28	66.83	62.20	64.16	64.40	65.24	138.18
29	63.25	62.32	63.11	62.89	62.08	124.60
30	62.78	62.30	62.55	62.54	63.60	131.27
31	60.23	60.30	61.45	60.66	62.11	116.29
32	67.72	67.82	67.10	67.55	65.36	155.85
33	63.39	63.41	63.45	63.42	65.66	130.05
34	60.95	60.60	59.18	60.24	63.09	118.11
35	55.64	55.53	56.30	55.82	60.96	101.04
36	60.98	61.50	60.74	61.07	63.40	126.92
37	56.69	57.02	57.09	56.93	58.95	102.41

38	59.41	58.64	59.93	59.33	61.30	121.16
39	57.46	58.73	58.91	58.37	57.06	97.60
40	58.87	58.38	59.58	58.94	60.22	116.70
41	58.29	57.90	58.92	58.37	60.44	111.37
42	55.15	55.28	55.70	55.38	58.35	87.97
43	58.17	58.30	59.36	58.61	62.92	110.74
44	60.13	57.70	60.74	59.52	64.05	113.29
45	65.12	61.34	63.79	63.42	63.63	127.44
46	62.16	61.43	60.05	61.21	63.04	116.90
47	62.64	61.81	63.08	62.51	68.02	130.10
48	58.16	60.24	58.24	58.88	60.07	98.26
49	60.97	60.53	60.74	60.75	66.21	122.67
50	58.87	59.13	59.10	59.03	59.55	108.40
51	57.89	58.08	56.44	57.47	59.51	101.62
52	62.14	62.72	62.06	62.31	62.67	129.19
53	60.24	60.78	60.54	60.52	63.87	121.06
54	62.06	62.98	62.41	62.48	67.06	128.25
55	56.25	59.10	58.47	57.94	60.41	110.24
56	62.67	63.16	65.23	63.69	63.73	138.27
57	58.62	59.95	59.95	59.51	55.55	107.57
58	62.82	64.80	63.60	63.74	62.79	133.90
59	58.83	60.73	59.24	59.60	59.24	112.42
60	57.45	57.62	56.17	57.08	58.21	101.16
61	63.54	58.48	62.53	61.52	57.52	120.98
62	58.08	57.34	57.30	57.57	58.87	110.12
63	64.29	61.90	63.91	63.37	61.72	135.23
64	60.25	61.04	60.09	60.46	57.98	105.46
65	59.90	62.70	63.00	61.87	65.89	122.72
66	58.16	57.54	56.82	57.51	57.98	104.12
67	65.70	66.52	64.83	65.68	66.38	143.77
68	62.00	59.19	62.06	61.08	64.96	125.20
69	56.60	58.08	57.28	57.32	57.71	102.61
70	59.84	60.18	60.70	60.24	62.00	108.25
71	61.22	58.42	57.78	59.14	60.39	104.38
72	60.97	60.42	64.99	62.13	64.11	134.00
73	60.46	61.28	60.97	60.90	60.06	115.57
74	62.13	60.59	60.24	60.99	60.22	124.90
75	60.17	58.79	59.82	59.59	58.23	107.79
76	58.50	62.52	61.15	60.72	61.66	113.42
77	63.55	62.65	60.29	62.16	62.83	121.19
78	60.28	59.76	58.73	59.59	60.47	113.56
79	62.21	60.23	59.77	60.74	61.83	119.55
80	63.31	66.93	63.38	64.54	63.98	141.55
81	66.71	66.35	67.31	66.79	69.60	157.71

82	65.49	64.63	64.02	64.71	64.88	132.30
83	62.52	65.00	66.06	64.53	66.68	135.50
84	62.96	63.18	62.70	62.95	61.06	131.01
85	58.15	58.23	59.70	58.69	56.03	97.66
86	57.80	60.92	60.35	59.69	61.51	118.48
87	61.05	61.88	59.63	60.85	61.40	123.09
88	69.84	69.41	73.61	70.95	69.31	179.07
89	66.05	67.69	70.65	68.13	66.25	166.43
90	60.92	66.17	64.59	63.89	64.53	135.13
91	69.34	63.96	67.71	67.00	62.80	151.73
92	66.27	69.68	65.66	67.20	65.24	155.54
93	64.23	68.26	64.13	65.54	66.82	155.75
94	63.74	64.81	65.05	64.53	66.50	134.20
95	62.08	65.34	62.54	63.32	63.42	130.95
96	68.44	64.82	68.43	67.23	66.21	158.71
97	64.08	64.43	65.18	64.56	67.08	141.50
98	64.23	63.04	62.46	63.24	65.86	140.40
99	66.47	66.54	68.38	67.13	66.92	163.34
100	65.17	64.37	65.77	65.10	64.24	142.67
Nilai M in im al				55.38	55.55	87.97
Nilai M aksim al				70.95	69.60	179.07
Rata-rata				61.73	62.59	124.35
Standar Deviasi				3.11	3.16	18.54

4(b) Pengukuran manggis *Grade II*

No	d1 (m m)	d2 (m m)	d3 (m m)	$\sum d$ (m m)	Ting gi (m m)	Bobot (gr)
1	56.93	58.45	59.30	58.23	59.00	101.48
2	64.64	61.88	62.75	63.09	68.10	145.72
3	57.91	57.26	55.45	56.87	60.64	104.17
4	59.60	56.72	55.68	57.33	54.72	98.25
5	55.29	56.64	52.22	54.72	60.62	89.61
6	56.24	54.16	57.19	55.86	56.49	93.79
7	55.76	55.54	56.57	55.96	55.61	92.43
8	58.80	60.19	56.64	58.54	59.21	110.22
9	54.45	53.60	54.77	54.27	58.51	88.74
10	53.71	53.79	52.31	53.27	59.63	84.92
11	57.65	57.88	59.05	58.19	65.22	110.67
12	55.47	55.39	55.98	55.61	61.24	93.80
13	57.99	58.41	59.22	58.54	58.81	105.16
14	55.62	57.44	55.83	56.30	58.11	92.53

15	58.99	57.28	58.02	58.10	57.30	104.66
16	59.01	58.68	56.91	58.20	59.54	104.85
17	58.28	57.73	57.18	57.73	56.92	97.81
18	57.00	56.44	57.01	56.82	58.34	80.01
19	63.43	64.01	63.95	63.80	63.16	131.59
20	59.48	59.58	58.65	59.24	60.11	107.57
21	56.72	55.41	57.16	56.43	62.68	99.51
22	60.37	60.49	59.88	60.25	61.65	116.48
23	57.59	57.32	56.88	57.26	55.54	96.95
24	56.32	56.63	55.17	56.04	57.10	95.46
25	55.68	56.53	57.48	56.56	54.33	91.21
26	58.93	57.16	58.18	58.09	58.78	105.24
27	57.53	58.28	58.24	58.02	59.40	105.55
28	58.77	57.17	57.62	57.85	59.36	107.80
29	56.95	56.31	56.91	56.72	56.35	99.12
30	57.43	56.86	59.49	57.93	59.09	104.74
74	61.91	64.02	63.65	63.19	64.95	131.90
31	63.04	60.09	63.12	62.08	57.90	118.29
32	57.74	58.43	61.65	59.27	61.62	106.22
33	56.73	55.32	55.99	56.01	53.24	89.05
34	56.17	56.50	56.32	56.33	56.02	96.12
35	57.22	57.78	58.28	57.76	59.55	103.65
36	57.35	57.72	58.60	57.89	59.73	115.12
37	61.01	61.05	61.61	61.22	57.26	119.16
38	58.69	56.24	57.72	57.55	53.01	92.82
39	61.63	58.90	62.29	60.94	59.10	116.02
40	58.86	57.69	57.34	57.96	58.41	105.87
41	56.75	59.19	56.62	57.52	57.66	98.84
42	58.72	59.53	59.58	59.28	57.60	105.32
43	55.37	58.95	56.83	57.05	58.29	97.21
44	58.10	56.58	57.90	57.53	54.87	94.45
45	57.36	57.13	57.65	57.38	55.52	97.87
46	69.07	67.13	64.70	66.97	64.38	153.24
47	61.14	60.71	61.16	61.00	61.33	115.59
48	62.50	64.58	62.81	63.30	62.79	127.01
49	58.09	59.04	55.87	57.67	56.51	101.54
50	58.62	56.07	57.01	57.23	60.00	97.99
51	59.92	61.08	60.93	60.64	60.76	117.04
52	60.15	62.44	60.22	60.94	63.70	119.88
53	62.30	60.08	60.39	60.92	64.81	122.19
54	65.06	63.95	61.22	63.41	62.36	130.89
55	57.53	55.58	59.44	57.52	57.76	98.87
56	57.93	58.40	58.82	58.38	57.06	101.15
57	61.95	61.50	61.39	61.61	58.96	125.34

58	56.49	66.08	57.35	59.97	59.89	99.58
59	58.58	58.47	58.04	58.36	57.85	102.94
60	60.38	60.37	57.23	59.33	61.16	110.33
61	65.40	64.87	65.62	65.30	64.89	131.49
62	63.95	62.95	60.32	62.41	61.02	117.19
63	59.15	62.48	60.70	60.78	63.67	119.40
64	59.77	59.99	60.35	60.04	62.41	120.32
65	65.09	63.08	64.07	64.08	62.32	138.06
66	57.36	60.00	58.64	58.67	61.83	116.09
67	65.24	64.45	61.59	63.76	64.42	128.30
68	56.46	59.44	60.63	58.84	52.80	93.35
69	62.14	61.06	58.06	60.42	59.57	109.22
70	56.52	55.54	56.02	56.03	56.11	98.22
71	59.85	56.96	56.75	57.85	55.60	99.18
72	58.99	58.10	58.49	58.53	58.39	104.34
73	54.07	56.24	54.89	55.07	56.76	91.06
75	54.98	56.75	57.30	56.34	56.61	86.14
76	54.80	55.06	56.90	55.59	57.43	92.45
77	53.79	52.87	52.78	53.15	53.28	76.50
78	56.70	57.40	56.57	56.89	57.30	100.22
79	55.98	55.35	55.75	55.69	60.22	97.21
80	53.54	54.20	53.69	53.81	54.67	83.30
81	55.63	56.02	55.86	55.84	63.24	96.27
82	56.39	55.59	55.92	55.97	57.11	95.17
83	65.92	66.30	63.17	65.13	64.01	149.93
84	59.10	56.94	58.74	58.26	83.34	103.92
85	56.90	56.73	56.45	56.69	55.03	98.37
86	53.40	55.28	55.06	54.58	54.90	87.81
87	57.83	55.30	56.25	56.46	55.28	95.55
88	55.36	55.54	54.56	55.15	62.60	94.02
89	56.73	57.63	57.49	57.28	62.18	105.27
90	57.53	58.02	57.93	57.83	59.53	101.65
91	59.09	58.20	56.34	57.88	62.22	107.42
92	58.63	58.60	58.26	58.50	59.40	111.02
93	54.43	55.84	58.03	56.10	61.38	100.30
94	57.58	53.82	57.93	56.44	60.80	109.61
95	55.54	55.34	54.86	55.25	56.15	80.92
96	56.33	56.97	58.97	57.42	57.30	103.74
97	55.09	57.88	55.77	56.25	59.54	93.90
98	56.00	55.26	66.50	59.25	51.95	89.46
99	55.91	55.85	56.66	56.14	58.00	97.92
100	56.29	56.27	56.88	56.48	56.48	92.71
Nilai Minimal				53.15	51.95	76.50



Nilai Maksimal	66.97	83.34	153.24
Rata-rata	58.28	59.29	104.89
Standar Deviasi	2.74	4.01	14.72

4(c) Pengukuran manggis *Grade* III

No	d1 (m m)	d2 (m m)	d3 (m m)	$\Sigma$ d (m m)	Tinggi (m m)	Bobot (gr)
1	58.07	56.98	56.24	57.10	55.09	96.32
2	53.31	54.31	52.38	53.33	53.17	78.01
3	54.66	55.00	54.64	54.77	54.49	92.46
4	51.52	52.13	50.67	51.44	53.40	73.34
5	51.14	53.57	54.12	52.94	54.46	79.30
6	53.37	51.36	57.41	54.05	50.81	77.43
7	59.37	59.79	58.32	59.16	54.81	101.64
8	59.78	57.96	56.26	58.00	50.92	97.45
9	52.40	52.24	52.73	52.46	56.20	78.29
10	53.83	53.80	54.48	54.04	53.10	75.90
11	53.38	53.56	51.91	52.95	54.14	80.52
12	57.41	57.39	56.81	57.20	54.18	101.86
13	60.02	59.27	58.75	59.35	59.14	106.52
14	55.35	54.61	53.82	54.59	55.62	84.90
15	53.96	53.74	52.46	53.39	55.65	77.22
16	55.03	53.79	53.66	54.16	54.60	84.14
17	58.44	56.61	57.12	57.39	57.61	96.86
18	55.66	54.84	55.02	55.17	55.35	84.54
19	54.13	54.22	53.34	53.90	53.73	81.46
20	54.22	53.54	53.51	53.76	49.55	79.17
21	54.02	52.31	52.26	52.86	52.06	76.17
22	54.72	54.37	54.08	54.39	54.79	84.51
23	53.41	55.39	53.35	54.05	53.38	78.41
24	52.88	52.77	52.72	52.79	51.34	74.71
25	59.29	55.90	56.35	57.18	54.43	100.34
26	57.22	61.68	53.71	57.54	52.74	78.38
27	50.15	50.22	50.71	50.36	56.75	73.82
28	56.66	54.76	55.59	55.67	56.49	94.31
29	52.35	51.52	54.50	52.79	52.89	79.68
30	53.09	52.60	53.57	53.09	51.49	77.59
31	53.10	53.32	54.54	53.65	53.65	84.02
32	54.98	56.50	55.92	55.80	51.70	90.31
33	54.21	53.72	53.57	53.83	55.36	85.45
34	57.69	56.48	56.52	56.90	52.42	92.00
35	54.02	55.85	53.03	54.30	57.67	91.68

36	51.03	51.94	52.11	51.69	56.75	76.87
37	55.60	54.66	55.27	55.18	57.30	87.27
38	54.10	53.79	53.02	53.64	53.68	80.30
39	56.12	56.20	56.83	56.38	58.65	93.44
40	51.40	56.18	57.46	55.01	55.90	82.25
41	53.24	52.98	52.61	52.94	56.52	84.65
42	52.75	54.10	55.85	54.23	55.40	82.26
43	50.77	51.98	52.44	51.73	54.20	80.76
44	51.20	50.90	50.32	50.81	57.94	73.63
45	52.50	53.43	53.07	53.00	51.74	75.40
46	52.99	51.96	51.76	52.24	47.50	71.55
47	50.06	51.15	49.99	50.40	50.71	69.98
48	53.64	53.35	52.05	53.01	54.44	75.69
49	54.94	54.09	54.02	54.35	57.02	92.06
50	51.20	52.56	50.63	51.46	58.41	79.10
51	53.06	54.91	54.01	53.99	52.55	86.01
52	53.58	54.24	54.16	53.99	53.86	85.36
53	67.65	59.73	57.19	61.52	57.00	96.55
54	53.50	52.07	52.30	52.62	58.88	81.51
55	53.71	52.40	52.27	52.79	56.04	81.54
56	61.92	61.84	57.27	60.34	57.35	106.91
57	55.45	56.37	56.25	56.02	51.88	92.74
58	52.02	51.99	52.02	52.01	53.27	80.65
59	58.46	57.91	57.65	58.01	56.33	103.79
60	59.60	58.95	57.27	58.61	52.63	98.11
61	52.22	52.91	53.81	52.98	54.72	82.56
62	54.44	54.18	54.49	54.37	54.39	81.31
63	52.50	52.27	51.94	52.24	54.16	75.82
64	56.49	55.71	55.37	55.86	54.54	84.51
65	55.10	54.25	55.98	55.11	52.58	88.16
66	54.06	53.72	54.94	54.24	57.47	81.76
67	55.51	55.56	55.32	55.46	67.20	94.33
68	57.70	53.71	53.09	54.83	57.48	88.00
69	52.65	52.80	54.61	53.35	54.32	82.77
70	58.05	55.12	56.31	56.49	53.33	88.84
71	55.46	55.76	55.26	55.49	56.81	93.18
72	55.08	56.21	54.60	55.30	54.77	88.18
73	50.51	51.58	52.07	51.39	55.76	75.42
74	53.51	51.60	52.15	52.42	5.66	80.51
75	52.78	52.21	53.00	52.66	52.90	78.69
76	54.44	56.85	54.10	55.13	54.50	89.27
77	59.84	59.13	58.40	59.12	57.31	112.72
78	55.20	56.51	54.95	55.55	53.56	82.92
79	50.96	51.85	51.62	51.48	55.89	76.93

80	53.22	51.05	50.15	51.47	48.24	71.11
81	53.40	52.95	52.23	52.86	56.14	77.94
82	51.41	50.80	52.79	51.67	52.51	72.81
83	57.90	58.32	58.76	58.33	55.25	98.52
84	59.58	56.06	56.55	57.40	56.94	106.53
85	52.40	51.71	51.74	51.95	52.96	76.44
86	54.01	56.07	55.02	55.03	51.30	83.45
87	54.45	52.70	52.36	53.17	57.45	81.36
88	50.99	52.20	53.10	52.10	53.07	77.37
89	53.21	53.18	52.65	53.01	52.39	83.22
90	54.21	53.30	51.80	53.10	57.01	84.83
91	50.91	51.07	51.73	51.24	55.20	71.38
92	55.07	55.57	55.98	55.54	52.99	83.91
93	54.49	51.97	53.51	53.32	55.06	78.02
94	54.63	52.58	54.29	53.83	54.37	82.06
95	49.96	50.70	49.66	50.11	55.62	73.54
96	53.51	53.80	53.51	53.61	56.37	85.36
97	53.46	53.86	54.83	54.05	54.71	87.61
98	52.65	53.72	54.26	53.54	54.15	83.56
99	51.17	51.12	51.82	51.37	5.79	74.25
100	56.62	56.49	55.05	56.05	56.89	87.48
Nilai Minimal				50.11	5.66	69.98
Nilai Maksimal				61.52	67.20	112.72
Rata-rata				54.27	53.71	84.54
Standar Deviasi				2.31	7.36	9.10

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 20 Desember 1995 dari bapak Sabar Sriyono dan ibu Umi Maryati. Penulis adalah putra kedua dari dua bersaudara. Tahun 2012 penulis lulus dari SM AN 53 Jakarta. Tahun yang sama penulis lulus seleksi masuk Institut Pertanian Bogor (IPB) melalui jalur SNMPTN tulis dan diterima di Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian. Selama mengikuti perkuliahan, penulis pernah mendapat beasiswa dari PT Angkasa Pura II pada tahun 2013-2014 dan beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik (PPA) tahun 2014-2015. Penulis juga pernah aktif sebagai ketua komisi III DPM Fakultas Teknologi Pertanian IPB tahun 2014/2015, ketua Badan Pekerja (BP) MPM KM IPB tahun 2014/2015 dan anggota di Indonesian Green Action Forum (IGAF) IPB tahun 2014/2015. Tahun 2015-2016 penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Teknik Pengolahan Pangan dan Energi Listrik Pertanian. Pada tahun 2015 penulis melaksanakan Praktik Lapangan dengan judul Aspek Keteknikan dalam Pengolahan Tebu di PT PG Rajawali II Unit PG Jati Tujuh Majalengka, Jawa Barat. Sebagai tugas akhir, penulis melaksanakan penelitian di Laboratorium Siswadhi Supardjo Departemen Teknik Mesin dan Biosistem dengan judul Analisis Parameter Mutu Buah Manggis Berdasarkan Warna Kulit dan Mahkota Buah Menggunakan Pengolahan Citra di bawah bimbingan Dr Ir Usman Ahmad M Agr.