



**KAJIAN SIFAT FISIK JERUK MANIS (*Citrus sinensis*)  
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL**

**SKRIPSI**

Oleh

**Eryalfan Setyo Prakoso  
NIM 111710201028**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**



**KAJIAN SIFAT FISIK JERUK MANIS (*Citrus sinensis*)  
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Jurusan Teknik Pertanian (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

**Eryalfan Setyo Prakoso  
NIM 111710201028**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Keluarga saya, Bapak Jarman, Ibu Liliek Setyowati dan Dhesyarmani Putri Rothschildi untuk segala dukungan, doa, usaha dan motivasi dalam menyambut masa depan yang lebih baik;
2. Guru-guru saya sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
3. Sahabat-sahabat seperjuangan TEP 2011 tercinta untuk setiap kebersamaan dan harapan yang pernah tercipta;
4. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

**MOTO**

*Cara untuk menjadi di depan adalah memulai sekarang. Jika memulai sekarang, tahun depan Anda akan tahu banyak hal yang sekarang tidak diketahui, dan Anda tak akan mengetahui masa depan jika Anda menunggu.*

*(Nabi Muhammad Saw)*

*Keberhasilan adalah kemampuan untuk melewati dan mengatasi dari satu kegagalan ke kegagalan berikutnya tanpa kehilangan semangat.*

*(Winston Churchill)*

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eryalfan Setyo Prakoso

NIM : 111710201028

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Kajian Sifat Fisik Jeruk Manis (*Citrus sinensis*) Menggunakan Pengolahan Citra Digital” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 15 Juni 2015  
Yang menyatakan,

Eryalfan Setyo Prakoso  
NIM 111710201028

**SKRIPSI**

**KAJIAN SIFAT FISIK JERUK MANIS (*Citrus sinensis*)  
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL**

Oleh

Eryalfan Setyo Prakoso  
NIM 111710201028

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Dedy W. Soedibyo, S.Tp., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Kajian Sifat Fisik Jeruk Manis (*Citrus sinensis*) Menggunakan Pengolahan Citra Digital” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : 23 Juni 2015  
tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Tim penguji:

Ketua,

Anggota,

Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng.  
NIP. 196312121990031002

Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P.  
NIP. 196912121998021001

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P.  
NIP. 196912121998021001

## SUMMARY

**Study of Physical Properties of Sweet Orange (*Citrus sinensis*) Using Digital Image Processing;** Eryalfan Setyo Prakoso, 111710201028; 2015; 58 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Post-harvest handling activities are important for evaluation of the physical quality of sweet citrus fruit. In the field, the physical properties of the fruit are rarely observed weight, total dissolved solids (TDS) and hardness of fruit. Manual measurements have many shortcomings, such as require relatively long time, the user fatigue factor, costly as it requires laboratory tests and destructive methods. Based on this, it needs a non-destructive methods that can help in the determination of the physical properties of sweet orange. Image processing is an alternative to overcome this. The objective of this research was to determine: identify the image quality variables that have a relationship with the weight, hardness, and TDS sweet oranges, The results of this research can be used in base for estimating the physical properties of sweet orange fruit without damaging the fruit.

The sample used in this study was the sweet citrus fruit (*Citrus sinensis*) Sukkari varieties obtained from folk's plantation in Junrejo Districts, Batu City. The samples classified into various quality classes which were Super (S), A and B, each of samples are 40 pieces. After that, sweet orange sample image take using the CCD camera. Sweet orange image was analyzed to get four image quality variables namely area, diameter, indeks r and g using image processing program. After that, the physical properties sample were measured using digital scales, penetrometer, and refraktometer to get the value of the weight, hardness and TDS.

Data of image quality variables and physical properties, then it analyzed using Moment Pearson moment correlation and coefficient of determination to find the relationship of both. Their relationship were also illustrated in the chart to view that patterns. Statistical analysis were also done to view the grading based on the physical properties of sweet orange fruit. Statistical analysis parameters were mean, standard deviation, quartile 1 (Q1), Q2, Q3, minimal and maximal, then illustrated in the boxplot chart.

The relationship between image processing and physical properties were: weight and area has very strong correlation with the coefficient of determination ( $R^2$ ) equals 0.951; weight and diameter has strong correlation with  $R^2$  equals 0,705; weight and indeks r and g has low correlation with  $R^2$  equals 0,257 and 0,283. Hardness and area has enough correlation with  $R^2$  equals 0,507; hardness and diameter, indeks r and g have low correlation with  $R^2$  equals 0,385; 0,331; dan 0,245. TDS and four image quality variables has very low correlation with  $R^2 < 0,199$ . Variable of physical properties that can be used to grading were weight and hardness of fruit, whereas TDS can not be used.



## RINGKASAN

**Kajian Sifat Fisik Jeruk Manis (*Citrus sinensis*) Menggunakan Pengolahan Citra Digital;** Eryalfan Setyo Prakoso, 111710201028; 2015; 58 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Kegiatan penanganan pasca panen penting untuk evaluasi terhadap mutu fisik buah jeruk manis. Pada kenyataannya di lapang, sifat fisik buah jarang sekali memperhatikan berat, total padatan terlarut dan kekerasan buah. Pengukuran secara manual yang dilakukan memiliki banyak kurangan, diantaranya membutuhkan waktu lama, adanya faktor kelelahan dari *user*, biaya yang mahal karena memerlukan uji laboratorium dan metode yang digunakan destruktif (merusak bahan). Berdasarkan hal tersebut, diperlukan suatu metode non-destruktif yang dapat membantu dalam penentuan sifat fisik jeruk manis. Pengolahan citra merupakan salah satu alternatif untuk mengatasi hal tersebut. Tujuan penelitian untuk mengetahui: mengidentifikasi variabel citra yang memiliki hubungan dengan berat, tingkat kekerasan dan total padatan terlarut buah jeruk manis, Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar pendugaan sifat fisik buah jeruk manis tanpa merusak buah.

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel jeruk manis (*Citrus sinensis*) varietas Sukkari yang didapatkan dari perkebunan rakyat di Kecamatan Junrejo, Kota Batu. Sampel terdiri dari berbagai kelas mutu jeruk yaitu kelas mutu Super (S), kelas A, dan kelas B yang masing-masing berjumlah 40 buah. Sampel buah jeruk manis diambil citranya menggunakan kamera CCD. Citra buah jeruk manis diolah untuk mendapatkan empat variabel mutu citra yaitu area, diameter, indeks r dan indeks g menggunakan program pengolahan citra. Sampel buah jeruk manis kemudian diukur sifat fisik menggunakan timbangan digital, penetrometer dan refraktomer untuk mendapatkan data mengenai berat, tingkat kekerasan dan total padatan terlarutnya (TPT).

Nilai variabel mutu citra yang dihasilkan dan data sifat fisik buah jeruk manis yang telah diukur kemudian dianalisis menggunakan korelasi momen pearson dan juga koefisien determinasi untuk mencari keeratan hubungan keduanya. Hubungan keduanya juga digambarkan dalam grafik untuk melihat pola yang terjadi. Analisis statistik juga dilakukan untuk melihat pemutuan berdasarkan sifat fisik buah jeruk manis. Analisis statistik yang digunakan meliputi rerata, standar deviasi, Kuartil 1 (K1), K2, K3, minimal dan maksimal kemudian digambarkan dalam grafik boxplot.

Hubungan variabel mutu citra dengan sifat fisik buah jeruk diantaranya berat dengan area memiliki keeratan hubungan sangat kuat dengan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,951; berat dengan diameter keeratan hubungannya kuat dengan  $R^2$  sebesar 0,705; berat dengan indeks r dan g memiliki keeratan hubungan rendah dengan  $R^2$  sebesar 0,257 dan 0,283. Tingkat kekerasan dengan area memiliki keeratan hubungan yang cukup dengan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,507; Tingkat kekerasan dengan diameter, indeks r dan g memiliki keeratan hubungan yang rendah dengan  $R^2$  masing – masing sebesar 0,385; 0,331; dan 0,245. TPT dengan area, diameter, indeks r dan g memiliki keeratan hubungan yang sangat rendah dengan  $R^2$  masing – masing sebesar 0,053; 0,045; 0,020; dan 0,018. Variabel sifat fisik yang dapat dilakukan untuk standar pemutuan meliputi berat dan tingkat kekerasan buah, sedangkan TPT tidak dapat digunakan.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Kajian Sifat Fisik Jeruk Manis (*Citrus sinensis*) Menggunakan Pengolahan Citra Digital”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Dedy W. Soediby, S.TP., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini;
2. Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, dan perhatian dalam penyelesaian skripsi ini;
3. Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M.Eng. dan Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P., selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyelesaian skripsi ini;
4. Ir. Hamid Ahmad sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Ir. Muharjo Pudjojono selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian;
6. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan yang lainnya;
7. Bapak Jarman, Ibu Liliek Setyowati dan Dhesyarmani Putri Rothschildi yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangatnya setiap waktu;
8. Teman-teman seperjuangan penelitian yaitu Fikri, Ardika, Haris, Ubed, Arin dan Tiara;
9. Teman seperjuangan Betty, Wendy, Tanjung, Lastri, Eny, Inak, Tirta, Vrita, Esa, Alen, Sayyidah, Ugis, Pujo, Rima, Agil, Savira, Fadhol, Amsani, Gagas,

Yasinta, Dini, Agus, Dian, Taufik, Farid, Aziz, Imami, Irma, Didi, Rusdani, Fauqi, Abdurahman, Nora, Kiki, Hariyadi, Anang, Judhik, Fifi, Kuku, Samsul, Agung, Afif, Roni, Teguh, Panda, Doni, Clara, Mika, Didik, Dewi, beserta seluruh mahasiswa FTP, yang telah membantu dan memberikan informasi serta motivasi selama ini;

10. UKM-K Dolanan dan HMJ Imatekta yang telah memberikan pengalaman yang berharga dalam setiap prosesnya;
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik do'a, tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua orang.

Jember, Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>SUMMARY</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	2
<b>1.4 Manfaat</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.1 Klasifikasi dan Ciri Botani Jeruk Manis</b> .....	4
<b>2.2 Panen dan Pasca Panen Jeruk</b> .....	5
<b>2.3 Standar Mutu Jeruk Manis</b> .....	6
<b>2.4 Pengukuran Sifat Fisik Jeruk Manis</b> .....	7
2.4.1 Pengukuran Berat.....	7
2.4.2 Pengukuran Total Padatan Terlarut .....	8
2.4.3 Pengukuran Kekerasan .....	8
<b>2.5 Pengolahan Citra Digital</b> .....	9
<b>2.6 Segmentasi Citra</b> .....	10

2.6.1. Area .....	11
2.6.2. Perimeter .....	11
2.6.3. Faktor Bentuk .....	11
2.6.4. Pengolahan Warna .....	11
<b>2.7 Penelitian Terdahulu .....</b>	<b>12</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....</b>	<b>14</b>
3.2.1 Alat .....	14
3.2.2 Bahan .....	15
<b>3.3 Tahapan Penelitian.....</b>	<b>15</b>
3.3.1 Persiapan Sampel .....	15
3.3.2 <i>Image Acquisition</i> .....	16
3.3.3 Pengambilan Citra.....	18
3.3.4 Penentuan Variabel Mutu Citra.....	18
3.3.5 Pengolahan Citra .....	19
3.3.6 Pengukuran Sifat Fisik Jeruk Manis .....	19
3.3.7 Analisis Data .....	21
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>25</b>
<b>4.1 Program Pengolahan Citra Buah Jeruk Manis .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2 Penentuan Nilai Batas Segmentasi (<i>Threshold</i>) <i>Background</i> .....</b>	<b>27</b>
<b>4.3 Proses Ekstraksi Citra.....</b>	<b>29</b>
<b>4.4 Korelasi Pengukuran Sifat Fisik dengan Variabel Mutu Citra .....</b>	<b>30</b>
4.4.1 Korelasi Berat dengan Variabel Mutu Citra .....	31
4.4.2 Korelasi Tingkat Kekerasan dengan Variabel Mutu Citra.....	36
4.4.3 Korelasi Total Padatan Terlarut dengan Variabel Mutu Citra.....	47

<b>4.5 Pemutuan Buah Jeruk Manis Berdasarkan Variabel</b>	
<b>Sifat Fisik</b> .....	52
4.4.4 Pengukuran Berat .....	52
4.4.5 Pengukuran Tingkat Kekerasan .....	54
4.4.6 Pengukuran Total Padatan Terlarut.....	55
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	57
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	57
<b>5.2 Saran</b> .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	59
<b>LAMPIRAN</b> .....	62

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Kandungan Gizi Buah Jeruk Manis .....	5
3.1 Sifat Fisik Jeruk Manis dan Variabel Mutu Citra yang Dimungkinkan .....	18
3.2 Tabel Interval Koefisien Determinasi dengan Tingkat Hubungan .....	21
4.1 Sebaran Nilai RGB Pembentuk Citra Obyek dan <i>Background</i> .....	27
4.2 Hasil Analisis Parameter Statistik Sifat Fisik Berat .....	52
4.2 Hasil Analisis Parameter Statistik Sifat Fisik Tingkat Kekerasan .....	54
4.2 Hasil Analisis Parameter Statistik Sifat Fisik Total Padatan Terlarut....	55



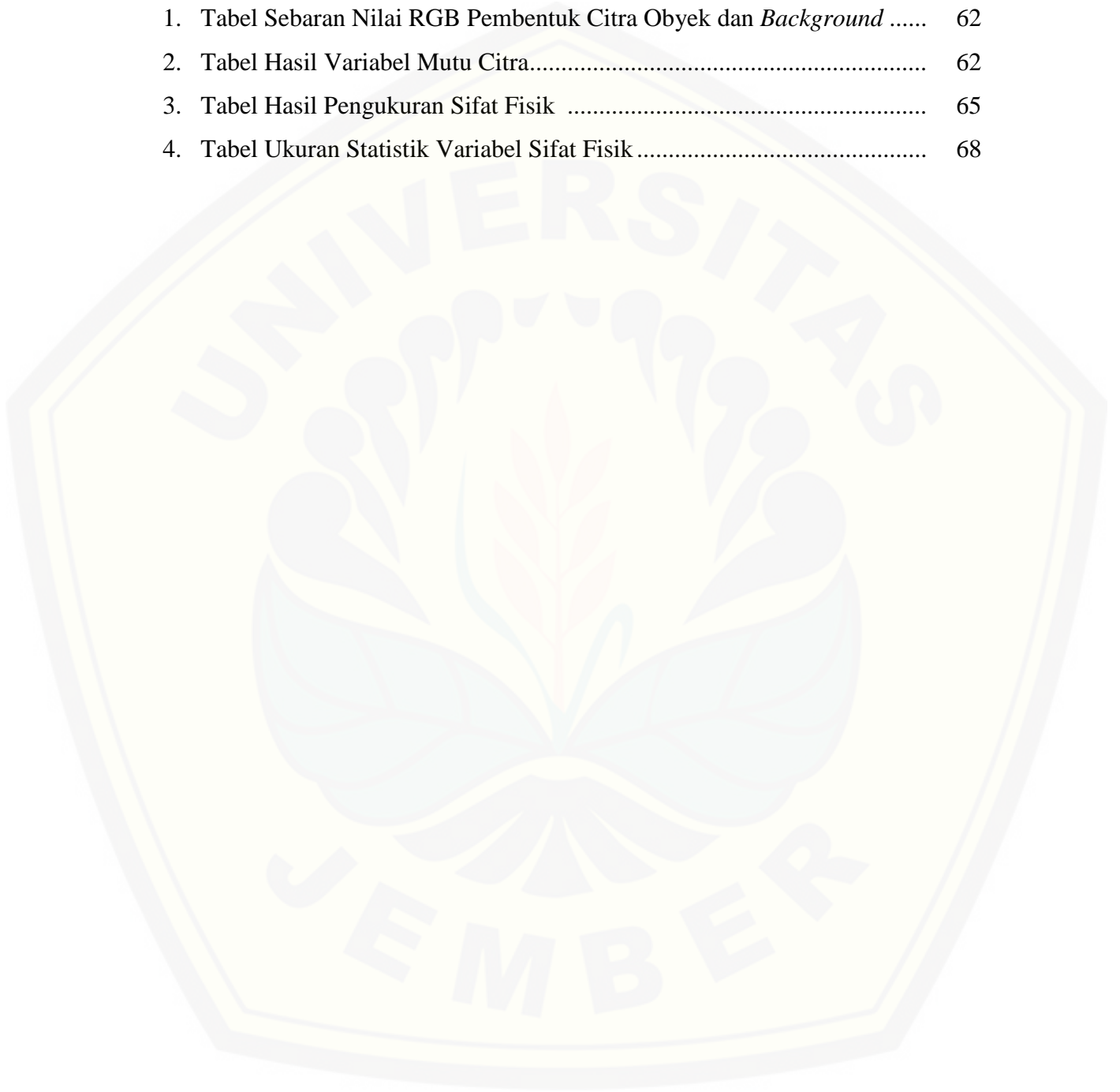
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian .....	15
3.2 Meja Pengambilan Gambar dan Tata Letak Perangkatnya.....	16
3.3 Bagian Buah Jeruk Manis yang Digunakan Sebagai Tempat Pengukuran Kekerasan .....	21
3.4 Boxplot .....	22
4.1 Citra Hasil Rekaman Pada Berbagai Kelas Mutu.....	24
4.2 Tampilan Program Pengolahan Citra Jeruk Manis.....	26
4.3 Tampilan <i>File Text</i> Hasil Pengolahan Citra .....	26
4.4 Sebaran Nilai RGB Pembentuk Obyek dan <i>Background</i> .....	27
4.5 Citra Buah Jeruk Manis Asli .....	28
4.6 Citra Biner Hasil <i>Thresholding</i> .....	29
4.7 Perhitungan Diameter Citra Jeruk Manis .....	29
4.8 Hubungan Antara Berat Buah Jeruk Manis dengan Area .....	31
4.9 Hubungan Antara Diameter dengan Berat Buah Jeruk Manis .....	32
4.10 Hubungan Antara Berat Buah Jeruk Manis dengan Indeks <i>Red</i> .....	33
4.11 Hubungan Antara Berat Buah Jeruk Manis dengan Indeks <i>Green</i> .....	34
4.12 Hubungan Antara Area Pangkal dengan Tingkat Kekerasan Buah .....	37
4.13 Hubungan Antara Area Samping dengan Tingkat Kekerasan Buah .....	38
4.14 Hubungan Antara Diameter dengan Tingkat Kekerasan Buah .....	40
4.15 Hubungan Antara Indeks <i>Red</i> Pangkal dengan Tingkat Kekerasan Buah .....	42
4.16 Hubungan Antara Indeks <i>Red</i> Samping dengan Tingkat Kekerasan Buah .....	43
4.17 Hubungan Antara Indeks <i>Green</i> Pangkal dengan Tingkat Kekerasan Buah .....	44
4.18 Hubungan Antara Indeks <i>Green</i> Samping dengan Tingkat Kekerasan Buah .....	45

4.19 Hubungan Antara Total Padatan Terlarut Buah Jeruk Manis dengan Area .....	48
4.20 Hubungan Antara Total Padatan Terlarut Buah Jeruk Manis dengan Diameter .....	49
4.21 Hubungan Antara Total Padatan Terlarut Buah Jeruk Manis dengan Indeks <i>Red</i> .....	50
4.22 Hubungan Antara Total Padatan Terlarut Buah Jeruk Manis dengan Indeks <i>Green</i> .....	51
4.23 Boxplot Sifat Fisik Berat.....	53
4.24 Boxplot Sifat Fisik Tingkat Kekerasan Buah.....	54
4.25 Boxplot Sifat Fisik Total Padatan Terlarut .....	56

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
1. Tabel Sebaran Nilai RGB Pembentuk Citra Obyek dan <i>Background</i> .....	62
2. Tabel Hasil Variabel Mutu Citra.....	62
3. Tabel Hasil Pengukuran Sifat Fisik .....	65
4. Tabel Ukuran Statistik Variabel Sifat Fisik .....	68



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jeruk manis (*Citrus sinensis*) merupakan salah satu komoditas buah-buahan di Indonesia. Seperti halnya tanaman jeruk lainnya, jeruk manis memiliki kandungan vitamin C yang tinggi dan menyegarkan sehingga banyak dikonsumsi oleh semua kalangan umur. Pembudidayaan jeruk manis di Indonesia telah banyak dikembangkan pada beberapa daerah, yang terdiri atas jeruk manis Batu, jeruk Sunkist, jeruk manis Pacitan dan lainnya. Jawa Timur merupakan provinsi dengan produksi jeruk manis terbesar di Indonesia mencapai 17.500 ton. Salah satu sentra jeruk manis lokal di Jawa Timur adalah Kabupaten Malang (Hasim dan Fajar, tanpa tahun).

Kegiatan pasca panen merupakan kegiatan penanganan yang sangat penting untuk mempertahankan kualitas mutu buah jeruk manis. Dalam penanganan pasca panen diperlukan evaluasi terhadap mutu fisik buah. Sifat fisik buah yang diamati pada lapang hanya terbatas pada ukuran dan warna, jarang sekali memperhatikan berat, total padatan terlarut dan kekerasan buah. Padahal dua variabel tersebut juga berperan penting dalam menentukan kualitas buah.

Umumnya masyarakat masih menggunakan cara manual dengan metode pengukuran destruktif. Permasalahan yang dialami apabila menggunakan cara manual untuk mengamati ukuran dan warna adalah membutuhkan waktu lama dan tingkat akurasi yang rendah, karena menggunakan indra manusia seperti indra penglihatan dan peraba yang penilaiannya masih dilakukan dengan subyektif dan adanya faktor kelelahan dalam penilaiannya. Sehingga besar kemungkinan kesalahan dalam penentuan sifat fisik buah jeruk.

Metode destruktif digunakan untuk menganalisa total padatan terlarut dan kekerasan buah. Sama halnya dengan cara manual dalam membedakan ukuran dan warna, metode destruktif juga memiliki kelemahan yakni bahan hasil pertanian yang telah diuji tidak dapat dijual karena bahan menjadi rusak, oleh karena itu teknik pengujiannya hanya dilakukan dengan pengambilan contoh dari

keseluruhan hasil produksi. Kekurangan lainnya yakni diperlukan waktu yang lama dan biaya yang mahal karena pengujian memerlukan uji laboratorium.

Berdasarkan uraian di atas, maka diperlukan suatu teknologi pengukuran non-destruktif (tanpa merusak bahan) yang dapat membantu dalam penentuan sifat fisik buah jeruk manis. Teknologi yang dapat digunakan adalah teknik *digital image processing* atau lebih dikenal dengan pengolahan citra digital. Dengan menggunakan teknik citra digital dapat dilakukan pencitraan terhadap sifat buah jeruk, sehingga didapatkan suatu dasar yang dapat membantu penentuan mutu ataupun penelitian lainnya yang akan bermanfaat dalam kegiatan pasca panen buah jeruk manis dalam masyarakat.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah hubungan antara variabel mutu citra dengan berat buah jeruk manis?
2. Bagaimanakah hubungan antara variabel mutu citra dengan tingkat kekerasan buah jeruk manis?
3. Bagaimanakah hubungan antara variabel mutu citra dengan total padatan terlarut buah jeruk manis?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi variabel citra yang memiliki hubungan dengan berat buah jeruk manis.
2. Mengidentifikasi variabel citra yang memiliki hubungan dengan tingkat kekerasan buah jeruk manis.
3. Mengidentifikasi variabel citra yang memiliki hubungan dengan total padatan terlarut buah jeruk manis.

#### 1.4 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah mengetahui hubungan sifat fisik buah jeruk (berat, tingkat kekerasan dan total padatan terlarut) dengan variabel mutu citra (area, diameter, r dan g) sehingga dapat dijadikan dasar sebagai pendugaan sifat fisik jeruk manis.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Klasifikasi dan Ciri Botani Jeruk Manis

Jeruk manis disebut juga jeruk peras yang mempunyai nama ilmiah *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, termasuk dalam klasifikasi berikut ini:

Kingdom	: Plantae (tumbuh-tumbuhan)
Divisio	: Spermathophyta (tanaman berbiji)
Sub division	: Angiospermae (biji di dalam buah)
Kelas	: Dicotyledoneae (biji berkeping dua)
Ordo	: Rutales
Famili	: Rutaceae
Tribe	: Citreae
Genus	: <i>Citrus</i>
Species	: <i>Citrus sinensis</i> (L) Osbeck

Buah jeruk manis berukuran besar dan tangkainya kuat. Morfologi buah jeruk manis berbentuk bulat, bulat lonjong, atau bulat rata dengan bagian dasar dan ujungnya bulat serta diameter buah sekitar 4 – 12 cm. Buah yang telah matang berwarna oranye, kuning atau hijau kekuningan dengan bau sedikit harum, agak halus, tidak berbulu dan sedikit mengkilat. Tebal kulit buahnya 0,3 – 0,5 cm, dari tepi berwarna kuning atau oranye tua dan semakin ke dalam berwarna putih kekuningan sampai putih serta kuat melekat pada dinding buah. Di dalam segmen buah terdapat segmen (bagian buah) yang jumlahnya 8 – 13 buah mengelilingi sumbu yang kuat. Setiap segmen memiliki kulit tipis, kuat, putih transparan (jernih) dan melekat kuat satu dengan lainnya (Pracaya, 2000:10-11).

Di dalam segmen terdapat daging buah (pulp) yang berwarna kuning, oranye kekuningan atau kemerahan. Berbau sedikit harum, rasanya manis atau sedikit asam. Pulp terdiri dari gelembung kecil yang kedua ujungnya runcing atau tumpul, berisi cairan dan letaknya bebas. Kelopak buah berbentuk seperti bintang dengan 3 – 6 segmen berbentuk segitiga, bergaris tengah 1 – 1,5 cm. Biji buah jeruk manis sangat bervariasi jumlahnya dari tidak berbiji hingga jumlahnya

banyak. Biji berbentuk bulat telur, yang satu ujungnya tumpul dan lainnya lebih lebar dan bersifat embrional. Warna dari biji jeruk yakni putih atau putih keabuan (Pracaya, 2000:10-11). Kandungan gizi dalam 100 gram buah jeruk manis dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Kandungan Gizi Buah Jeruk Manis

<b>Komponen</b>	<b>Jumlah</b>
Kalori (kal)	45.00
Protein (g)	0.90
Lemak (g)	0.20
Kalsium (mg)	33.00
Fosfor (mg)	23.00
Zat Besi (mg)	0.4
Vitamin A (SI)	190.0
Vit B1 (mg)	0.08
Vit C (mg)	49.00
Air (%)	70 – 92

Sumber: (Direktorat Tanaman Buah, 2002)

## 2.2 Panen dan Pasca Panen Jeruk

Pemanenan buah jeruk umumnya mengikuti tingkat harga yang berada di pasar, hal ini menjadi kebiasaan buruk kebanyakan petani di Indonesia. akibatnya terjadi ketidakseragaman tingkat kematangan buah dan tidak terjaminnya mutu produksi karena panen buah jeruk seharusnya berada di fase yang tepat. Jeruk bukanlah jenis buah-buahan yang bersifat nonklimaterik yaitu buah yang tidak akan mengalami proses pematangan setelah dipanen. Tepatnya buah jeruk tidak menunjukkan gejala kenaikan respirasi yang cepat selama pematangan (Tim Penulis Penebar Swadaya, 2002:68).

Jeruk dipanen pada umur sekitar 6-8 bulan setelah bunganya mekar. Di samping itu, dilakukan juga pengukuran terhadap ciri fisik buah diantaranya:

- a. Kulit buah kekuning-kuningan atau oranye,
- b. Buah tidak terlampau keras apabila dipegang,
- c. Bagian bawah buah bertekstur lunak dan bila dipukul dengan jari bunyi tidak nyaring.



Sebelum dipasarkan, buah jeruk manis diberi berbagai macam perlakuan untuk mempertahankan kualitas. Perlakuan yang dilakukan dalam pemutuan jeruk manis adalah sortasi dan grading (Tim Penulis Penebar Swadaya, 2002:70). Langkah sortasi dilakukan dengan memisahkan buah jeruk yang baik dengan buah yang busuk, jelek, rusak atau sakit. Proses selanjutnya yakni dilakukan grading. Umumnya grading yang dilakukan di perkebunan yang ada di Indonesia variabel yang digunakan adalah diameter dan tingkat kemasakan buah. Praktek untuk pengelompokkan kelas menggunakan dengan indra peraba yakni tangan, antara jari tengah dan ibu jari. Grading dilakukan bersamaan dengan sortasi tingkat kemasakan buah, gejala nekrosa pada buah, warna-warna tidak normal dan variabel lainnya yang berhubungan dengan selera konsumen (Tim Penulis Penebar Swadaya, 2002:72).

### 2.3 Standar Mutu Jeruk Manis

Menurut Badan Standardisasi Nasional (2009:3) yang dicantumkan dalam SNI 3165:2009, standar mutu jeruk dibagi menjadi tiga kelas yaitu:

a. Kelas Super

Jeruk keprok bermutu paling baik (super) yaitu mencerminkan ciri varietas/tipe komersial, bebas dari kerusakan kecuali kerusakan sangat kecil.

b. Kelas A

Jeruk keprok bermutu baik yaitu mencerminkan ciri varietas/tipe komersial, dengan kerusakan kecil yang diperbolehkan sebagai berikut:

- 1) sedikit penyimpangan pada bentuk;
- 2) sedikit penyimpangan pada warna kulit;
- 3) sedikit penyimpangan pada kulit terkait dengan pembentukan buah;
- 4) sedikit bekas luka/cacat pada kulit akibat mekanis.
- 5) total area yang mengalami penyimpangan dan cacat maksimum 10% total luas permukaan buah dan penyimpangan tersebut tidak boleh mempengaruhi mutu daging buah.

c. Kelas B

Jeruk keprok bermutu baik yaitu mencerminkan ciri varietas/tipe komersial, dengan kerusakan kecil yang diperbolehkan sebagai berikut:

- 1) sedikit penyimpangan pada bentuk;
- 2) sedikit penyimpangan pada warna kulit;
- 3) sedikit penyimpangan pada kulit terkait dengan pembentukan buah;
- 4) sedikit bekas luka/cacat pada kulit akibat mekanis.
- 5) total area yang mengalami penyimpangan dan cacat maksimum 15% dari total luaspermukaan buah dan penyimpangan tersebut tidak boleh mempengaruhi mutu daging buah.

## 2.4 Pengukuran Sifat Fisik Jeruk Manis

Sifat fisik merupakan hal yang sangat penting dalam proses sortasi *grading* bahan pangan khususnya jeruk. Ada banyak sekali sifat fisik yang dapat diukur seperti ukuran, bentuk, warna, total padatan terlarut dan lainnya. Akan tetapi dalam penelitian ini yang diukur hanya berat, total padatan terlarut dan kekerasan buah.

### 2.4.1 Pengukuran Berat

Berat buah merupakan salah satu indikator kematangan buah. Pada buah jeruk berat buah akan meningkat seiring meningkatnya kadar jus yang dikandungnya (Handoko *et al*, 2010:4). Menurut Qomariah *et al* (2013:421), berdasarkan data dari Direktorat Gizi Departemen Kesehatan, kandungan terbesar dalam buah jeruk adalah air yaitu antara 86 – 87% pada beberapa jenis buah jeruk. Menurut Tim Penebar Swadaya (2002:94), berat dari buah jeruk oleh Departemen Perdagangan sedikit berbeda dan menggunakan standar ekspor yang mana untuk kelas A  $\geq 151$  gram, kelas B antara 101-150 gram, kelas C beratnya 51-100 gram dan kelas D  $\leq 50$  gram. Dalam menentukan berat dari buah jeruk, instrument yang dapat digunakan adalah timbangan.

Timbangan adalah alat ukur yang dipergunakan untuk menentukan massa benda dengan memanfaatkan gravitasi yang bekerja pada benda tersebut (Dinas

Perindustrian dan Perdagangan, 2009). Salah satu jenis timbangan yang umum digunakan saat ini adalah timbangan digital. Timbangan digital mempunyai tingkat kepresisian yang lebih baik dan pengoperasian yang lebih efisien dari pada timbangan analog. Penggunaan timbangan digital dengan meletakkan obyek yang akan diamati kemudian nilai keluaran dari akan tertera pada LCD (Purnamasari, 2013:2).

#### 2.4.2 Pengukuran Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut dalam suatu bahan pangan merupakan salah satu indikator kualitas buah dan tingkat kemanisan, karena gula merupakan komponen utama bahan padat yang terlarut (Santoso dan Purwoko, 1995:187). Menurut Badan Standardisasi Nasional (2009:3), ketentuan kematangan jeruk dilihat berdasarkan nilai padatan terlarut minimum 8°Brix. Alat yang dapat digunakan dalam penilaian total padatan terlarut adalah refraktometer.

Refraktometer merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk menganalisis kadar sukrosa pada bahan makanan. terdiri atas beberapa bagian, yaitu kaca prisma, penutup kaca prisma, sekrup pemutar skala, grip pegangan, dan lubang teropong (Atago, 2000:1). Angka refraktometer menunjukkan kadar total padatan terlarut (TPT) dalam satuan °Brix. Skala °Brix dari refraktometer sama dengan berat gram sukrosa dari 100g larutan sukrosa. Jika yang diamati adalah daging buah, Skala ini menunjukkan berat gram sukrosa dari 100g daging buah (Ihsan dan Wahyudi, 2005:2).

#### 2.4.3 Pengukuran Kekerasan

Tekstur atau kekerasan pada bahan hasil pertanian bermacam – macam tergantung komoditinya dan dipengaruhi sifat fisik – kimia bahan. Tekstur komoditi panen hortikultura sangat menentukan kualitas makanan dan bahan olahan, sehingga tekstur merupakan faktor yang diperlukan untuk mempertahankan produk dari cekaman selama proses penanganan pasca panen

terutama pendistribusian. Buah-buah yang lunak tidak dapat didistribusikan hingga jarak yang jauh tanpa adanya kehilangan produk dalam jumlah cukup akibat luka fisik. Menurut Badan Standardisasi Nasional (2009:4), nilai kekerasan buah jeruk belum dinyatakan dengan nilai optimal hanya dinyatakan dalam keras dan cukup keras.

Penilaian tekstur atau kekerasan bisa dilakukan secara sensori maupun menggunakan instrument. Alat yang dapat digunakan sebagai pengukur tekstur atau kekerasan bahan pangan adalah penetrometer. Nilai kekerasan disebut dengan konsistensi bahan. Konsistensi bahan didapatkan dengan menekan sampel pada penetrometer dengan menggunakan penekan standar seperti *cone*, jarum atau batang yang ditenggelamkan pada sampel tersebut (Dwihapsari dan Darminto, 2010:2).

Hasil pengukuran dari penekanan sampel menunjukkan tingkat kekerasan atau kelunakan suatu bahan serta bergantung pada kondisi sampel tersebut seperti ukuran, berat penekan, geometri dan waktu. Semakin lunak sampel, penekan penetrometer akan tenggelam makin dalam dan menunjukkan angka yang semakin besar. Untuk menentukan nilai penetrasi bahan menggunakan penetrometer, digunakan rumus 2.1.

$$\text{Penetrasi} = \frac{\left( \text{Rata-rata hasil pengukuran} \times \left( \frac{1}{10} \right) \right) (\text{mm})}{\text{Bobot beban (g)} \times \text{waktu pengujian (detik)}} \left( \frac{\text{mm}}{\text{g.detik}} \right) \dots \dots \dots (2.1)$$

## 2.5 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital merupakan proses konversi citra digital menjadi sesuatu yang lain dari citra itu sendiri seperti pengukuran data ataupun suatu keputusan (Shih, 2010:7). Citra digital didefinisikan sebagai fungsi dua dimensi, dimana  $x$  dan  $y$  merupakan koordinat spasial dan amplitudo di setiap sepasang koordinatnya disebut intensitas atau kecerahan (Gonzales *et al.*, 2004:2). Citra yang dibagi menjadi wilayah yang kecil atau yang menyusunnya disebut dengan piksel. Teknik-teknik pengolahan citra biasanya digunakan untuk melakukan

transformasi dari satu citra ke citra lainnya, sementara untuk melakukan tugas perbaikan informasi dilakukan oleh manusia.

Elemen sistem dari pengolahan citra digital terdiri dari *image acquisition*, penyimpanan, pengolahan dan *display* (Shih, 2010:11).

- a. *Image acquisition*. Peralatan fisik yang sensitif terhadap band dalam spektrum energy elektromagnetik dapat menghasilkan keluaran sinyal elektrik. Sebuah alat digitasi dapat mengkonversi sinyal elektrik menjadi bentuk digital. Citra digital diperoleh dengan mengkonversi citra analog menjadi citra digital dengan scanner atau peralatan yang secara langsung dapat merekam objek ke dalam bentuk digital atau sering disebut dengan kamera digital atau lainnya.
- b. Penyimpanan. Penyimpanan dibagi menjadi tiga yaitu penyimpanan singkat, penyimpanan online dan penyimpanan jangka lama (arsip). Penyimpanan singkat digunakan untuk data yang langsung diolah. Sama dengan penyimpanan singkat, hanya saja penyimpanan online dapat dipanggil apabila dibutuhkan akan tetapi memerlukan koneksi internet. Penyimpanan jangka lama digunakan untuk data yang pengolahannya tidak dipengaruhi durasi waktu.
- c. Pengolahan. Pengolahan citra digital diolah melalui computer oleh suatu perangkat lunak.
- d. *Display*. Untuk menampilkan citra pada suatu monitor yang berbasis monochrom ataupun monitor berwarna.

## 2.6 Segmentasi Citra

Segmentasi citra adalah proses memisahkan suatu *region* dengan latar belakang, hasil dari segmentasi citra disebut sebagai citra biner. *Region* penting dalam pengolahan citra, karena *region* mungkin berkorespondensi dengan beberapa obyek dalam dunia nyata. Untuk memisahkan *region* dengan latar belakang pada citra abu-abu menggunakan teknik *thresholding* (Ahmad, 2005:85). Dalam operasi *thresholding*, apabila terdapat nilai intensitas obyek pada suatu interval dan intensitas latar belakang berada di luar interval maka operasi

dilakukan dengan memberikan nilai minimal dan maksimal pada interval obyek yang terdekat dengan interval intensitas latar belakang.

Setelah proses segmentasi telah dilakukan, proses perhitungan beberapa fitur citra biner dapat dilakukan yaitu pengukuran area, perimeter, faktor bentuk dan warna (Ahmad, 2005:147-262).

#### 2.6.1 Area

Area adalah nilai suatu luasan dari suatu obyek yang dinyatakan dalam satuan piksel. Area dapat mencerminkan ukuran atau berat obyek sesungguhnya pada beberapa benda pejal dengan bentuk yang hampir seragam, tetapi tidak untuk benda yang berongga.

#### 2.6.2 Perimeter

Perimeter adalah bagian terluar suatu obyek yang bersebelahan dengan piksel atau piksel-piksel dari latar belakang. Definisi lainnya yaitu jumlah piksel dari batas daerah. Jadi nilai perimeter suatu obyek dapat dicari dengan menghitung banyak piksel yang berada pada perbatasan obyek dengan latar belakang (*background*).

#### 2.6.3 Faktor Bentuk

Kombinasi beberapa sifat geometri obyek dapat digunakan untuk menganalisis bentuk obyek melalui perhitungan faktor bentuk tak berdimensi. Ada dua faktor bentuk yang dihasilkan dari perbandingan antara area dengan perimeter yaitu kekompakan (*compactness*) untuk menganalisis bentuk obyek yang rata dengan atau yang bergerigi. Perbandingan area dengan panjang maksimum obyek yaitu kebundaran (*roundness*), dimana obyek berbentuk lingkaran akan bernilai 1.

#### 2.6.4 Pengolahan Warna

Warna dari suatu obyek dihasilkan dari pantulan cahaya dengan intensitas tertentu dan mengandung spektrum beberapa panjang gelombang (Ahmad,

2005:260). Monitor dan kartu grafik komputer menggunakan model warna RGB (red, green dan blue), yaitu suatu model warna yang didasarkan pada pembentukan warna melalui kombinasi ketiga warna pokoknya. Kekuatan intensitas tiap komponen warna berkisar 0% sampai 100% dengan artian bahwa nilai 0% ketiadaan suatu warna maupun kecerahan sehingga tampak hitam dan sebaliknya nilai intensitas penuh 100% yang berarti semua komponen warna akan saling menetralkan sehingga akan tampak putih. Salah satu cara yang mudah untuk menghitung nilai warna dan menafsirkan hasilnya dalam model warna RGB adalah dengan melakukan normalisasi terhadap ketiga warna tersebut. Adapun cara normalisasi sebagai berikut:

$$r = R / (R+G+B)$$

$$g = G / (R+G+B)$$

$$b = B / (R+G+B)$$

## 2.7 Penelitian Terdahulu

Ahmad *et al* (2009), melakukan penelitian terhadap pemutuan buah jeruk Pontianak menggunakan pengolahan citra berdasarkan ukuran dan warna. Penelitian yang dilakukan adalah membandingkan jeruk hasil pemutuan secara manual dengan pemutuan menggunakan pengolahan citra yang terdiri 5 kelas mutu (A, B, C, D dan E) yang dicocokkan menurut SNI 01-3165-1992. Hasilnya pemutuan secara manual hanya berhasil membedakan tiap kelas sebesar 41,5%, sedangkan melalui pengolahan citra kesuksesan dari pemutuan sebesar 95,5%.

Soedibyo *et al* (2006), meneliti pemutuan edamame menggunakan pengolahan citra dan jaringan syaraf tiruan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil pemutuan menggunakan pengolahan citra dan JST menghasilkan arsitektur terbaik menggunakan 20 lapisan tersembunyi dan metode normalisasi input dengan rata-rata 0 dan standar devisasi 1. Tingkat keberhasilan penelitian mencapai 81,4%.

Chun-wang *et al.* (2013), melakukan penelitian mengenai kerusakan pada kulit jeruk menggunakan metode koreksi kombinasi cahaya PCA dan B-spline.

Penelitian dilakukan dengan merefleksikan sinar dari oleh Vis-NIR yang kemudian ditangkap oleh kamera dan dikonversi ke model warna hitam dan putih kemudian diolah di komputer. Hasil penelitian menunjukkan, tingkat keberhasilan penentuan kerusakan pada kulit jeruk sebesar 96,5%.

Kondo *et al.* (2000), melakukan penelitian untuk mengevaluasi kualitas jeruk Iyokan. Metode yang digunakan menggunakan jaringan syaraf tiruan. Variabel yang digunakan meliputi *roughness*, warna, bentuk, R, G, rasio diameter Feret dan tekstur yang diekstrasi. Output hasil evaluasi didasarkan untuk penilaian kandungan gula dan pH buah.



## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Energi, Otomatisasi dan Instrumentasi Pertanian dan Laboratorium Enjinering Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Waktu pelaksanaan penelitian pada bulan Januari sampai dengan Maret 2015.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- a. Refraktometer Atago Master untuk mengukur total padatan terlarut sampel
- b. Penetrometer untuk mengukur tingkat kekerasan sampel
- c. Timbangan digital O'hauss Pioneer untuk mengukur berat sampel
- d. Kamera CCD 31BUO4.H untuk merekam citra sampel
- e. Seperangkat meja pengambilan gambar untuk tempat pengambilan citra sampel
- f. 4 buah lampu TL untuk sumber cahaya pada saat pengambilan citra sampel
- g. Kain tetron putih untuk *background* bahan
- h. Kotak penutup untuk menghalangi cahaya luar mengganggu proses perekaman citra
- i. PC Acer Aspire 4750 untuk mengolah citra sampel
- j. *Software*SharpDevelop 4.2 untuk perangkat lunak pembuatan program citra digital
- k. *Software* IC Capture 2.2 untuk perangkat lunak merekam citra
- l. *Software*Jasc Paint Shop Pro 9 untuk perangkat lunak menganalisis nilai RGB pada citra sampel
- m. *Software* Microsoft Excel untuk perangkat lunak mengolah data hasil perekaman citra dan pengukuran sifat fisik sampel

### 3.2.2 Bahan

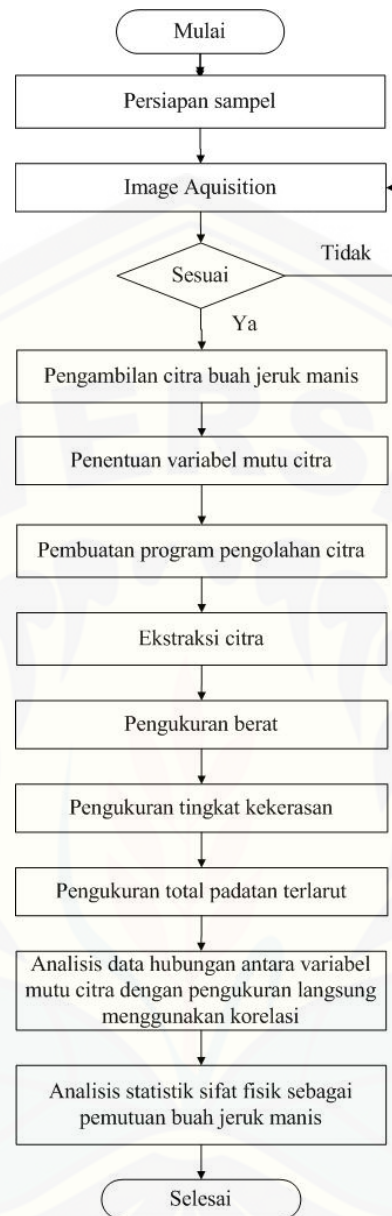
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel jeruk manis (*Citrus sinensis*) varietas Sukarri yang didapatkan dari perkebunan rakyat di Kecamatan Junrejo, Kota Batu. Sampel yang digunakan sebanyak 120 buah yang terdiri dari berbagai kelas mutu jeruk yaitu kelas mutu Super (S), kelas A, dan kelas B.

## 3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian mengacu pada diagram alir prosedur umum penelitian yang ditampilkan pada Gambar 3.1. Adapun proses dimulai dari persiapan hingga analisis data.

### 3.3.1 Persiapan Sampel

Persiapan sampel yang dilakukan dengan cara mengumpulkan buah jeruk manis yang telah matang dari petani di daerah Kecamatan Junrejo, Kota Batu. Sampel jeruk manis kemudian dimutukan secara manual yang dibagi menjadi tiga kelas mutu yaitu mutu S, mutu A dan mutu B. Pemuatan manual didasarkan pada SNI 3165:2009 dan Departemen Perdagangan, dikarenakan untuk membedakan mutu jeruk manis, petani masih didasarkan pada ukuran dan berat buah, sedangkan untuk tingkat kebersihan dan cacat pada kulit buah jeruk manis, petani menggunakan dasar SNI. Kemudian melakukan proses pencucian buah untuk membersihkan kulit buah dari kotoran dan pestisida. Pengangkutan buah dari perkebunan ke laboratorium menggunakan mobil dan pengepakan buah menggunakan jaring plastik. Buah yang akan diteliti untuk hari berikutnya, maka dimasukkan ke dalam refrigerator. Tetapi sebelum pelaksanaan penelitian, buah hasil penyimpanan tersebut harus dinormalkan suhunya hingga setara dengan suhu ruangan.

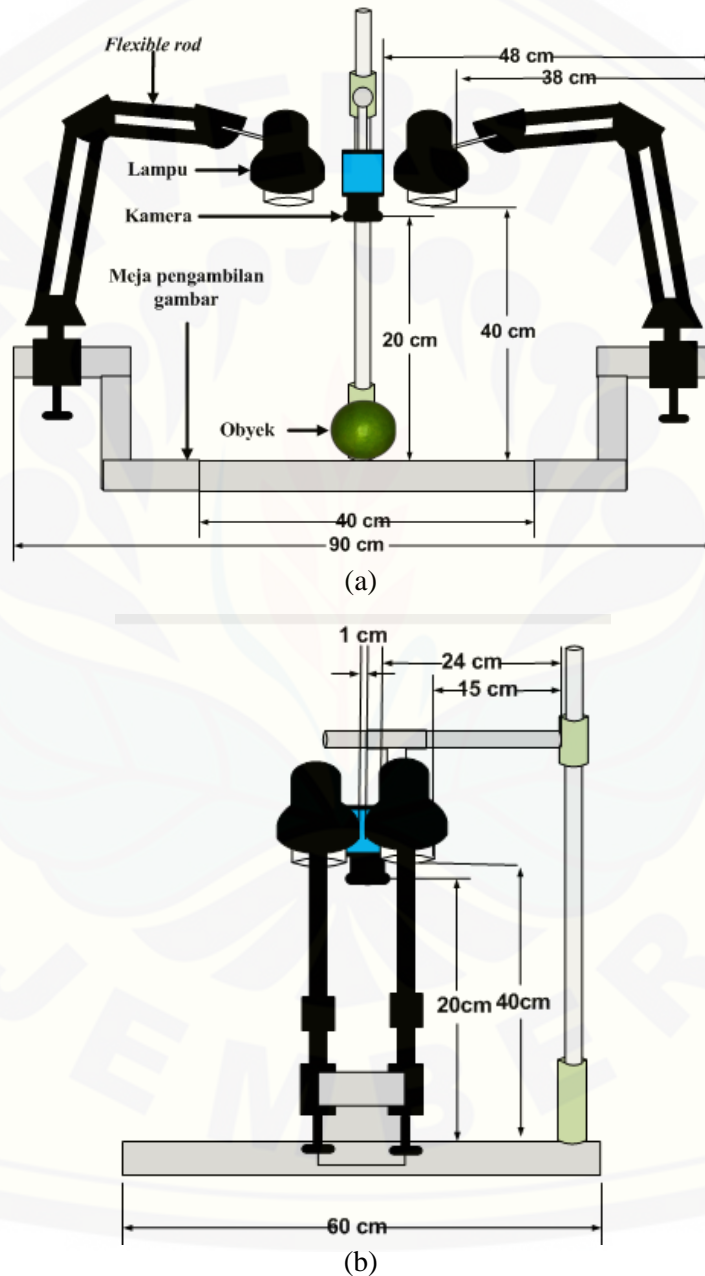


Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.3.2 Image Acquisition

Prosedur *image acquisition* dilakukan untuk mendapatkan hasil citra buah jeruk manis terbaik. Metode yang digunakan dalam penentuan *image acquisition* adalah *trial and error* yang meliputi proses menentukan jarak kamera dan lampu sehingga mendapatkan citra yang sama atau mendekati aslinya, pencahayaan seragam pada permukaan obyek, meminimalkan bayang-bayang, dan memilih warna *background* yang tepat.

Hasil dari *image acquisition* yang telah dilakukan didapatkan nilai konfigurasi citra pada program IC Capture 2.2 yang digunakan pada penelitian ini adalah kejenuhan warna (*saturation*) diset pada nilai 192 dan corak warna (*hue*) diset pada nilai 180. Jarak kamera dan posisi lampu terbaik hasil *image acquisition* ditampilkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Meja Pengambilan Gambar dan Tata Letak Perangkatnya (a) Tampak Depan dan (b) Tampak Belakang

### 3.3.3 Pengambilan Citra

Prosedur pengambilan citra dilakukan di seperangkat meja pengambilan gambar dengan alat yaitu kamera CCD dan seperangkat komputer. Adapun prosedur pengambilan citra yang dilakukan adalah

1. Menyelubungi meja pengambilan gambar menggunakan kain tetron putih yang digunakan sebagai *background*.
2. Meletakkan sampel buah jeruk manis di meja pengambilan gambar menghadap vertikal dan tegak lurus dengan kamera.
3. Menempatkan jarak kamera dengan lampu TL yang telah disesuaikan dengan hasil *image acquisition*.
4. Menutup meja pengambilan gambar dengan kotak penutup agar cahaya luar tidak mengganggu proses perekaman citra
5. Melakukan proses perekaman dengan menghidupkan kamera CCD 31BUO4.H dan komputer. *Software* yang digunakan dalam proses perekaman adalah IC Capture 2.2. *Software* ini digunakan untuk menampilkan citra yang akan maupun telah direkam ke monitor PC. Melakukan pengaturan konfigurasi meliputi *hue* (corak warna), *saturation* (kejenuhan warna) dan kontras untuk mendapatkan hasil citra jeruk manis yang sesuai aslinya.
6. Menyimpan hasil perekaman citra ke *hardisk* PC dalam bentuk format file berekstensi .bmp. hasil rekaman citra mberesolusi 1024 x 768 piksel.
7. Melakukan perekaman citra sebanyak dua kali pada bagian pangkal dan samping sampel buah jeruk manis.

### 3.3.4 Penentuan Variabel Mutu Citra

Penentuan variabel citra dilakukan dengan menyeleksi beberapa variabel citra yang dimungkinkan memiliki hubungan dengan sifat fisik buah jeruk. Adapun beberapa variabel yang dimungkinkan dengan sifat fisik buah jeruk disajikan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Sifat Fisik Jeruk Manis dan Variabel Mutu Citra yang Dimungkinkan

No	Sifat Fisik Buah Jeruk Manis	Variabel Mutu Citra yang Dimungkinkan	Uraian
1	Kekerasan Buah	Area, diameter, r dan g	Variabel mutu pengolahan citra yang dapat merepresentasikan kekerasan, berat dan total padatan terlarut buah jeruk manis adalah area, diameter, indeks warna merah (r) dan indeks warna hijau (g). Area dan diameter buah jeruk manis memiliki dimensi piksel. Karena penjumlahan r, g dan b sama dengan satu, maka cukup dua variabel mutu saja yang digunakan, yaitu r dan g (r dan g adalah variabel yang dimensionless).
2	Berat Buah	Area, diameter, r dan g	
3	Total Padatan Terlarut	Area, diameter, r dan g	

### 3.3.5 Pengolahan Citra

Prosedur pengolahan citra terdiri dari beberapa tahapan yang dimulai dari pembuatan program pengolahan citra menggunakan *Software SharpDevelop 4.2*. Berikutnya yaitu tahapan ekstraksi citra. Tujuan ekstraksi citra adalah menghasilkan empat variabel mutu yang ditetapkan berupa area buah, diameter, r, dan g. Tahapan terakhir adalah mengolah citra dari data rekaman citra dengan prosedur berikut.

- 1) Membuka program pengolahan citra yang telah dibuat menggunakan bahasa pemrograman C# develop.
- 2) Membuka hasil rekaman citra buah jeruk yang telah disimpan dalam format .bmp pada program pengolahan citra.
- 3) Melakukan proses pengolahan citra buah jeruk untuk mendapatkan variabel mutu, berupa area, diameter, r, dan g. Data hasil ekstraksi citra di simpan dalam bentuk *text*.

### 3.3.6 Pengukuran Sifat Fisik Jeruk Manis

Pengukuran langsung terhadap buah jeruk manis dibagi menjadi tiga pengukuran yakni pengukuran berat, pengukuran kekerasan dan pengukuran

kandungan gula terlarut. Variabel yang akan diukur sebanyak 120 buah jeruk manis.

a. Pengukuran berat

Melakukan pengukuran berat buah jeruk dengan menggunakan timbangan digital O'hauss (ketelitian 0,001 gram). Pengukuran berat dilakukan sebanyak tiga kali kemudian ketiga hasil pengukuran dirata-rata.

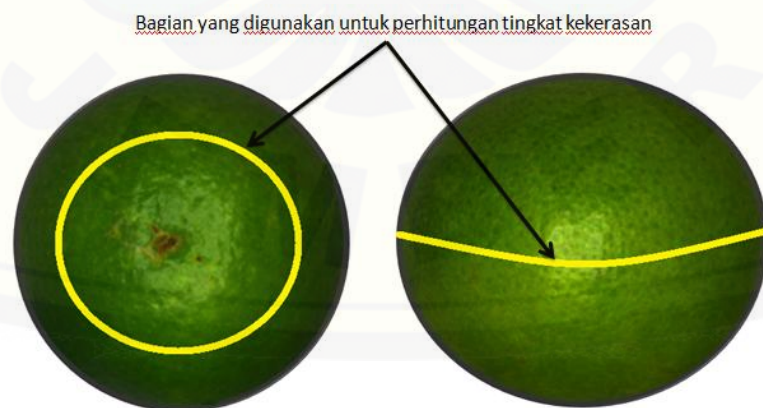
b. Pengukuran tingkat kekerasan

Melakukan pengukuran tingkat kekerasan buah jeruk manis dengan menggunakan penetrometer. Pengukuran tekstur ini dilakukan pada sembilan tempat yang berbeda yaitu bagian atas tiga titik, tengah tiga titik, bawah tiga titik yang ditunjukkan melalui Gambar 3.3. Mengukur tingkat kekerasan buah dilakukan dengan cara berikut (Yuwono dan Susanto, 1998:31).

1. Menimbang berat beban (beban dengan batang pemegang),
2. Meletakkan bahan yang akan diukur tepat di bawah jarum penusuk penetrometer,
3. Menentukan waktu yang diperlukan untuk penekanan terhadap beban,
4. Melepaskan beban, kemudian membaca skala setelah alat berhenti

Untuk menentukan penetrasi bahan dapat menggunakan Persamaan 3.1.

$$\text{Penetrasi} = \frac{\left( \text{Rata-rata hasil pengukuran} \times \left( \frac{1}{10} \right) \right) (\text{mm})}{\text{Bobot beban (g)} \times \text{waktu pengujian (detik)}} \left( \frac{\text{mm}}{\text{g.detik}} \right) \dots\dots\dots (3.1)$$



Gambar 3.3 Bagian Buah Jeruk Manis yang Digunakan Sebagai Tempat Pengukuran Kekerasan

### c. Pengukuran total padatan terlarut

Mengukur total padatan terlarut buah jeruk manis menggunakan refraktometer. Skala pada refraktometer menunjukkan nilai total padatan terlarut yang dinyatakan dalam °Brix. Prosedur mengukur total padatan terlarut sebagai berikut (Atago, 2000).

1. Meletakkan sari buah jeruk manis ke dalam kaca prisma refraktometer secara merata sehingga tidak ada gelembung ataupun bagian kaca prisma yang kering.
2. Menempatkan refraktometer sejajar dengan lampu atau tempat yang memiliki cahaya yang cukup.
3. Melakukan pembacaan nilai total padatan terlarut dengan melihat perbatasan skala warna biru dan putih pada refraktometer.
4. Mencatat suhu lingkungan pada saat pembacaan nilai total padatan terlarut buah jeruk manis.
5. Membersihkan bagian kaca prisma dengan aquades kemudian mengeringkannya dengan kertas tisu bersih.
6. Melakukan prosedur 1-5 sebanyak tiga kali ulangan.

Untuk menentukan nilai total padatan terlarut dengan cara nilai skala pada refraktometer ditambah atau dikurangkan dengan nilai koreksi yang telah disesuaikan dengan suhu lingkungan.

### 3.3.7 Analisis Data

Terdapat dua analisa data yang digunakan pada penelitian kali ini, diantaranya:

1. Analisis yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara data pengukuran langsung dengan masing-masing variabel citra. Analisa data yang dilakukan menggunakan korelasi *moment pearson*. Berikut rumus korelasi untuk dua variabel:

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \dots\dots\dots (3.2)$$



Keterangan:

$r$  = koefisien korelasi antara variabel X dan variabel Y (tanpa dimensi)

$x$  = variabel mutu citra

$y$  = nilai variabel sifat fisik

$\sum x$  = Jumlah nilai  $x$

$\sum y$  = Jumlah nilai  $y$

$\sum xy$  = Jumlah perkalian antara variabel  $x$  dan  $y$

$\sum x^2$  = Jumlah dari kuadrat nilai  $y$

$\sum y^2$  = Jumlah dari kuadrat nilai  $x$

$(\sum x)^2$  = Jumlah nilai  $x$  kemudian dikuadratkan

$(\sum y)^2$  = Jumlah nilai  $y$  kemudian dikuadratkan

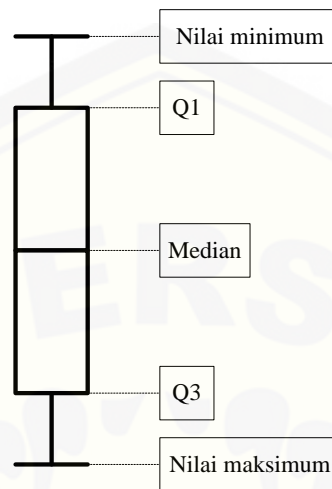
Nilai yang didapat dari koefisien korelasi kemudian dikuadratkan ( $R^2$ ) untuk mendapatkan nilai koefisien determinasi. Hasil dari nilai  $R^2$  digunakan untuk menentukan tingkat hubungan kedua variabel dengan melihat Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Tabel Interval Koefisien dengan Tingkat Hubungan

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
<b>0.00 – 0.199</b>	Sangat rendah
<b>0.20 – 0.399</b>	Rendah
<b>0.40 – 0.599</b>	Cukup
<b>0.60 – 0.799</b>	Kuat
<b>0.80 – 1.000</b>	Sangat Kuat

- Analisa statistik terhadap sifat fisik buah jeruk manis. Hasil pengukuran sifat fisik dianalisis dengan statistik untuk mengetahui korelasi dengan kriteria mutu sampel berdasarkan pemutuan manual. Nilai-nilai variabel mutu yang telah ditabulasi, digambarkan dalam grafik boxplot menggunakan *software* Microsoft Excel. Boxplot adalah penampakan garis yang didasarkan pada nilai kuartil, untuk memudahkan dalam menggambar suatu kelompok data. Untuk menggambar boxplot, dibutuhkan lima buah nilai dari data, yaitu nilai minimum, K1 (kuartil pertama), median, K3 (kuartil ketiga) dan nilai

maksimum (Mason dan Lind, 1996:148). Bentuk grafik boxplot ditampilkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Boxplot

Adapun perhitungan ukuran statistik yang dilakukan:

1. Rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

Keterangan :

$\bar{X}$  : rata-rata X

$\sum X_i$  : jumlah seluruh nilai  $X_i$

$n$  : jumlah anggota sampel

2. Standar deviasi

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Keterangan :

$s$  : standar deviasi

$X_i$  : data

$\bar{X}$  : rata-rata data

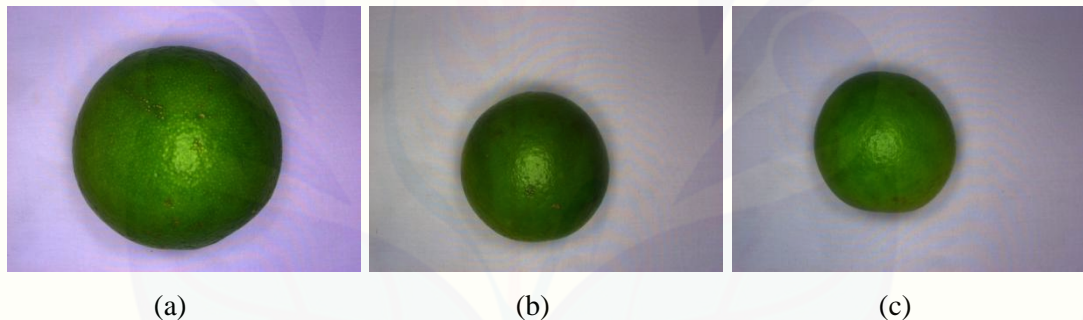
$n$  : jumlah data

3. Median ( $Me / K_2$ ) adalah nilai tengah-tengah dari data yang diobservasi, setelah data tersebut disusun mulai dari urutan yang terkecil sampai yang terbesar atau sebaliknya. Jika jumlah data ganjil, maka median terdapat tepat di tengah-tengah.
4. Kuartil ( $K$ ) adalah nilai data dari kumpulan data yang dibagi 4 bagian yang sama banyaknya sudah data diurutkan dari nilai terkecil sampai terbesar. Ada tiga kuartil, yaitu kuartil pertama ( $K_1$ ), kuartil kedua ( $K_2$ ), dan kuartil ketiga ( $K_3$ ). Untuk menghitung letak kuartil dapat digunakan rumus :  
Letak  $K_i =$  data ke  $\frac{i(n+1)}{4}$   
dengan  $i = 1,2,3$
5. Minimum adalah nilai data yang terkecil.  
Maksimum adalah nilai data yang terbesar.

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Program Pengolahan Citra Buah Jeruk Manis

Tahapan awal dalam pembuatan program pengolahan citra dilakukan dengan perekaman citra buah jeruk manis menggunakan kamera CCD. Hasil dari perekaman akan langsung disimpan dalam *hardisk* atau media penyimpanan di komputer. Citra yang dihasilkan memiliki resolusi 1024x768 dan berformat .bmp. Pada penelitian ini, buah jeruk yang digunakan sejumlah 120 buah yang dibagi menjadi tiga kelas mutunya yaitu mutu S, mutu A dan mutu B. Pengambilan sampel setiap mutu bertujuan agar didapatkan rentang nilai dari pengukuran langsung maupun dari variabel mutu citra. Hasil dari perekaman citra dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Citra Hasil Rekaman pada Berbagai Kelas Mutu (a) Kelas Mutu S, (b) Kelas Mutu A dan (c) Kelas Mutu B

Pembuatan program pengolahan citra berfungsi untuk menghasilkan nilai – nilai variabel mutu citra seperti area, diameter, r dan g. Program pengolahan citra yang akan digunakan, terlebih dahulu dibuat dengan software *Sharp Developt* dan menggunakan bahasa C#. Komponen penyusun program pengolahan citra jeruk manis terdiri dari beberapa tombol perintah, *PictureBox* dan *TextBox*. Tombol pada program terdiri atas dua tombol perintah, yaitu tombol buka file dan tombol olah. Kegunaan tombol buka file yaitu untuk memanggil atau membuka file citra yang disimpan pada media penyimpanan (*hardisk*), sedangkan tombol

olah berfungsi untuk menjalankan proses ekstrasi citra yang telah dibuka atau ditampilkan.

*PictureBox* pada program pengolahan citra jeruk manis berfungsi untuk menampilkan citra. *PictureBox* pada program ini dibedakan menjadi dua yaitu

1. *PictureBox* dengan label “*Original image*” berfungsi menampilkan citra asli dari buah jeruk hasil rekaman citra di dalam *hardisk*.
2. *PictureBox* dengan label “Citra biner” berfungsi menampilkan citra yang telah disegmentasi menggunakan teknik *thresholding* sehingga warna tampilan hanya hitam (untuk citra *background*) dan putih (untuk citra obyek).

Komponen terakhir adalah *TextBox* yang berfungsi untuk menampilkan informasi mengenai nama file ataupun nilai-nilai dari variabel mutu citra. Agar dapat lebih jelas mengenai tampilan program pengolahan citra ini dapat dilihat pada Gambar 4.2.

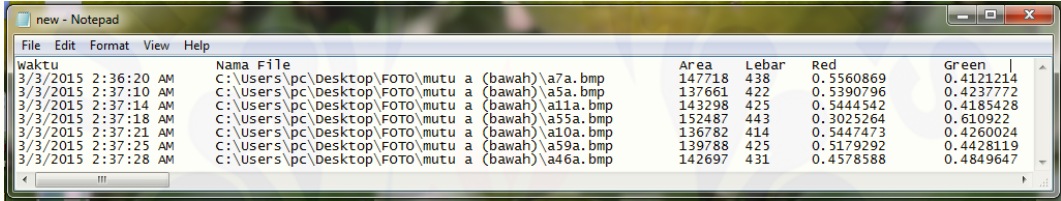


Gambar 4.2 Tampilan Program Pengolahan Citra Jeruk Manis

Cara kerja program pengolahan citra jeruk manis dengan menekan tombol “Buka File” kemudian akan muncul *dialog box* untuk mengetahui lokasi citra. Setelah memilih citra yang akan diolah, maka citra akan ditampilkan pada *PictureBox* “Original Image” dan akan muncul informasi di *TextBox* dengan label

“Nama File”. Langkah berikutnya yaitu menekan tombol “Olah” yang didalamnya telah berisi perintah untuk mengekstrasi citra sehingga akan memunculkan hasil ekstrasi pada *PictureBox* “Citra Biner”. Untuk informasi nilai – nilai area, diameter, r dan g akan ditampilkan di *TextBox* dengan label masing-masing.

Keluaran data hasil analisis program secara otomatis akan disimpan dalam bentuk ekstensi .txt. Pengeksekusian *file* berkeestensi .txt telah dilakukan pada saat program dibuka, akan tetapi untuk penyimpanan informasi data dilakukan setelah menekan tombol “Olah”. Apabila akan dilakukan proses pengambilan data dari analisis citra kembali, informasi berikutnya akan ditambahkan pada baris baru pada *file text* tersebut, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.3.



waktu	Nama File	Area	Lebar	Red	Green
3/3/2015 2:36:20 AM	C:\Users\pc\Desktop\FOTO\mutu a (bawah)\a7a.bmp	147718	438	0.5560869	0.4121214
3/3/2015 2:37:10 AM	C:\Users\pc\Desktop\FOTO\mutu a (bawah)\a5a.bmp	137661	422	0.5390796	0.4237772
3/3/2015 2:37:14 AM	C:\Users\pc\Desktop\FOTO\mutu a (bawah)\a11a.bmp	143298	425	0.5444542	0.4185428
3/3/2015 2:37:18 AM	C:\Users\pc\Desktop\FOTO\mutu a (bawah)\a55a.bmp	152487	443	0.3025264	0.610922
3/3/2015 2:37:21 AM	C:\Users\pc\Desktop\FOTO\mutu a (bawah)\a10a.bmp	136782	414	0.5447473	0.4260024
3/3/2015 2:37:25 AM	C:\Users\pc\Desktop\FOTO\mutu a (bawah)\a59a.bmp	139788	425	0.5179292	0.4428119
3/3/2015 2:37:28 AM	C:\Users\pc\Desktop\FOTO\mutu a (bawah)\a46a.bmp	142697	431	0.4578588	0.4849647

Gambar 4.3 Tampilan *File Text* Hasil Pengolahan Citra

## 4.2 Penentuan Nilai Batas Segmentasi (*Threshold*) *Background*

Citra biner didapat dengan mengubah citra latar belakang menjadi hitam (nilai RGB =0) dan citra obyek dirubah menjadi putih (nilai RGB = 255). Teknik untuk memisahkan citra latar belakang dengan obyek menggunakan teknik thresholding. Proses segmentasi citra dilakukan dengan mengoleksi nilai RGB (red, green dan blue) pada *background* maupun obyek yang diambil secara acak dari sampel citra jeruk manis yang telah direkam. Untuk mempermudah dalam penentuan kombinasi nilai RGB dilakukan analisis menggunakan Tabel dan grafik sehingga didapatkan batasan yang optimal. Nilai RGB sampel citra jeruk manis ditampilkan pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.4.

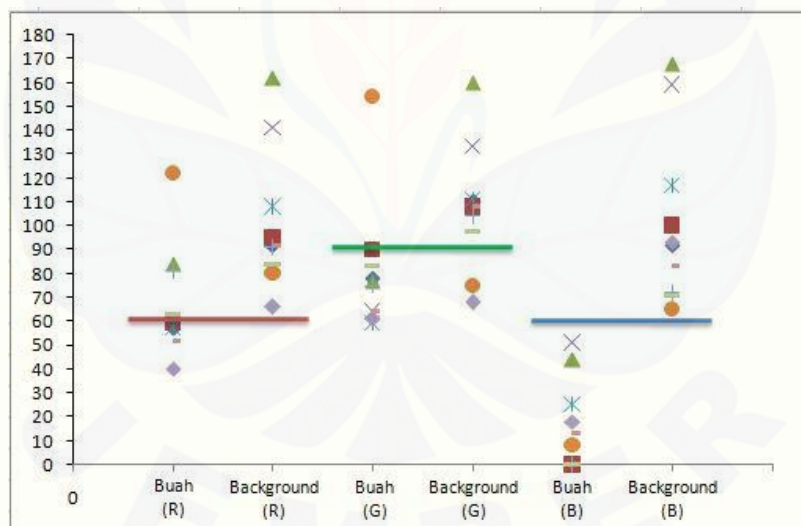
Berdasarkan Tabel 4.1 dan Gambar 4.4, dapat dilihat bahwa terdapat batas nilai untuk masing-masing nilai RGB pembentuk citra buah dan *background*. Untuk sebaran nilai R, nilai minimum yang ditunjukkan oleh background berada pada nilai 62, sedangkan untuk nilai R buah populasi sampel paling banyak berada

di bawah nilai 60. Sehingga batas nilai R yang dapat dijadikan sebagai batas threshold sebesar  $R > 60$ .

Tabel 4.1 Sebaran Nilai RGB Pembentuk Citra Obyek dan *Background*

No	R		G		B	
	Obyek	<i>Background</i>	Obyek	<i>Background</i>	Obyek	<i>Background</i>
1	57	92	78	110	0	92
2	59	95	90	108	0	100
3	84	162	77	160	44	168
4	60	141	64	133	51	159
5	57	108	59	111	25	117
6	122	109	154	109	8	89
7	81	91	75	104	0	72
8	52	92	64	108	13	83
9	63	84	83	98	0	71
10	40	62	61	85	16	65
Maksimum	122	162	154	160	51	168
Minimum	40	62	59	85	0	65

Sumber: Data primer (2015)



Gambar 4.4 Sebaran Nilai RGB Pembentuk Obyek dan *Background*

Untuk sebaran nilai G, nilai minimum yang ditunjukkan oleh *background* berada pada nilai 85, sedangkan untuk nilai G buah populasi sampel paling banyak berada di bawah nilai 90. Sehingga batas nilai G yang dapat dijadikan sebagai batas threshold sebesar  $G > 90$ . Untuk sebaran nilai B, nilai minimum yang ditunjukkan oleh *background* berada pada nilai 65, sedangkan untuk nilai B

buah populasi sampel paling banyak berada di bawah nilai 51. Sehingga batas nilai B yang dapat dijadikan sebagai batas threshold sebesar  $B > 60$ .

Berdasarkan uraian diatas, fungsi threshold dapat diformulasikan dengan rumus: jika  $R > 60$  and  $G > 90$  and  $B > 60$  maka akan diidentifikasi sebagai background dan diubah menjadi hitam (nilai RGB = 0) selain itu akan diidentifikasi sebagai obyek dan diubah menjadi putih (nilai RGB = 255).

Hasil dari citra biner kemudian digunakan untuk menentukan nilai dari variabel mutu citra. Gambar 4.5 akan menunjukkan citra buah jeruk sebelum dithresholding dan Gambar 4.6 menunjukkan citra biner hasil proses thresholding.



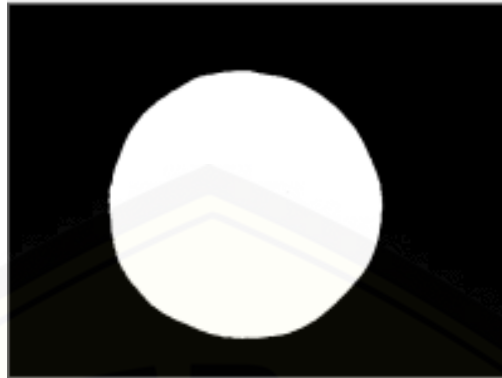
Gambar 4.5 Citra Buah Jeruk Manis Asli

### 4.3 Proses Ekstraksi Citra

Proses ekstraksi citra dilakukan menggunakan operasi – operasi tertentu untuk mendapatkan nilai variabel mutu citra. Proses ekstraksi mutu citra yang dilakukan meliputi berbagai tahapan untuk mendapatkan nilai area, panjang, lebar, perimeter, r dan g. Adapun prosesnya sebagai berikut:

1. Perhitungan area obyek jeruk manis dengan cara menjumlahkan piksel-piksel berwarna putih citra biner hasil thresholding. Citra biner hasil thresholding dapat dilihat pada Gambar 4.6.





Gambar 4.6 Citra Biner Hasil Thresholding

2. Perhitungan diameter ( $d$ ) jeruk manis didapatkan dengan cara menentukan absis ( $x$ ) awal citra putih dan absis ( $x$ ) akhir citra putih kemudian dihitung panjang jaraknya. Gambar perhitungan diameter dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Perhitungan Diameter Citra Jeruk Manis

3. Perhitungan nilai indeks  $r$  dan  $g$ , didapatkan dari seluruh nilai  $R$  dan  $G$  yang kemudian dinormalisasikan dengan cara  $r = R/(R+G+B)$  dan  $g = G/(R+G+B)$ . hasil dari normalisasi kemudian dibagi dengan area jeruk manis.

#### 4.4 Korelasi Pengukuran Sifat Fisik dengan Variabel Mutu Citra

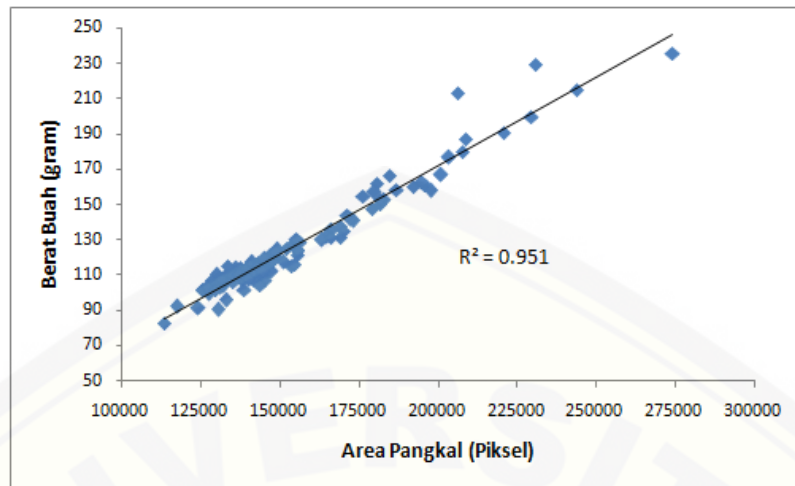
Berdasarkan hasil penelitian, korelasi pengukuran sifat fisik yaitu berat, tingkat kekerasan dan total padatan terlarut buah dengan beberapa variabel mutu citra yaitu area, diameter, indeks warna red dan green ditunjukkan oleh grafik dan koefisien determinasi sebagai berikut.

#### 4.4.1 Korelasi Berat dengan Variabel Mutu Citra

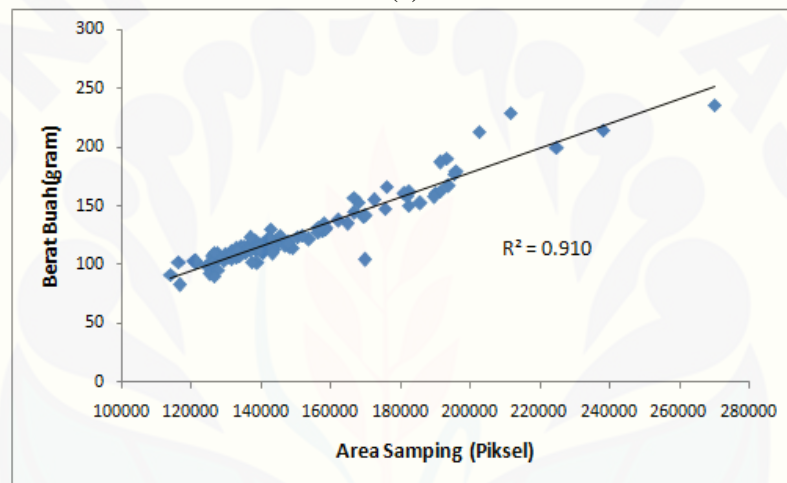
Grafik hubungan antara berat dengan variabel mutu citra dapat dilihat pada Gambar 4.8; 4.9; 4.10 dan 4.11. Hubungan area dengan berat ditunjukkan melalui Gambar 4.8. Berdasarkan gambar tersebut, diketahui nilai determinasi korelasi hasil pengukuran dengan variabel mutu citra sebesar 0,951 untuk area obyek citra jeruk manis yang direkam dari daerah pangkal. Mengacu pada Tabel 3.2 mengenai penjelasan koefisien determinasi, maka hubungan kedua variabel memiliki tingkat hubungan sangat kuat. Begitu pula untuk area obyek citra jeruk manis yang direkam dari arah samping, memiliki tingkat hubungan sangat kuat terhadap berat buah yang ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi sebesar 0.910.

Perbedaan nilai koefisien determinasi hubungan antara berat dengan luas area pada pengambilan citra objek pada pangkal dan samping disebabkan oleh bentuk dari buah jeruk manis yang bulat, bulat lonjong dan bulat rata dengan bagian dasar dan ujungnya bulat (Pracaya, 2000:10). Akibat dari faktor bentuk inilah sehingga visual dari buah jeruk manis cenderung terlihat memiliki area yang lebih besar dan bulat pada citra yang diambil dari pangkal daripada citra sampingnya. Akan tetapi tidak memiliki kemungkinan bahwa pada pengambilan citra pangkal akan terdapat beberapa nilai berat yang lebih tinggi ataupun lebih rendah.

Untuk memperjelas hubungan keduanya, terlihat dari Gambar 4.8 mengenai grafik hubungan antara luas area dengan berat buah jeruk manis. Pada gambar tersebut memiliki *trend* positif, semakin besar luasan area yang dimiliki oleh citra buah jeruk manis maka berat buah semakin besar. Faktor yang mempengaruhi hubungan kedua pengukuran tersebut adalah pertumbuhan dan perkembangan buah jeruk manis. Pertumbuhan dan perkembangan buah jeruk tentu saja akan diikuti dengan berkembangnya sel sel pada kulit buah maupun kulit segmen, meningkatnya kandungan gula, vitamin C dan juga kandungan lainnya. Perubahan tersebut juga akan mempengaruhi ukuran buah jeruk yang semakin lama akan semakin bertambah besar.



(a)



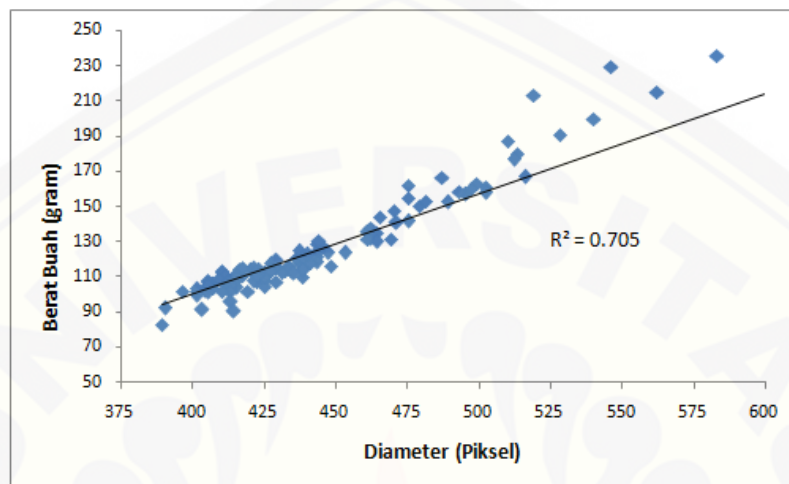
(b)

Gambar 4.8 Hubungan Antara Berat Buah Jeruk Manis dengan (a) Area Pangkal dan (b) Area Samping

Grafik hubungan antara berat dengan diameter ditunjukkan melalui Gambar 4.9. Berdasarkan gambar tersebut, diketahui nilai determinasi korelasi hasil pengukuran dengan variabel mutu citra sebesar 0,705 untuk diameter obyek citra jeruk manis yang direkam dari daerah pangkal. Mengacu pada Tabel 3.2 mengenai penjelasan koefisien determinasi, maka hubungan kedua variabel memiliki tingkat hubungan kuat.

Faktor yang mempengaruhi hubungan keduanya, dikarenakan dari proses pertumbuhan buah jeruk manis. Buah jeruk akan mengalami pertumbuhan diameter hingga berumur 32 minggu setelah bunga mekar (SBM), akan tetapi

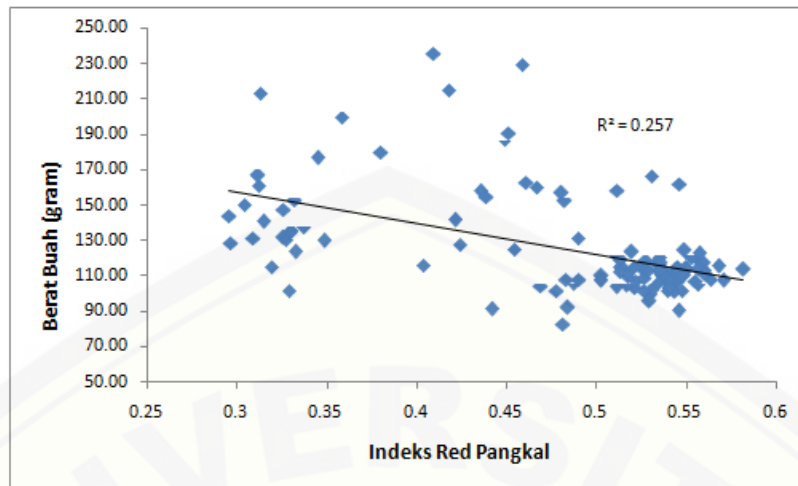
berat buah masih mengalami peningkatan hingga 34 minggu SBM (Pangestuti dan Supriyanto, Tanpa tahun). Berdasarkan kondisi tersebut, berat buah jeruk tidak dapat diidentifikasi secara sempurna karena belum tentu buah jeruk yang berdiameter yang sama memiliki berat buahnya sama.



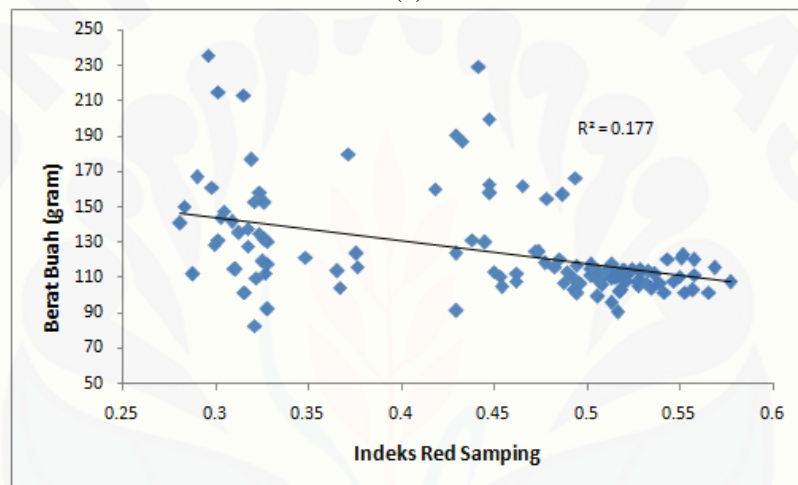
Gambar 4.9 Hubungan Antara Diameter dengan Berat Buah Jeruk Manis

Faktor lain yang mempengaruhi adalah bentuk dari buah jeruk manis yang bulat lonjong sehingga dapat terjadi buah yang berdiameter yang besar akan tetapi memiliki tinggi pepat tentunya akan memiliki berat yang lebih ringan daripada buah dengan diameter yang sama akan tetapi tinggi buah lebih panjang.

Grafik hubungan antara berat dengan indeks *red* dan indeks *green* secara berturut - turut ditunjukkan melalui Gambar 4.9 dan 4.10. Berdasarkan gambar tersebut, diketahui nilai koefisien determinasi hasil pengukuran dengan variabel mutu citra indeks *red* untuk citra pangkal dan samping sebesar 0,257 dan 0,177. Sedangkan nilai koefisien determinasi hasil pengukuran dengan variabel indeks *green* untuk citra obyek yang direkam pangkal dan samping sebesar 0,283 dan 0,132. Mengacu pada Tabel 3.2 mengenai penjelasan koefisien determinasi, maka hubungan kedua variabel memiliki tingkat hubungan rendah pada perekaman citra pangkal dan tingkat hubungan sangat rendah pada citra samping.



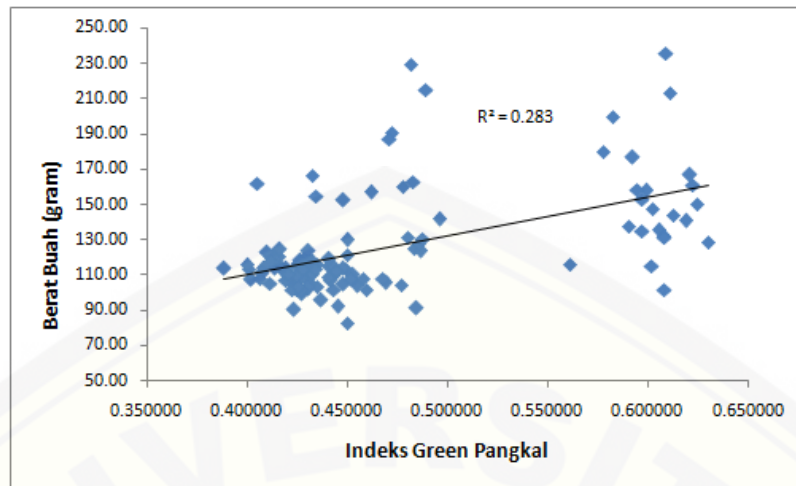
(a)



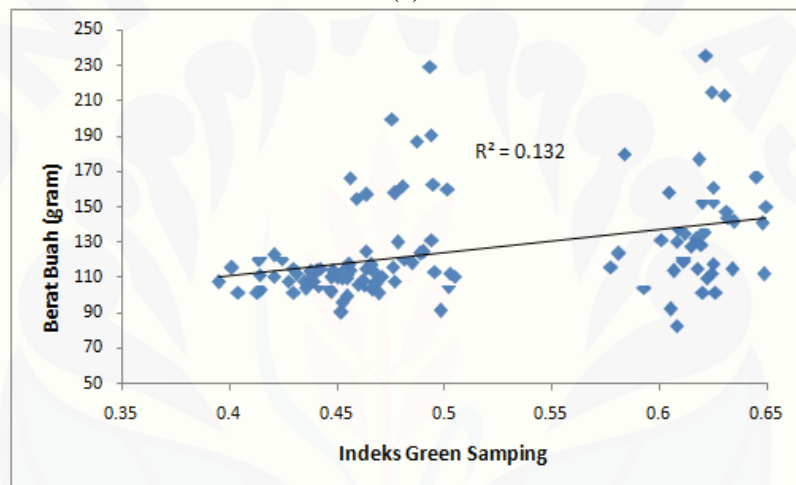
(b)

Gambar 4.10 Hubungan Antara Berat Buah Jeruk Manis dengan (a) Indeks *Red* Pangkal dan (b) Indeks *Red* Samping

Perbedaan nilai koefisien determinasi antara berat dengan indeks warna *red* dan *green* pengambilan citra objek pada pangkal dan samping disebabkan corak warna pada kedua bagian tersebut. Pada buah jeruk manis yang diteliti, warna kulit buahnya tidaklah seragam, terdapat buah yang masih hijau menyeluruh, terdapat bercak kuning hingga sebagian kulitnya telah menguning. Ketidakteraturan warna kulit dapat disebabkan oleh adanya proses pematangan yang belum merata. Perubahan warna kulit buah pada jeruk terjadi akibat perombakan kloroplas fotosintesis menjadi karotenoid pada kromoplas (Spiegel-Roy and Goldschmidt, 1996:230).



(a)



(b)

Gambar 4.11 Hubungan Antara Berat Buah Jeruk Manis dengan (a) Indeks *Green* Pangkal dan (b) Indeks *Green* Samping

Jeruk merupakan salah satu bahan pangan yang mengandung air cukup banyak. Pada awal kematangan buah, kulit jeruk akan berwarna hijau muda hingga terdapat bercak kekuningan. Pada proses kematangan yang terus berlanjut akan terjadi degradasi kloroplas dan pembentukan karotenoid pada kulit jeruk sehingga warna kuning jeruk akan semakin banyak sehingga pada sistem warna RGB, indeks *red* akan meningkat. Semakin lama tingkat masak buah akan diikuti dengan kehilangan air akibat proses transpirasi pada buah, sehingga menyebabkan buah jeruk yang berwarna kuning atau yang mengandung nilai indeks *red* lebih besar cenderung memiliki berat yang lebih kecil daripada buah warna hijau. Akan tetapi terdapat faktor lain yang mempengaruhi berat bila didasarkan pada warna

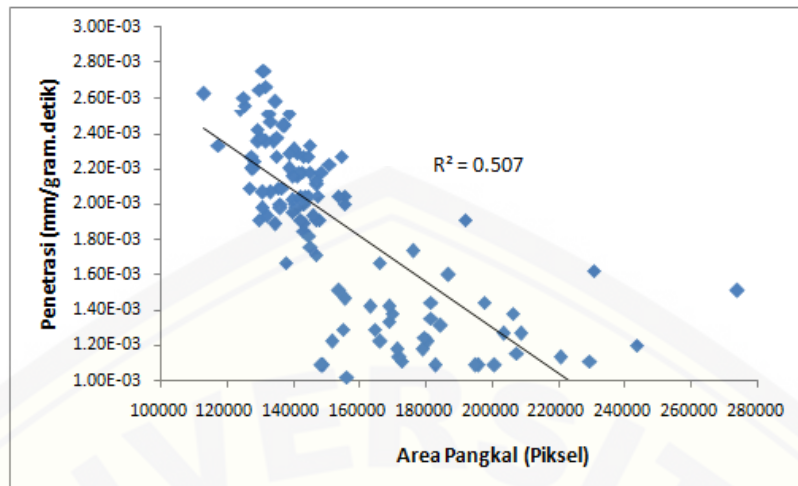
yaitu ukuran buah. Meskipun buah jeruk manis memiliki kulit berwarna hijau seutuhnya apabila ukuran buahnya kecil maka berat buah tersebut akan lebih ringan begitu pula sebaliknya pada buah jeruk manis yang berwarna kuning apabila memiliki ukuran buah besar maka berat buah akan lebih berat.

Berdasarkan penjelasan mengenai hubungan antara berat dengan variabel mutu citra, pendugaan berat buah dapat dilihat pada luas area dan diameter buah. Semakin berat buah, nilai diameter dan area buah juga semakin besar. Pendugaan berat tidak dapat dilakukan apabila dilihat berdasarkan indeks *red* dan indeks *green*.

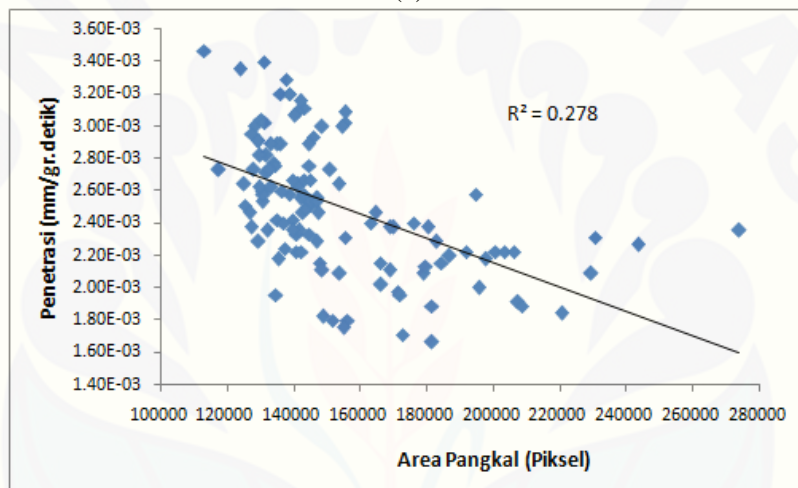
#### 4.4.2 Korelasi Tingkat Kekerasan dengan Variabel Mutu Citra

Grafik hubungan antara tingkat kekerasan dengan area, diameter, indeks *red* dan *green* ditunjukkan berturut – turut melalui Gambar 4.12, 4.13, 4.14 4.15, 4.16, 4.17 dan 4.18. Pada penilaian tingkat kekerasan dinyatakan dalam penetrasi masuknya jarum penetrometer ke dalam bahan. Semakin besar nilai penetrasi yang dihasilkan maka semakin lunak atau semakin kecil tingkat kekerasan buah tersebut. Untuk mencari hubungan antara tingkat kekerasan dengan variabel mutu citra dibagi menjadi tiga grafik untuk melihat bagaimana tingkat kekerasan pada tiga tempat berbeda di buah jeruk manis yaitu pada bagian atas, tengah dan bawah. Pemisahan ketiga tempat dikarenakan perbedaan nilai kekerasan dari ketiga tempat tersebut. Berdasarkan hasil tersebut kemudian dikorelasikan dengan citra dari buah jeruk manis.

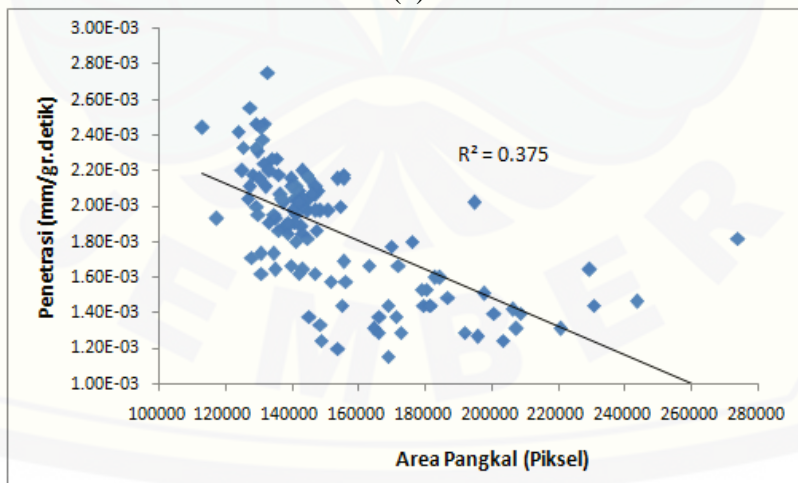
Gambar 4.12 dan 4.13 menunjukkan beberapa nilai koefisien determinasi hasil pengukuran tingkat kekerasan dengan variabel mutu citra yaitu area obyek buah yang direkam pada pangkal dan samping pada bagian atas buah jeruk manis berturut – turut sebesar 0,507 dan 0,499. Pada bagian tengah sebesar 0,278 pada citra pangkal dan 0,279 pada citra samping. Pada bagian bawah sebesar 0,375 pada citra pangkal dan 0,351 pada citra samping. Mengacu pada Tabel 3.2 mengenai penjelasan koefisien determinasi, maka hubungan kedua variabel memiliki tingkat hubungan cukup pada bagian atas dan hubungan rendah pada bagian bawah dan tengah.



(a)



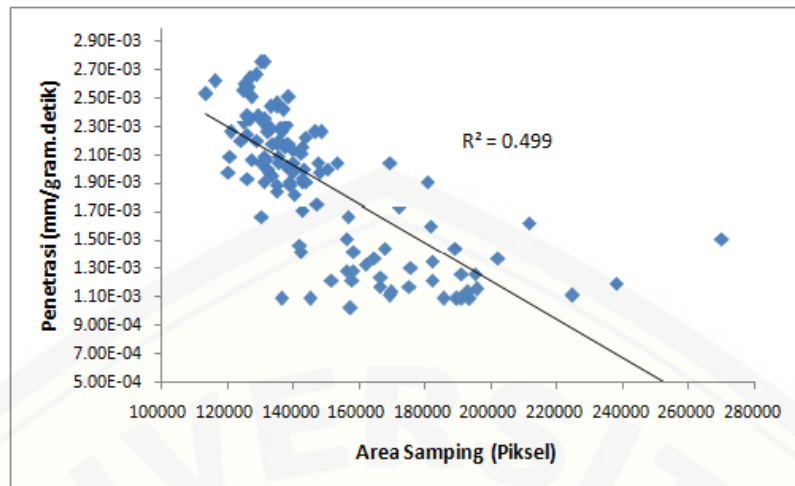
(b)



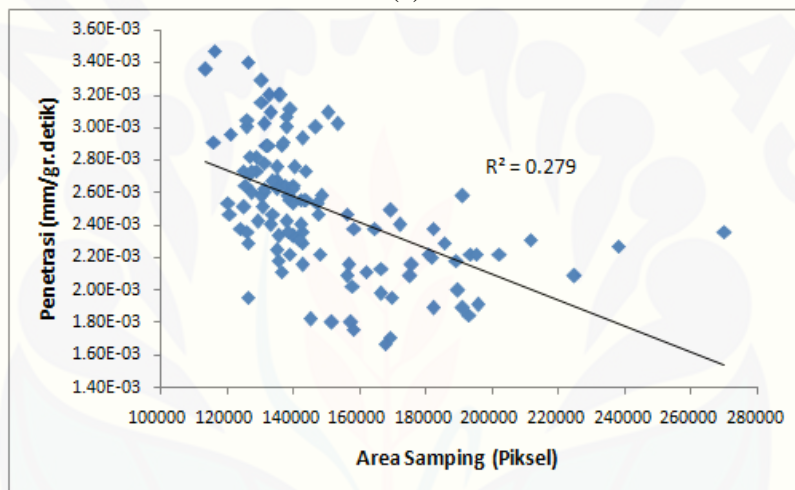
(c)

Gambar 4.12 Hubungan Antara Area Pangkal dengan Tingkat Kekerasan Buah (a) Bagian Atas, (b) Bagian Tengah dan (c) Bagian Bawah.

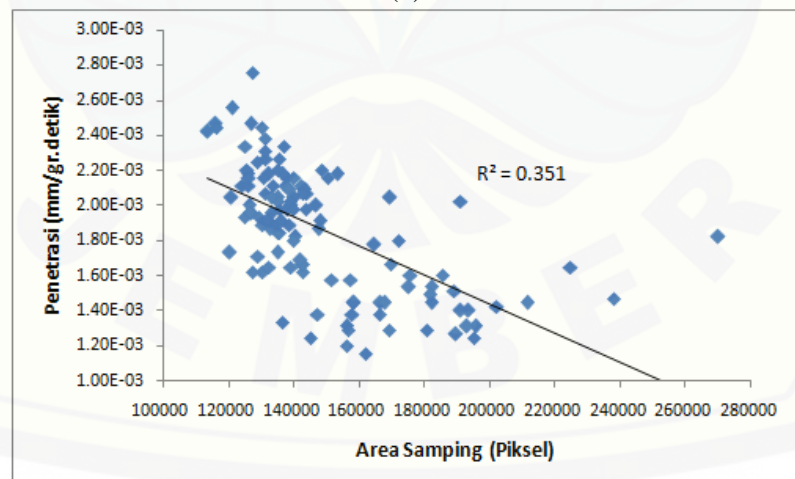




(a)



(b)



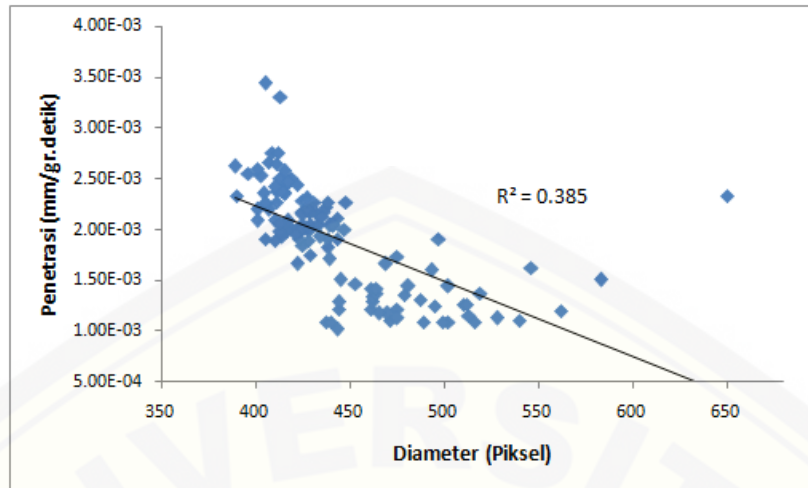
(c)

Gambar 4.13 Hubungan Antara Area Sampung dengan Tingkat Kekerasan Buah (a) Bagian Atas, (b) Bagian Tengah dan (c) Bagian Bawah.

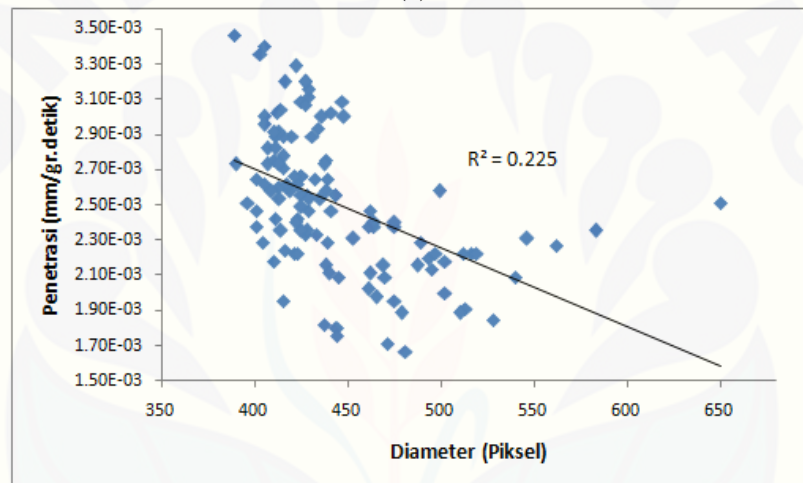
Gambar 4.14 menunjukkan beberapa nilai koefisien determinasi hasil pengukuran tingkat kekerasan dengan variabel mutu citra yaitu diameter obyek buah jeruk manis pada bagian atas, tengah dan bawah buah jeruk manis berturut – turut sebesar 0,385; 0,225 dan 0,287. Mengacu pada Tabel 3.2 mengenai penjelasan koefisien determinasi, maka hubungan kedua variabel memiliki tingkat hubungan rendah pada ketiga bagian buah jeruk manis.

Pada perbandingan tersebut, korelasi tertinggi buah ditunjukkan oleh hubungan area pangkal maupun samping dengan tingkat kekerasan buah bagian atas, selain itu korelasi area maupun diameter dengan tingkat kekerasan bagian atas, tengah dan bawah menunjukkan hubungan kurang erat. Pembuktian dari korelasi yang kurang erat dengan melihat banyaknya data yang bervariasi pada luas area lebih dari 150.000 piksel dan luas diameter lebih dari 450 piksel. Faktor yang dapat menyebabkan hal tersebut adalah umur buah dan faktor lingkungan.

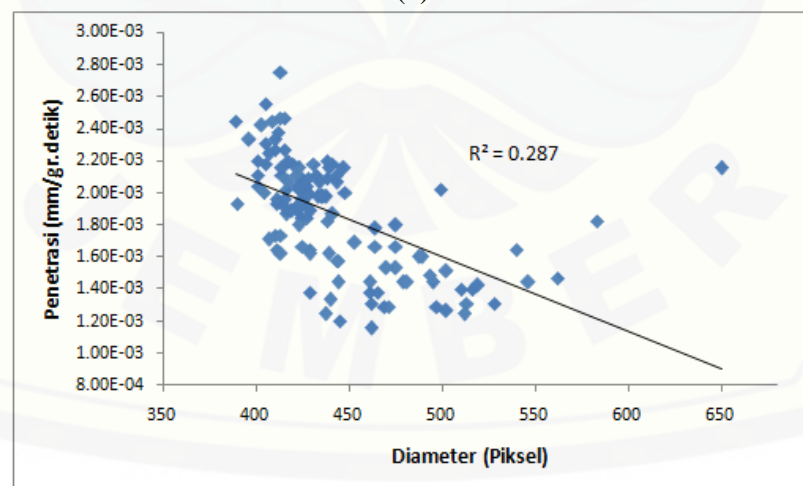
Pada umur buah yang telah masak, kulit akan menjadi lebih tebal karena berkurangnya klorofil (Pantastico, 1993:153). Akan tetapi semakin tua umur buah maka kekerasan akan semakin menurun. Faktor lingkungan yang mempengaruhi adalah penyimpanan buah yang berdekatan dengan bahan pangan yang memiliki laju gas etilen tinggi dan gesekan yang terjadi waktu pengangkutan dan juga pada saat buah disimpan dapat memicu laju respirasi buah jeruk manis. Maka dari itu, bentuk dan ukuran buah tidak sepenuhnya dapat menduga tingkat kekerasan buah jeruk manis.



(a)



(b)

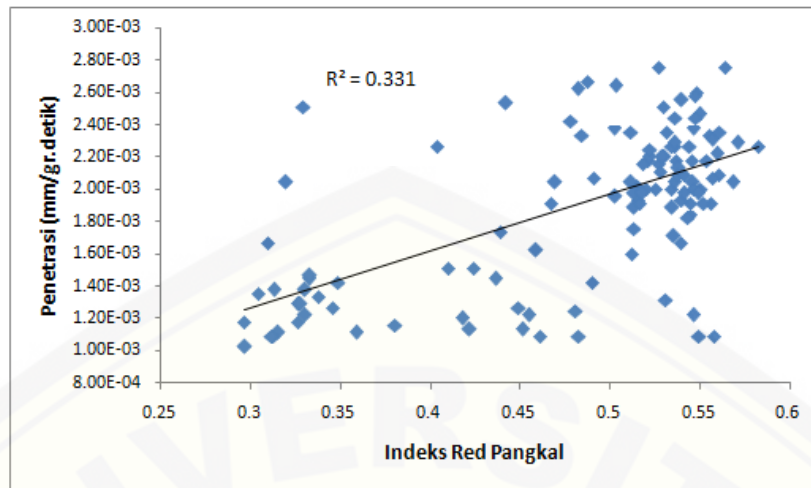


(c)

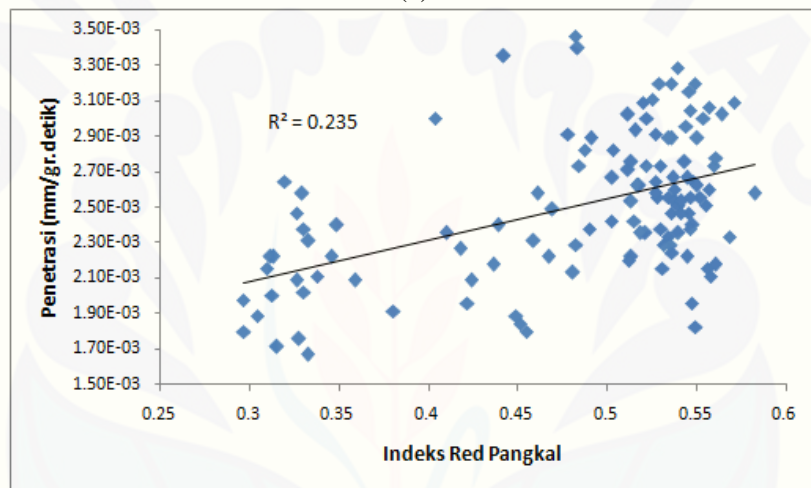
Gambar 4.14 Grafik Hubungan Antara Diameter dengan Tingkat Kekerasan Buah (a) Bagian Atas, (b) Bagian Samping, dan (c) Bagian Bawah

Pada Gambar 4.15, 4.16 4.17 dan 4.18, diketahui beberapa nilai koefisien determinasi hasil pengukuran tingkat kekerasan dengan variabel mutu citra yaitu indeks *red* dan indeks *green* buah jeruk manis yang direkam pada pangkal dan samping. Pada bagian atas buah jeruk manis nilai koefisien determinasi indeks *red* berturut – turut sebesar 0,331 dan 0,245 serta indeks *green* sebesar 0,292 dan 0,204. Pada bagian tengah buah jeruk manis nilai koefisien determinasi indeks *red* berturut – turut sebesar 0,235 dan 0,125 serta indeks *green* sebesar 0,221 dan 0,122. Pada bagian bawah buah jeruk manis nilai koefisien determinasi indeks *red* berturut – turut sebesar 0,282 dan 0,196 serta indeks *green* sebesar 0,255 dan 0,165. Mengacu pada Tabel 3.2 mengenai penjelasan koefisien determinasi, maka kedua variabel memiliki tingkat hubungan rendah pada ketiga bagian buah jeruk manis.

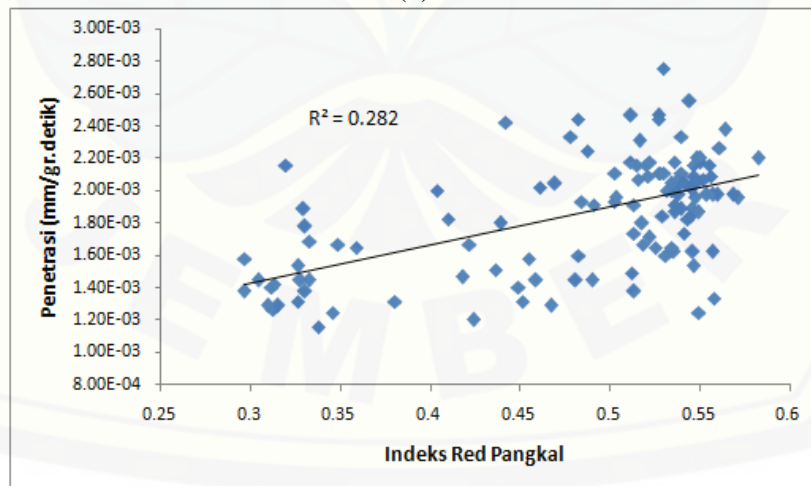
Pengambilan citra pada pangkal dan samping menyebabkan perbedaan pada perbandingan antar indeks *red* maupun indeks *green*-nya. Proses perubahan warna pada kulit jeruk disebabkan oleh faktor eksternal meliputi faktor transportasi, penyimpanan buah dan suhu. Pada proses pengangkutan terjadi gesekan antara buah satu dengan yang lainnya dan gesekan antara buah dengan tempat pengemasan. Gesekan buah secara tidak langsung ini akan menyebabkan rusaknya kulit buah walaupun tidak terlalu besar. Kerusakan kulit buah mampu memacu respirasi, sebagai akibat pengaruh gas etilen secara tidak langsung (Pantastico, 1993:145). Akibatnya terjadi proses pematangan sehingga warna kulit buah yang seharusnya berwarna hijau menjadi kuning.



(a)

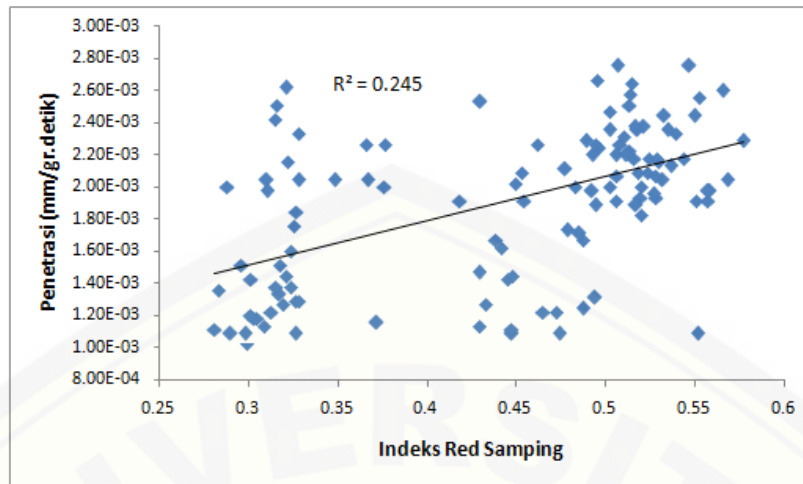


(b)

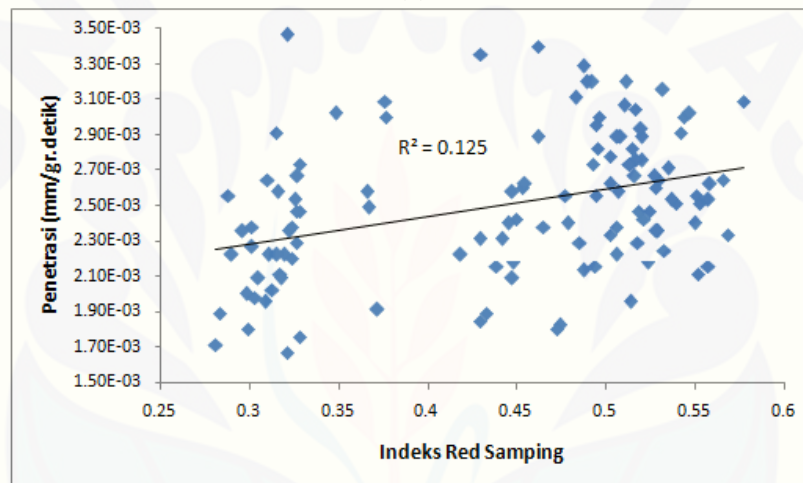


(c)

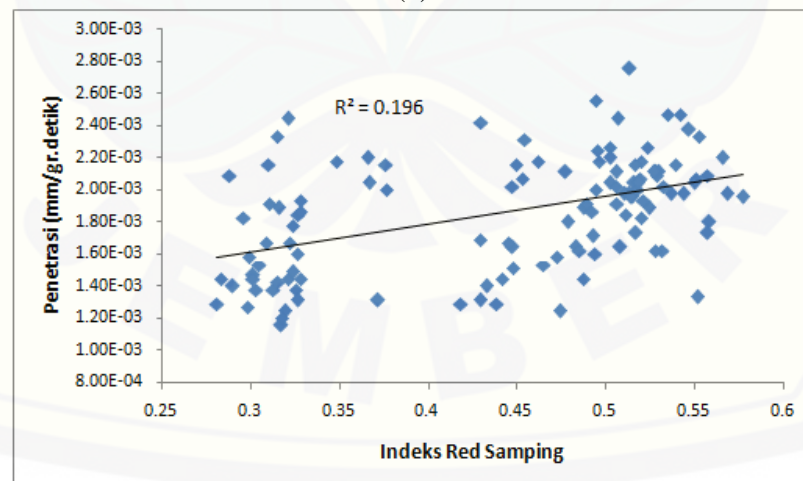
Gambar 4.15 Hubungan Antara Indeks *Red* Pangkal dengan Tingkat Kekerasan Buah (a) Bagian Atas, (b) Bagian Tengah dan (c) Bagian Bawah.



(a)

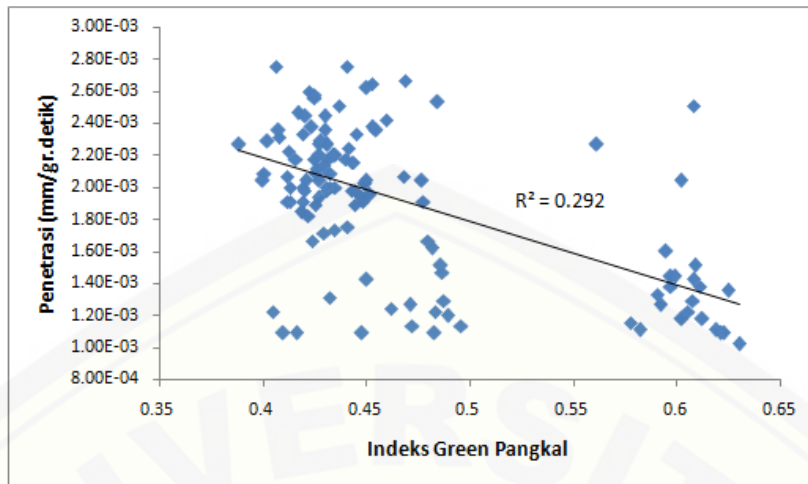


(b)

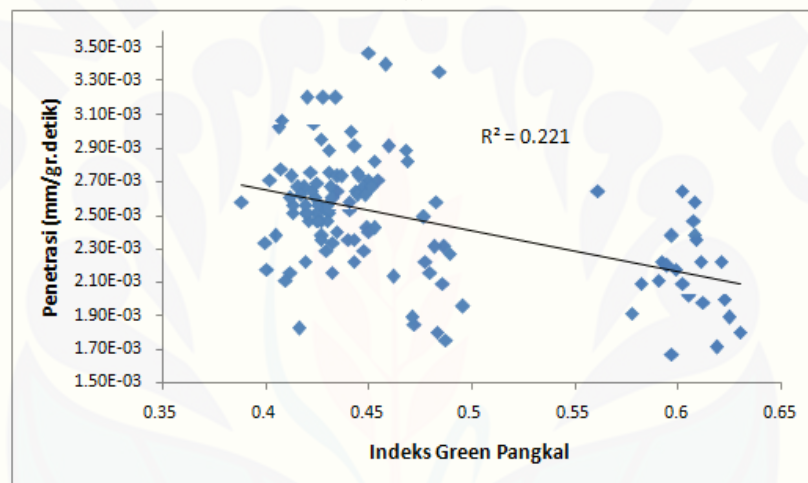


(c)

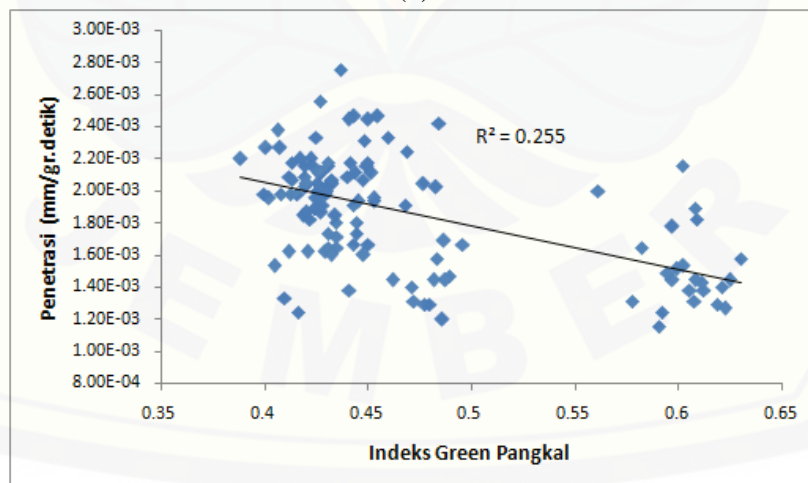
Gambar 4.16 Hubungan Antara Indeks *Red Sampling* dengan Tingkat Kekerasan Buah (a) Bagian Atas, (b) Bagian Tengah dan (c) Bagian Bawah.



(a)

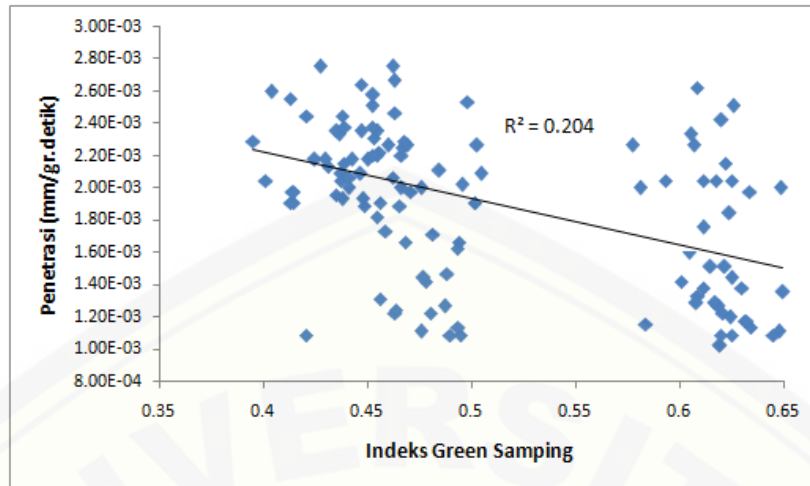


(b)

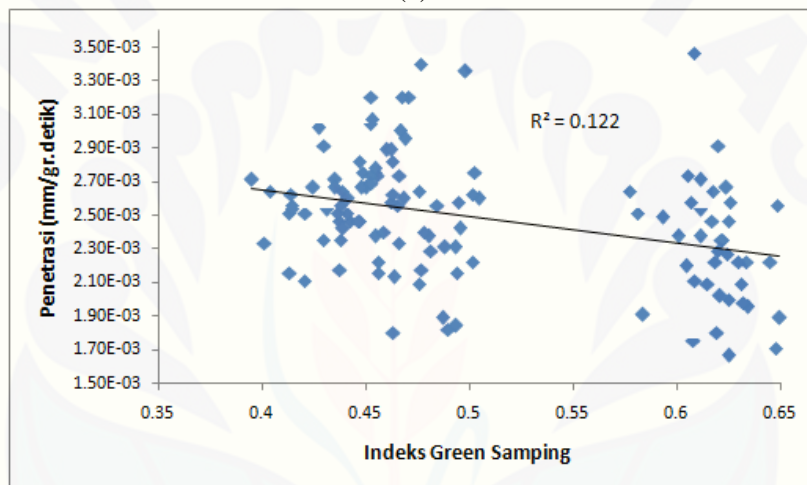


(c)

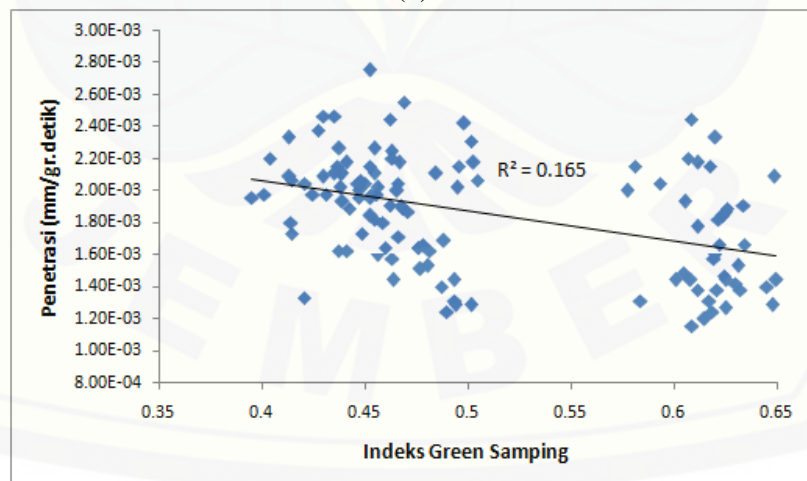
Gambar 4.17 Hubungan Antara Indeks *Green* Pangkal dengan Tingkat Kekerasan Buah  
(a) Bagian Atas, (b) Bagian Tengah dan (c) Bagian Bawah.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.18 Hubungan Antara Indeks *Green Samping* dengan Tingkat Kekerasan Buah (a) Bagian Atas, (b) Bagian Tengah dan (c) Bagian Bawah.



Faktor kedua adalah penyimpanan buah jeruk manis yang disimpan di dalam lemari pendingin. Penyimpanan pada suhu rendah pada jeruk ternyata mempercepat proses perubahan warna dari hijau menjadi kuning, namun intensitas warna kuning yang dihasilkan tidak sekuat warna kuning alami buah yang mengalami pematangan di pohon (Pangestuti dan Supriyono, Tanpa tahun). Selain itu pada saat penyimpanan jeruk, letaknya berdekatan dengan bahan pangan lain. Walaupun jeruk termasuk buah non-klimaterik dan memiliki laju produksi etilen yang rendah akan tetapi bahan pangan lain yaitu buah apel merupakan salah satu buah dengan laju produksi yang tinggi. Penyimpanan beberapa jenis komoditi bersama, apabila salah satu bahan pangan mudah melepas etilen maka akan memacu kemunduran pada buah non-klimaterik dan dapat merusak komoditi lainnya (Utama, 2009:4). Maksud dari kemunduran ini dapat diartikan sebagai masa simpan maupun perubahan fisiologis dari bahan pangan, sehingga menyebabkan jeruk manis yang memiliki warna dominan hijau akan berubah menjadi kuning sebagian ataupun seutuhnya. Warna kuning dalam sistem warna RGB, memiliki nilai indeks *red* lebih besar daripada indeks *green*.

Faktor lain yang menyebabkan meningkatnya laju respirasi pada buah jeruk manis adalah suhu ruangan. Suhu ruangan pada tempat penelitian berfluktuasi sekitar 24 - 27°C. Fluktuasi suhu ternyata menyebabkan aktifnya beberapa enzim (Pantastico, 1993:143). Aktifnya enzim dalam buah meningkatkan laju respirasi. Pada dasarnya meskipun jeruk termasuk buah non-klimaterik akan tetapi buah jeruk manis masih mengalami respirasi dan metabolisme yang berjalan lebih lambat daripada buah klimaterik. Peningkatan laju respirasi menyebabkan proses pemasakan buah akan berlangsung lebih cepat. Hubungan antara tingkat kemasakan buah dengan tingkat kekerasan adalah semakin masak buah maka tekstur buah akan menjadi lebih lunak. Lunaknya buah disebabkan oleh perombakan protopektin yang tak larut menjadi pektin larut. Zat pektin merupakan bahan perekat yang terdapat pada dinding sel. Jumlah zat – zat pektat bertambah selama perkembangan buah. Pada saat matang, kandungan pektat dan pektinat yang larut meningkat, sedangkan jumlah zat pektat menurun (Pantastico, 1993:161-175). Dengan menurunnya zat pektat, akan membuat

kerapatan pada dinding sel menurun. Hal tersebut yang membuat kekerasan buah berkurang.

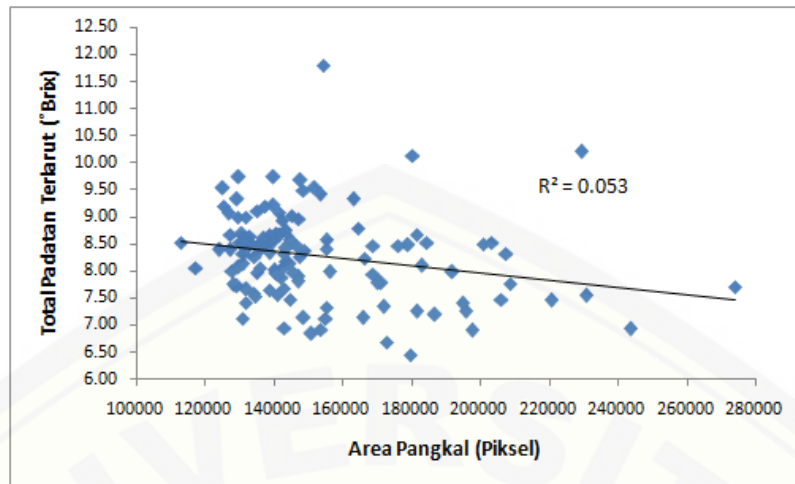
Berdasarkan penjelasan di atas, maka pada saat buah yang berwarna hijau muda lebih keras daripada buah yang telah berwarna kuning. Pada sistem warna RGB buah berwarna kuning memiliki komponen nilai *red* lebih besar daripada nilai *green*, sehingga pada Gambar 4.15 dan 4.16 terjadi pola semakin besar indeks *red* pada kulit buah, nilai penetrasi buah akan semakin besar. Besarnya nilai penetrasi menunjukkan semakin lunaknya buah. Berbanding terbalik dengan indeks *green* yang menurun. Semakin besar indeks *green* yang dimiliki buah maka semakin keras atau semakin kecil nilai penetrasinya.

Dari hasil hubungan antara tingkat kekerasan buah dengan variabel mutu citra, tingkat hubungan tertinggi berdasarkan nilai koefisien determinasi ditunjukkan oleh area. Sedangkan variabel mutu citra lain: diameter, indeks *red* dan *green* belum dapat dilakukan karena nilai koefisien determinasi yang kecil.

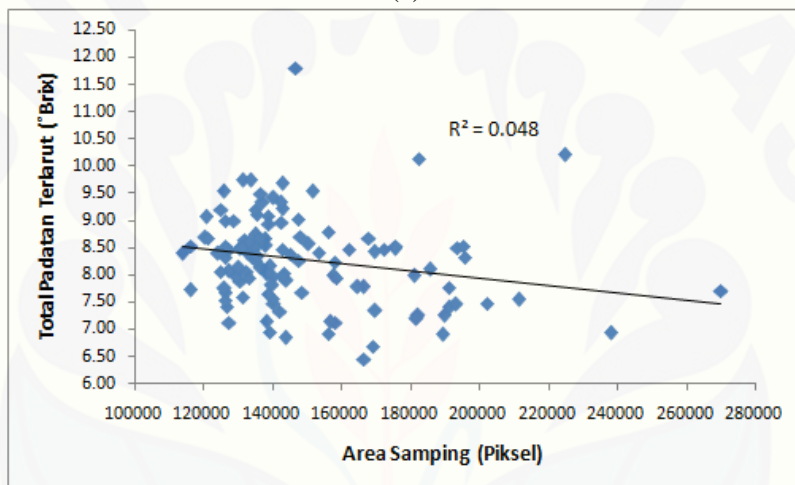
#### 4.4.3 Korelasi Total Padatan Terlarut dengan Variabel Mutu Citra

Hubungan antara total padatan terlarut dengan area, diameter, indeks *red* dan indeks *green* ditunjukkan berturut – turut melalui Gambar 4.19, 4.20, 4.21 dan 4.22. Berdasarkan Gambar 4.19, diketahui nilai koefisien determinasi hasil pengukuran dengan variabel mutu citra yaitu area obyek buah jeruk manis yang direkam pada pangkal dan samping berturut – turut sebesar 0,053 dan 0,048. Mengacu pada Tabel 3.2 mengenai penjelasan koefisien determinasi, maka hubungan kedua variabel memiliki tingkat hubungan sangat rendah.

Gambar 4.20 menunjukkan hubungan antara diameter dengan padatan terlarut juga memiliki nilai determinasi yang kecil yaitu sebesar 0,045 sehingga tingkat hubungan keduanya sangat rendah.



(a)

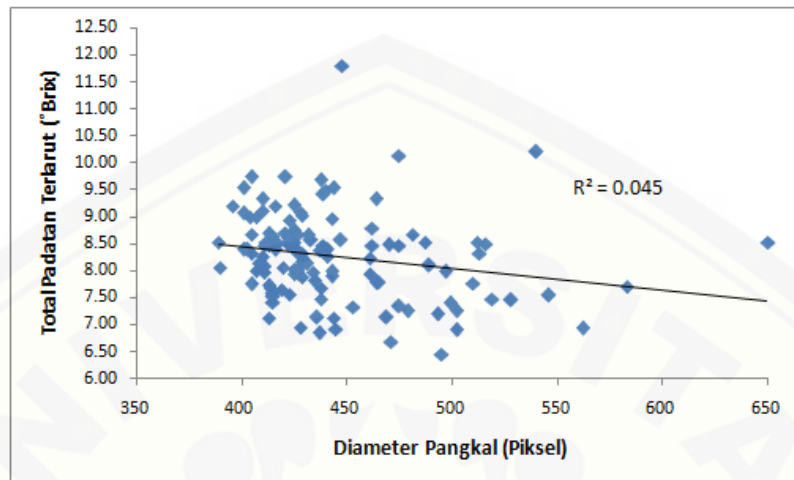


(b)

Gambar 4.19 Hubungan Antara Total Padatan Terlarut Buah Jeruk Manis dengan (a) Area Pangkal dan (b) Area Samping

Berdasarkan Gambar 4.19 dan 4.20 mengenai grafik hubungan keduanya terlihat semakin luas area dan diameter yang dimiliki buah tidak berpengaruh kepada jumlah total padatan terlarut buah. Faktor yang dapat mempengaruhi total padatan terlarut pada buah jeruk manis adalah tingkat kematangan dan ketuaan buah jeruk. Meskipun dalam penelitian ini buah jeruk manis yang digunakan dipetik pada hari yang sama, akan tetapi dalam proses pembungaan memiliki waktu yang berbeda. Waktu pembungaan yang berbeda tentu saja akan mempengaruhi tingkat umur buah. Berdasarkan hal tersebut, apabila buah dengan

diameter yang kecil namun berumur lebih tua akan memiliki total padatan terlarut yang lebih besar daripada yang buah berdiameter besar tapi berumur muda.

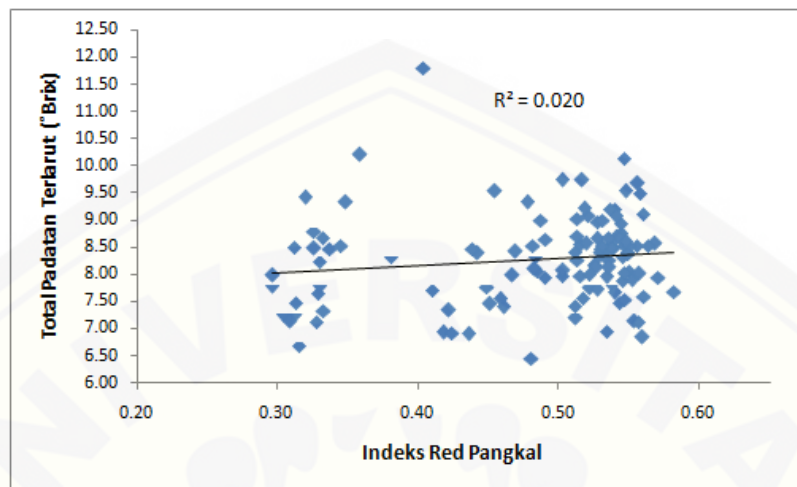


Gambar 4.20 Hubungan Antara Total Padatan Terlarut Buah Jeruk Manis dengan Diameter

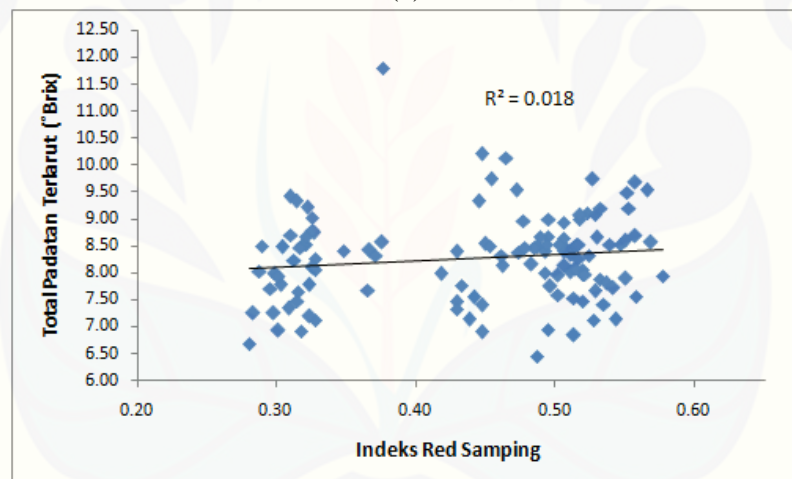
Gambar 4.21 dan 4.22 menunjukkan grafik hubungan total padatan terlarut dengan indeks *red* dan indeks *green*. Terlihat hubungan yang sangat lemah diantara keduanya walaupun dilihat dari pangkal maupun dari samping. Hal ini ditunjukkan melalui nilai koefisien determinasi untuk indeks *red* dari penampakan pangkal dan samping secara berturut-turut sebesar 0,020 dan 0,018. Begitu pula dengan nilai koefisien determinasi untuk indeks *green* pada penampakan pangkal dan samping secara berturut-turut sebesar 0,018 dan 0,015.

Seperti sub-bab sebelumnya, telah dijelaskan mengenai perbedaan nilai determinasi oleh indeks *red* dan indeks *green*, yaitu tidak meratanya warna pada kedua sisi buah. Sama halnya dengan hubungan antara total padatan terlarut dengan area dan diameter, hubungan total padatan terlarut terhadap indeks *red* dan indeks *green* juga dipengaruhi oleh tingkat kematangan buah. Selama pematangan, buah mengalami beberapa perubahan warna. Buah jeruk manis yang matang atau masak akan memiliki warna yang cenderung hijau muda, hijau kekuningan hingga kuning menyeluruh. Perubahan warna yang dialami oleh buah jeruk manis diakibatkan oleh perombakan klorofil akibat proses fotosintesis dan respirasi yang terjadi di seluruh bagian buah (Pantastico, 1993:151). Selain itu

juga terjadi pembentukan zat warna karotenoid yang menyebabkan terjadinya perubahan warna hijau menjadi kuning (Pantastico, 1993:160).



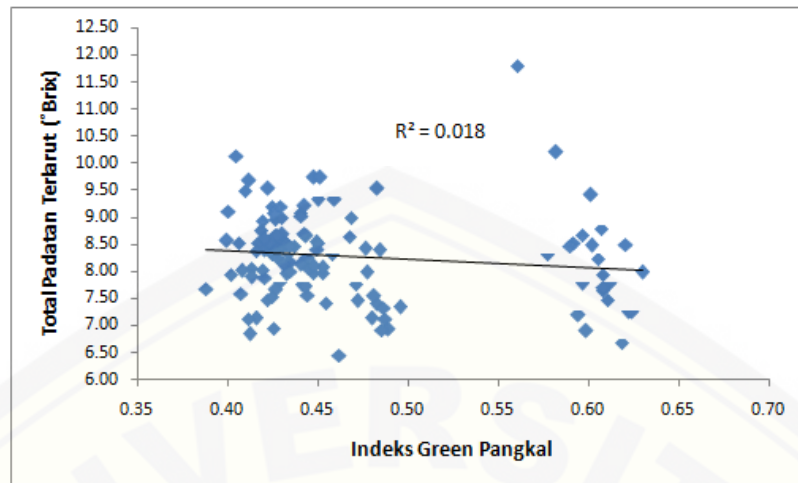
(a)



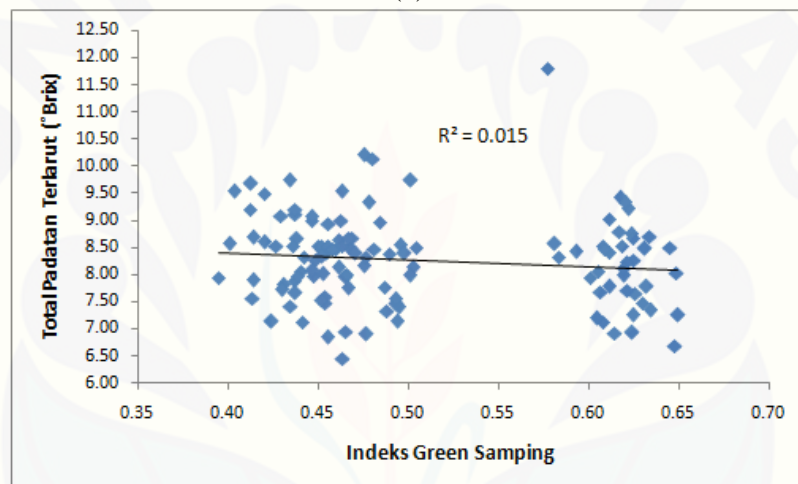
(b)

Gambar 4.21 Hubungan Antara Total Padatan Terlarut Buah Jeruk Manis dengan (a) Indeks *Red* Pangkal dan (b) Indeks *Red* Samping

Perubahan warna akibat proses masaknya buah jeruk manis juga diikuti dengan meningkatnya total padatan terlarut. Pada buah yang belum matang umumnya memiliki kadar air yang lebih tinggi dan kandungan total padatan terlarut lebih rendah daripada buah masak (Antarlina, 2009:81).



(a)



(b)

Gambar 4.22 Hubungan Antara Total Padatan Terlarut Buah Jeruk Manis dengan (a) Indeks *Green* Pangkal dan (b) Indeks *Green* Sampung.

Pada proses tingkat kematangan buah yang semakin tua, total padatan terlarut pada buah akan semakin tinggi. Hal tersebut diperkuat dengan pernyataan Sunarmani (1996:85), proses kematangan buah akan diikuti dengan dengan meningkatnya kandungan gula dan menurunnya kandungan asam. Kenaikan nilai TPT disebabkan oleh hidrolisis karbohidrat menjadi senyawa glukosa dan fruktosa, serta degradasi komponen dinding sel seperti pektin menjadi komponen yang lebih sederhana yang dapat larut dalam air.

Berdasarkan indeks *red* dan indeks *green* menunjukkan bahwa jeruk manis yang berwarna kuning pada kulit buah memiliki komponen warna merah yang lebih besar. Sesuai dengan tingkat kematangan buah berdasarkan kandungan TPT

yang telah dibahas sebelumnya, dapat terlihat dari Gambar 4.21 dan 4.22 yang membentuk pola. Gambar 4.21 menunjukkan bahwa garis *trendline* mengalami pola kenaikan pada indeks *red* yaitu semakin besar nilai *red* maka semakin besar nilai total padatan terlarut setiap kenaikan indeks *red*-nya. Begitu pula sebaliknya pada Gambar 4.22 yang menunjukkan garis *trendline* mengalami pola penurunan pada nilai total padatan terlarut setiap kenaikan nilai indeks *green*-nya.

Dari hasil hubungan antara total padatan terlarut buah dengan variabel mutu citra, pendugaan total padatan terlarut buah tidak dapat dilakukan pada area, diameter, indeks *red* dan *green* karena nilai koefisien determinasi yang kecil.

#### 4.5 Pemutuan Buah Jeruk Manis Berdasarkan Variabel Sifat Fisik

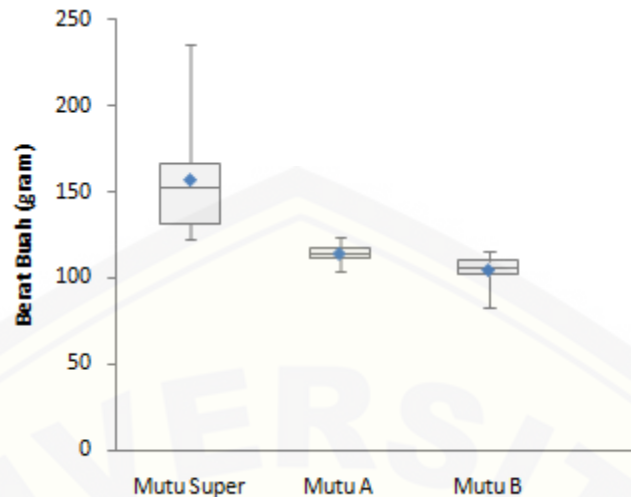
Pemutuan buah seringkali hanya didasarkan pada penampakan fisik seperti warna kulit, ukuran buah dan juga area cacat. Pemutuan buah jeruk manis berdasar sifat fisik masih jarang dilakukan, berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, akan dibahas mengenai variabel sifat fisik yang dimungkinkan dapat digunakan sebagai variabel mutu buah jeruk manis.

##### 4.5.1 Pengukuran Berat

Hasil penelitian sifat fisik berat buah jeruk manis yang dilakukan memperlihatkan sebaran data untuk setiap mutunya sebagai berikut, rentang nilai berat mutu S berkisar 122,65 – 235,47 gram, mutu A berkisar 104,33 – 123,60 gram dan mutu B berkisar 82,44 – 115,22 gram.

Tabel 4.2 Hasil Analisis Parameter Statistik Sifat Fisik Berat

Parameter Statistik	Mutu S	Mutu A	Mutu B
Rerata	156.94	114.29	104.82
Standar Deviasi	29.75	4.47	7.02
Q1	131.74	111.87	101.80
Q2	152.64	113.73	105.77
Q3	166.43	117.24	110.00
Min	122.65	104.33	82.44
Max	235.47	123.60	115.22



Gambar 4.23 Boxplot Sifat Fisik Berat

Berdasarkan perhitungan secara statistik, hasil rata-rata berat jeruk manis setiap mutunya yaitu mutu S sebesar 156,94 gram, mutu A sebesar 114,29 gram dan mutu B sebesar 104,82 gram. Apabila dilihat dari perhitungan rerata terjadi perbedaan yang cukup tinggi diantara ketiga mutu tersebut sehingga pemutuan berdasarkan berat buah dapat dijadikan variabel pemutuan jeruk manis. Selain menggunakan parameter nilai rerata, perbandingan nilai kuartil juga dapat dijadikan patokan sebagai batas selisih dari setiap mutu buah jeruk manis. Perbandingan nilai kuartil 1 pada mutu S sebesar 131,74 gram, dengan nilai kuartil 3 pada mutu A sebesar 117,24 gram dan juga nilai kuartil 1 mutu A sebesar 111,87 gram dengan kuartil 3 mutu B sebesar 110,00 gram. Perbedaan juga ditunjukkan dengan penurunan yang cukup konsisten dan signifikan dari ketiga mutu sehingga sifat fisik berat dapat dijadikan sebagai variabel mutu, hal ini diperkuat dengan standar yang dibuat oleh Departemen Perdagangan mengenai standar mutu buah jeruk manis berdasarkan berat (Pracaya, 2002:94).

Berdasarkan Gambar 4.23 terlihat rentang yang begitu tinggi pada mutu S dan mutu B. Hal ini terkait dengan standar pemutuan mengenai berat yang telah dikeluarkan oleh Departemen Perdagangan.

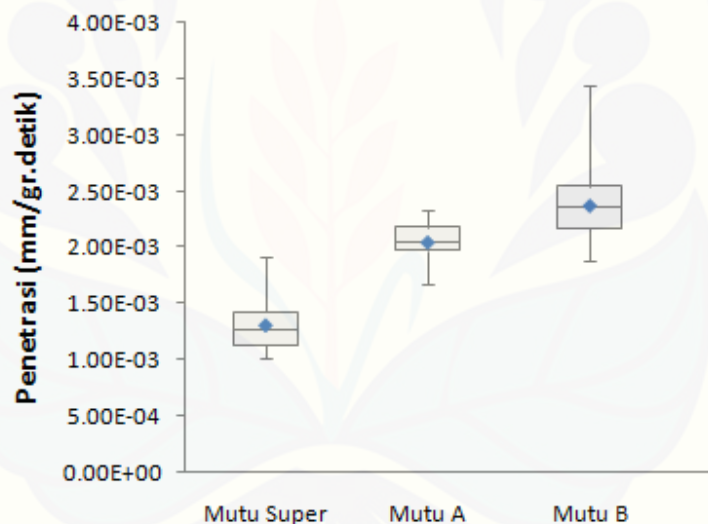


#### 4.5.2 Pengukuran Tingkat Kekerasan

Hasil penelitian sifat fisik kekerasan buah jeruk manis yang dilakukan memperlihatkan sebaran data untuk setiap mutunya sebagai berikut, rentang nilai mutu S berkisar  $1.02E-03 - 1.91E-03$  mm/gr.detik, mutu A berkisar  $1.67E-03 - 2.33E-03$  mm/gr.detik dan mutu B berkisar  $1.89E-03 - 3.44E-03$  mm/gr.detik.

Tabel 4.3 Hasil Analisis Parameter Statistik Sifat Fisik Tingkat Kekerasan

Parameter Statistik	Mutu S	Mutu A	Mutu B
Rerata	1.31E-03	2.05E-03	2.38E-03
Standar Deviasi	2.06E-04	1.63E-04	3.35E-04
Q1	1.13E-03	1.97E-03	2.17E-03
Q2	1.27E-03	2.04E-03	2.36E-03
Q3	1.43E-03	2.18E-03	2.54E-03
Min	1.02E-03	1.67E-03	1.89E-03
Max	1.91E-03	2.33E-03	3.44E-03



Gambar 4.24 Boxplot Sifat Fisik Tingkat Kekerasan

Perhitungan secara statistik, hasil rata-rata nilai kekerasan buah jeruk manis setiap mutunya yaitu mutu S sebesar  $1.31E-03$  mm/gr.detik, mutu A sebesar  $2.05E-03$  mm/gr.detik dan mutu B sebesar  $2.38E-03$  mm/gr.detik. Berdasarkan nilai tersebut terjadi perbedaan diantara ketiga mutu, semakin tinggi mutu maka kekerasan buah semakin besar. Selain menggunakan parameter nilai rerata, perbandingan nilai kuartil juga dapat dijadikan patokan sebagai batas selisih dari setiap mutu buah jeruk manis. Perbandingan nilai kuartil 3 pada mutu

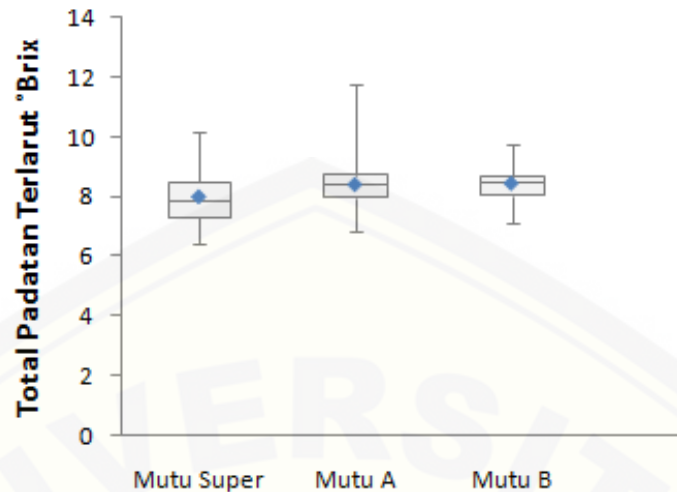
S sebesar  $1.43E-03$  mm/gr.detik, dengan nilai kuartil 1 pada mutu A sebesar  $1.97E-03$  mm/gr.detik dan juga nilai kuartil 3 mutu A sebesar  $2.18E-03$  mm/gr.detik dengan kuartil 1 mutu B sebesar  $2.17E-03$  mm/gr.detik. Perbandingan menggunakan kuartil 1 dan kuartil 3 tiap mutu terlihat saling tumpang tindih pada setiap mutunya akan tetapi rentang nilai setiap mutu menunjukkan kenaikan yang konsisten. Untuk lebih jelas mengenai kenaikan nilai kekerasan dapat terlihat dari rentang nilai yang ditunjukkan Gambar 4.24. Berdasarkan hal tersebut, nilai kekerasan buah dapat digunakan sebagai variabel pemutuan manual.

#### 4.5.3 Pengukuran Total Padatan Terlarut

Hasil penelitian sifat fisik total padatan terlarut buah jeruk manis yang dilakukan memperlihatkan sebaran data untuk setiap mutunya sebagai berikut, rentang nilai TPT mutu S berkisar  $10,20^{\circ} - 6,44^{\circ}$  Brix, mutu A berkisar  $11,80^{\circ} - 6,85^{\circ}$  Brix dan mutu B berkisar  $9,74^{\circ} - 7,12^{\circ}$  Brix.

Tabel 4.4 Hasil Analisis Parameter Statistik Sifat Fisik Total Padatan Terlarut

Parameter Statistik	Mutu S	Mutu A	Mutu B
Rerata	7.99	8.40	8.43
Standar Deviasi	0.90	0.84	0.62
Q1	7.31	7.95	8.04
Q2	7.86	8.42	8.46
Q3	8.48	8.71	8.67
Min	6.44	6.85	7.12
Max	10.20	11.80	9.74



Gambar 4.25 Boxplot Sifat Fisik Total Padatan Terlarut

Perhitungan secara statistik, hasil rata-rata total padatan terlarut buah jeruk manis setiap mutunya yaitu mutu S sebesar  $7,99^{\circ}$  Brix, mutu A sebesar  $8,40^{\circ}$  Brix dan mutu B sebesar  $8,43^{\circ}$  Brix. Perbedaan antara ketiga mutu terlihat dari perhitungan rerata, akan tetapi berdasarkan informasi mengenai rentang nilai setiap mutunya terlihat banyak data yang tumpang tindih sehingga variabel sifat fisik total padatan terlarut tidak dapat digunakan sebagai variabel pemutuan buah jeruk manis.

Meskipun nilai total padatan terlarut tidak dapat digunakan sebagai variabel pemutuan, akan tetapi dapat digunakan sebagai indeks kematangan buah jeruk manis. Menurut Badan Standardisasi Nasional (2009:3), ketentuan kematangan jeruk dilihat berdasarkan nilai padatan terlarut minimum  $8^{\circ}$ Brix. Berdasarkan hal tersebut, hasil pengamatan total padatan terlarut menunjukkan masih banyaknya nilai TPT buah jeruk manis yang berada di bawah nilai batas tersebut. Hal ini menandakan bahwa dalam mengidentifikasi kematangan buah jeruk manis, petani masih belum efektif dalam membedakan jeruk manis yang telah matang dengan yang belum. Faktor lain yang dapat menyebabkan petani memanen buah jeruk sebelum waktunya adalah tinggi permintaan pasar. Faktor ini yang sering memicu petani untuk memanen buah sebelum waktunya sehingga dalam penyimpanan buah yang belum matang sempurna, mudah mengalami kerusakan fisik sehingga menurunkan kualitas bahan pangan itu sendiri.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Variabel mutu citra yang memiliki keeratan hubungan terhadap berat buah jeruk manis adalah area dengan nilai koefisien determinasi 0,951 pada citra pangkal dan 0,910 pada citra samping, serta diameter dengan nilai koefisien determinasi 0,705. Pada indeks warna *red* dan *green* nilai memiliki hubungan kurang erat sehingga tidak dapat menduga berat buah jeruk manis. Nilai koefisien determinasi indeks *red* dan *green* pada citra pangkal secara berturut-turut sebesar 0,283 dan 0,257, sedangkan pada citra samping berturut-turut sebesar 0,132 dan 0,177.
2. Bagian buah yang memiliki tingkat kekerasan tertinggi dengan variabel mutu citra adalah buah bagian atas. Variabel mutu citra yang memiliki keeratan hubungan dengan tingkat kekerasan buah jeruk manis tertinggi adalah area dengan nilai koefisien determinasi 0,507 pada citra pangkal dan 0,499 pada citra samping. Diameter memiliki hubungan yang kurang ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi 0,385. Begitu pula pada indeks *red* dan *green*, terlihat pada nilai koefisien determinasi citra pangkal secara berturut-turut sebesar 0,331 dan 0,292, sedangkan pada citra samping berturut-turut sebesar 0,245 dan 0,204.
3. Variabel mutu citra meliputi area, diameter, indeks red dan indeks green tidak memiliki keeratan hubungan terhadap total padatan terlarut buah jeruk manis sehingga tidak dapat menduga nilai TPT buah. Terlihat dari nilai koefisien determinasi untuk area sebesar 0,053 pada citra pangkal dan 0,048 pada citra samping, diameter sebesar 0,045, indeks *red* dan *green* pada citra pangkal secara berturut-turut sebesar 0,020 dan 0,018, sedangkan pada citra samping berturut-turut sebesar 0,018 dan 0,015.

## 5.2 Saran

Saran yang diberikan untuk pengembangan penelitian pada sifat fisik buah jeruk manis adalah:

1. Menambahkan variabel yang digunakan yaitu umur petik dan daya simpan buah jeruk manis terhadap perubahan total padatan terlarut dan tingkat kekerasannya menggunakan pengolahan citra agar mendapatkan hasil yang lebih signifikan.
2. Menambahkan analisis multi variabel mutu citra agar setiap fenomena pada buah dapat diidentifikasi.
3. Konsistensi kulit buah jeruk manis cenderung lebih keras pada bagian atas dan bawahnya sedangkan daging buah jeruk manis memiliki konsistensi yang hampir sama di setiap sisinya, berdasarkan hal tersebut pengukuran sifat fisik terhadap tingkat kekerasan jeruk manis lebih diutamakan ke bagian tengah buah karena konsistensi kulit buah yang lebih mewakili keadaan tingkat kekerasan daging buah.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ahmad, U. 2005. *Pengolahan Citra Digital & Teknik Pemrogramannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Ahmad, Mardison, Nurhasanah, dan Sulistyono. 2009. *Pemutuan Buah Jeruk Pontianak Berdasarkan Ukuran dan Warna Menggunakan Pengolahan Citra*. Bogor: Prosiding Seminar Nasional Himpunan Informatika Pertanian Indonesia ISBN: 978 – 979 – 95366 – 0 – 7
- Antarlina, S.S. 2009. *Identifikasi Sifat Fisik dan Kimia Buah-buahan Lokal Kalimantan*. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa: Buletin Plasma Nutfah Vol.15 No.2 Th.2009
- Atago. 2000. *Operation Manual For Hand-hel Refractometer for Brix Measurement*. Trans Instrument (S) Pte Ltd
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. *Jeruk Keprok*. SNI 3165:2009
- Chun-wang, Yang, Jian-qiang, Hong-kai, dan Fet. 2013. *Detection of Thrips Defect on Green Peel Citrus Using Hyperspectral Imaging Technology Combining PCA and B-spline Lighting Correction Method*. Hangzhou: Journal of Integrative Agriculture Advanced Online Publication Doi: 10.1016/S2095-3119(13)60671
- Direktorat Tanaman Buah. 2002. *Vademekum Jeruk*. Direktorat Jenderal BPHortikultura, Departemen Pertanian
- Dinas Perindustrian dan Perdagangan. 2009. *Timbangan Sentisimal*. Surabaya: Bidang Metrologi, Disperindag Provinsi Jawa Timur
- Dwihapsari, Y. dan Darminto. 2010. *Perancangan dan Pembuatan Penetrometer Untuk Menentukan Konsistensi Tumor Otak*. Surabaya: Jurnal Fisika dan Aplikasinya Volume 6 Nomor 2 Juni 2010
- Gonzales, R.C., Woods, R.E., dan Eddins, S.L. 2004. *Digital Image Processing Using Matlab*. America: Pearson Education, Inc.
- Handoko, D.D., Napitupulu, B., dan Sembiring, H. 2010. *Penanganan Pasca Panen Buah Jeruk*. Medan: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Utara

- Hasim dan Fajar. Tanpa Tahun. *Nikmati Segarnya Jus Jeruk Manis Pacitan*. Balijestro: Balai Penelitian dan Pengembangan Hortikult <http://balijestro.litbang.deptan.go.id/id/474.html> [8 Mei 2014]
- Ihsan, F. dan Wahyudi, A. 2010. *Teknik Analisis Kadar Sukrosa Pada Buah Pepaya*. Solok: Buletin Teknik Pertanian Vol. 15, No. 1, 2010: 10-12
- Kondo, Ahmad, Montaa, dan Muraseb. 2000. *Machine Vision Based Quality Evaluation Of Iyokan Orange Fruit Using Neural Networks*. Computers and Electronics in Agriculture, 29(1-2), 135-147.
- Mason, R. D., dan Lind, D. A. 1996. *Teknik Statistika untuk Bisnis & Ekonomi*. Jakarta: Erlangga.
- Pangestuti, R. dan Supriyanto, A. Tanpa Tahun. *Upaya Mendapatkan dan Mempertahankan Mutu Jeruk Keprok SoE Melalui Optimasi Umur Panen dan Penyimpanan Suhu Dingin*. Batu: Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika <http://balijestro.litbang.deptan.go.id/id/536.html> [2 Maret 2015]
- Pantastico, ER.B. 1993. *Fisiologi Pasca Panen: Penanganan dan Pemanfaatan Buah-Buahan dan Sayur-Sayuran Tropika dan Subtropika*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Pracaya. 2000. *Jeruk Manis, Varietas, Budidaya dan Pascapanen*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Purnamasari, I.D. 2013. *Timbangan Digital Berbasis Sensor Flexiforce dengan Output Suara*. Malang: Jurnal Publikasi Universitas Brawijaya
- Qomariah, Hasbianto, Lesmayati, dan Hasan. 2013. *Kajian Pra Panen Jeruk Siam (Citrus suhuiensis Tan) Untuk Ekspor*. Banjarbaru: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Selatan
- Santoso, B.B. dan Purwoko, B.S. 1995. *Fisiologi dan Teknologi Pasca Panen Tanaman Hortikultura*. Mataram: Indonesia Australia University Project, Universitas Mataram
- Shih, F.Y. 2010. *Image Processing And Pattern Recognition: Fundamentals And Technique*. America: John Wiley & Sons, Inc
- Soediby, Subrata, Suroso, dan Ahmad. 2006. *Pemutuan Edamame Menggunakan Pengolahan Citra dan Jaringan Syaraf Tiruan*. Bogor: Jurnal Keteknik Pertanian Vol. 20 No. 3 Desember 2006

Spiegel-Roy, P. & Goldschmidt. 1996. *Biology of Citrus*. New York: Cambridge University Press

Sunarmani. 1996. *Pengaruh Komposisi Oksigen dan Karbondioksida Dalam Wadah Tertutup Terhadap Mutu dan Daya Simpan Ne*. Jakarta:J.Hort.5(5).Hal 80-93.

Tim Penulis Penebar Swadaya. 2002. *Peluang Usaha dan Pembudidayaan Jeruk Siam*. Cetakan kesembilan. Jakarta: Penebar Swadaya

Utama, I.M.S. 2009. *Penanganan Pascapanen Buah dan Sayuran Segar*. Denpasar: Universitas Udayana

Yuwono, S.S. dan Susanto, T. 1998. *Pengujian Fisik Pangan*. Malang: Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya



## LAMPIRAN

1. Tabel Sebaran Nilai RGB Pembentuk Citra Obyek dan *Background*

No	R		G		B	
	Obyek	<i>Background</i>	Obyek	<i>Background</i>	Obyek	<i>Background</i>
1	57	92	78	110	0	92
2	59	95	90	108	0	100
3	84	162	77	160	44	168
4	60	141	64	133	51	159
5	57	108	59	111	25	117
6	122	109	154	109	8	89
7	81	91	75	104	0	72
8	52	92	64	108	13	83
9	63	84	83	98	0	71
10	40	62	61	85	16	65
Maksimum	122	162	154	160	51	168
Minimum	40	62	59	85	0	65

Sumber: Data primer diolah (2015)

## 2. Tabel Hasil Variabel Mutu Citra

No	Mutu	Variabel Mutu Citra						
		Area		Diameter	r		g	
		Bawah	Samping		Bawah	Samping	Bawah	Samping
1	S	172792	169171	471	0.31522	0.2805591	0.618429	0.6478729
2	S	207416	195801	513	0.380401	0.3712701	0.577401	0.5836216
3	S	195723	189669	502	0.312332	0.2977440	0.622190	0.6248900
4	S	180411	182304	475	0.546368	0.4647482	0.405010	0.4803432
5	S	166212	157943	461	0.330136	0.3122202	0.605205	0.6209638
6	S	156213	157587	443	0.296669	0.2988925	0.629721	0.6193951
7	S	148759	145276	437	0.549160	0.4736492	0.416097	0.4896412
8	S	148636	136728	440	0.557710	0.5515422	0.409796	0.4202203
9	S	182746	185579	489	0.482523	0.3258616	0.447794	0.6196162
10	S	194788	191245	499	0.461032	0.4469966	0.482602	0.4947529
11	S	200742	193627	516	0.311734	0.2896474	0.620578	0.6453193
12	S	229341	224748	540	0.358725	0.4471106	0.582115	0.4754582
13	S	171967	169740	475	0.421655	0.3083193	0.495733	0.634395
14	S	178967	175385	470	0.326021	0.3043255	0.602007	0.631170
15	S	171176	166407	465	0.295948	0.3027110	0.612073	0.632130
16	S	243530	237966	562	0.417818	0.3010662	0.489144	0.624431
17	S	151803	151648	444	0.454585	0.4722142	0.483053	0.463105
18	S	179614	166623	495	0.480523	0.4868591	0.462001	0.463632
19	S	208597	191078	510	0.448856	0.4326866	0.471020	0.486784
20	S	203238	195233	512	0.345255	0.3190748	0.591978	0.618489
21	S	164509	156167	462	0.326048	0.3260978	0.607349	0.617085
22	S	184472	175711	487	0.53092	0.4935196	0.432379	0.455991
23	S	168923	162153	462	0.337332	0.3169270	0.590126	0.608888

No	Mutu	Variabel Mutu Citra						
		Area		Diameter	r		g	
		Bawah	Samping		Bawah	Samping	Bawah	Samping
24	S	181527	182207	479	0.304275	0.2829895	0.624293	0.649772
25	S	169912	164672	464	0.330191	0.3231935	0.596681	0.611486
26	S	206148	202279	519	0.313052	0.3148556	0.610610	0.630040
27	S	168857	158566	461	0.490020	0.3011000	0.607779	0.600852
28	S	163117	142481	464	0.348478	0.4449930	0.449971	0.478060
29	S	181487	167847	481	0.332345	0.3209174	0.596838	0.624943
30	S	197518	189327	502	0.436025	0.4472641	0.598823	0.476916
31	S	155364	142115	453	0.332693	0.4290195	0.486487	0.488288
32	S	273956	270063	583	0.409702	0.2957511	0.608597	0.621659
33	S	153758	156217	445	0.423959	0.3171864	0.485759	0.614740
34	S	155030	158261	444	0.327376	0.3275673	0.487434	0.607976
35	S	186811	181786	493	0.511834	0.3234971	0.594428	0.604368
36	S	230650	211492	546	0.458626	0.4412809	0.481470	0.493277
37	S	165990	156655	469	0.309261	0.4380929	0.479752	0.493818
38	S	176113	172264	475	0.438850	0.4781687	0.434410	0.458599
39	S	191910	180956	497	0.467056	0.4178252	0.477496	0.501196
40	S	181527	182207	479	0.304275	0.2829895	0.624293	0.649772
41	A	141451	137873	432	0.526967	0.5294799	0.443731	0.438319
42	A	142765	134019	429	0.545296	0.5242000	0.424626	0.442170
43	A	137661	130585	422	0.53908	0.4871563	0.423777	0.468142
44	A	143270	139278	429	0.524897	0.4825021	0.434796	0.475803
45	A	147718	142780	438	0.556087	0.5572200	0.412121	0.412964
46	A	135321	135624	410	0.560255	0.5230417	0.400729	0.437343
47	A	139778	138023	423	0.514914	0.4493700	0.449166	0.495519
48	A	143298	135016	425	0.544454	0.3263458	0.418543	0.624049
49	A	142091	130606	429	0.545577	0.5316073	0.420881	0.436939
50	A	144868	135274	425	0.536264	0.5155509	0.431665	0.450048
51	A	140825	140236	427	0.533742	0.5019804	0.432526	0.465540
52	A	136090	132534	420	0.550080	0.5196397	0.413406	0.440515
53	A	144773	140297	438	0.542966	0.5196397	0.422086	0.454236
54	A	145049	130932	650	0.555109	0.5390974	0.419321	0.435984
55	A	146996	143968	443	0.551951	0.5504191	0.413300	0.413960
56	A	150897	143827	437	0.559506	0.5132237	0.412245	0.455485
57	A	144743	135762	433	0.568182	0.5682336	0.399898	0.400931
58	A	147218	142682	443	0.527750	0.4771114	0.426561	0.484498
59	A	155395	153526	441	0.511355	0.3482547	0.449753	0.611381
60	A	148610	138172	436	0.553625	0.5433371	0.415949	0.424290
61	A	143045	139281	428	0.534125	0.4942567	0.425517	0.465533
62	A	153538	140285	439	0.319518	0.3095789	0.601469	0.617468
63	A	146750	142980	439	0.535007	0.4848911	0.429636	0.481203
64	A	141180	133296	425	0.570648	0.5770504	0.402069	0.394759
65	A	142126	143371	425	0.546743	0.2875454	0.419410	0.648725
66	A	140232	138149	427	0.556996	0.5100907	0.408062	0.452843
67	A	143501	169588	425	0.469060	0.3665115	0.476659	0.592985
68	A	142920	148685	438	0.582018	0.3654464	0.388459	0.606722
69	A	155381	150456	447	0.519685	0.3755672	0.430614	0.581115
70	A	141588	138743	428	0.521061	0.5284472	0.440296	0.429547
71	A	140628	148094	421	0.513083	0.3099891	0.442870	0.633932
72	A	154438	146855	448	0.403634	0.3762181	0.560910	0.577472
73	A	145886	142986	434	0.515311	0.5193825	0.447596	0.447705
74	A	145129	147389	429	0.513316	0.3251869	0.440934	0.611325
75	A	142295	138995	423	0.544207	0.5055851	0.419440	0.455886
76	A	146985	139852	435	0.537697	0.5365300	0.429515	0.430669

No	Mutu	Variabel Mutu Citra						
		Area		Diameter	r		g	
		Bawah	Samping		Bawah	Samping	Bawah	Samping
77	A	139788	142929	425	0.517929	0.3218337	0.442812	0.622040
78	A	141108	140060	423	0.517415	0.5578731	0.444446	0.413883
79	A	147454	147603	441	0.535618	0.3275709	0.427138	0.625140
80	A	144555	136605	431	0.535542	0.4618165	0.430773	0.502559
81	B	125255	125244	396	0.539424	0.5524675	0.424864	0.412550
82	B	137399	135025	416	0.536072	0.5323828	0.429719	0.437512
83	B	136165	132861	416	0.54871	0.4919581	0.420126	0.470839
84	B	134089	131486	415	0.560521	0.5019997	0.407573	0.454192
85	B	127288	124295	401	0.529857	0.5055108	0.427394	0.454459
86	B	123997	113805	403	0.442005	0.4293031	0.484331	0.497933
87	B	132138	126306	414	0.539482	0.5281254	0.426873	0.437522
88	B	129457	126367	404	0.531203	0.5174314	0.430000	0.446846
89	B	131783	128914	407	0.487139	0.4949336	0.468708	0.462750
90	B	127948	129219	407	0.521498	0.4924887	0.434770	0.466140
91	B	131839	126847	415	0.511365	0.5346661	0.454571	0.434972
92	B	135140	129501	411	0.502294	0.5211278	0.452655	0.438968
93	B	138643	138755	419	0.329086	0.3154015	0.607931	0.625989
94	B	131220	126415	405	0.483323	0.4614075	0.457977	0.476478
95	B	134969	132473	411	0.534334	0.5076499	0.430705	0.459701
96	B	134392	135091	410	0.513248	0.5164826	0.444436	0.448428
97	B	129816	127108	411	0.5028	0.5143233	0.452573	0.446936
98	B	130706	120576	413	0.540731	0.5570291	0.430509	0.414038
99	B	128167	126085	405	0.522083	0.4961279	0.441209	0.466740
100	B	136542	131202	417	0.537147	0.452894	0.432471	0.504462
101	B	132971	131982	415	0.490469	0.5059435	0.467764	0.461747
102	B	130954	127454	413	0.556762	0.5273212	0.411533	0.441226
103	B	129240	116222	413	0.526932	0.541481	0.443138	0.429772
104	B	117376	125009	390	0.484182	0.3276314	0.445264	0.605158
105	B	127501	121180	405	0.54382	0.4943613	0.426879	0.468964
106	B	125113	125717	401	0.547733	0.5655079	0.422489	0.403684
107	B	132850	127417	413	0.529378	0.5130285	0.436838	0.452132
108	B	126892	120899	401	0.540952	0.5177664	0.425439	0.446416
109	B	130301	126221	414	0.546105	0.5163459	0.423354	0.451922
110	B	130841	130231	409	0.526838	0.5066092	0.440502	0.461778
111	B	134697	126354	415	0.547002	0.5132825	0.424935	0.452344
112	B	113069	116378	389	0.48168	0.3208033	0.450073	0.608155
113	B	129702	131265	405	0.516382	0.4540225	0.448046	0.501446
114	B	133211	135114	417	0.549525	0.5021317	0.416818	0.463252
115	B	129325	137068	410	0.477962	0.3143438	0.459462	0.620239
116	B	138705	135508	427	0.528951	0.5106158	0.433974	0.452509
117	B	138758	136102	427	0.53561	0.4888096	0.427923	0.467394
118	B	139809	133774	421	0.502633	0.5264707	0.451608	0.434566
119	B	131266	131263	412	0.563657	0.5465916	0.406453	0.426973
120	B	137076	133259	422	0.547638	0.5494732	0.420368	0.420536

## 3. Tabel Hasil Pengukuran Sifat Fisik

No	Mutu	Variabel Sifat Fisik				Total Padatan Terlarut (°Brix)
		Berat (gram)	Tingkat Kekerasan/Penetrasi (mm/gr.detik)			
			Atas	Samping	Bawah	
1	S	140.63	1.11E-03	1.71E-03	1.29E-03	6.68
2	S	179.93	1.16E-03	1.91E-03	1.31E-03	8.32
3	S	161.23	1.09E-03	2.00E-03	1.27E-03	7.25
4	S	161.83	1.22E-03	2.38E-03	1.53E-03	10.14
5	S	135.40	1.22E-03	2.02E-03	1.38E-03	8.24
6	S	128.67	1.02E-03	1.80E-03	1.58E-03	7.98
7	S	124.52	1.09E-03	1.82E-03	1.24E-03	8.38
8	S	122.65	1.09E-03	2.11E-03	1.33E-03	9.48
9	S	152.48	1.09E-03	2.29E-03	1.60E-03	8.10
10	S	162.60	1.09E-03	2.58E-03	2.02E-03	7.40
11	S	166.73	1.09E-03	2.22E-03	1.40E-03	8.50
12	S	199.70	1.11E-03	2.09E-03	1.64E-03	10.20
13	S	190.47	1.13E-03	1.84E-03	1.31E-03	7.46
14	S	141.74	1.13E-03	1.96E-03	1.67E-03	7.34
15	S	147.49	1.18E-03	2.09E-03	1.53E-03	8.48
16	S	144.06	1.18E-03	1.98E-03	1.38E-03	7.78
17	S	214.77	1.20E-03	2.27E-03	1.47E-03	6.93
18	S	125.01	1.22E-03	1.80E-03	1.58E-03	9.53
19	S	157.00	1.24E-03	2.13E-03	1.44E-03	6.44
20	S	186.84	1.27E-03	1.89E-03	1.40E-03	7.76
21	S	176.81	1.27E-03	2.22E-03	1.24E-03	8.52
22	S	131.82	1.29E-03	2.47E-03	1.31E-03	8.79
23	S	166.33	1.31E-03	2.16E-03	1.60E-03	8.53
24	S	137.34	1.33E-03	2.11E-03	1.16E-03	8.46
25	S	149.94	1.36E-03	1.89E-03	1.44E-03	7.26
26	S	134.94	1.38E-03	2.38E-03	1.78E-03	7.78
27	S	213.18	1.38E-03	2.22E-03	1.42E-03	7.47
28	S	131.09	1.42E-03	2.38E-03	1.44E-03	7.93
29	S	130.06	1.42E-03	2.40E-03	1.67E-03	9.33
30	S	152.80	1.44E-03	1.67E-03	1.44E-03	8.67
31	S	157.83	1.44E-03	2.18E-03	1.51E-03	6.90
32	S	123.79	1.47E-03	2.31E-03	1.69E-03	7.33
33	S	235.47	1.51E-03	2.36E-03	1.82E-03	7.70
34	S	127.77	1.51E-03	2.09E-03	1.20E-03	6.92
35	S	130.28	1.29E-03	1.76E-03	1.44E-03	7.12
36	S	158.27	1.60E-03	2.20E-03	1.49E-03	7.19
37	S	229.41	1.62E-03	2.31E-03	1.44E-03	7.54
38	S	131.52	1.67E-03	2.16E-03	1.29E-03	7.13
39	S	154.91	1.73E-03	2.40E-03	1.80E-03	8.47
40	S	160.18	1.91E-03	2.22E-03	1.29E-03	7.98
41	A	113.14	2.16E-03	2.64E-03	2.11E-03	8.65
42	A	114.93	2.18E-03	2.47E-03	1.89E-03	8.32
43	A	106.73	1.67E-03	3.29E-03	1.89E-03	8.48
44	A	116.07	2.00E-03	3.11E-03	1.64E-03	8.16
45	A	119.94	1.91E-03	2.16E-03	2.09E-03	9.68
46	A	113.25	2.09E-03	2.18E-03	2.27E-03	9.11
47	A	113.32	2.02E-03	2.42E-03	2.16E-03	8.54
48	A	112.56	1.84E-03	2.67E-03	1.84E-03	8.74
49	A	106.92	2.04E-03	3.16E-03	1.62E-03	7.88

No	Mutu	Variabel Sifat Fisik				Total Padatan Terlarut (°Brix)
		Berat (gram)	Tingkat Kekerasan/Penetrasi (mm/gr.detik)			
			Atas	Samping	Bawah	
50	A	110.04	2.18E-03	2.67E-03	2.04E-03	8.52
51	A	117.40	2.00E-03	2.33E-03	2.04E-03	7.96
52	A	113.65	2.00E-03	2.89E-03	2.18E-03	8.06
53	A	109.81	1.82E-03	2.76E-03	1.82E-03	7.47
54	A	107.24	2.33E-03	2.51E-03	2.16E-03	8.52
55	A	120.90	1.91E-03	2.56E-03	2.07E-03	7.89
56	A	117.18	2.22E-03	2.73E-03	1.98E-03	6.85
57	A	115.56	2.04E-03	2.33E-03	1.98E-03	8.56
58	A	118.08	2.11E-03	2.56E-03	2.11E-03	8.96
59	A	121.51	2.04E-03	3.02E-03	2.18E-03	8.41
60	A	120.52	2.18E-03	3.00E-03	1.98E-03	7.13
61	A	116.81	1.89E-03	2.56E-03	2.00E-03	6.94
62	A	115.29	2.04E-03	2.64E-03	2.16E-03	9.41
63	A	120.45	1.71E-03	2.29E-03	1.62E-03	8.46
64	A	107.36	2.29E-03	3.09E-03	1.96E-03	7.93
65	A	111.89	2.00E-03	2.56E-03	2.09E-03	8.02
66	A	113.71	2.31E-03	3.07E-03	1.98E-03	8.01
67	A	104.33	2.04E-03	2.49E-03	2.04E-03	8.42
68	A	113.74	2.27E-03	2.58E-03	2.20E-03	7.68
69	A	123.60	2.00E-03	3.09E-03	2.16E-03	8.56
70	A	115.27	2.18E-03	2.36E-03	2.09E-03	9.09
71	A	114.67	1.98E-03	2.22E-03	1.91E-03	8.70
72	A	116.24	2.27E-03	3.00E-03	2.00E-03	11.80
73	A	113.73	1.93E-03	2.93E-03	2.07E-03	7.96
74	A	119.07	1.76E-03	2.53E-03	1.38E-03	9.02
75	A	113.70	1.91E-03	2.22E-03	2.02E-03	8.94
76	A	111.79	2.13E-03	2.53E-03	1.98E-03	7.81
77	A	109.64	2.16E-03	2.36E-03	1.67E-03	9.21
78	A	111.45	1.98E-03	2.62E-03	1.80E-03	7.55
79	A	117.96	2.04E-03	2.47E-03	1.87E-03	8.26
80	A	112.17	2.27E-03	2.89E-03	2.18E-03	8.12
81	B	101.38	2.56E-03	2.51E-03	2.33E-03	9.20
82	B	114.13	2.44E-03	2.24E-03	2.02E-03	9.20
83	B	110.48	1.98E-03	3.20E-03	1.87E-03	8.40
84	B	111.18	2.36E-03	2.78E-03	2.27E-03	7.60
85	B	99.35	2.20E-03	2.38E-03	2.11E-03	8.40
86	B	91.33	2.53E-03	3.36E-03	2.42E-03	8.40
87	B	108.67	1.93E-03	2.36E-03	2.11E-03	7.66
88	B	102.04	2.36E-03	2.29E-03	2.00E-03	9.00
89	B	105.63	2.67E-03	2.82E-03	2.24E-03	9.00
90	B	103.41	2.20E-03	2.73E-03	1.71E-03	8.00
91	B	103.92	2.36E-03	2.71E-03	2.47E-03	7.42
92	B	108.03	2.38E-03	2.42E-03	1.93E-03	7.96
93	B	101.35	2.51E-03	2.58E-03	1.89E-03	7.65
94	B	108.14	3.44E-03	3.40E-03	3.13E-03	8.33
95	B	105.91	2.27E-03	2.89E-03	1.64E-03	8.46
96	B	112.47	1.89E-03	2.76E-03	1.73E-03	8.27
97	B	110.26	2.64E-03	2.82E-03	1.96E-03	8.08
98	B	103.04	1.98E-03	2.53E-03	1.73E-03	8.69
99	B	106.73	2.24E-03	3.00E-03	2.18E-03	7.75

No	Mutu	Variabel				Total Padatan Terlarut (°Brix)
		Berat (gram)	Tingkat Kekerasan/Penetrasi (mm/gr.detik)			
			Atas	Samping	Bawah	
100	B	110.74	2.09E-03	2.60E-03	2.07E-03	8.49
101	B	107.79	2.07E-03	2.89E-03	1.91E-03	8.65
102	B	105.35	2.07E-03	2.60E-03	1.62E-03	7.12
103	B	101.85	3.31E-03	2.91E-03	2.47E-03	7.72
104	B	92.27	2.33E-03	2.73E-03	1.93E-03	8.06
105	B	101.20	2.27E-03	2.96E-03	2.56E-03	8.67
106	B	101.79	2.60E-03	2.64E-03	2.20E-03	9.53
107	B	95.70	2.51E-03	2.73E-03	2.76E-03	8.47
108	B	102.91	2.09E-03	2.47E-03	2.04E-03	9.07
109	B	90.18	2.38E-03	3.04E-03	2.16E-03	8.53
110	B	108.52	2.76E-03	2.58E-03	2.44E-03	8.13
111	B	109.91	2.58E-03	1.96E-03	1.96E-03	7.53
112	B	82.44	2.62E-03	3.47E-03	2.44E-03	8.53
113	B	104.76	1.91E-03	2.62E-03	2.31E-03	9.74
114	B	115.22	2.47E-03	2.62E-03	2.20E-03	8.53
115	B	101.80	2.42E-03	2.91E-03	2.33E-03	9.33
116	B	113.11	2.20E-03	3.20E-03	1.84E-03	8.33
117	B	113.17	2.29E-03	3.20E-03	1.91E-03	8.67
118	B	107.53	1.96E-03	2.67E-03	2.11E-03	9.74
119	B	108.10	2.76E-03	3.02E-03	2.38E-03	8.53
120	B	110.85	2.44E-03	2.40E-03	2.04E-03	8.60

## 4. Tabel Ukuran Statistik Variabel Sifat Fisik

## a. Hasil Analisis Statistik Sifat Fisik Berat

Parameter Statistik	Mutu Super	Mutu A	Mutu B
Rerata	156.94	114.29	104.82
Standar Deviasi	29.75	4.47	7.02
Q1	131.74	111.87	101.80
Q2	152.64	113.73	105.77
Q3	166.43	117.24	110.00
Min	122.65	104.33	82.44
Max	235.47	123.60	115.22

## b. Hasil Analisis Statistik Sifat Fisik Kekerasan Buah

Parameter Statistik	Mutu Super	Mutu A	Mutu B
Rerata	1.31E-03	2.05E-03	2.38E-03
Standar Deviasi	2.06E-04	1.63E-04	3.35E-04
Q1	1.13E-03	1.97E-03	2.17E-03
Q2	1.27E-03	2.04E-03	2.36E-03
Q3	1.43E-03	2.18E-03	2.54E-03
Min	1.02E-03	1.67E-03	1.89E-03
Max	1.91E-03	2.33E-03	3.44E-03

## c. Hasil Analisis Statistik Sifat Fisik Total Padatan Terlarut

Parameter Statistik	Mutu Super	Mutu A	Mutu B
Rerata	7.99	8.40	8.43
Standar Deviasi	0.90	0.84	0.62
Q1	7.31	7.95	8.04
Q2	7.86	8.42	8.46
Q3	8.48	8.71	8.67
Min	6.44	6.85	7.12
Max	10.20	11.80	9.74