



**KAJIAN SIFAT FISIK DAN KIMIA JERUK SIAM (*Citrus nobilis*  
*var. microcarpa*) SEMBORO BERDASARKAN UMUR SIMPAN  
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL**

**SKRIPSI**

Oleh

**Herman Setiawan  
141710201026**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**



**KAJIAN SIFAT FISIK DAN KIMIA JERUK SIAM (*Citrus nobilis*  
*var. microcarpa*) SEMBORO BERDASARKAN UMUR SIMPAN  
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknik Pertanian (S-1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

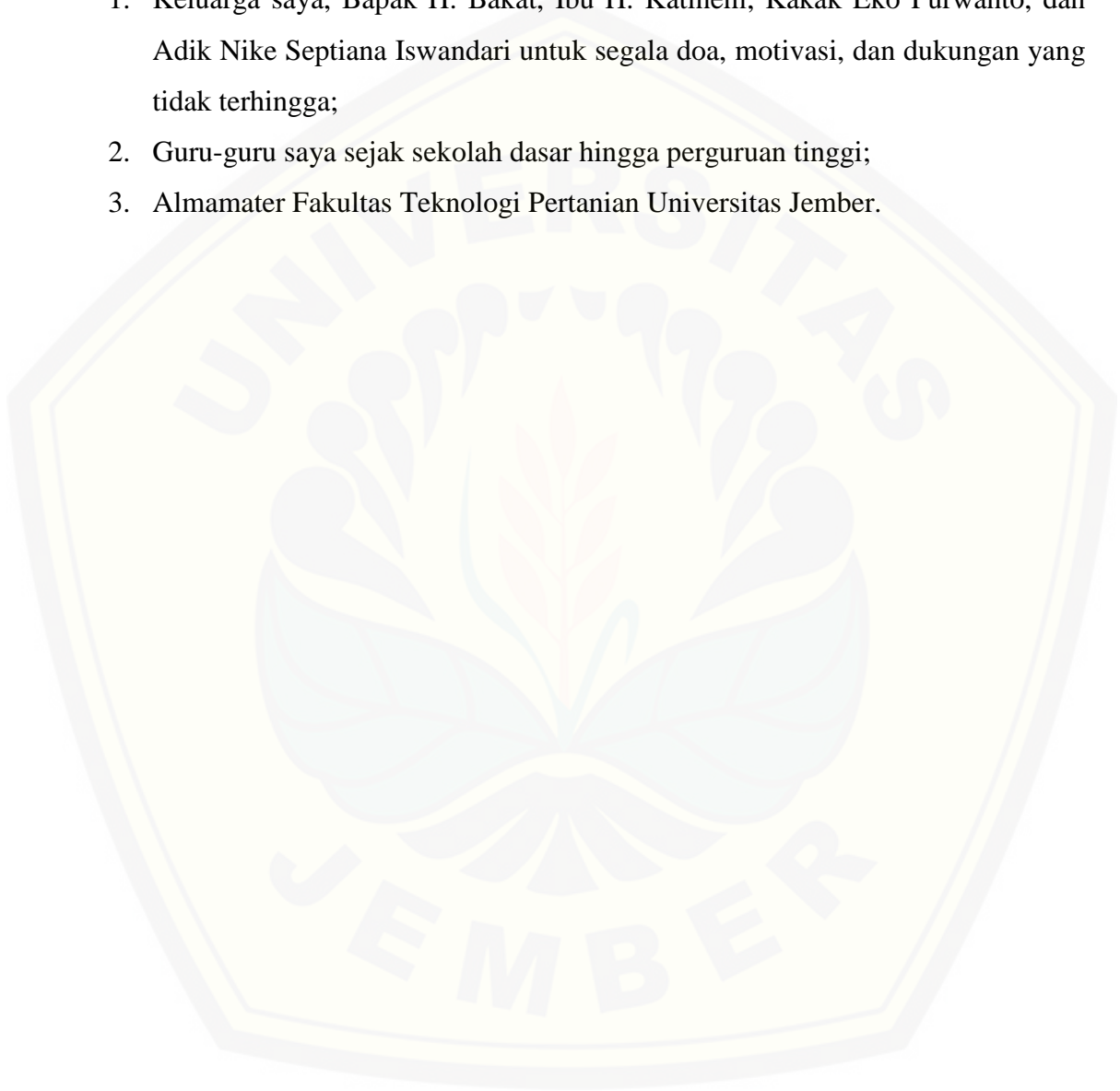
**Herman Setiawan**  
**141710201026**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Keluarga saya, Bapak H. Bakat, Ibu H. Katinem, Kakak Eko Purwanto, dan Adik Nike Septiana Iswandari untuk segala doa, motivasi, dan dukungan yang tidak terhingga;
2. Guru-guru saya sejak sekolah dasar hingga perguruan tinggi;
3. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



**MOTTO**

Dan hanya kepada Allah hendaknya kamu berharap.

(QS Al Insyirah : 8)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Herman Setiawan

NIM : 141710201026

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Kajian Sifat Fisik dan Kimia Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*) Semboro Berdasarkan Umur Simpan Menggunakan Pengolahan Citra Digital” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, 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 kemudian hari ini tidak benar.

Jember, 21 Oktober 2018

Yang menyatakan,

Herman Setiawan  
NIM 141710201026

**SKRISI**

**KAJIAN SIFAT FISIK DAN KIMIA JERUK SIAM (*Citrus nobilis*  
*var. microcarpa*) SEMBORO BERDASARKAN UMUR SIMPAN  
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL**

Oleh

Herman Setiawan

NIM 141710201026

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Dedy Wirawan Soedibyo, S.TP., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Dian Purbasari, S. Pi., M. Si.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Kajian Sifat Fisik dan Kimia Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*) Semboro Berdasarkan Umur Simpan Menggunakan Pengolahan Citra Digital” karya Herman Setiawan NIM 141710201026 telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si.  
NIP 197407071999031001

Dian Purbasari, S.Pi., M.Si.  
NIP 760016795

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota,

Dr. Ir. Iwan Taruna., M. Eng.  
NIP. 196910051994021001

Dr. Ir. Sih Yuwanti., M. P.  
NIP. 196507081994032002

Mengesahkan  
Dekan,

Dr. Siswoyo Soekarno., S. TP., M. Eng.  
NIP. 196809231994031009

## RINGKASAN

**Kajian Sifat Fisik dan Kimia Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*) Semboro Berdasarkan Umur Simpan Menggunakan Pengolahan Citra Digital;** Herman Setiawan, 141710201026; 2018; 76 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Sejak ratusan tahun yang lalu, jeruk sudah tumbuh di Indonesia baik secara alami atau dibudidayakan. Salah satu tempat penghasil jeruk varietas siam yang terkenal adalah Semboro, Kabupaten Jember. Permasalahan dalam penanganan buah jeruk adalah saat pasca panen. Dalam kegiatan tersebut, perlu dilakukan evaluasi terhadap mutu buah. Selama ini petani masih menggunakan cara yang manual, sehingga membutuhkan waktu yang lama dan tingkat akurasi yang didapatkan sangat rendah. Selain itu selama proses penyimpanan buah jeruk mengalami perubahan sifat fisik dan kimia yang merugikan. Namun saat ini pengujian yang dilakukan pada buah bersifat destruktif. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan adanya pengukuran non destruktif dengan menggunakan metode lain seperti pengolahan citra digital. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan antara variabel sifat fisik dan kimia buah Jeruk Semboro berdasarkan umur simpan 1, 8, dan 15 hari. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar pendugaan sifat fisik dan kimia buah Jeruk Semboro berdasarkan umur simpan tanpa merusak buah. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah Jeruk Semboro mutu super dengan kode ukuran 1 yang didapatkan di Dusun Rowotengen, Desa Sidomulyo, Kecamatan Semboro Kabupaten Jember. Sampel buah Jeruk Semboro diambil citranya menggunakan kamera CCD (*Charge Couple Device*). Citra buah Jeruk Semboro kemudian diekstraksi dengan menggunakan program pengolahan citra. Lalu sampel buah diukur sifat fisik dan kimianya menggunakan timbangan digital *O'hauss pioneer*, penetrometer, refraktometer, dan pH meter untuk mendapatkan data mengenai berat buah, tingkat kekerasan buah, total padatan terlarut buah, dan pH buah. Nilai variabel mutu citra yang dihasilkan, data sifat fisik dan kimia buah Jeruk Semboro yang telah diukur kemudian dianalisis menggunakan uji anava satu arah, korelasi, regresi, boxplot, dan uji validasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi umur simpan berpengaruh terhadap sifat fisik dan kimia dengan variabel mutu citra dengan rentang nilai koefisien korelasi sebesar 0,863-1,000. Untuk regresi, berat buah menghasilkan persamaan  $y = -1,585x + 133,1$  dengan nilai determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,980. Tingkat kekerasan buah menghasilkan persamaan  $y = 0,00015x + 0,00501$  dengan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,999. Total padatan terlarut menghasilkan persamaan  $y = 0,057x + 6,940$  dengan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,990. pH menghasilkan persamaan  $y = 0,134x + 3,402$  dengan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,907. Hasil analisis boxplot seluruh variabel citra menunjukkan bahwa variabel yang dapat digunakan sebagai input program pengolahan citra adalah perimeter dan indeks warna merah. Uji validasi menghasilkan akurasi total sebesar 84,28%.



## SUMMARY

**Study of Physical and Chemical Properties of Semboro Citrus Fruit (*Citrus Nobilis var. Microcarpa*) Based On The Shelf Life Using Digital Image Processing;** Herman Setiawan, 141710201026; 2018; 76 pages; Department Agricultural Engineering; Faculty of Agricultural Technology; Jember University

Since hundreds of years ago, citrus have grown in Indonesia either naturally or cultivated. One of the places where the famous citrus varieties are produced is Semboro, Jember Regency. The problems in handling citrus fruits is after harvest. In these activities, it is necessary to evaluate the quality of the fruit. During these farmers still use the manual way, so it takes a long time and the degree of accuracy achieved is very low. In addition, during the storage process, citrus fruits experience changes in adverse physical and chemical properties. But currently the tests carried out on the fruit are destructive. Based on this, there is a need for non-destructive measurements using other methods such as digital image processing. This study aims to identify the relationship between the physical and chemical properties of Semboro orange based on the shelf life of 1, 8 and 15 days. The results of this study expected to used as a basis for estimating the physical and chemical properties of citrus based on the shelf life without damaging the fruit. The results of this study expected to used as a basis for estimating the physical and chemical properties of citrus based on the shelf life without damaging the fruit. The sample used in this study was the super size code 1 quality citrus, obtained from Rowotengen, Sidomulyo Village, Semboro District, Jember Regency. Image of citrus fruit extracted using image processing program. Citrus fruit samples were then measured interm of physical and chemical properties using the O'hauss pioneer digital scales, penetrometer, refractometer and pH meter to obtain data on fruit weight, fruit hardness, total dissolved solids and acidity (pH) of the fruit. The value of the image quality variable and the physical and chemical properties were analyzed using one way anova test, correlation, regression, boxplot and validation test. The results showed that the variation in shelf life had an effect on the physical and chemical characteristics of citrus fruit. Correlation test results showed a strong relationship between physical and chemical properties with image quality variables with a range of correlation coefficient values 0,863-1,000. For regression, fruit weight yields the equation  $y = -1,585x + 133,1$  with determination value ( $R^2$ ) equal to 0,980. Total soluble solids yielded the equation  $y = 0.00015x + 0.00501$  with the determination value ( $R^2$ ) of 0,999. The fruit hardness level yields the equation  $y = 0,057x + 6,940$  with the determination value ( $R^2$ ) of 0,990. pH of the fruit yielded the equation  $y = 0,134x + 3,402$  with the determination value ( $R^2$ ) of 0,907. The result of boxplot analysis of all image quality variables shows that the variables that can be used as for image processing program was the red color index. Validation test produces a total accuracy of 84,28%.

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya sehingg penulis dapat menyelesaikan Kajian Sifat Fisik dan Kimia Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilis var. microcarpa*) Semboro Berdasarkan Umur Simpan Menggunakan Pengolahan Citra Digital.

Dalam penyusunan skripsi, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian tugas ini. Skripsi ini tidak mungkin terselesaikan dengan baik tanpa bantuan dari berbagai pihak yang terkait, pihak-pihak tersebut adalah sebagai berikut.

1. Allah Azzawajallah yang telah memberikan kekuatan, kesehatan, kesadaran, dan kesabaran selama penulis menyelesaikan skripsi;
2. Bakat serta Katinem sebagai Ayah dan Ibu penulis yang telah memberikan doa dan nasehat yang terbaik;
3. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik, Dosen Pembimbing Utama, dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian yang membantu dan membimbing dalam penulis skripsi hingga selesai;
4. Dian Purbasari, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, dan fikiran dalam membimbing penulisan skripsi ini;
5. Seluruh dosen pengampu matakuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama menempuh studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
6. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan lainnya;
7. Keluarga besar mahasiswa FTP 2014, terima kasih atas pengalaman dan kenangan yang telah diberikan;
8. Keluarga besar LPM Manifest FTP UNEJ, terima kasih atas pengalaman selama berproses di organisasi mahasiswa;

9. Rekan-rekan kuliah, Rizki Ade, Inton, Aji, Wildan, Dica, Fajar, Mas Joko, Mas Amien, Mas Haris, Agung, Asisqo, Desi, terima kasih atas kekompakan, kerjasama, dan pengalaman selama kuliah;
10. Etika Hanif Rosyidawati yang telah memberikan semangat selama penyusunan skripsi;
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam hal apapun dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih kurang sempurna, untuk itu penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Jember, 21 Oktober 2018

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO... ..</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBING .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>viii</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xx</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Batasan Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Tujuan.....</b>	<b>3</b>
<b>1.5 Manfaat.....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Jeruk Siam.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Standar Mutu Jeruk Siam.....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Karakteristik Jeruk Semboro Selama Penyimpanan.....</b>	<b>5</b>
<b>2.4 Pengukuran Sifat Fisik dan Kimia Jeruk Semboro.....</b>	<b>6</b>
2.4.1 Pengukuran Berat Buah.....	6
2.4.2 Pengukuran Kekerasan Buah.....	6
2.4.3 Pengukuran Total Padatan Terlarut Buah.....	6
2.4.4 Pengukuran pH Buah.....	7

<b>2.5</b>	<b>Pengolahan Citra</b> .....	7
<b>2.6</b>	<b>Segmentasi Citra</b> .....	7
	2.6.1 Area.....	8
	2.6.2 Perimeter.....	8
	2.6.3 Bentuk.....	8
	2.6.4 Warna.....	8
<b>2.7</b>	<b>Penelitian Terdahulu</b> .....	9
<b>2.8</b>	<b>Analisis Varian (Anava)</b> .....	10
<b>2.9</b>	<b>Analisis Korelasi</b> .....	10
<b>2.10</b>	<b>Diagram Kotak Garis (Boxplot)</b> .....	11
<b>2.11</b>	<b>Analisis Regresi</b> .....	11
<b>BAB 3.</b>	<b>METODE PENELITIAN</b> .....	12
<b>3.1</b>	<b>Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	12
<b>3.2</b>	<b>Alat dan Bahan</b> .....	12
<b>3.3</b>	<b>Tahapan Penelitian</b> .....	13
	3.3.1 Studi Pustaka.....	14
	3.3.2 Survey Lapang.....	14
	3.3.3 Pengambilan dan Sortasi Sampel Awal.....	14
	3.3.4 Penyusunan Tabel Pendugaan Umur Simpan.....	14
	3.3.5 <i>Image Acquisition</i> .....	16
	3.3.6 Sortasi dan Pembagian Sampel.....	16
	3.3.7 Kondisi Penyimpanan Buah.....	16
	3.3.8 Penyusunan Tabel Pendugaan Umur Simpan.....	16
	3.3.9 Koleksi Data Citra pada Pengamatan.....	17
	3.3.10 Pengukuran Sifat Fisik dan Kimia.....	17
	3.3.11 Uji Anava.....	18
	3.3.12 Uji Korelasi.....	18
	3.3.13 Analisis Boxplot.....	19
	3.3.14 Penyusunan Kalimat Logika.....	19
	3.3.15 Akurasi.....	19
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	20

<b>4.1</b>	<b><i>Image Acquisition</i></b> .....	20
<b>4.2</b>	<b>Program Pengolahan Citra</b> .....	20
<b>4.3</b>	<b>Segmentasi (<i>Threshold</i>) Citra</b> .....	22
<b>4.4</b>	<b>Ekstraksi Citra</b> .....	22
<b>4.5</b>	<b>Perhitungan Nilai Anava Pada Variabel Citra</b> .....	23
<b>4.6</b>	<b>Analisis Anava Pada Sifat Fisik dan Kimia</b> .....	25
<b>4.7</b>	<b>Analisis Korelasi pada Umur Simpan dan Variabel Citra</b> .....	28
4.7.1	Korelasi Umur Simpan dengan Area .....	28
4.7.2	Korelasi Umur Simpan dengan Tinggi .....	28
4.7.3	Korelasi Umur Simpan dengan Lebar .....	29
4.7.4	Korelasi Umur Simpan dengan Perimeter .....	29
4.7.5	Korelasi Umur Simpan dengan Indeks Warna Merah (R) .....	30
4.7.6	Korelasi Umur Simpan dengan Indeks Warna Hijau (G) .....	31
4.7.7	Korelasi Umur Simpan dengan Indeks Warna Biru (B) .....	31
<b>4.8</b>	<b>Analisis Korelasi pada Umur Simpan dengan Sifat Fisik dan Kimia Buah</b> .....	32
4.8.1	Korelasi Umur Simpan dengan Berat Buah .....	32
4.8.2	Korelasi Umur Simpan dengan Kekerasan Buah .....	33
4.8.3	Korelasi Umur Simpan dengan Total Padatan Terlarut Buah .....	34
4.8.4	Korelasi Umur Simpan dengan pH Buah .....	34
<b>4.9</b>	<b>Analisis Korelasi pada Sifat Fisik dan Kimia dengan Variabel Citra</b> .....	35
4.9.1	Korelasi Berat dengan Variabel Mutu Citra .....	35
4.9.2	Korelasi Kekerasan dengan Variabel Mutu Citra .....	39
4.9.3	Korelasi pH dengan Variabel Mutu Citra .....	42
4.9.4	Korelasi Total Padatan Terlarut dengan Variabel Mutu Citra .....	45
<b>4.10</b>	<b>Analisis Statistik Variabel Citra</b> .....	49
4.10.1	Area Buah Jeruk Semboro .....	49
4.10.2	Tinggi Buah Jeruk Semboro .....	50
4.10.3	Lebar Buah Jeruk Semboro .....	51

4.10.4 Perimeter Buah Jeruk Semboro.....	52
4.10.5 Indeks Warna Merah Buah Jeruk Semboro.....	53
4.10.6 Indeks Warna Hijau Buah Jeruk Semboro.....	54
4.10.7 Indeks Warna Biru Buah Jeruk Semboro.....	55
<b>4.11 Penentuan Kalimat Logika Pendugaan Umur Simpan Buah Jeruk Semboro.....</b>	<b>56</b>
<b>4.12 Integrasi Sifat Fisik dan Kimia pada Program Berdasarkan Umur Simpan.....</b>	<b>57</b>
4.12.1 Analisis Regresi Berat Berdasarkan Umur Simpan Buah Jeruk Semboro.....	57
4.12.2 Analisis Regresi Kekerasan Berdasarkan Umur Simpan Buah Jeruk Semboro.....	58
4.12.3 Analisis Regresi Total Padatan terlarut Berdasarkan Umur Simpan Buah Jeruk Semboro.....	59
4.12.4 Analisis Regresi pH Berdasarkan Umur Simpan Buah Jeruk Semboro.....	60
<b>4.13 Akurasi Program Pendugaan Umur Simpan Buah Jeruk Semboro.....</b>	<b>61</b>
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>63</b>
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran.....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>64</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>66</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Kode ukuran berdasarkan diameter.....	5
3.1 Perubahan yang mungkin terjadi selama penyimpanan buah Jeruk Semboro.....	15
3.2 Hubungan sifat fisik dan kimia buah Jeruk Semboro dengan variabel citra.....	15
3.3 Koefisien korelasi dengan kekuatan hubungannya.....	19
4.1 Perhitungan anava satu arah variabel mutu citra buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	25
4.2 Perhitungan anava satu arah variabel sifat fisik dan kimia buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	27
4.3 Hasil analisis statistik area.....	49
4.4 Hasil analisis statistik tinggi.....	50
4.5 Hasil analisis statistik lebar.....	51
4.6 Hasil analisis statistik perimeter.....	52
4.7 Hasil analisis statistik Indeks Warna Merah.....	53
4.8 Hasil analisis statistik Indeks Warna Hijau.....	54
4.9 Hasil analisis statistik Indeks Warna Biru.....	55
4.10 Kalimat logika program pendugaan umur simpan.....	56
4.11 Data nilai y berat buah hasil dari persamaan regresi.....	57
4.12 Data nilai y tingkat kekerasan buah hasil dari persamaan regresi.....	58
4.13 Data nilai y total padatan terlarut buah hasil dari persamaan regresi.....	59
4.14 Data nilai y pH buah hasil dari persamaan regresi.....	60
4.15 Hasil analisis statistik <i>confussion matrix</i> .....	62



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Diagram alir tahapan penelitian.....	13
4.1 <i>Image aquisition</i> dan meja pengambil gambar .....	20
4.2 Hasil pengambilan citra Jeruk Semboro berdasarkan umur simpan.....	21
4.3 Tampilan program pengolahan citra Jeruk Semboro.....	21
4.4 Sebaran nilai RGB pembentuk objek dan <i>background</i> .....	23
4.5 Segmentasi citra.....	24
4.6 Perimeter citra.....	24
4.7 Tampilan dari <i>file text</i> pengolahan citra.....	25
4.8 Grafik hubungan umur simpan dengan area buah Jeruk Semboro.....	28
4.9 Grafik hubungan umur simpan dengan tinggi buah Jeruk Semboro.....	28
4.10 Grafik hubungan umur simpan dengan lebar buah Jeruk Semboro.....	29
4.11 Grafik hubungan umur simpan dengan perimeter buah Jeruk Semboro.....	29
4.12 Grafik hubungan umur simpan dengan indeks warna merah buah Jeruk Semboro.....	30
4.13 Grafik hubungan umur simpan dengan indeks warna hijau buah Jeruk Semboro.....	31
4.14 Grafik hubungan umur simpan dengan indeks warna biru buah Jeruk Semboro.....	31
4.15 Grafik hubungan umur simpan dengan berat buah Jeruk Semboro.....	32
4.16 Grafik hubungan umur simpan dengan kekerasan buah Jeruk Semboro.....	33
4.17 Grafik hubungan umur simpan dengan total padatan terlarut buah Jeruk Semboro.....	34
4.18 Grafik hubungan umur simpan dengan pH buah Jeruk Semboro.....	34
4.19 Grafik hubungan korelasi berat dengan area buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	35

4.20	Grafik hubungan korelasi berat dengan tinggi buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	36
4.21	Grafik hubungan korelasi berat dengan lebar buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	36
4.22	Grafik hubungan korelasi berat dengan perimeter buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	37
4.23	Grafik hubungan korelasi berat dengan indeks warna merah buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan. ....	37
4.24	Grafik hubungan korelasi berat dengan indeks warna hijau buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	38
4.25	Grafik hubungan korelasi berat dengan indeks warna biru buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	38
4.26	Grafik hubungan korelasi kekerasan dengan area buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	39
4.27	Grafik hubungan korelasi kekerasan dengan tinggi buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	39
4.28	Grafik hubungan korelasi kekerasan dengan lebar buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	40
4.29	Grafik hubungan korelasi kekerasan dengan perimeter buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	40
4.30	Grafik hubungan korelasi kekerasan dengan indeks warna merah buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan .....	40
4.31	Grafik hubungan korelasi kekerasan dengan indeks warna hijau buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	41
4.32	Grafik hubungan korelasi kekerasan dengan indeks warna biru buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	42
4.33	Grafik hubungan korelasi pH dengan area buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	42
4.34	Grafik hubungan korelasi pH dengan tinggi buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	43
4.35	Grafik hubungan korelasi pH dengan lebar buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	43
4.36	Grafik hubungan korelasi pH dengan perimeter buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	43
4.37	Grafik hubungan korelasi pH dengan indeks warna merah buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	44

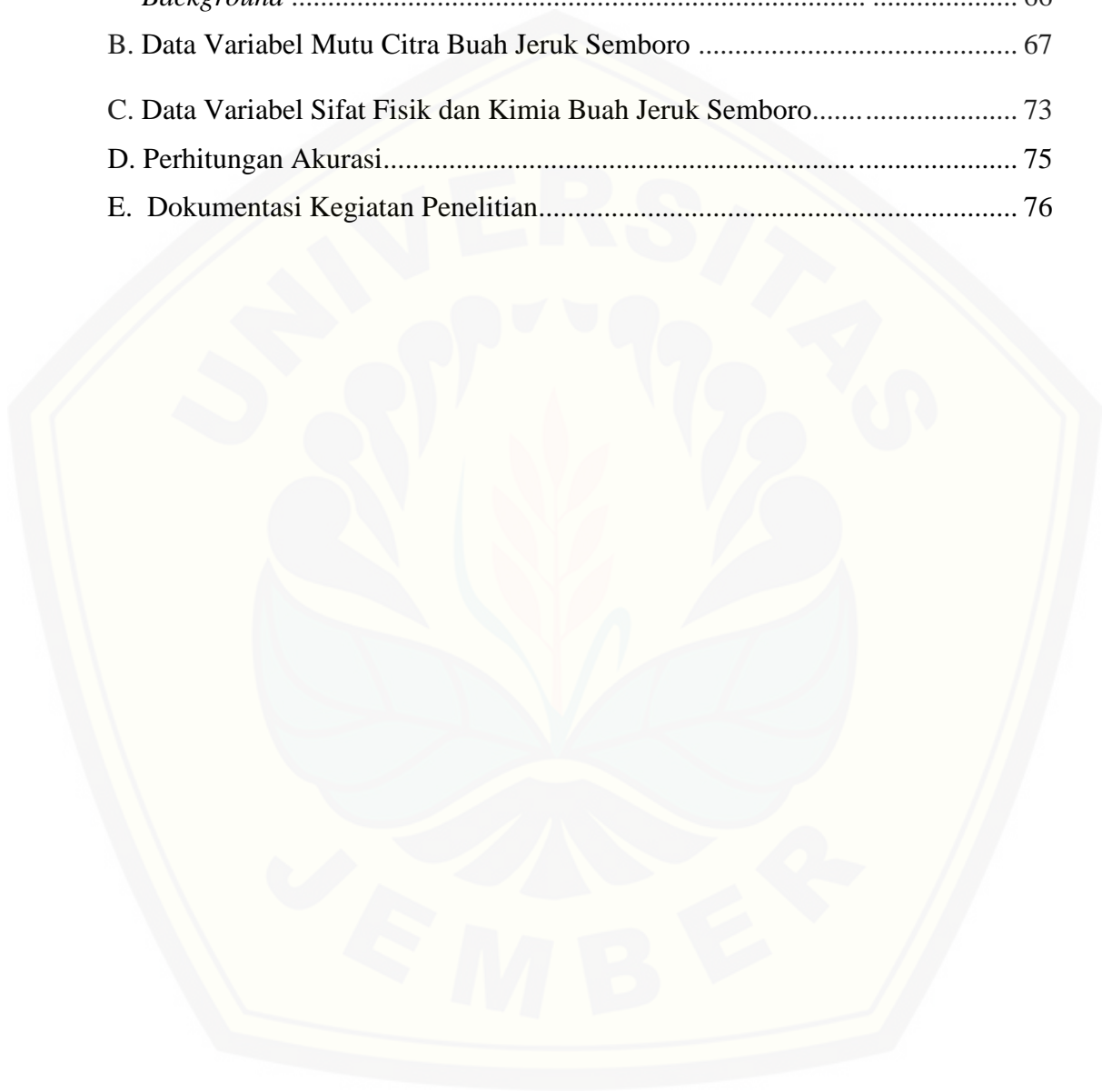
4.38	Grafik hubungan korelasi pH dengan indeks warna hijau buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	45
4.39	Grafik hubungan korelasi pH dengan indeks warna biru buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	45
4.40	Grafik hubungan korelasi total padatan terlarut dengan area buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	46
4.41	Grafik hubungan korelasi total padatan terlarut dengan tinggi buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	46
4.42	Grafik hubungan korelasi total padatan terlarut dengan lebar buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	47
4.43	Grafik hubungan korelasi total padatan terlarut dengan perimeter buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	47
4.44	Grafik hubungan korelasi total padatan terlarut dengan indeks warna merah buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	48
4.45	Grafik hubungan korelasi total padatan terlarut dengan indeks warna hijau buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	48
4.46	Grafik hubungan korelasi total padatan terlarut dengan indeks warna biru buah Jeruk Semboro yang disimpan pada berbagai umur simpan.....	49
4.47	<i>Boxplot</i> area buah Jeruk Semboro.....	50
4.48	<i>Boxplot</i> tinggi buah Jeruk Semboro.....	51
4.49	<i>Boxplot</i> lebar buah Jeruk Semboro.....	52
4.50	<i>Boxplot</i> perimeter buah Jeruk Semboro.....	53
4.51	<i>Boxplot</i> Indeks Warna Merah buah Jeruk Semboro.....	54
4.52	<i>Boxplot</i> Indeks Warna Hijau buah Jeruk Semboro.....	55
4.53	<i>Boxplot</i> Indeks Warna Biru buah Jeruk Semboro.....	56
4.54	Regresi berat berdasarkan umur simpan buah Jeruk Semboro.....	57
4.55	Regresi kekerasan berdasarkan umur simpan buah Jeruk Semboro.....	58
4.56	Regresi total padatan terlarut berdasarkan umur simpan buah Jeruk Semboro.....	59
4.57	Regresi pH berdasarkan umur simpan buah Jeruk Semboro.....	60

4.58 Tampilan program pendugaan umur simpan buah Jeruk  
Semboro..... 61



**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. Data Sebaran Nilai RGB Pembentuk Citra Objek dan <i>Background</i> .....	66
B. Data Variabel Mutu Citra Buah Jeruk Semboro .....	67
C. Data Variabel Sifat Fisik dan Kimia Buah Jeruk Semboro.....	73
D. Perhitungan Akurasi.....	75
E. Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	76



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman Jeruk adalah tanaman buah tahunan yang berasal dari Asia. Tiongkok dipercaya sebagai tempat pertama kali jeruk tumbuh. Sejak ratusan tahun yang lalu, jeruk sudah tumbuh di Indonesia baik secara alami atau dibudidayakan. Tanaman jeruk yang ada di Indonesia merupakan peninggalan orang Belanda yang mendatangkan jeruk manis dan keprok dari Amerika dan Italia (Prihatman, 2000).

Menurut Pusat Data dan Informasi Pertanian Kementerian Pertanian pada tahun 2015 produksi jeruk siam di Kabupaten Jember mencapai 131.855 ton. Salah satu tempat penghasil jeruk varietas siam yang terkenal adalah Semboro, Kabupaten Jember. Dinamakan Jeruk Semboro karena buah ini pertama kali ditanam di daerah Semboro. Buah ini terkenal dengan cita rasa yang manis, tekstur buah yang lunak, aroma yang segar, dan kulit yang mudah dikelupas (Ridjal, 2008).

Salah satu permasalahan dalam penanganan buah jeruk adalah saat panen. Dalam kegiatan tersebut, perlu dilakukan evaluasi terhadap mutu buah. Dari hasil survey di lapang, petani selama ini mengukur kematangan buah Jeruk Semboro dengan cara manual (melihat ukuran dan warna). Hal ini membutuhkan waktu lama dan akurasi yang didapatkan sangat rendah.

Selama penyimpanan, buah jeruk mengalami perubahan yang sifatnya merugikan pada kualitas mutu buah. Perubahan ini dapat dideteksi dengan pengujian sifat fisik dan kimia pada setiap periode umur simpan buah. Pengujian sifat buah pada umumnya bersifat destruktif (merusak). Dibutuhkan teknologi pengujian yang bersifat tidak merusak dalam penilaian sifat buah.

Salah satu teknologi yang digunakan untuk *grading* (pemutuan) bahan pertanian adalah pengolahan citra digital. Metode ini mampu menganalisa penampakan suatu bahan berdasarkan ukuran, warna, dan bentuk melalui variabel-variabel citra seperti area, lebar, tinggi, perimeter, dan indeks warna. Cara ini

potensial digunakan untuk pengukuran dan pengklasifikasian suatu bahan pertanian secara otomatis, konsisten, akurat, obyektif, serta non destruktif.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka diperlukan cara untuk mengkaji hubungan sifat fisik dan kimia Jeruk Semboro untuk mendapatkan variabel-variabel citra yang dapat menduga sifat fisik dan kimia buah Jeruk Semboro berdasarkan umur simpan. Metode pengukuran ini diharapkan dapat memanfaatkan sifat-sifat pengukuran dengan pengolahan citra digital yang konsisten, obyektif, akurat, dan tidak merusak (non destruktif). Teknologi ini mampu menghasilkan metode pengukuran sifat fisik dan kimia buah Jeruk Semboro melalui variabel citra berdasarkan umur simpan.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana hubungan antara umur simpan dengan sifat fisik dan kimia buah Jeruk Semboro?
2. Bagaimana hubungan variabel sifat fisik dan kimia buah Jeruk Semboro dengan variabel mutu citra?
3. Bagaimana penyusunan program menggunakan hubungan variabel sifat fisik dan kimia buah dengan variabel mutu citra untuk penilaian umur simpan Jeruk Semboro?
4. Bagaimana pengujian akurasi program pendugaan umur simpan buah Jeruk Semboro berdasarkan variabel-variabel citra?

### **1.3 Batasan Masalah**

Penelitian ini dibatasi dengan jumlah sampel Jeruk Siam Semboro kualitas super dengan kode ukuran 1 sebanyak 150 buah. Sampel diambil di Dusun Rowotengen, Desa Sidomulyo, Kecamatan Semboro Kabupaten Jember. Variabel sifat fisik dan kimia yang diamati yaitu berat, kekerasan, total padatan terlarut, dan pH. Sementara variabel citra yang diamati meliputi area, tinggi, lebar, perimeter, serta indeks warna (merah, hijau, dan biru). Waktu penyimpanan

buah selama 15 hari dan pengukuran dilakukan pada umur simpan 1, 8, dan 15 hari.

#### **1.4 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui hubungan antara umur simpan buah Jeruk Semboro dengan variabel sifat fisik dan kimianya.
2. Mengetahui hubungan antara variabel sifat fisik dan kimia dengan variabel mutu citra Jeruk Semboro
3. Menyusun program penilaian umur simpan dan pendugaan sifat fisik/kimia buah Jeruk Semboro berdasarkan variabel-variabel citra.
4. Menguji akurasi program penilaian umur simpan dan pendugaan sifat fisik/kimia buah Jeruk Semboro berdasarkan variabel-variabel citra.

#### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini yaitu menciptakan program pengolahan citra digital yang dapat memprediksi umur simpan buah Jeruk Semboro. Selain itu penelitian ini juga dapat memberikan informasi hasil hubungan antara variabel mutu citra dan variabel sifat fisik/kimia berdasarkan umur simpan buah Jeruk Semboro.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Jeruk Siam

Menurut Setiawan dan Trisnawati (1992) jeruk siam memiliki klasifikasi sebagai berikut.

Kingdom	: Plantae
Famili	: Rutaceae
Subfamili	: Aurantioidae
Tribe	: Citriae
Subtribe	: Citrinae
Genus	: Citrus
Subgenus	: Eucitrus, Papeda
Species	: <i>Citrus nobilis</i>
Varietas	: <i>Citrus nobilis LOUR var. Microcarpa Hassk</i>

Jeruk siam mempunyai ciri-ciri antara lain kulit lebih tipis dan tidak berongga, kulit lebih mengkilat dan berwarna hijau kekuningan, daging buah banyak mengandung air, permukaan buah halus, tebal kulit sekitar 2 mm, dan mempunyai sekitar 20 biji tiap buah.

### 2.2 Standar Mutu Jeruk Siam

Menurut Badan Standarisasi Nasional (2009) standar mutu jeruk dibagi menjadi tiga kelas, yakni Kelas Super, Kelas A, dan Kelas B. Berikut adalah penjelasan tiap kelas pada pemutuan buah jeruk.

#### a. Kelas Super

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

#### b. Kelas A

Jeruk 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 buah tersebut tidak boleh mempengaruhi mutu daging buah.

c. Kelas B

Jeruk 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% total luas permukaan buah dan penyimpangan buah tersebut tidak boleh mempengaruhi mutu daging buah.

Pemutuan jeruk menurut SNI 3165:2009 juga meliputi ukuran buah. Kode ukuran ditentukan berdasarkan diameter maksimum buah. Kode ukuran buah jeruk berdasarkan diameter dapat di lihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kode ukuran berdasarkan diameter

Kode Ukuran	Diameter (milimeter)
1	>70
2	61-70
3	51-60
4	40-50

### 2.3 Karakteristik Jeruk Semboro Selama Penyimpanan

Selama aktivitas respirasi berjalan, maka produk akan mengalami proses pematangan dan kemudian diikuti dengan cepat oleh proses pembusukan. Kecepatan respirasi produk tergantung pada temperatur penyimpanan dan ketersediaan oksigen untuk respirasi. Makin banyak oksigen yang digunakan maka makin aktif respirasinya (Lehningger, 1994).

Berdasarkan aktivitas respirasinya ini maka Pantastico (1994) membagi produk buah-buahan menjadi dua golongan yaitu buah klimaterik dan buah non-klimaterik. Jeruk termasuk dalam golongan buah non-klimaterik yaitu buah yang

tingkat respirasinya menjelang pemasakan akan meningkat lalu menurun setelah lewat masak. Hal ini dapat menjadi petunjuk waktu panen yang tepat, yaitu untuk menjaga perubahan-perubahan menjadi masak yang terlalu cepat dan dapat disimpan lebih lama maka pemanenan dilakukan agak lebih awal dari saat masak optimal.

Produk buah-buahan dikatakan masak oleh Kartasapoetra (1994) bila telah terjadi perubahan secara berturut-turut dari warna, aroma, dan teksturnya yang menuju ke arah kondisi produk yang langsung dapat dimakan atau digunakan. Perubahan aroma dan rasa antara lain disebabkan oleh adanya penurunan keasaman yang diimbangi dengan kenaikan kadar gula, berlangsungnya senyawa-senyawa golongan flavonol, dan pengaruh kuat dari lembabnya tempat penyimpanan.

## **2.4 Pengukuran Sifat Fisik dan Kimia Jeruk Siam**

### **2.4.1 Pengukuran Berat Buah**

Berat buah merupakan satu indikator kematangan buah. Menurut Tim Penulis Penebar Swadaya (2002), berat dari buah jeruk oleh Departemen Perdagangan sedikit berbeda dan menggunakan standar ekspor yang mana untuk kelas Super  $\geq 151$  gram, kelas A antara 101-150 gram, dan kelas B beratnya 51-100 gram. Dalam menentukan berat dari buah jeruk, alat yang dapat digunakan adalah timbangan digital.

### **2.4.2 Pengukuran Kekerasan Buah**

Kekerasan bahan merupakan daya tahan bahan terhadap perubahan bentuk bahan. Pelunakan buah disebabkan oleh perubahan kandungan gula dalam daging buah yang meningkat dengan lebih cepat karena adanya tekanan osmotik. Pengujian kekerasan buah dapat dilakukan dengan menggunakan alat berupa penetrometer (Wrolstad, 2012)

### **2.4.3 Pengukuran Total Padatan Terlarut**

Menurut Sjaifullah (1997) kandungan total padatan terlarut merupakan refleksi dari rasa manis, yang juga menunjukkan derajat kekuatan dan kematangan. Padatan terlarut dalam sari buah dapat diukur secara cepat dengan

*hand-refractometer*. Alat ini bisa digunakan untuk mengukur buah melon, papaya, apel, jeruk, dan buah lainnya.

#### 2.4.4 Pengukuran pH

Keasamaan (pH) buah umumnya turun sejalan dengan matangnya buah, sampai mencapai titik tertentu pada saat matang. Perbandingan TPT asam (*sugar-acid ratio*) merupakan salah satu parameter terbaik untuk menilai mutu buah. Umumnya rasa buah ditentukan oleh adanya perpaduan antara rasa manis dan asam pada perbandingan yang tepat (Sjaifullah, 1997).

### 2.5 Pengolahan Citra

Menurut Ahmad (2005:2) citra digital merupakan proses konversi sinyal kontinyu (analog) dengan pengambilan sampel dan kuantisasi menjadi sinyal diskret (digital). Citra merupakan hasil proyeksi dua dimensi dari obyek atau benda tiga dimensi. Citra juga mempunyai arti sebagai kumpulan piksel-piksel yang disusun dalam larik dua dimensi sehingga dapat disimpulkan bahwa piksel merupakan bagian terkecil daripada citra. Piksel digambarkan sebagai kotak persegi diantara kotak-kotak yang tersusun teratur secara horizontal maupun vertikal dan dinotasikan oleh dua bilangan bulat (*integer*) sebagai penunjuk lokasi citra.

Menurut Ahmad (2005:8) penentuan citra terdapat dua hal penting yang sangat mendasar pada proses pembentukan citra yang harus dipahami yaitu geometri formasi citra dan fisik cahaya. Geometri formasi citra menentukan lokasi suatu titik dalam pemandangan yang diproyeksikan pada bidang citra. Sedangkan fisik cahaya menentukan kecerahan suatu titik pada bidang citra sebagai fungsi pencahayaan pemandangan dan sifat-sifat permukaan.

### 2.6 Segmentasi Citra

Segmentasi citra menurut Ahmad (2005:85) merupakan proses memisahkan antara area citra dengan latar belakang (*background*). Segmentasi citra juga dilakukan berdasarkan sifat tertentu citra pada beberapa daerah yang dapat dijadikan pembeda. Daerah merupakan bagian dari citra dan segmentasi

merupakan pengelompokan piksel-piksel dalam suatu citra menjadi beberapa daerah. Hasil dari segmentasi citra adalah citra abu-abu melalui operasi binerisasi.

Perhitungan citra biner meliputi area, perimeter, faktor bentuk, dan warna dengan penjelasan sebagai berikut.

#### 2.6.1 Area

Area merupakan jumlah piksel-piksel penyusun obyek yang membentuk suatu luasan (Ahmad, 2005: 147). Jadi nilai area suatu obyek adalah jumlah dari piksel-piksel penyusun obyek tersebut. Area dapat difungsikan untuk mengukur berat objek sesungguhnya (benda-benda pejal).

#### 2.6.2 Perimeter

Perimeter merupakan bagian terluar dari obyek yang bersebelahan dengan piksel atau latar belakang. Biasanya piksel-piksel dari daerah batas ini ditelusuri dengan cara memeriksa piksel 4-tetangga yang merupakan latar belakang, maka ia merupakan bagian dari batas daerah karena berada di tepi obyek (Ahmad, 2005:147).

#### 2.6.3 Bentuk

Faktor bentuk merupakan suatu rasio antara area dengan perimeter atau rasio area dengan panjang maksimal suatu citra. Terdapat dua faktor bentuk yang umum digunakan untuk mengetahui faktor bentuk yaitu *compactness* (kekompakan) dan *roundness* (kebundaran). Dari dua macam faktor bentuk tersebut dapat digunakan untuk menentukan jenis suatu obyek dari suatu citra, ataupun digunakan sebagai patokan mutu suatu jenis obyek (Ahmad, 2005:148).

#### 2.6.4 Warna

Menurut Ahmad (2005) salah satu cara yang mudah untuk menghitung nilai warna dan menafsirkan hasilnya dalam model warna rgb adalah dengan melakukan normalisasi terhadap ketiga komponen warna tersebut. Nilai warna hasil normalisasi ini kemudian ditafsirkan dengan melihat besarnya. Cara melakukan normalisasi adalah sebagai berikut:

$$R = \frac{r}{r+g+b} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$G = \frac{g}{r+g+b} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$B = \frac{b}{r+g+b} \dots\dots\dots(2.3)$$

## 2.7 Penelitian Terdahulu

Cholidah (2017) menguji pematangan buah Apel Manalagi menggunakan pengolahan citra digital dengan variasi umur simpan. Variabel sifat fisik dan kimia yang diamati meliputi berat, kekerasan, total padatan terlarut, serta pH. Uji dilakukan pada umur simpan 1, 11, 20, dan 29 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel citra dan sifat fisik/kimia yang dianalisis menggunakan uji anava terbukti berbeda nyata pada setiap umur simpannya. Berat, kekerasan, dan pH buah mengalami penurunan nilai. Hal ini disebabkan adanya proses respirasi pada buah yang menyebabkan bobot buah mengalami penyusutan serta terjadi pelunakan buah. Sementara untuk nilai total padatan terlarut mengalami peningkatan. Faktor penyebabnya yaitu buah apel pada proses pematangan TPT buah meningkat sehingga membuat total padatan terlarut naik dan kandungan asam menurun. Pada analisis statistika variabel citra yang dapat digunakan sebagai input kalimat logika terdapat pada area dan indeks warna merah (r) dengan akurasi total sebesar 80,40%.

Marisi *et al.* (2016) meneliti pengaruh komposisi udara ruang penyimpanan terhadap mutu Jeruk Siam Brastagi selama penyimpanan suhu ruang. Waktu pengamatan keseluruhan hingga 15 hari dengan tiga kali pengulangan. Penelitian ini membandingkan pengaruh komposisi udara dan lama penyimpanan terhadap susut bobot, kadar air, kadar vitamin c, total padatan terlarut, total asam, nilai kekerasan, dan nilai organoleptik (warna, aroma, tekstur, dan rasa). Hasil penelitian menunjukkan faktor komposisi udara dan lama penyimpanan terbukti memberikan pengaruh berbeda sangat nyata pada mutu fisik dan kimia buah Jeruk Siam Brastagi. Kadar air, susut bobot, kadar vitamin c, total asam, nilai kekerasan mengalami penurunan nilai. Sementara nilai total padatan terlarut mengalami peningkatan sebagai akibat proses perubahan pati menjadi gula sederhana selama penyimpanan buah.

## 2.8 Analisis Varian (Anava)

Menurut Furqon (1999) jika penelitian terdiri atas satu variabel bebas dengan satu variabel terkait, hanya saja terdiri dari lebih dua kelompok variabel bebas, maka analisis datanya menggunakan anava satu jalur. Dalam anava satu jalur ada dua jenis hipotesis penelitian yang perlu di uji yaitu hipotesis dari pengaruh variabel bebas terhadap varian terikat.

Pengujian hipotesis *main effect* yaitu:

$H_0$  = Tidak ada pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat.

$H_1$  = Terdapat pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat.

Kriteria pengujian:

Terima  $H_0$ , jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$  dan Tolak  $H_0$ , jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$

## 2.9 Analisis Korelasi

Menurut Riadi (2016) analisis korelasional adalah suatu analisis untuk mengetahui tingkat hubungan antara dua variabel atau lebih variabel bebas ( $X_i$ ) dengan variabel terikatnya ( $Y_i$ ) dimana peneliti tidak memberikan perlakuan atau *treatment* apapun pada variabel bebasnya. Analisis korelasi bertujuan untuk mengukur “seberapa kuat” atau “derajat kedekatan” suatu relasi yang terjadi antar variabel.

Nilai koefisien korelasi disimbolkan dengan  $r_{xy}$ . Nilai koefisien korelasi berada pada interval -1 sd +1 atau  $-1 \leq r_{xy} \leq 1$ . Nilai koefisien  $r_{xy}$  dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$r_{xy} = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2)(n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

$r_{xy}$  = Koefisien korelasi

$n$  = Jumlah Sampel

$\sum X$  = Jumlah total data variabel X

$\sum Y$  = Jumlah total data variabel Y

$\sum XY$  = Jumlah total data XY

### 2.10 Diagram Kotak Garis (Boxplot)

Menurut Hidayatullah (2015:19) suatu data yang disajikan dalam kotak garis merupakan statistik lima serangkai yang terdiri atas nilai minimum, kuartil pertama ( $Q_1$ ), nilai median ( $Q_2$ ), nilai kuartil ketiga ( $Q_3$ ), dan nilai maksimum. Tujuan dari analisis *boxplot* yaitu untuk membandingkan suatu variabel kuantitatif tunggal dan jika ditampilkan secara berdampingan dapat digunakan untuk membandingkan lebih dari satu variabel kuantitatif.

### 2.11 Analisis Regresi

Analisis regresi merupakan studi ketergantungan satu atau lebih variabel bebas terhadap variabel tidak bebas dengan maksud untuk meramalkan nilai variabel tidak bebas (Zanthy, 2016).

Menurut Kurniawan (2008), data untuk variabel independen X pada regresi linier bisa merupakan data pengamatan yang tidak ditetapkan sebelumnya oleh peneliti (*observational data*) maupun data yang telah ditetapkan (dikontrol) oleh peneliti sebelumnya (*experimental or fixed data*). Perbedaannya adalah bahwa dengan menggunakan *fixed data*, informasi yang diperoleh lebih kuat dalam menjelaskan hubungan sebab-akibat antara variabel X dan variabel Y. Sedangkan pada *observational data*, informasi yang diperoleh belum tentu merupakan hubungan sebab-akibat. Persamaan regresi linier sederhana dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$y = a + bx \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana:

a = konstanta

b = koefisien regresi

y = variabel dependen (variabel tidak bebas)

x = variabel independen (variabel bebas)



## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Energi, Otomasi, dan Elektrifikasi Pertanian (ENOTIN) dan Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian (EHP) Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, pada Bulan Mei - Juni 2018.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

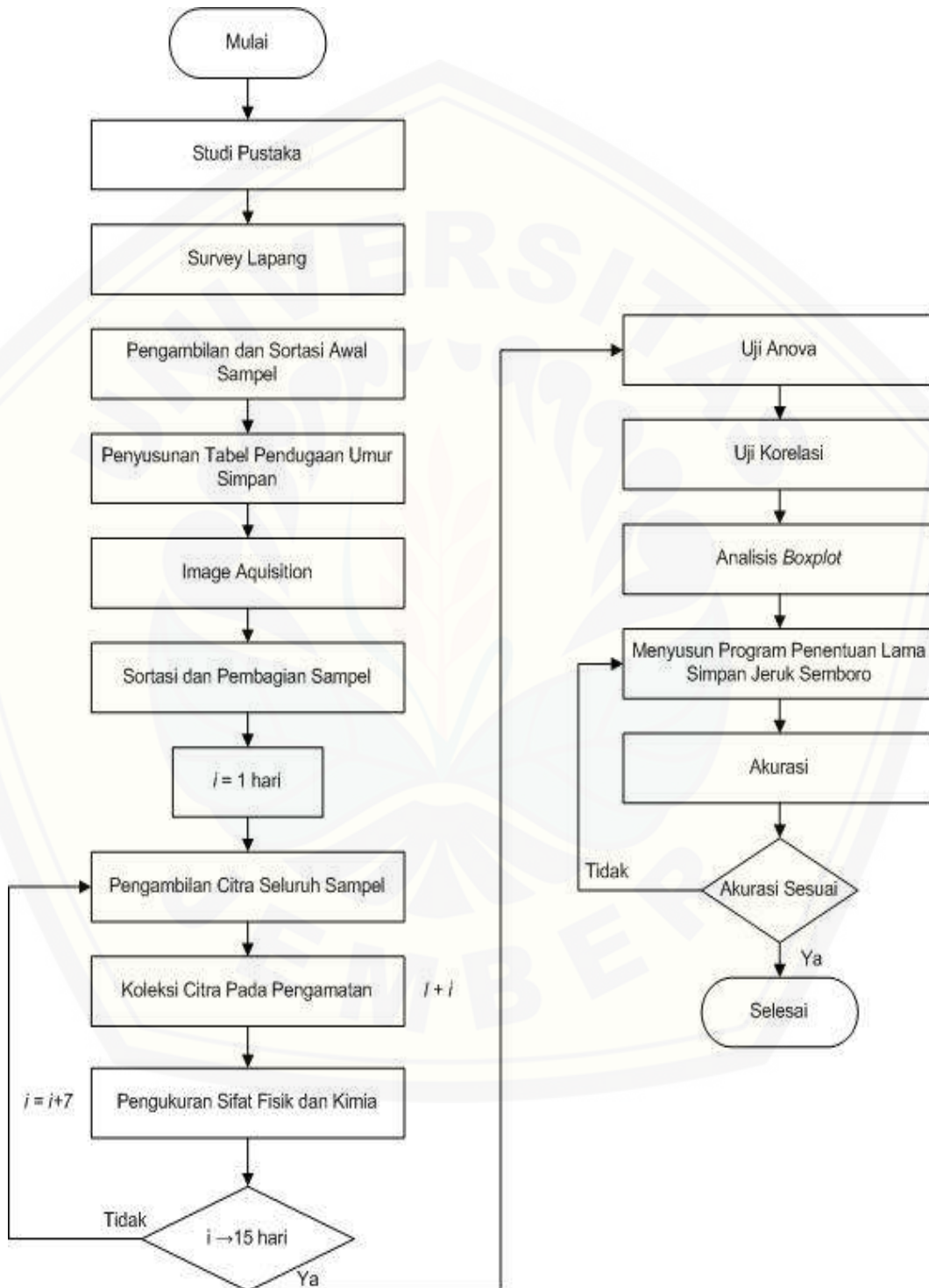
Alat yang digunakan dalam penelitian citra digital dan sifat fisik dan kimia Jeruk Semboro adalah sebagai berikut.

- a. Kamera CCD 31BUO4.H
- b. 4 buah lampu TL
- c. Seperangkat meja pengambil gambar
- d. Kain biru muda sebagai *background* bahan
- e. Software *CSharp Develop 4.2*
- f. Software *Microsoft Excel*
- g. Software *Paint Shop Pro*
- h. *Blender*
- i. Refraktometer
- j. Penetrometer
- k. Timbangan Digital *O'hauss Pioneer*
- l. Luxmeter
- m. pH meter

Bahan penelitian ini menggunakan Jeruk Semboro (*Citrus nobilis var. microcarpa*) dengan jumlah sampel sebanyak 150 buah berkualitas super dan memiliki kode ukuran 1 yang memiliki umur petik yang sama yaitu 28 MSB (minggu setelah berbunga) dan diperoleh dari daerah Semboro, Kabupaten Jember.

### 3.3 Tahapan Penelitian

Secara umum pelaksanaan penelitian ini mengacu pada diagram alir seperti yang digambarkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penelitian

### 3.3.1 Studi Pustaka

Pengumpulan studi pustaka ini bertujuan sebagai bahan riset untuk menjadi acuan selama penelitian berlangsung. Literatur tersebut meliputi karakteristik buah Jeruk Semboro, mulai dari panen, pasca panen, pematuan, hingga proses selama penyimpanan. Literatur pendukung lainnya yakni pengolahan citra digital, analisis anava, korelasi, boxplot, dan lain-lain.

### 3.3.2 Survey Lapang

Lokasi pengambilan sampel buah Jeruk Semboro terletak di Dusun Rowotengen, Desa Sidomulyo, Kecamatan Semboro Kabupaten Jember. Survey ini bertujuan untuk melihat secara langsung kondisi kebun dan memastikan buah yang diteliti dalam satu wilayah kebun dan memiliki masa tanam yang sama (homogen).

### 3.3.3 Pengambilan dan Sortasi Sampel Awal

Sampel Jeruk Semboro yang diambil adalah kualitas super dan memiliki kode ukuran 1 sebanyak 150 buah. Untuk menjamin tingkat keseragaman sampel maka dilakukan sortasi yang lebih detail. Buah jeruk yang digunakan sebagai sampel tidak boleh melewati *box* dengan diameter 70 mm dan warna harus seragam yaitu hijau.

### 3.3.4 Penyusunan Tabel Pendugaan Umur Simpan

Penyusunan tabel pendugaan umur simpan buah Jeruk Semboro ini dijadikan sebagai acuan selama penelitian. Tabel pendugaan umur simpan ini dibagi menjadi dua, yaitu perubahan yang mungkin terjadi selama proses penyimpanan dan hubungan sifat fisik dan kimia Buah Jeruk Semboro dengan variabel citra yang diamati. Pembuatan tabel pendugaan ini ditujukan untuk mengetahui kemungkinan perubahan yang terjadi selama proses penyimpanan dan kemungkinan variabel citra yang dapat mempresentasikan sifat fisik dan kimia buah Jeruk Semboro. Perubahan yang terjadi selama proses penyimpanan disajikan dalam Tabel 3.1 dan 3.2.

Tabel 3.1 Perubahan yang mungkin terjadi selama penyimpanan buah Jeruk Semboro.

Variabel	Perubahan	Faktor Penyebab
Berat	Semakin lama buah disimpan, maka berat buah akan mengalami penyusutan	selama penyimpanan buah mengalami penguapan sehingga buah akan mengalami penyusutan bobot (Utama dan Antara, 2013).
Kekerasan	Semakin lama buah disimpan, maka kekerasan buah akan mengalami penurunan	Pelunakan buah disebabkan oleh perubahan kandungan gula dalam daging buah yang meningkat dengan lebih cepat karena adanya tekanan osmotik (Wrolstad, 2012).
TPT	Semakin lama buah disimpan, maka total padatan terlarut buah akan mengalami peningkatan	Proses degradasi pati menjadi gula sederhana yaitu glukosa, sukrosa, dan fruktosa (Supriadi, 2015).
pH	Semakin lama buah disimpan, maka pH mengalami penurunan	Keasamaan buah umumnya turun sejalan dengan matangnya buah, sampai mencapai titik tertentu pada saat matang (Sjaifullah, 1997).

Tabel 3.2 Hubungan sifat fisik dan kimia buah Jeruk Semboro dengan variabel citra

Sifat Fisik dan Kimia Buah Jeruk	Variabel mutu citra yang diamati	Uraian
Berat buah	Area, lebar, tinggi, dan perimeter	Kemungkinan buah jeruk semakin lama disimpan buah mengalami penyusutan diakibatkan oleh aktivitas respirasi setelah pemanenan. Variabel mutu citra yang dapat mempresentasikan berat buah jeruk adalah area, lebar, tinggi, dan perimeter. Jika dimensi piksel yang ada pada area, lebar, tinggi, serta perimeter membesar, maka berat akan semakin membesar.
Kekerasan buah	Area, lebar, tingi, perimeter, dan indeks warna (RGB)	Kemungkinan semakin lama buah jeruk disimpan akan mengalami perubahan tekstur akibat proses repirasi. warna buah juga akan berubah karena adanya degradasi klorofil. Variabel mutu citra yang dapat mempresentasikan kekerasan buah Jeruk Semboro adalah area, lebar, tinggi, perimeter, indeks warna (RGB).
Total Padatan Terlarut dan pH	indeks warna (RGB)	Kemungkinan selama proses penyimpanan, buah jeruk semakin lama akan berubah rasa dari asam menuju rasa manis. Hal ini disebabkan perubahan pati menjadi gula saat pasca panen. Sedangkan pH akan menurun seiring menuanya buah, dimana asam sudah tidak terbentuk lagi. Variabel mutu citra yang dapat mempresentasikan total padatan terlarut dan pH adalah indeks warna (RGB).

### 3.3.5 Image Acquisition

*Image acquisition* digunakan untuk mengatur kesesuaian gambar yang dihasilkan citra dengan penampakan bentuk asli buah. Langkah-langkah metode ini meliputi penentuan jarak kamera dengan obyek, pengaturan posisi lampu TL, dan penentuan latar belakang yang baik dengan kain biru muda untuk mendapatkan hasil pengolahan citra terbaik.

### 3.3.6 Sortasi dan Pembagian Sampel

Sortasi sampel yang kedua ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada kerusakan saat pendistribusian, misalnya kerusakan fisik, perubahan ukuran, dan bentuk buah. Pembagian sampel bertujuan untuk membagi sampel ke dalam beberapa kelompok data. Sampel sejumlah 88 buah digunakan untuk data pengambilan citra digital, 15 buah untuk data pengukuran sifat fisik dan kimia, dan 24 buah sebagai data validasi. Sampel dianalisis selama 15 hari dengan tiga kali pengulangan yaitu pada umur simpan 1 hari, 8 hari, dan 15 hari.

### 3.3.7 Kondisi Penyimpanan Buah

Buah Jeruk Semboro yang telah melalui proses sortasi lalu disimpan dalam Laboratorium Energi, Otomasi, dan Instrumentasi (ENOTIN) Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Buah ditata rapi dalam keranjang berdasarkan pengelompokan data sampel (data pengambilan citra, data sifat fisik dan kimia, serta data validasi). Penyimpanan buah dilakukan selama 15 hari dengan suhu lingkungan yang berkisar antara 27-29° celcius.

### 3.3.8 Pengambilan Citra Seluruh Sampel

Langkah pengambilan citra buah Jeruk Semboro sebagai berikut.

- a. meletakkan sampel buah Jeruk Semboro pada papan pengambilan gambar yang telah diberi *background* kain biru muda menghadap vertikal ke kamera dengan bagian tengah objek yang terekam;
- b. melakukan pengaturan konfigurasi citra pada program *IC Capture 6.5* meliputi kecerahan, kontras, kejenuhan warna (*saturation*), dan corak warna (*hue*);
- c. melakukan perekaman citra menggunakan kamera CCD 31BUO4.H;
- d. menyimpan hasil rekaman citra dalam bentuk file berekstensi .bmp.

### 3.3.9 Koleksi Data Citra pada Pengamatan

Data yang dihasilkan dan sudah dianalisis pada pengukuran citra dilakukan pengumpulan data pada tiap-tiap variasi umur simpan yaitu 1, 8, serta 15 hari. Kemudian dilakukan analisis dari semua variasi umur simpan tersebut.

### 3.3.10 Pengukuran Sifat Fisik dan Kimia

#### a. Pengukuran Berat Buah

Pengukuran berat buah jeruk dilakukan dengan menggunakan timbangan digital *O'hauss pioneer* yang memiliki ketelitian (0,001 gram). Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan dan dirata-rata.

#### b. Pengukuran Kekerasan Buah

Proses ini bertujuan untuk mengetahui kedalaman alat yang tertusuk (tingkat kekerasan) pada sampel buah dengan menggunakan penetrometer. Pengukuran kekerasan buah dilakukan pada sembilan titik yang berbeda yaitu bagian atas tiga titik, tengah tiga titik, dan bawah tiga titik. Menurut Yuwono dan Santoso (1998) mengukur tingkat kekerasan buah dilakukan dengan cara sebagai berikut.

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 (5 detik).
4. Melepaskan beban, kemudian, membaca skala setelah alat berhenti.

Untuk menentukan penetrasi bahan dapat menggunakan persamaan 3.1.

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

#### c. Pengukuran Total Padatan Terlarut Buah

Pengukuran total padatan terlarut buah Jeruk Semboro menggunakan alat 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 Semboro 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 Semboro
5. Membersihkan bagian kaca prisma dengan aquades kemudian mengeringkannya dengan kertas tisu bersih.
6. Melakukan prosedur 1-5 sebanyak tiga kali pengulangan.

#### d. Pengukuran PH

Pengukuran pH pada buah menggunakan alat pH meter. Cara pengukurannya yaitu bahan dihancurkan menggunakan *blender* untuk mendapatkan sari buah. Kemudian sari buah tersebut diletakkan pada gelas untuk diukur dengan pH meter. Penutup elektrode pada alat pH meter kemudian dibuka lalu dicelupkan ke dalam sari Jeruk Semboro yang akan diukur. Setelah stabil, nilai pH buah akan muncul pada monitor pH meter dan dicatat. Pengukuran tersebut dilakukan sebanyak tiga kali ulangan per sampel kemudian dicari nilai rata-rata.

#### 3.3.11 Uji Anava

Uji anava bertujuan untuk analisis beda nyata pada variabel citra dan variabel sifat fisik/kimia setelah mengalami perlakuan umur simpan. Uji anava menggunakan analisis satu arah. Kriteria pengujian anava yaitu Terima  $H_0$ , jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$  dan Tolak  $H_0$ , jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  (Furqon, 1999).

#### 3.3.12 Uji Korelasi

Analisis korelasi digunakan untuk mengetahui searah tidaknya hubungan variabel mutu citra dengan pengukuran sifat fisik dan kimia buah Jeruk Semboro. Dari kedua variabel akan didapatkan koefisien korelasi linearnya. Tingkat korelasi dan kekuatan hubungan dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Koefisien korelasi dengan kekuatan hubungannya

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 - 0,199	Sangat Rendah
0,20 - 0,399	Rendah
0,40 - 0,599	Sedang
0,60 - 0,799	Kuat
0,80 - 1,000	Sangat Kuat

Sumber: Sunyoto (2011)

### 3.3.13 Analisis Boxplot

Analisis *boxplot* bertujuan mengetahui nilai-nilai batas yang bisa digunakan untuk membedakan rentang nilai variabel mutu citra berdasarkan umur simpan buah Jeruk Semboro. Nilai batas tersebut dapat digunakan pada proses penyusunan kalimat logika untuk penentuan umur simpan Jeruk Semboro.

### 3.3.14 Penyusunan Kalimat Logika

Langkah-langkah yang dilakukan untuk menganalisis dan mengetahui batasan nilai variabel mutu citra berdasarkan umur simpan sebagai berikut.

1. mengumpulkan data variabel mutu dari pengolahan citra;
2. melakukan analisis statistik mengenai nilai rata-rata, nilai maksimum, dan minimum pada setiap variabel citra;
3. menentukan nilai batasan untuk setiap sampel berdasarkan umur simpan.

### 3.3.15 Akurasi

Akurasi didapatkan setelah data mengalami proses validasi. Validasi program menggunakan tabel *confusion matrix* dengan tingkat akurasi dinyatakan dalam persen (%). *Confusion matrix* digunakan untuk memperoleh ketepatan hasil atau ada tidaknya kesalahan prediksi yang dihasilkan oleh analisa program. Tabel diisi dengan memasukkan nilai algoritma penentuan umur simpan.



## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan yang telah diperoleh, maka kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Hasil hubungan antara variabel sifat fisik dan kimia Jeruk Semboro terhadap umur simpan buah memiliki pengaruh yang berbeda nyata pada setiap umur simpannya.
2. Hubungan antara variabel mutu citra dengan variabel sifat fisik dan kimia buah Jeruk Semboro memiliki tingkat hubungan yang sangat kuat sehingga variabel mutu citra dapat diidentifikasi sebagai variabel sifat fisik dan kimia buah Jeruk Semboro.
3. Program pendugaan umur simpan buah Jeruk Semboro diperoleh dari grafik hasil analisis *boxplot* perimeter dan indeks warna merah (R). Kemudian dibentuk model persamaan logika yang dapat digunakan sebagai input validasi program pendugaan umur simpan buah Jeruk Semboro.
4. Variabel citra yang dapat digunakan sebagai input data pendugaan umur simpan yaitu perimeter dan indeks warna merah (R) dengan akurasi total yang dihasilkan sebesar 84,28%.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan beberapa buah Jeruk Semboro yang digunakan sebagai sampel memiliki perbedaan dalam segi bentuk. Maka perlu adanya ketelitian dalam sortasi sampel buah di awal dengan kriteria sampel buah yang homogen dari segi bentuk maupun kematangan agar hasil yang didapat lebih seragam dan akurat.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Atago. 2000. *Operation Manual For Hand-hel Refractometer for Brix Measurement. Trans Instrument (S). Pte Ltd.*
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. *Jeruk Keprok. SNI 3165:2009.*
- Cholidah, M. 2017. *Pemutuan Apel Manalagi (Malus sylvestris Mill) Menggunakan Citra Digital pada Variasi Umur Simpan. Skripsi. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.*
- Furqon. 1999. *Statistika Terapan Untuk Penelitian. Bandung: Alfabeta.*
- Kartasapoetra, A.G., 1994. *Teknologi Penanganan Pascapanen. Jakarta: PT. Rinneke Cifta.*
- Kurniawan, D. 2008. *Regresi Linier. Jurnal Forum Statistika.*
- Lehningger, 1994. *Dasar-dasar Biokimia. Jakarta: Penerbit Erlangga.*
- Marisi, Nainggolan, R., dan Julianti, E. 2016. *Pengaruh Komposisi Udara Ruang Penyimpanan Terhadap Mutu Jeruk Siam Brastagi (Citrus nobilis var microcarpa) Selama Penyimpanan Suhu Ruang. Jurnal Rekayasa Pangan dan Pert., Vol 4 No 3. Medan: Universitas Sumatra Utara.*
- Novijanto, N. 1997. *Fisiologi dan Teknologi Pasca Panen. Jerber: Universitas Jember.*
- Pantastico, A. 1993. *Fisiologi Pasca Panen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-Buahan dan Sayur-Sayuran Tropika dan Subtropika. Cetakan Ketiga. Yogyakarta:Gadjah Mada University Press. 1994. Dasar-dasar Biokimia. Jakarta: Penerbit UI.*
- Prihatman, K. 2000. *Jeruk. Jakarta : Sistem Informasi Manajemen Peambangunan di Pedesaan, BAPPENAS.*
- Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian. 2016. *Komoditas Pertanian Sub Sektor Hortikultura : Jeruk. ISSN : 1907-1507.*
- Ridjal, J. A. 2008. *Analisis Faktor Determinan Keikutsertaan Petani Berkelompok, Pendapatan, dan Pemasaran Jeruk Siam di Kabupaten Jember. Jember. Pasca Sarjana Manajemen Agribisnis Universitas Jember.*
- Riadi, E. 2016. *Statistika Penelitian (Analisis Manual dan IBM SPSS). Yogyakarta: CV. ANDI OFFSET.*

- Setiawan A. I. Dan Trisnawati, Y. 1992. *Peluang Usaha dan Pembudidayaan Jeruk Siam*. Depok: PT. Penebar Swadaya.
- Sjaifullah. 1997. *Petunjuk Memilih Buah Segar*. Edisi Kedua. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sunyoto, D. 2011. *Analisis Regresi Dan Uji Hipotesis*. Yogyakarta: CAPS.
- Supriadi, H. 2015. *Pengaruh Penambahan Nanopartikel Zno dan Kalium Sorbat Pada Edible Coating Karagenan dalam Mempertahankan Kesegaran Buah Stroberi (Fragaria Sp.) Segar*. Skripsi. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian IPB. [01 September 2018]
- Tim Penulis Penebar Swadaya. 2002. *Peluang Usaha dan Pembudidayaan jeruk Siam*. Cetakan kesembilan. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Utama, I. M. S dan Antara, N. S. 2013. *Pasca Panen Tanaman Tropika: Buah dan Sayur*. Modul Kuliah. Denpasar: Universitas Udayana.
- Usman, A. 2005. *Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wrolstad, R. E. 2012. *Food Carbohydrate Chemistry*. New Delhi: IFT Press. [Serial Online]. <http://books.google.co.id/books?=0813826659>. [7 Maret 2018].
- Yuwono, S. S. dan Susanto, T. 1998. *Penanganan Pascapanen Buah dan Sayuran Segar*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Zanthy, L. S. 2016. *Analisis Regresi Sederhana*. Bandung: Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Siliwangi.

## LAMPIRAN

## Lampiran A. Data Sebaran Nilai RGB Pembentuk Citra Objek dan Background

No	Obyek			Background		
	r	g	b	r	g	b
1	15	73	89	2	140	242
2	20	80	99	2	105	186
3	4	78	95	1	139	241
4	146	246	142	2	142	251
5	51	88	26	1	135	237
6	42	81	23	0	140	238
7	44	89	72	2	127	215
8	34	72	44	1	137	237
9	68	132	40	0	129	224
10	74	118	20	1	117	192
11	12	78	59	0	128	192
12	52	89	30	1	136	236
13	5	79	93	0	115	194
14	17	75	91	0	145	235
15	230	255	214	0	169	255
min	4	72	20	0	105	186
max	230	255	214	2	169	255

**Lampiran B. Data Variabel Mutu Citra Buah Jeruk Semboro**

No	Umur Simpan	Area	Tinggi	Lebar	Perim	Red	Green	Blue
1	1	87670	320	547	1086	0.272780	0.487597	0.239623
2	1	88029	360	424	1027	0.308587	0.497128	0.194293
3	1	91120	384	455	1126	0.278865	0.511433	0.209724
4	1	108909	361	460	1136	0.284457	0.463779	0.251767
5	1	105018	371	516	1351	0.253150	0.509537	0.237317
6	1	99822	377	568	1362	0.285217	0.532438	0.182356
7	1	108498	417	476	1234	0.304574	0.503872	0.191557
8	1	109719	346	398	1551	0.266157	0.548910	0.184940
9	1	115432	390	397	1499	0.264382	0.509749	0.225876
10	1	96560	439	361	1109	0.275919	0.522070	0.202018
11	1	86477	326	546	1196	0.264670	0.542034	0.193311
12	1	86477	326	446	1196	0.264670	0.542034	0.193311
13	1	110495	360	383	1114	0.313874	0.512704	0.173429
14	1	113106	407	450	1490	0.252159	0.478062	0.269790
15	1	92847	356	455	1345	0.252848	0.528406	0.218751
16	1	88730	358	466	1300	0.255241	0.555392	0.189373
17	1	89582	330	349	1684	0.224337	0.514880	0.260783
18	1	113495	362	392	1236	0.300799	0.505425	0.193791
19	1	99325	359	373	1573	0.230205	0.533466	0.236328
20	1	104124	349	468	1169	0.306979	0.506415	0.186620
21	1	108745	434	442	1381	0.291164	0.513209	0.195632
22	1	104786	383	371	1139	0.302087	0.532546	0.165393
23	1	109373	423	379	1776	0.244269	0.550874	0.204855
24	1	94142	336	356	1426	0.225387	0.508175	0.266440
25	1	99246	409	444	1145	0.283535	0.512569	0.203897
26	1	106738	421	476	1404	0.232484	0.503338	0.264182
27	1	91713	334	351	1341	0.252243	0.531504	0.216255
28	1	109108	369	381	1523	0.262103	0.535179	0.202733
29	1	102994	394	356	1139	0.265866	0.519062	0.215082
30	1	104877	346	376	1334	0.282058	0.538027	0.179940
31	1	111686	457	496	1289	0.245037	0.497897	0.257073
32	1	115708	373	394	1322	0.249598	0.517704	0.232703
33	1	98765	335	372	1141	0.264430	0.549223	0.186359
34	1	97803	331	471	1190	0.268729	0.528773	0.202500
35	1	114949	402	402	1220	0.252554	0.512039	0.235410
36	1	113351	400	456	1280	0.278238	0.507889	0.213911
37	1	103821	393	398	1259	0.272311	0.556169	0.171543
38	1	112252	369	378	1430	0.266078	0.551078	0.182848
39	1	106115	346	364	1379	0.271401	0.502442	0.226168
40	1	106525	362	385	1282	0.257725	0.523251	0.219033
41	1	108531	408	378	1520	0.258451	0.531960	0.209601
42	1	96160	339	359	1678	0.265701	0.566568	0.167740
43	1	105973	362	375	1502	0.261329	0.516618	0.222072
44	1	94798	368	364	1303	0.256888	0.518848	0.224277
45	1	96966	408	389	1502	0.238460	0.527565	0.233974
46	1	108301	570	653	1551	0.223886	0.517089	0.259027

47	1	93372	350	375	1120	0.289680	0.518380	0.191948
48	1	85543	399	338	1275	0.286472	0.520501	0.193044
49	1	95239	501	586	1120	0.250363	0.493031	0.256617
50	1	105640	345	384	1281	0.273824	0.517291	0.208895
51	1	122766	600	514	1297	0.273588	0.504931	0.221500
52	1	105258	721	598	1138	0.263498	0.503511	0.233003
53	1	96039	372	370	1157	0.257493	0.501775	0.240739
54	1	103600	703	664	1754	0.235770	0.500573	0.263665
55	1	104300	547	558	1472	0.247180	0.521921	0.230910
56	1	90430	378	391	1172	0.289759	0.504823	0.205418
57	1	99783	648	672	1502	0.218453	0.512079	0.269462
58	1	96777	348	412	1554	0.256294	0.531536	0.212177
59	1	96777	348	412	1554	0.256294	0.531536	0.212177
60	1	97938	359	363	1389	0.236800	0.501215	0.261979
61	1	111697	394	384	1431	0.253794	0.522540	0.223669
62	1	95052	343	402	1089	0.285888	0.510860	0.203261
63	1	105653	347	384	1293	0.271273	0.541945	0.186795
64	1	101417	352	368	1208	0.288627	0.514284	0.197099
65	1	114122	409	447	1740	0.216801	0.532176	0.251031
66	1	103707	377	602	2314	0.214639	0.530998	0.254366
67	1	120928	392	557	1219	0.285042	0.486305	0.228670
68	1	94948	375	366	1466	0.267825	0.545439	0.186753
69	1	111061	365	451	1201	0.275498	0.491539	0.232981
70	1	104246	515	576	1663	0.220424	0.506926	0.272649
71	1	102423	367	383	1390	0.253498	0.521404	0.225100
72	1	109293	366	380	1316	0.285564	0.517433	0.197019
73	1	112708	376	405	1585	0.267240	0.549108	0.183653
74	1	98407	374	377	1159	0.280370	0.502557	0.217085
75	1	94809	327	362	1245	0.271306	0.523433	0.205276
76	1	94115	369	377	1238	0.262770	0.510234	0.227004
77	1	100658	663	630	1452	0.239148	0.509505	0.251347
78	1	106465	357	399	1419	0.262139	0.542048	0.195827
79	1	98046	346	359	1178	0.273396	0.506539	0.220077
80	1	112096	380	382	1200	0.286552	0.533579	0.179878
81	1	98866	399	557	1127	0.262386	0.496026	0.241594
82	1	96496	393	370	1391	0.276171	0.517198	0.206642
83	1	117111	677	786	1771	0.270257	0.500748	0.229005
84	1	93974	403	367	1032	0.287770	0.478922	0.233312
85	1	100332	389	367	1373	0.275279	0.505737	0.218995
86	1	109561	673	660	1337	0.287785	0.508111	0.204107
87	1	101815	355	425	1219	0.294085	0.520422	0.185500
88	1	113670	594	561	1254	0.258534	0.482330	0.259133

No	Umur Simpan	Area	Tinggi	Lebar	Perim	Red	Green	Blue
1	8	81751	301	486	943	0.398521	0.446275	0.155209
2	8	86231	330	329	977	0.364400	0.482466	0.153136
3	8	86858	374	426	959	0.444224	0.450286	0.105484
4	8	100809	355	519	1087	0.351445	0.445191	0.203367
5	8	102216	339	493	1091	0.307766	0.497451	0.194790
6	8	99433	354	486	1058	0.279581	0.502435	0.078006
7	8	97565	363	441	1286	0.258575	0.513109	0.228320
8	8	103466	345	376	1153	0.304850	0.517143	0.178013
9	8	108675	361	379	1124	0.314777	0.506249	0.178989
10	8	90613	370	350	1098	0.275036	0.516681	0.208286
11	8	84034	310	496	1004	0.370035	0.483575	0.146392
12	8	103375	314	402	1060	0.350638	0.491631	0.157732
13	8	101056	344	364	1055	0.394724	0.487902	0.117383
14	8	102774	349	365	1100	0.275954	0.492260	0.231801
15	8	92772	328	358	1149	0.490797	0.422648	0.086542
16	8	87781	323	379	1043	0.343065	0.494173	0.162760
17	8	84745	325	335	1390	0.272090	0.520265	0.207660
18	8	107309	313	350	1119	0.281055	0.518873	0.200073
19	8	97440	320	450	1094	0.347933	0.493065	0.159012
20	8	98606	331	390	1162	0.277259	0.520052	0.202695
21	8	98559	330	364	1028	0.434439	0.465354	0.100210
22	8	98856	333	369	1037	0.375283	0.514209	0.110515
23	8	102444	340	370	1053	0.330518	0.514825	0.154657
24	8	92544	360	326	1198	0.255726	0.530293	0.213989
25	8	91042	321	351	984	0.460551	0.456429	0.083022
26	8	92899	377	348	1014	0.418011	0.466844	0.115153
27	8	99209	337	366	1109	0.267288	0.507272	0.225453
28	8	88597	350	453	981	0.380318	0.487370	0.132315
29	8	94407	359	365	1056	0.410019	0.505872	0.084103
30	8	90264	317	349	1284	0.448320	0.469804	0.081888
31	8	99008	335	367	1030	0.451638	0.464013	0.084346
32	8	104001	347	374	1048	0.454657	0.457480	0.087863
33	8	94512	326	431	1113	0.337746	0.509674	0.152584
34	8	96016	327	408	1021	0.365747	0.502280	0.131977
35	8	107093	370	349	1284	0.277806	0.526736	0.195467
36	8	112545	366	381	1092	0.435764	0.475644	0.088594
37	8	98367	368	365	1072	0.445026	0.481220	0.073755
38	8	102421	344	368	1051	0.415009	0.492201	0.092797
39	8	100319	320	372	1177	0.363859	0.505704	0.130441
40	8	91045	326	348	1001	0.429687	0.449729	0.120582
41	8	103990	409	368	1167	0.470006	0.442174	0.087823
42	8	104956	357	468	1142	0.295900	0.513844	0.190267
43	8	97244	325	365	1028	0.424872	0.470632	0.104497
44	8	104535	392	364	1061	0.439756	0.458202	0.102045
45	8	91295	323	356	1435	0.262290	0.515856	0.221863
46	8	87823	388	346	1293	0.265201	0.522784	0.212029
47	8	101297	324	511	1141	0.301163	0.513662	0.185182
48	8	89882	322	578	1017	0.347777	0.491841	0.160383

49	8	84745	482	585	968	0.380754	0.471283	0.147960
50	8	90273	345	352	1185	0.404948	0.465950	0.129100
51	8	98887	332	370	1177	0.283850	0.529281	0.186884
52	8	122060	495	488	1481	0.486587	0.430852	0.082553
53	8	102028	458	549	1050	0.378540	0.483875	0.137592
54	8	89273	329	338	1048	0.369012	0.478454	0.152536
55	8	96838	339	352	1022	0.431861	0.490169	0.077968
56	8	103185	339	692	1250	0.337980	0.497652	0.164371
57	8	86173	321	336	1272	0.328706	0.495249	0.176046
58	8	93221	337	351	1200	0.262446	0.532946	0.204610
59	8	89202	309	358	1068	0.273735	0.524272	0.201998
60	8	92702	333	348	1032	0.287077	0.498015	0.214928
61	8	110230	362	378	1130	0.318148	0.512128	0.169744
62	8	89504	315	348	1273	0.484244	0.435411	0.080338
63	8	100361	629	517	1096	0.348943	0.503342	0.147719
64	8	95626	338	357	994	0.462417	0.462654	0.074929
65	8	107315	358	382	1114	0.352741	0.525807	0.121451
66	8	107261	705	708	1309	0.316076	0.507923	0.176000
67	8	109144	441	517	1200	0.284268	0.480874	0.234875
68	8	97889	582	476	1076	0.353710	0.499098	0.147193
69	8	104174	348	369	1065	0.432077	0.475001	0.092929
70	8	101859	405	472	1746	0.305518	0.508941	0.185539
71	8	95849	391	362	1543	0.253531	0.509298	0.237178
72	8	103074	372	364	1092	0.299621	0.492177	0.208211
73	8	109989	361	383	1144	0.290728	0.522807	0.186470
74	8	96625	343	347	1013	0.487240	0.431270	0.081485
75	8	93423	384	364	1230	0.478743	0.429526	0.091735
76	8	89133	314	346	1383	0.441219	0.469737	0.089038
77	8	92490	329	353	1220	0.259789	0.494281	0.245941
78	8	101852	342	374	1037	0.457764	0.463592	0.078647
79	8	95943	335	356	1009	0.479716	0.436788	0.083505
80	8	110731	420	378	1088	0.391362	0.512234	0.096408
81	8	89455	320	467	1168	0.261948	0.496362	0.241694
82	8	89937	320	349	1066	0.282669	0.505392	0.211938
83	8	109926	355	386	1079	0.446696	0.473803	0.079495
84	8	84602	307	340	1346	0.481742	0.435877	0.082385
85	8	96577	339	464	1034	0.370797	0.467859	0.161344
86	8	103688	674	528	1169	0.306917	0.508921	0.184162
87	8	90967	325	350	1115	0.319444	0.495225	0.185333
88	8	106695	354	372	1472	0.442846	0.473824	0.083332



No	Umur Simpan	Area	Tinggi	Lebar	Perim	Red	Green	Blue
1	15	78587	297	328	913	0.422377	0.440057	0.137568
2	15	83569	314	328	934	0.462379	0.466712	0.070910
3	15	82141	313	329	934	0.466261	0.430569	0.103170
4	15	93287	325	356	1015	0.364683	0.445890	0.189429
5	15	96664	336	357	1027	0.397395	0.476194	0.126411
6	15	95192	340	450	978	0.465559	0.436364	0.098063
7	15	95941	322	410	1114	0.294964	0.509881	0.195154
8	15	91589	339	373	1042	0.394170	0.496974	0.108860
9	15	99053	352	384	1068	0.482382	0.444021	0.073588
10	15	88828	316	349	980	0.428208	0.487609	0.084185
11	15	85517	291	432	977	0.459196	0.438789	0.102012
12	15	99898	302	367	1022	0.451612	0.468561	0.079824
13	15	98721	338	361	1025	0.474491	0.444434	0.051077
14	15	96380	336	352	1020	0.344720	0.484408	0.170885
15	15	88742	319	358	1048	0.505116	0.419161	0.075715
16	15	86367	321	342	978	0.363256	0.493688	0.143050
17	15	83453	312	334	1106	0.297725	0.525255	0.177024
18	15	105521	346	375	1055	0.490763	0.443563	0.065673
19	15	94721	333	356	1007	0.380690	0.509439	0.109877
20	15	99769	321	371	1034	0.412272	0.500536	0.087192
21	15	91901	340	380	1050	0.463715	0.451486	0.084808
22	15	89836	307	288	992	0.468571	0.439832	0.091612
23	15	88064	319	345	967	0.480272	0.439081	0.080641
24	15	90589	326	312	988	0.479161	0.442960	0.077883
25	15	90003	335	338	1056	0.354046	0.488776	0.157182
26	15	83602	318	328	953	0.412683	0.467786	0.119530
27	15	89162	363	388	1155	0.465051	0.451244	0.083699
28	15	89382	321	345	976	0.508467	0.420041	0.071490
29	15	96547	334	362	1009	0.472010	0.451537	0.076454
30	15	101630	342	372	1039	0.478130	0.432769	0.089098
31	15	94727	254	358	1256	0.471940	0.442964	0.085106
32	15	92834	369	322	1082	0.458518	0.451965	0.089532
33	15	85165	315	422	930	0.332449	0.496106	0.131440
34	15	85775	331	336	859	0.475200	0.424835	0.099990
35	15	99578	338	466	939	0.501970	0.421352	0.076685
36	15	101299	348	305	958	0.463995	0.449507	0.086508
37	15	104911	325	358	956	0.449462	0.468380	0.082158
38	15	89923	316	352	978	0.468579	0.434728	0.096694
39	15	89923	316	352	978	0.468579	0.434728	0.096694
40	15	87829	260	354	848	0.472397	0.439501	0.088101
41	15	100479	339	464	1284	0.340575	0.493307	0.166124
42	15	93026	322	360	1000	0.491784	0.433236	0.074979
43	15	105550	357	368	1051	0.466830	0.453281	0.079887
44	15	83434	311	332	1174	0.286153	0.506233	0.207621
45	15	85710	565	388	1066	0.287089	0.523023	0.189895
46	15	102195	350	366	1036	0.461059	0.463026	0.075912
47	15	89139	248	420	991	0.378227	0.469785	0.151990
48	15	81344	304	329	924	0.456086	0.449696	0.094215

49	15	85685	307	344	952	0.472641	0.449533	0.077820
50	15	96585	325	452	1047	0.357016	0.481611	0.161370
51	15	117588	666	590	2048	0.490554	0.424929	0.084523
52	15	98433	335	370	1039	0.466041	0.444804	0.089162
53	15	88106	325	335	981	0.429860	0.445395	0.124748
54	15	97639	341	356	1062	0.494180	0.429846	0.075975
55	15	100637	351	364	1077	0.398313	0.476562	0.125134
56	15	84374	317	330	962	0.387120	0.469565	0.143324
57	15	93988	339	351	994	0.465908	0.457988	0.076108
58	15	87959	305	357	982	0.375906	0.483806	0.140296
59	15	92370	328	350	991	0.497252	0.417827	0.084928
60	15	109071	358	375	1075	0.446141	0.464321	0.089537
61	15	91429	340	420	1441	0.479142	0.425551	0.095309
62	15	96721	339	361	1005	0.424966	0.481543	0.093498
63	15	91193	319	353	979	0.473707	0.449483	0.076812
64	15	111515	596	678	996	0.477968	0.434996	0.087025
65	15	100517	344	369	1195	0.398409	0.494993	0.106608
66	15	111634	369	374	1106	0.399706	0.460013	0.140280
67	15	95547	337	350	1006	0.391571	0.503024	0.105411
68	15	101418	343	362	1048	0.440939	0.436400	0.122660
69	15	96513	349	457	1080	0.367869	0.489492	0.142638
70	15	93135	336	346	1074	0.285264	0.516301	0.198435
71	15	101883	349	362	1052	0.408093	0.464362	0.127547
72	15	114762	615	702	995	0.443242	0.438553	0.118200
73	15	114762	615	702	995	0.443242	0.438553	0.118200
74	15	93120	336	342	995	0.502262	0.418993	0.078735
75	15	89765	326	360	1213	0.500925	0.409815	0.089252
76	15	87259	317	339	958	0.470581	0.441516	0.087901
77	15	90970	323	353	1062	0.311385	0.500360	0.188264
78	15	103515	362	424	1384	0.496510	0.429327	0.074201
79	15	95429	337	355	940	0.497886	0.423180	0.078947
80	15	108667	361	374	1072	0.456256	0.466511	0.077237
81	15	90964	558	498	1004	0.360604	0.476960	0.162435
82	15	90313	318	353	976	0.430493	0.472163	0.097334
83	15	104942	350	379	1049	0.454041	0.453276	0.092691
84	15	85687	312	347	959	0.492526	0.419306	0.088154
85	15	92924	327	351	999	0.438868	0.452665	0.108476
86	15	100493	338	370	1038	0.411233	0.455291	0.133476
87	15	90233	309	358	983	0.429591	0.477585	0.092823
88	15	103868	344	371	1064	0.491091	0.428761	0.080161

**Lampiran C. Data Variabel Sifat Fisik dan Kimia Buah Jeruk Semboro**

Tabel c1. Data hasil pengukuran berat buah

No	Berat (gram)								
	1 (hari)			8 (hari)			15 (hari)		
1	128.81	128.81	128.81	118.56	118.57	118.57	101.57	101.57	101.56
2	128.85	128.85	128.85	119.31	119.3	119.31	109.91	109.93	109.93
3	128.98	128.98	128.98	120.31	120.31	120.31	110.05	110.05	110.05
4	137.44	137.44	137.44	128.76	128.77	128.76	110.94	110.94	110.94
5	129.01	129.01	129.01	124.33	124.33	124.33	109.63	109.63	109.65

Tabel c2. Data hasil pengukuran kekerasan buah

Umur Simpan	Kekerasan (mm/gr.detik)								
	Bawah			Tengah			Atas		
1 (hari)	20	26	28	34	28	31	29	24	25
	22	28	24	18	25	22	21	22	20
	32	31	32	31	25	29	36	29	22
	28	27	22	22	21	30	35	33	37
	18	15	24	26	30	23	24	27	21
8 (hari)	36	31	31	35	36	39	35	39	30
	41	34	40	35	30	37	30	38	33
	31	33	38	33	30	32	39	43	38
	35	30	30	33	31	30	40	48	36
	35	37	37	33	35	43	35	54	35
15 (hari)	45	38	41	50	44	50	40	35	37
	39	45	42	45	44	35	44	45	40
	37	38	45	37	42	34	40	45	40
	30	40	43	47	43	50	45	40	48
	46	35	42	40	50	39	43	35	55

Tabel c3. Data hasil pengukuran total padatan terlarut buah

	Total padatan terlarut buah (brix)								
	1 (hari)			8 (hari)			15 (hari)		
7.1	7.1	7.1	7.3	7.3	7.3	7.8	7.8	7.8	7.8
6.2	6.2	6.2	7.2	7.2	7.2	7.6	7.6	7.6	7.6
6.8	6.8	6.8	7.1	7	7.1	7.4	7.4	7.4	7.4
7.4	7.4	7.4	7.6	7.6	7.6	8.2	8.2	8.2	8.2
7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	8.2	8.2	8.2	8.2

Tabel c4. Data hasil pengukuran pH buah

pH								
1 (hari)			8 (hari)			15 (hari)		
3.93	3.87	3.87	4.55	4.32	4.13	5.88	5.5	5.71
4.22	4.2	4.24	3.88	3.84	3.84	5.72	5.8	5.2
3.15	3.1	3.05	3.14	4.15	4.18	5.37	5.41	5.46
3.58	3.93	3.9	4.23	4.28	4.32	5.53	5.5	5.56
3.57	3.52	3.58	4.46	4.2	4.4	5.72	5.76	5.78



**Lampiran D. Perhitungan Akurasi****d1. Perhitungan Akurasi Produksi****a. Akurasi produksi pada umur simpan 1 hari**

$$\begin{aligned}\text{Akurasi produksi} &= (\text{jumlah prediksi umur simpan 1 hari} / \text{total baris}) \times 100\% \\ &= (15 / 15) \times 100\% \\ &= 100\%\end{aligned}$$

**b. Akurasi produksi pada umur simpan 8 hari**

$$\begin{aligned}\text{Akurasi produksi} &= (\text{jumlah prediksi umur simpan 8 hari} / \text{total baris}) \times 100\% \\ &= (11 / 15) \times 100\% \\ &= 73,33\%\end{aligned}$$

**c. Akurasi produksi pada umur simpan 15 hari**

$$\begin{aligned}\text{Akurasi produksi} &= (\text{jumlah prediksi umur simpan 15 hari} / \text{total baris}) \times 100\% \\ &= (12 / 15) \times 100\% \\ &= 80\%\end{aligned}$$

**d2. Perhitungan Akurasi User****a. Akurasi user pada umur simpan 1 hari**

$$\begin{aligned}\text{Akurasi user} &= (\text{jumlah prediksi umur simpan 1 hari} / \text{total kolom}) \times 100\% \\ &= (15 / 16) \times 100\% \\ &= 93,75\%\end{aligned}$$

**b. Akurasi user pada umur simpan 8 hari**

$$\begin{aligned}\text{Akurasi user} &= (\text{jumlah prediksi umur simpan 8 hari} / \text{total kolom}) \times 100\% \\ &= (11 / 14) \times 100\% \\ &= 78,57\%\end{aligned}$$

**c. Akurasi user pada umur simpan 15 hari**

$$\begin{aligned}\text{Akurasi user} &= (\text{jumlah prediksi umur simpan 15 hari} / \text{total kolom}) \times 100\% \\ &= (12 / 15) \times 100\% \\ &= 80\%\end{aligned}$$

**d3. Perhitungan Akurasi Total**

$$\begin{aligned}\text{Akurasi total} &= (\text{nilai rata-rata akurasi produksi} + \text{nilai rata-rata akurasi user}) / 2 \\ &= (84.11\% + 84.44\%) / 2 \\ &= 84,28\%\end{aligned}$$

Lampiran E. Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Gambar 1. Pengukuran berat buah



Gambar 2. Pengukuran Kekerasan buah



Gambar 3. Pengukuran total padatan terlarut buah



Gambar 4. Pengukuran pH buah