



**KAJIAN SIFAT FISIK MUTU BUAH SAWO (*Achras zapota*, L)  
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL**

**SKRIPSI**

oleh

**SOFI AL AMIN**

**NIM 141710201086**

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

**2018**



**KAJIAN SIFAT FISIK MUTU BUAH SAWO (*Achras zapota*, L)  
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknik Pertanian (S1) dan mencapai gelar sarjana Teknik Pertanian

Oleh

**SOFI AL AMIN**

**NIM 141710201086**

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

**2018**

## PERSEMBAHAN

Ucapan syukur atas kuasa Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas berkat rahmat dan hidayahnya saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar dan Saya mempersembahkan skripsi ini untuk kedua orang tua saya, Nur Haji dan Mai Saroh yang selalu mendukung dan mendoakan atas kelancaran saya dalam menyelesaikan studi.



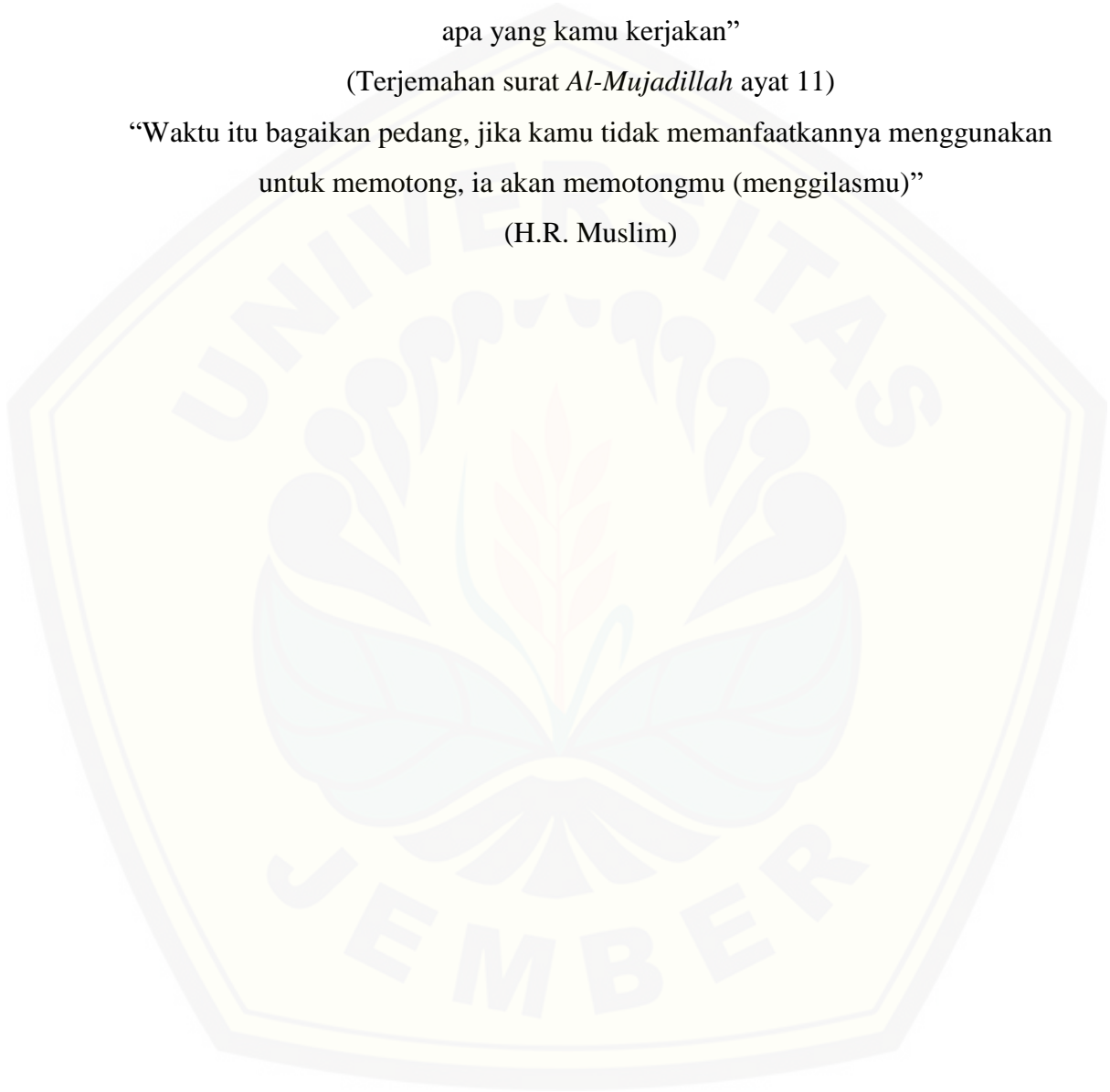
**MOTTO**

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang berilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan”

(Terjemahan surat *Al-Mujadillah* ayat 11)

“Waktu itu bagaikan pedang, jika kamu tidak memanfaatkannya menggunakan untuk memotong, ia akan memotongmu (menggilasmu)”

(H.R. Muslim)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sofi Al Amin

NIM : 141710201086

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Kajian Sifat Fisik Mutu Buah Sawo (*Achras zapota*, L) Menggunakan Pengolahan Citra Digital” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali dalam kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya. Belum pernah diajukan dalam institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta mendapatkan sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, juli 2018

Yang menyatakan,

Sofi Al Amin

NIM 1417102086

**SKRIPSI**

**KAJIAN SIFAT FISIK MUTU BUAH SAWO (*Achras zapota*, L)  
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL**

oleh

Sofi Al Amin

NIM 141710201086

Pembimbing

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

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

**PENGESAHAN**

Skripsi yang berjudul “Kajian Sifat Fisik Mutu Buah Sawo (*Achras zapota*, L) Menggunakan Pengolahan Citra Digital” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

**Pembimbing**

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Dedy W. Soedibyo, S.TP, M.Si  
NIP. 197407071999031001

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

**Tim Penguji**

Dosen Penguji Utama,

Dosen Penguji Anggota,

Askin, S.TP., M.MT  
NIP. 197008302000031001

Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P.  
NIP. 196808141998032001

Mengesahkan,

Dekan

Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

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

## RINGKASAN

**Kajian Sifat Fisik Mutu Buah Sawo (*Achras zapota*, L) Menggunakan Pengolahan Citra Digital;** Sofi Al amin, 141710201086; 50 halaman; jurusan Teknik pertanian, Fakultas teknologi pertanian, universitas jember.

Pengolahan pasca panen buah sawo merupakan salah satu kegiatan untuk menentukan kualitas mutu buah sawo. Pananganan pasca panen umumnya dilakukan secara manual, hal ini membutuhkan waktu yang lama dan penilaiannya bersifat subyektif (penilaian setiap orang tidak selalu sama). Oleh karena itu diperlukan suatu teknologi pengukuran non-destruktif (tanpa merusak bahan) yang dapat membantu dalam penentuan mutu buah sawo menggunakan teknik *digital image processing* atau lebih dikenal dengan citra digital. Pengolahan citra (*image processing*) dapat dijadikan salah satu penanganan pasca panen yang dapat membantu memutuskan buah sawo. Teknik pengolahan citra digital memiliki keunggulan yaitu bisa menganalisa variabel suatu objek dengan mengambil foto objek tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi variabel mutu citra yang memiliki hubungan dengan berat dan total padatan terlarut buah sawo, serta menyusun program pemutuan buah sawo dan mencari perbandingan hasil pemutuan buah sawo secara manual dengan pemutuan menggunakan pengolahan citra digital (*image processing*). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah sawo dengan kelas mutu A, B, C, (pemutuan awal dilakukan oleh petani secara manual) masing-masing mutu berjumlah 40 buah. Sampel buah sawo diambil citranya menggunakan kamera CCD (*charge coupled device*). Hasil rekaman citra buah sawo diolah dengan software *SharpDevelop 4.2*, program ini dapat menampilkan variabel citra dan variabel sifat fisik yang dijadikan acuan untuk pemutuan buah sawo. Variabel citra dan sifat fisik yang ditampilkan antara lain area; tinggi; lebar; perimeter; indeks warna R; G; berat dan total padatan terlarut (TPT). Hasil citra dan pengukuran sifat fisik buah sawo dianalisis menggunakan analisis korelasi *moment person* dan analisis statistik *boxplot*. Hasil analisis statistik korelasi *moment person* dan analisis statistik *boxplot* variabel citra dan variabel sifat fisik yang dapat dijadikan input dalam pembuatan program pemutuan buah sawo adalah area, berat dan TPT. Hubungan korelasi berat buah sawo dengan variabel mutu citra area, tinggi, lebar, perimeter adalah sangat kuat, sedangkan dengan indeks *red* dan *green* adalah sangat rendah dan rendah. Nilai korelasi terhadap area sebesar 0,9584; tinggi sebesar 0,8596; lebar sebesar 0,9354; perimeter sebesar 0,9096; indeks *red* sebesar 0,04 dan indeks *green* sebesar 0,2184. Hubungan korelasi TPT buah sawo dengan variabel mutu citra area, lebar, perimeter dan tinggi adalah sangat kuat dan kuat, sedangkan dengan indeks *red* dan *green* adalah sangat rendah. Nilai korelasi terhadap area sebesar 0,86; tinggi sebesar 0,7897; lebar sebesar 0,8474; perimeter sebesar 0,8460; indeks *green* sebesar 0,1902 dan indeks *red* sebesar 0,0678. Hasil uji validasi program pemutuan buah sawo memiliki nilai akurasi total sebesar 86,11%.



## SUMMARY

**The Physical Characteristics Review of the Sapodilla Fruit Quality (*Achras zapota*, L) by Using Digital Image Processing;** Sofi Al amin, 141710201086; 50 pages; Department of Agricultural Technology, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

The post harvest processing of sapodilla fruit was one of the activities to determine the quality of sapodilla fruit. The post harvest processing generally was done in a manual way, this needed a lot of time and the value was subjective (every person had different value). Therefore, it was needed a non destructive measurement technology (without demaging the product) which could help in determining the sapodilla fruit by using digital image processing technique. The image processing could be one of post harvest processings to determining the sapodilla fruit quality. The digital image processing technique had an advantage that was analyzing the variable of an object by taking the picture from which object. The objectives of this research were to identify the image quality variable which had the relation with weight and dissolve total solid of sapodilla fruit, to develop the sapodilla fruit quality program, and to compare between manually sortation and the result sapodilla fruit quality using digital image processing. The material used in this research was the sapodilla fruit which categorized as A, B, C quality (the initial quality done by the farmer manually). Each quality consisted of 40 fruits. The image of sapodilla fruit sample was taken by using CCD (charge coupled device) camera. The recorded result of the sapodilla fruit was processed by using SharpDevelop 4.2. This program could visualize the image variable and the physical characteristics variable which were referable for the sapodilla fruit quality. The visualized image and physical characteristics variable were: area, high, wide perimeter, R index, G index, dissolved total solid and weight. The result of image and physical characteristics measurement of the sapodilla fruit was analyzed by using moment Pearson correlation formula and boxplot statistics analysis. The result of moment Pearson correlation formula and boxplot statistics analysis which could be an input to process of sapodilla fruit quality were area, dissolved total solid and weight. The correlation between the sapodilla fruit weight and the quality variables namely area, high, wide, perimeter was very strong, while the red and green index was very low and low. The weight correlation value of the area was 0,9584; high was 0,8596; wide was 0,9354; perimeter was 0,9096; green index was 0,2184 and red index was 0,04. The correlation between the sapodilla fruit TPT and the quality variables namely area, wide, perimeter and high was very strong and strong, while the red and green index was strong. The dissolved total solid correlation value of the area was 0,86; high was 0,7897; wide was 0,8474; perimeter was 0,8460; green index was 0,1902 and red index was 0,0678. The validity of the test result of the sapodilla fruit quality program had the total of accuaration value 86.11%.

## PRAKATA

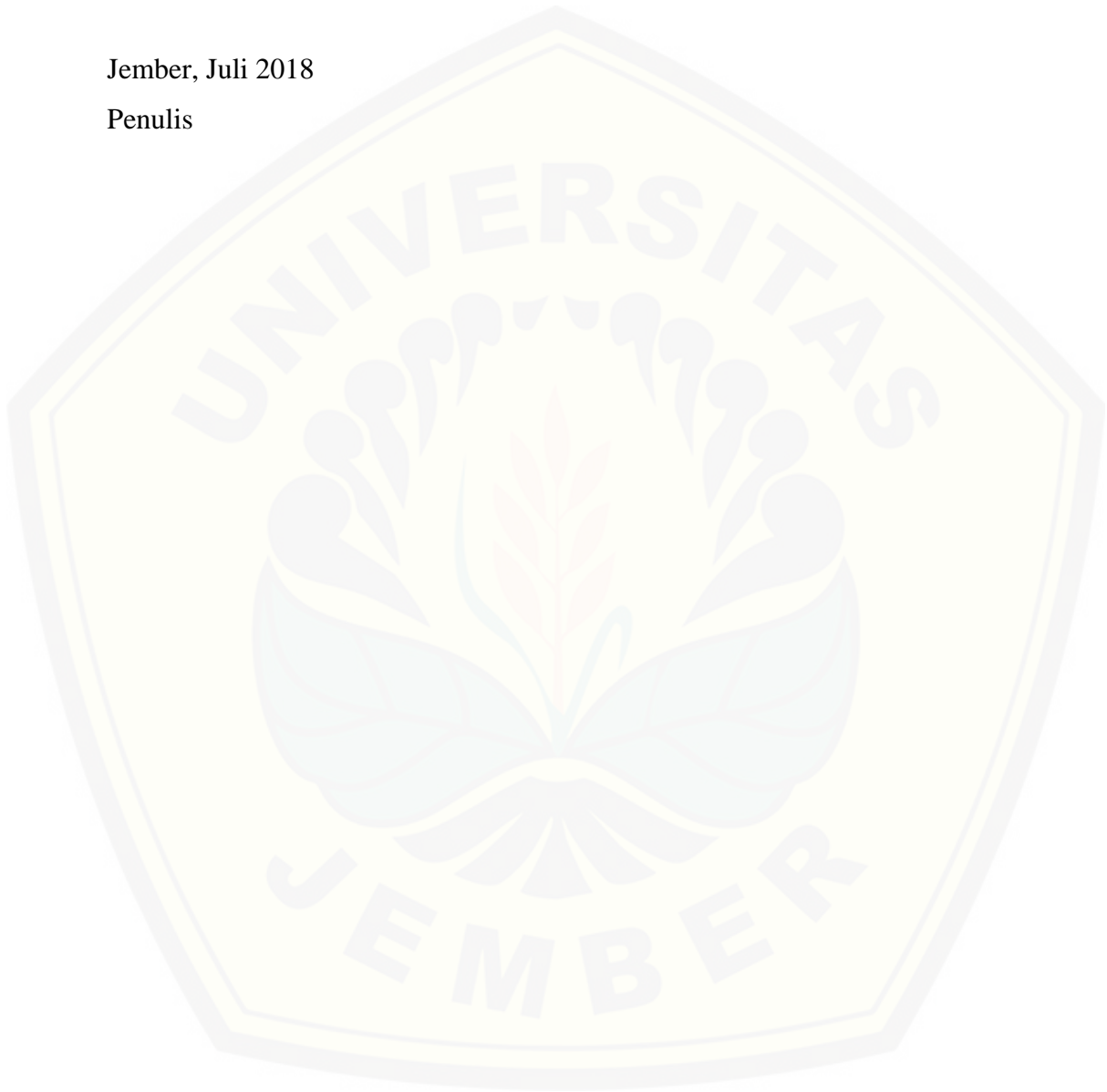
Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kajian Sifat Fisik Mutu Buah Sawo (*Achras zapota*, L) Menggunakan Pengolahan Citra Digital” dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata satu (S1) di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh sebab itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Orang tua saya, Nur Haji dan Mai Saroh, yang selalu mendukung dan mendoakan atas kelancaran saya dalam menyelesaikan studi.
2. Dr. Dedy W. Soedibyso, S.TP, M.Si dosen pembimbing utama dan Dian Purbasari, S.Pi., M.Si selaku dosen pembimbing anggota yang selalu membimbing serta memberikan ilmu demi kelancaran studi.
3. Askin, S.TP., M.MT dan Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P.Selaku dosen penguji skripsi yang telah memberikan saran dan evaluasi demi perbaikan skripsi yang saya susun.
4. Dr. Elida Noviyo S.TP., MT. selaku Dosen Pembimbing Akademik
5. Seluruh dosen, karyawan dan teknisi Laboratorium Enotin Teknik Pertanian dan Enjinereng Hasil pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
6. Carolina Hendra, M. Kamil Abdillah, Siti Khuzaimatul Umah, Aldi, Ivo, yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan TEP 2014, khususnya TEP A 2014 yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama pelaksanaan penelitian.
8. Seluruh keluarga besar UKM-O Sahara yang telah memberikan pengalaman berharga selama masa pembelajaran di dunia kampus.
9. Seluruh pihak yang turut membantu dalam penyusunan skripsi baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ilmiah ini masih terdapat banyak kekurangan dan belum dapat dikatakan sempurna. Oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak sangat diharapkan bagi sempurnanya laporan ini.

Jember, Juli 2018

Penulis



DAFTAR ISI

|  |           |
|--|-----------|
| HALAMAN JUDUL .....                          | ii        |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....                    | ii        |
| HALAMAN MOTTO .....                          | iii       |
| HALAMAN PERNYATAAN.....                      | iv        |
| HALAMAN PEMBIMBING .....                     | v         |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                      | vi        |
| RINGKASAN .....                              | viii      |
| SUMMARY .....                                | ix        |
| PRAKATA .....                                | x         |
| DAFTAR ISI.....                              | xii       |
| DAFTAR TABEL .....                           | xiv       |
| DAFTAR GAMBAR.....                           | xv        |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                        | xvi       |
| <br>   |           |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>              | <b>1</b>  |
| 1.1 Latar Belakang .....                     | 1         |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                     | 2         |
| 1.3 Batasan Masalah .....                    | 2         |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                  | 2         |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                 | 3         |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>          | <b>4</b>  |
| 2.1 Klasifikasi dan Botani Buah Sawo .....   | 4         |
| 2.2 Pasca Panen Buah Sawo .....              | 4         |
| 2.3 Standard Mutu Buah Sawo .....            | 5         |
| 2.4 Pengukuran Sifat Fisik Buah Sawo .....   | 5         |
| 2.4.1 Pegukuran Total Padatan Terlarut ..... | 5         |
| 2.4.2 Pengukuran Berat .....                 | 6         |
| 2.5 Pengolahan Citra Digital .....           | 6         |
| 2.6 Segmentasi Citra .....                   | 7         |
| 2.7 Area .....                               | 7         |
| 2.8 Pengolahan Warna.....                    | 8         |
| 2.9 Perimeter.....                           | 8         |
| 2.10 Analisis Korelasi.....                  | 8         |
| 2.11 Analisis Boxplot.....                   | 9         |
| 2.12 Penelitian Terdahulu Pemutuan Buah..... | 10        |
| <b>BAB 3. METODOLOGI.....</b>                | <b>12</b> |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....        | 12        |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....           | 12        |
| 3.3 Prosedur Penelitian .....                | 12        |
| 3.3.1 Persiapan Sampel .....                 | 13        |
| 3.3.2 <i>Image Aquisition</i> .....          | 14        |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.3.3 Pengambilan Citra seluruh Sampel .....                          | 15        |
| 3.3.4 Pembuatan Program untuk Citra Buah Sawo .....                   | 16        |
| 3.3.5 Ekstraksi Variabel Mutu Citra.....                              | 16        |
| 3.3.6 Pengukuran Sifat Fisik .....                                    | 16        |
| 3.3.7 Analisa Data .....  | 17        |
| 3.3.8 Penyusunan Kalimat Logika Penentuan Mutu Buah Sawo.....         | 18        |
| 3.3.9 Validasi.....   | 18        |
| <b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                               | <b>19</b> |
| 4.1 Program Pengolahan Citra Buah Sawo .....                          | 19        |
| 4.2 Penentuan Nilai Batas Segmentasi (Threshlod) Background .....     | 22        |
| 4.3 Proses Ekstraksi Citra .....                                      | 24        |
| 4.4 Korelasi Pengukuran Sifat Fisik dengan Parameter Mutu Citra ..... | 25        |
| 4.4.1 Korelasi Berat dengan Variabel Citra .....                      | 25        |
| 4.4.2 Korelasi Total Padatan Terlarut dengan Variabel Citra .....     | 29        |
| 4.5 Hubungan Kelas mutu dengan variabel sifat fisik.....              | 32        |
| 4.5.1 Pengukuran Berat .....  | 32        |
| 4.5.2 Pengukuran Total Padatan Terlarut.....                          | 33        |
| 4.6 Analisis Statistik Variabel Mutu Citra Buah Sawo .....            | 35        |
| 4.6.1 Variabel Mutu Citra Area.....                                   | 35        |
| 4.6.2 Variabel Mutu Citra Tinggi.....                                 | 36        |
| 4.6.3 Variabel Mutu Citra Lebar .....                                 | 37        |
| 4.6.4 Variabel Mutu Citra Perimeter.....                              | 38        |
| 4.6.5 Variabel Mutu Citra indeks <i>Red</i> .....                     | 39        |
| 4.6.6 Variabel Mutu Citra indeks <i>Green</i> .....                   | 40        |
| 4.7 Penentuan Kalimat Logika Pemutuan Buah Sawo.....                  | 41        |
| 4.8 Validasi Aplikasi Pemutuan Buah Sawo.....                         | 42        |
| <b>BAB 5. PENUTUP .....</b>   | <b>45</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....  | 45        |
| 5.2 Saran .....   | 45        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>   | <b>46</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>   | <b>48</b> |

**DAFTAR TABEL**

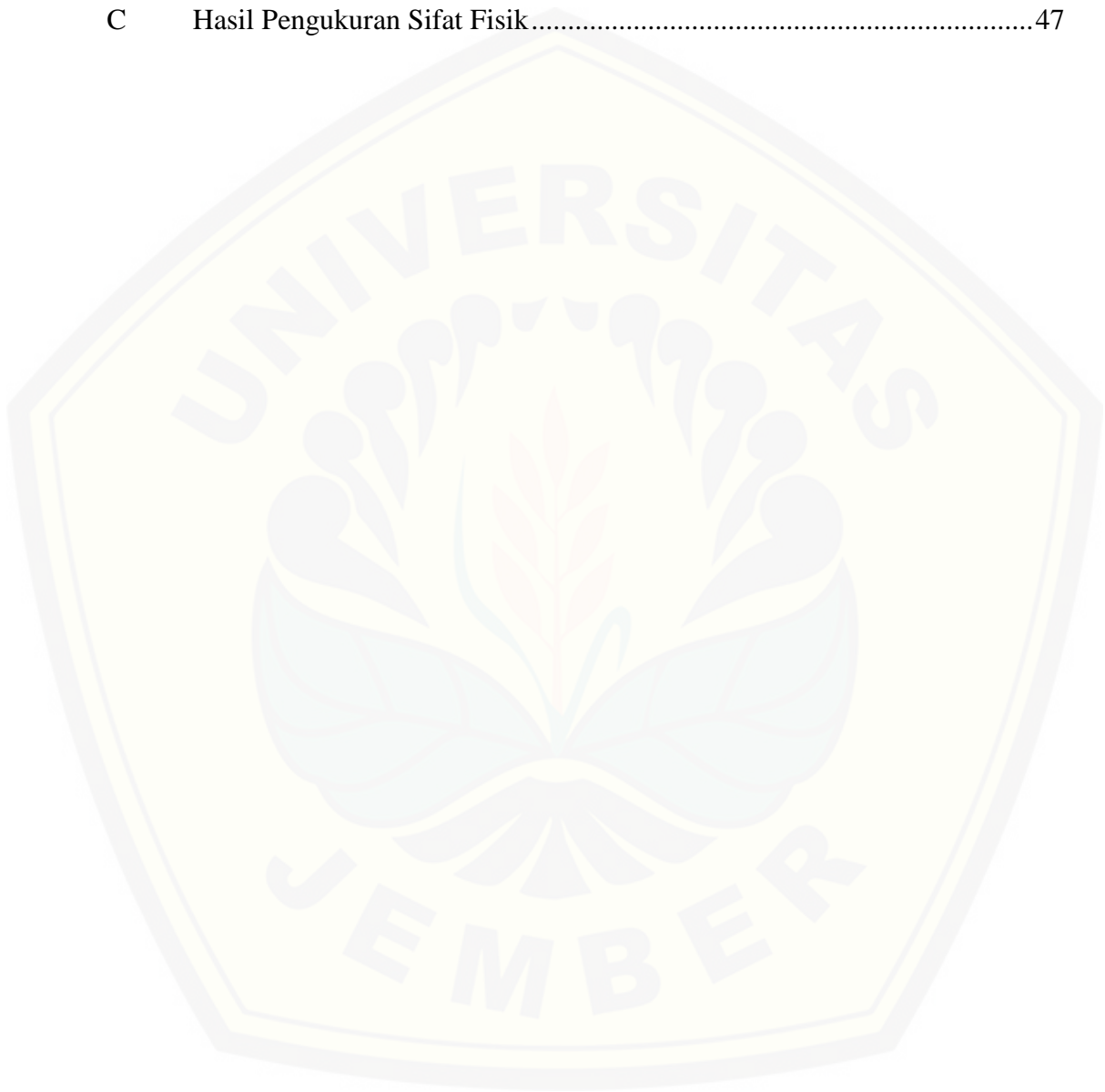
|  | Halaman |
|--|---------|
| 3.1 Tabel koefisien korelasi dengan keeratan tingkat huungannya..... | 17      |
| 4.1 Sebaran nilai RGB citra obyek dan <i>background</i> .....        | 23      |
| 4.2 Hasil analisis statistik sifat fisik berat .....                 | 33      |
| 4.3 Hasil analisis statistik total padatan terlarut.....             | 34      |
| 4.4 Hasil analisis statistik area .....                              | 35      |
| 4.5 Hasil analisis statistik tinggi.....                             | 36      |
| 4.6 Hasil analisis statistik lebar .....                             | 37      |
| 4.7 Hasil analisis statistik perimeter.....                          | 38      |
| 4.8 Hasil analisis statistik indeks <i>red</i> .....                 | 39      |
| 4.9 Hasil analisis statistik indeks <i>green</i> .....               | 40      |
| 4.10 <i>Confusion matrix</i> hasil validasi program .....            | 42      |

DAFTAR GAMBAR

|   | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Tingkat kematangan buah sawo .....  | 5       |
| 2.2 <i>Boxplot</i> .....  | 10      |
| 3.1 Diagram alir tahapan penelitian .....                                     | 13      |
| 3.2 Meja pengambilan gambar dan image acquisition .....                       | 15      |
| 4.1 Citra hasil rekaman buah sawo pada berbagai kelas mutu .....              | 19      |
| 4.2 Tampilan program pengolahan citra buah sawo .....                         | 20      |
| 4.3 Tampilan file text hasil pengolahan citra .....                           | 22      |
| 4.4 Sebaran Nilai RGB pembentuk obyek dan <i>background</i> .....             | 23      |
| 4.5 Proses <i>thresholding</i> citra: (a) citra asli; (b) Citra biner .....   | 24      |
| 4.6 Perhitungan lebar citra buah sawo .....                                   | 25      |
| 4.7 Perhitungan tinggi citra buah sawo .....                                  | 25      |
| 4.8 Hubungan korelasi berat dengan variabel mutu citra .....                  | 27      |
| 4.9 Hubungan korelasi total padatan terlarut dengan variabel mutu citra ..... | 30      |
| 4.10 <i>Boxplot</i> sifat fisik berat .....                                   | 33      |
| 4.11 <i>Boxplot</i> sifat fisik total padatan terlarut .....                  | 34      |
| 4.12 <i>Boxplot</i> area buah sawo .....                                      | 35      |
| 4.13 <i>Boxplot</i> tinggi buah sawo .....                                    | 36      |
| 4.14 <i>Boxplot</i> lebar buah sawo .....                                     | 37      |
| 4.15 <i>Boxplot</i> perimeter buah sawo .....                                 | 38      |
| 4.16 <i>Boxplot</i> indeks <i>red</i> buah sawo .....                         | 39      |
| 4.17 <i>Boxplot</i> indeks <i>green</i> buah sawo .....                       | 40      |
| 4.18 Tampilan program mutu A .....  | 43      |
| 4.19 Tampilan program mutu B .....  | 43      |
| 4.20 Tampilan program mutu C .....  | 44      |

**DAFTAR LAMPIRAN**

|   | Halaman |
|---|---------|
| A Sebaran Nilai RGB Pembentuk Citra Obyek <i>Background</i> ..... | 44      |
| B hasil Variabel Mutu Citra .....                                 | 44      |
| C Hasil Pengukuran Sifat Fisik.....                               | 47      |





## BAB1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara penghasil buah-buahan tropis. Beberapa diantaranya mangga, manggis, sawo, dan pisang. Buah-buah tersebut banyak diminati oleh masyarakat lokal maupun internasional. Salah satu buah yang cukup diminati oleh masyarakat adalah sawo. Sawo merupakan buah klimaterik yang memiliki rasa manis dan baunya harum dan memiliki harga ekonomis yang terjangkau (Agustiningrum, 2014). Menurut Sunarjo, (2000) buah sawo berasal dari Amerika Tengah yaitu Meksiko dan Indian Barat. Kini tanaman sawo telah menyebar luas ke daerah tropik, termasuk Indonesia. Produksi buah sawo lebih sedikit jika dibandingkan dengan buah-buah yang sudah familiar di masyarakat Indonesia, contohnya jeruk, mangga, dan apel. Menurut Data Badan Pusat Statistik terbaru (Tahun 2018), Produktivitas buah sawo di Jawa Timur tahun 2016 sebesar 33,03 kg/pohon lebih rendah dibanding buah manga sebesar 57,08 kg/phon dan buah apel sebesar 44,36 kg/pohon. Produktivitas buah sawo yang rendah dapat disebabkan karena belum adanya penanganan pasca panen buah yang tepat untuk memutuskan berdasarkan ukuran dan kandungan buah sawo.

Pengolahan pasca panen merupakan salah satu kegiatan untuk menentukan kualitas buah dan merupakan tahap evaluasi dalam menggolongkan buah sawo berdasarkan mutu fisik buah. Sifat fisik buah yang diamati di lapang hanya terbatas pada ukuran dan warna, kurang memperhatikan TPT (total padatan terlarut) dan berat buah. TPT dan berat buah tergolong variabel penting dalam menentukan kualitas buah. Semakin besar berat buah menandakan kualitas buah yang semakin baik dan TPT dapat dikaitkan dengan tingkat kemanisan buah. Umumnya, pengukuran sifat fisik buah sawo dilakukan dengan cara manual. Pengukuran dengan metode ini membutuhkan waktu yang lama dan penilaiannya bersifat subyektif (penilaian setiap orang tidak selalu sama). Selain itu, untuk pengukuran sifat fisik total padatan terlarut umumnya dilakukan dengan uji laboratorium yang bersifat destruktif yaitu buah yang sudah diuji menjadi rusak.

Oleh karena itu, diperlukan suatu teknologi pengukuran non-destruktif (tanpa merusak bahan) yang dapat membantu dalam penentuan mutu buah sawo menggunakan teknik *digital image processing* atau lebih dikenal dengan citra digital. Pengolahan citra merupakan teknik mengolah gambar dan dapat menghasilkan informasi dari gambar tersebut sehingga dapat digunakan untuk menganalisis gambar tanpa merusak objek yang diamati (Ahmad, 2005). Teknik pengolahan citra digital memiliki keunggulan yaitu bisa menganalisa variabel suatu objek dengan mengambil foto objek tersebut. Teknik pengolahan citra digital dapat melakukan pemutuan terhadap sifat fisik buah sawo berupa berat dan TPT, sehingga didapatkan suatu dasar yang dapat membantu menggolongkan buah berdasarkan sifat fisik yang lebih spesifik ataupun penelitian lainnya yang akan bermanfaat dalam kegiatan pasca panen buah sawo.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Pengukuran sifat fisik buah sawo umumnya dilakukan dengan cara visual dan destruktif. Sehingga hasil yang didapatkan bersifat subyektif dan dapat merusak kualitas buah. Oleh sebab itu diperlukan suatu teknologi penanganan pasca panen buah sawo yang non destruktif dan dapat menggolongkan buah sawo berdasarkan sifat fisik berupa berat dan (TPT) Total Padatan Terlarut.

### **1.3 Batasan masalah**

Menentukan hubungan variabel citra buah sawo dengan sifat fisik buah sawo dan menggolongkan buah sawo dengan menggunakan analisis statistik. Membuat program pengolahan citra digital pemutuan buah sawo.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

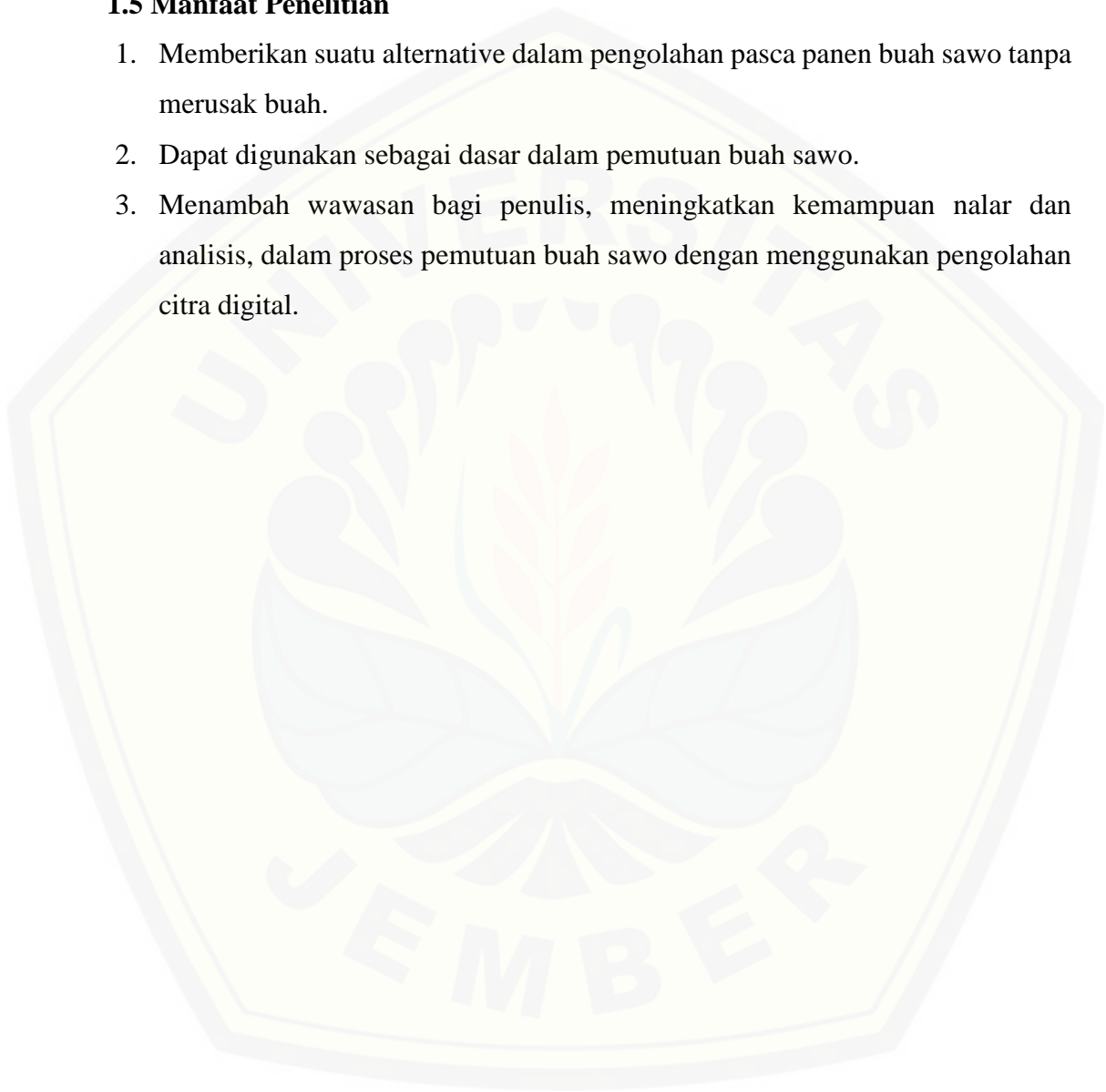
Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi variabel mutu citra yang memiliki hubungan dengan berat buah sawo.
2. Mengidentifikasi variabel mutu citra yang memiliki hubungan dengan TPT buah sawo.

3. Menyusun program pemutuan buah sawo dan mencari perbandingan hasil pemutuan buah sawo secara manual dengan pemutuan menggunakan pengolahan citra digital (*image processing*).

### **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Memberikan suatu alternative dalam pengolahan pasca panen buah sawo tanpa merusak buah.
2. Dapat digunakan sebagai dasar dalam pemutuan buah sawo.
3. Menambah wawasan bagi penulis, meningkatkan kemampuan nalar dan analisis, dalam proses pemutuan buah sawo dengan menggunakan pengolahan citra digital.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Klasifikasi dan Botani Buah Sawo

Tanaman sawo merupakan tanaman asli dari daerah tropik di Benua Amerika, tepatnya di Meksiko hingga Guatemala, Salvador, dan Honduras Utara. Pada saat ini tanaman sawo sudah tersebar luas ke seluruh dunia, terutama di negara-negara tropik termasuk Indonesia (Ashari, 2006). Tanaman sawo dalam taksonomi tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut :

|            |  |
|------------|--|
| Kingdom    | : Plantae (Tumbuhan)   |
| Divisi     | : Spermatophyta (Tumbuhan berbiji)                               |
| Sub Divisi | : Angiospermae (Berbiji tertutup)                                |
| Kelas      | : Dicotyledonae (Biji berkeping dua)                             |
| Ordo       | : Ebenales   |
| Famili     | : Sapotaceae   |
| Genus      | : <i>Achras</i> atau <i>Manilkara</i>                            |
| Spesies    | : <i>Achras zapota</i> L. sinonim dengan <i>Manilkara achras</i> |

Tanaman sawo tidak mengenal musim, dengan kulit kayu dan daun bergetah bila luka. Kulit kayu agak kasar berwarna coklat muda. Pohon sawo dapat mencapai tinggi sampai dengan 20 m, tajuknya melebar dan rindang. Helaian daunnya berwarna hijau, memanjang kira-kira 5 sampai 15 cm dan berkelompok pada bagian ujung ranting. Buah sawo umumnya berbentuk lonjong, daging buahnya tebal, banyak mengandung air, dan rasanya manis (Ashari, 2006).

### 2.2 Pasca Panen Buah Sawo

Penanganan pasca panen buah sawo menurut (Modul Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, tanpa tahun), dibagi menjadi tiga tahap antara lain:

#### 1. Pencucian

Pencucian bertujuan untuk menghilangkan kotoran, getah, dan hama yang menempel pada buah pencucian dilakukan dengan cara menggosok buah menggunakan air bersih

## 2. Sortasi dan Grading

Pada tahap ini dilakukan pengelompokan buah berdasarkan ukuran yang seragam tidak mengalami kerusakan dan tidak terserang hama/penyakit.

## 3. Penyimpanan

Buah yang matang disimpan didalam ruang dengan suhu sekitar 0-5°C dapat bertahan selama 12-14 hari. Sedangkan buah yang belum masak disimpan dalam ruangan yang bertemperatur 15°C dapat bertahan sampai 17 hari.

### 2.3 Standard Mutu Buah Sawo

Penentuan mutu kriteria buah sawo masih belum memiliki standard acuan yang baku namun berdasarkan (Modul Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, tanpa tahun), pengelompokan buah sawo berdasarkan ukuran yang seragam, tidak cacat dan tidak terserang hama/penyakit dan buah sawo di panen pada saat buah sudah tua yaitu warna sudah berubah dari coklat kehijauan menjadi coklat cerah dan bila terkena sinar warna menjadi coklat kemerahan.

Menurut penelitian yang telah dilakukan (Suhandy, 2009), pengelompokan buah sawo berdasarkan tingkat kematangan dan ukuran buah sawo. Kematangan yang dimaksud yaitu buah masak 1 (berukuran besar), masak 2 (berukuran sedang) dan masak 3 (berukuran kecil). Perbedaan ketiga tingkat kematangan berdasarkan pada perbedaan ukuran buah. Gambar 2.1 merupakan perbedaan kematangan buah sawo berdasarkan ukuran.



Gambar 2.1 Tingkat kematangan buah sawo masak 1 (A), masak 2 (B) dan masak 3 (C)

### 2.4 Pengukuran Sifat Fisik Buah Sawo

#### 2.4.1 Pengukuran Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut merupakan refleksi dari rasa manis, yang juga menunjukkan derajat kekuatan dan kematangan. Berdasarkan Penelitian

Ni'matullah (2009), nilai padatan terlarut buah sawo yang telah mengalami penyimpanan selama 7 hari pada suhu 15°C, menunjukkan nilai total padatan terlarut tertinggi buah sawo pada hari pertama dengan nilai 24.4°brix. Total padatan terlarut pada pengamatan selanjutnya sampai hari ke-7 mengalami fluktuasi antara 20.1-23.65°brix dan pada hari ke-7 sampai hari ke-13 mengalami penurunan. Penurunan yang terjadi cukup drastis yaitu dari 23.65°brix menjadi 14.9°brix. Total padatan terlarut selanjutnya berfluktuasi antara 13.5-16°brix sampai berakhirnya masa simpan pada hari ke-18 karena buah busuk. Alat yang dapat digunakan dalam penilaian total padatan terlarut adalah refraktometer. Angka refraktometer menunjukkan kadar total padatan terlarut (TPT) dalam satuan °Brix. Skala °Brix dari refraktometer sama dengan berat gram sukrosa dari 100 g larutan sukrosa (Ihsan dan Wahyudi, 2005).

#### 2.4.2 Pengukuran Berat

Berat buah merupakan salah satu indikator kematangan buah. Penurunan berat pada buah dapat ditandai dari warna kulit terluar maupun dari ukuran berat buah (Salunkhe dan Desai, 1984). Menurut Prohens et al., (1996), terjadinya penurunan berat pada buah dikarenakan kehilangan air dalam buah. Alat yang dapat digunakan dalam pengukuran berat dari buah adalah timbangan digital O'hauss Pioneer. Timbangan merupakan alat ukur yang dipergunakan untuk menentukan benda dengan memanfaatkan gravitasi yang bekerja pada benda tersebut.

### 2.5 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer menjadi citra yang kualitasnya lebih baik. Pengolahan citra bertujuan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (dalam hal ini komputer), dengan kata lain citra keluaran mempunyai kualitas lebih baik daripada citra masukan (Munir, 2004).

Teknik-teknik pengolahan citra biasanya digunakan untuk melakukan transformasi dari satu citra ke citra lainnya, sementara untuk melakukan tugas perbaikan informasi dilakukan oleh manusia. Sebuah citra adalah kumpulan piksel-piksel yang disusun dalam larik dua dimensi yaitu (x,y). Umumnya citra dibentuk

dari kotak-kotak persegi empat yang teratur (piksel). Untuk menunjukkan suatu lokasi piksel, koordinat (0,0) digunakan untuk posisi kiri atas dalam bidang citra, dan koordinat (m-1,n-1) digunakan untuk posisi kanan bawah dalam citra berukuran  $m \times n$  piksel. (Ahmad, 2005).

Citra merupakan sekumpulan titik-titik dari gambar yang berisi informasi warna dan tidak tergantung pada waktu. Umumnya citra dibentuk dari kotak-kotak persegi empat yang teratur sehingga jarak horizontal dan vertikal antar piksel sama pada seluruh bagian citra. Dalam pengambilan citra hanya citra digital yang dapat diproses oleh komputer, data citra yang dimasukkan berupa nilai-nilai integer yang menunjukkan nilai intensitas cahaya atau tingkat keabuan setiap piksel (Basuki et al., 2005)

## 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). Menurut Santoso dan Harjoko (2013), segmentasi merupakan proses pembagi citra menjadi beberapa wilayah objek. Faktor penting yang dapat mempengaruhi proses segmentasi yaitu kompleksnya warna latar belakang (*back ground*). Pendekatan untuk proses segmentasi dapat dilakukan dengan teknik *region based* dengan proses segmentasi dilakukan berdasarkan kesamaan nilai suatu piksel yang berdekatan.

## 2.7 Area

Area adalah jumlah piksel dalam obyek (S), jadi bila dalam suatu citra terdapat lebih dari satu obyek ( $S_1, S_2, \dots S_n$ ) maka akan ada area lebih dari satu juga ( $A_1, A_2, \dots A_n$ ). Nilai area suatu obyek adalah jumlah dari piksel-piksel penyusun obyek yang membentuk suatu luasan. Unit yang umum digunakan area adalah piksel. Area dapat mencerminkan ukuran atau berat obyek sesungguhnya pada beberapa benda pejal dengan bentuk yang hampir seragam (Ahmad, 2005).

## 2.8 Pengolahan Warna

Warna pada suatu obyek dihasilkan dari permukaan obyek yang mampu memantulkan gelombang cahaya dengan intensitas tertentu yang mengandung spektrum beberapa panjang gelombang (Ahmad, 2005). Model warna yang sering digunakan dalam pengolahan citra adalah RGB (*Red, Green, Blue*). Pada proses pembentukan warna, model RGB dibentuk dari hasil kombinasi ketiga warna pokok yang menyatakan nilai intensitas warna merah, hijau, dan biru. Salah satu cara untuk menghitung nilai warna dalam model warna RGB dengan melakukan normalisasi ketiga komponen warna tersebut. Berikut ini merupakan persamaan untuk normalisasi yaitu sebagai berikut (Ahmad, 2005):

$$r = R / (R+G+B) \dots\dots\dots(2.2)$$

$$g = G / (R+G+B) \dots\dots\dots(2.3)$$

$$b = B / (R+G+B) \dots\dots\dots(2.4)$$

## 2.9 Perimeter

Perimeter adalah bagian terluar dari suatu obyek yang bersebelahan dengan piksel atau piksel-piksel dari latar belakang. Nilai perimeter suatu obyek dapat dicari dengan menghitung banyaknya piksel yang merupakan piksel-piksel yang berada pada perbatasan dari obyek tersebut (Ahmad, 2005:147-148). Jika  $S$  merupakan region dan  $S'$  merupakan *background*, maka batas daerah merupakan sekumpulan piksel dari  $S$  yang mempunyai 4-tetangga dari  $S'$ . Bagian dalam region yang bukan merupakan batas daerah disebut dengan interior (Soedibyo, 2006)

## 2.10 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:

$$r_{xy} = \frac{n \sum x_i y_i (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (x_i^2)(n \sum y_i^2 - (y_i^2))}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

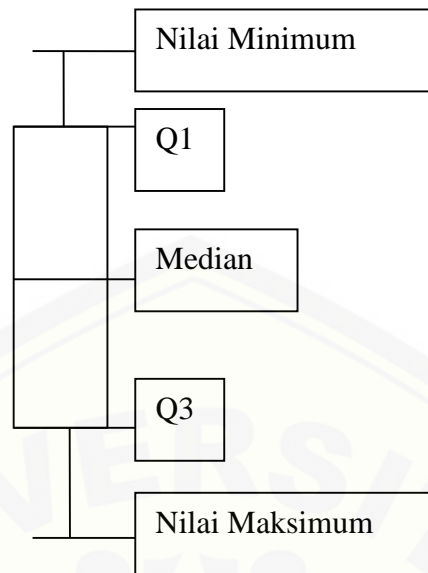
|          |                      |   |                    |
|----------|----------------------|---|--------------------|
| $r_{xy}$ | = Koefisien korelasi | X | = variabel bebas   |
| n        | = Jumlah Sampel      | Y | = variabel terikat |

### 2.11 Analisis *Boxplot*

Analisis *boxplot* merupakan salah satu cara dalam statistik deskriptif menggambarkan data numerik secara grafik. *Boxplot* juga dapat menyampaikan informasi mengenai sebaran data, variasi dan penempatan atau lokasi pada data yang telah ditetapkan. *Boxplot* juga dapat mendeteksi dan menggambarkan perubahan variasi dan lokasi antar kelompok data yang berbeda. Beberapa komponen-komponen *boxplot* antar lain:

- Nilai observasi terkecil
- Kuartil terendah atau kuartil pertama (Q1) yang memotong 25% dari data terendah
- Median (Q2) atau nilai pertengahan
- Kuartil tertinggi atau kuartil ketiga (Q3), yang memotong 25% dari data tertinggi
- Nilai observasi terbesar (Darsyah, 2014).

Menurut Prakoso (2015), *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. Berikut bentuk grafik *boxplot* ditampilkan pada Gambar 2.2.

Gambar 2.2 *Boxplot*

### 2.12 Penelitian Terdahulu Pemutuan Buah

Tampubolon (2006) melakukan penelitian pemutuan buah jeruk pacitan menggunakan algoritma bahasa pemrograman dapat membedakan buah jeruk pacitan ke dalam tiga tingkatan kelas mutu, yaitu mutu A, B, dan C. Untuk mutu A dengan tingkat mutu B pada ambang batas bawah 10187 piksel, diameter buah pada ambang batas 115 piksel dengan mutu B, indeks warna merah kurang dari 0,455 dan indeks warna biru lebih dari atau sama dengan 0.128 dengan tingkat mutu B. Untuk mutu B dengan tingkat mutu C menghasilkan area buah antara 8979 – 10187 piksel, diameter buah antara 108 – 115 piksel dengan mutu C, indeks warna merah antara 0,455 – 0,466 dan indeks warna biru 0,117 – 0,128 dengan tingkat mutu C. Sedangkan untuk mutu C menghasilkan area pada ambang batas bawah 8979 piksel, diameter pada ambang batas bawah 108 piksel, indeks warna merah pada ambang atas atau sama dengan 0,466 dan indeks warna biru pada ambang bawah 0,117. Parameter area objek dengan berat buah memiliki hubungan yang linear dengan tingkat kepercayaan sebesar 91,83%, dengan ini berat buah dapat diduga dari luas objek.

Aji (2008) melakukan penelitian pemutuan buah jeruk pontianak dengan menggunakan teknik pengolahan citra dilakukan berdasarkan nilai area buah jeruk pontianak. Untuk sebaran nilai area objek jeruk pontianak pada mutu A, B, C, D,

dan E berturut-turut sebagai berikut, A lebih besar dari 37905 piksel, mutu B antara 31207 - 37905 piksel, mutu C 24509 - 31207 piksel, mutu D 17811 - 24509 piksel, dan mutu E berada dibawah 17811 piksel dari 850 sampel buah jeruk pontianak, dengan masing-masing jumlah sampel yaitu mutu A (125 buah), mutu B (125 buah), mutu C (200 buah), mutu D (200 buah), dan mutu E (200 buah).

Hendrawan dan Sumardi (2005) melakukan penelitian Pengkajian Karakteristik Mutu Buah Belimbing Manis Dengan Teknik Pengolahan Citra. parameter pengukuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah indeks red, panjang buah, lebar buah, dan luas area. Setelah dilakukan pengujian terhadap mutu buah belimbing berdasarkan kelas mutu, berdasarkan indeks red yang termasuk dalam mutu a dan b adalah buah yang memiliki kisaran indeks red antara 0.402-0.46, sedangkan buah yang masuk dalam mutu c memiliki kisaran 0.37-0.401. dari hasil pemutuan berdasarkan indeks red 20 buah belimbing yang diduga mutu a dan b 100% sesuai dengan asumsi. Pendugaan berdasarkan lebar buah, buah yang masuk golongan a merupakan buah yang memiliki kisaran lebar antara 100-125 piksel. Sedangkan yang masuk dalam kategori b dan c memiliki kisaran lebar 76-90 piksel. Hasilnya dari 10 buah yang diduga masuk dalam mutu A ternyata sesuai dengan asumsi dengan kata lain 100% sesuai. Sedangkan untuk mutu b dan c dari 20 buah yang diduga masuk dalam kelas b dan c ternyata ada 4 buah atau sekitar 20% meyim pang dan hanya 80% yang sesuai asumsi.

## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Enotin dan Laboratorium Enjinereng Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Waktu pelaksanaan penelitian pada bulan Desember 2017 sampai dengan Februari 2018.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

#### 1. Alat

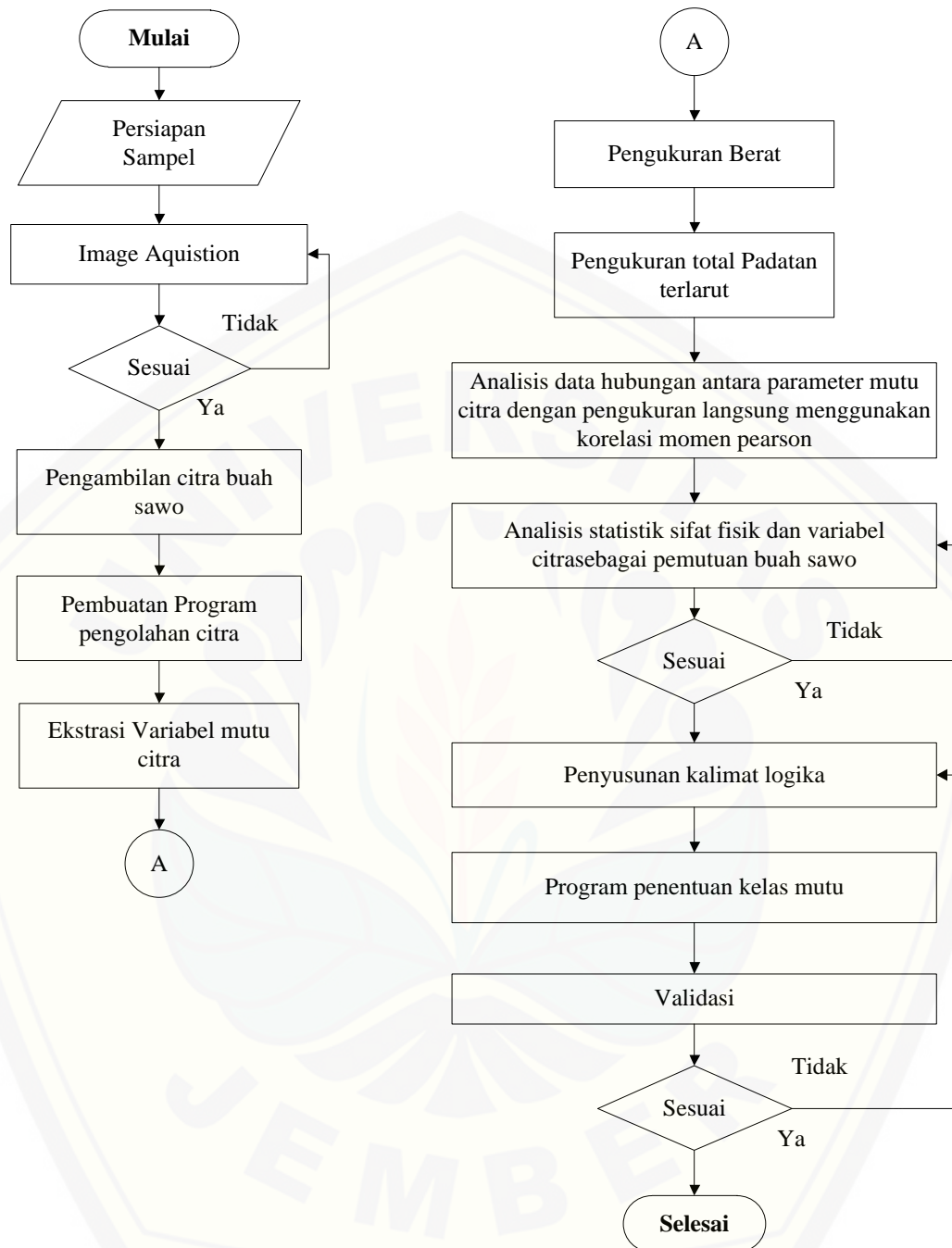
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Refaktrometer Atago Master, Lux meter, Timbangan digital O'hauss Pioneer, Kamera CCD 31BUO4.H, Seperangkat meja pengambilan gambar, 4 buah lampu TL, Kain putih, PC Asus K401L, Software C# develop, Software jasc Paint shop pro 9 dan Software Microsoft Excel.

#### 2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah sawo (*Achras zapota* L) sebanyak 120 buah yang sudah matang dengan kelas Mutu A, B dan C yang di beli di pasar buah Pondok Lalang Kecamatan Jenggawah Kabupaten Jember.

### 3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian ini mengacu pada diagram alir prosedur umum penelitian kajian sifat fisik buah sawo menggunakan pengolahan citra seperti yang digambarkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penelitian

### 3.3.1 Persiapan Sampel

Persiapan sampel yang dilakukan dengan mengumpulkan buah sawo matang di yang beli di pasar buah Pondok Lalang Kecamatan Jenggawah Kabupaten Jember. Ciri-ciri buah sawo yang matang adalah berwarna coklat dan memiliki

tekstur yang lunak. Sampel buah sawo yang digunakan dalam penelitian ini memiliki tingkat kematangan yang sama. Sampel yang di beli dari pedagang adalah buah sudah matang dengan kelas mutu A, B dan C.

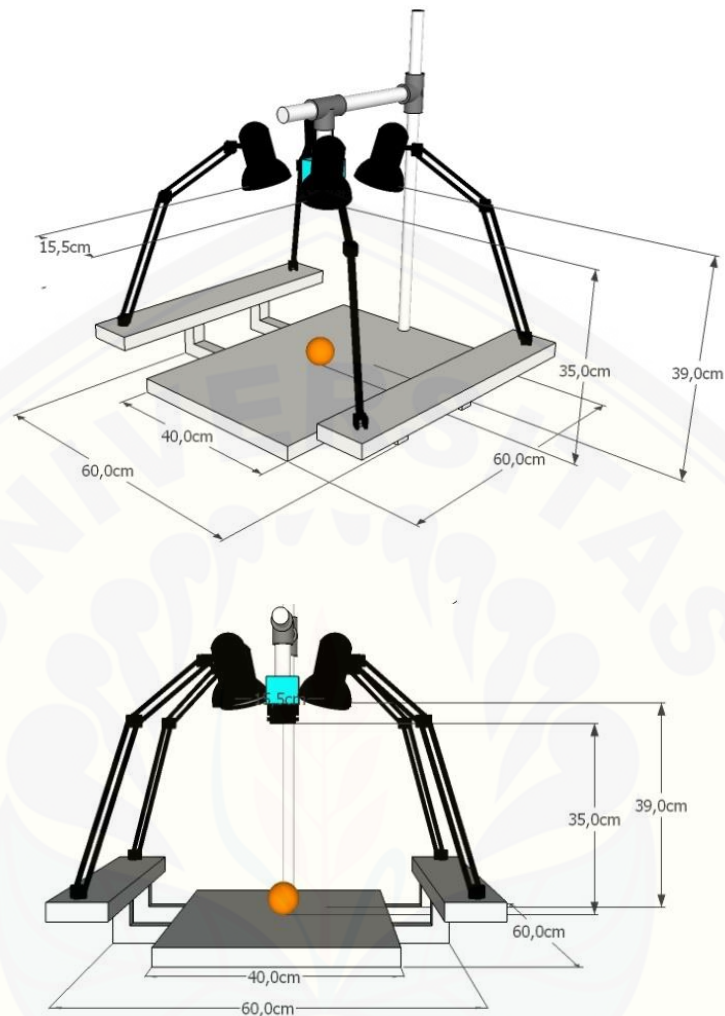
Pemutuan buah sawo di dasarkan dari penuturan petani dan pengepul buah sawo, mereka melakukan pemutuan berdasarkan berat dan ukuran buah. Berat dari masing-masing buah berkisar antara 80-90 gram untuk mutu A, 60-80 gram untuk mutu B dan 20-50 gram untuk mutu C. Pemutuan dilakukan secara manual karena belum adanya SNI atau baku mutu dari buah sawo. Setelah dilakukan proses pemutuan, buah dikemas dan dilakukan pencucian untuk membersihkan kulit buah dari kotoran dan pestisida. Pengangkutan buah dari pasar ke laboratorium menggunakan mobil dan pengepakan buah menggunakan kardus.

### 3.3.2 *Image Aquisition*

*Image aquisition* dilakukan untuk mendapatkan kesesuaian gambar citra dengan bentuk asli buah sawo dan meminimalkan pantulan cahaya akibat lampu, dan warna dari obyek tidak terpengaruh oleh bayangan. Langkah-langkah *image aquisition* adalah sebagai berikut.

- a. Mengatur jarak kamera dengan obyek sehingga didapatkan jarak yang terbaik antara kamera dan obyek. Jarak kamera dengan obyek 35 cm dan jarak lampu dengan obyek 39 cm.
- b. Mengatur jarak antar lampu sehingga didapatkan jarak yang terbaik antar lampu dan obyek. Jarak antar lampu 15.5 cm.
- c. Menentukan intensitas cahaya lampu dengan lux meter dan didapatkan nilai pada masing-masing lampu yaitu 782 lux, 978 lux, 650 lux, 565 lux dan cahaya ditengah menghasilkan 1979 lux.
- d. Menentukan nilai *hue* dan *saturation* pada program *IC Capture* sehingga didapatkan *hue* yaitu 185 dan *saturation* yaitu 255.

Skema jarak kamera dan posisi lampu dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Meja pengambilan gambar dan *image acquisition*

### 3.3.3 Pengambilan Citra seluruh Sampel

Berikut merupakan langkah-langkah pengambilan citra pada buah sawo.

1. Meletakkan sampel pada papan pengambilan gambar dengan *background* kain berwarna putih.
2. Menghidupkan kamera CCD digital DFK 31 BUO4.H dan Laptop untuk merekam obyek.
3. Mengatur konfigurasi citra pada program IC Capture meliputi kecerahan (*brightness*), kontras (*contrast*), kejenuhan warna (*saturation*), dan corak warna (*hue*).

4. Merekam citra dalam bentuk format RGB dan menyimpan citra buah sawo dalam sebuah file berekstensi .bmp

#### 3.3.4 Pembuatan Program untuk Citra Buah Sawo

Pembuatan program untuk citra buah sawo menggunakan Software *Sharp Develop*. Pembuatan program ini bertujuan untuk menentukan area, tinggi, lebar, perimeter, indeks *red* dan *green* pada tiap-tiap sampel buah.

#### 3.3.5 Ekstraksi Variabel Mutu Citra

Pengolahan citra dilakukan dengan program komputer dengan bahasa pemrograman *SharpDevelop 4.2*. Program tersebut memiliki kemampuan untuk menghitung area, tinggi, lebar, perimeter dan indeks warna. Langkah-langkah ekstraksi citra adalah sebagai berikut.

- a. Menghitung luas obyek dilakukan dengan mengubah terlebih dahulu citra warna menjadi citra biner.
- b. Menghitung panjang dan lebar piksel obyek.
- c. Menghitung perimeter buah sawo dari piksel perbatasan antara obyek dengan *background*.
- d. Menentukan nilai rata-rata indeks warna merah dan hijau areal obyek.

Selanjutnya dilakukan pengolahan citra pada buah sawo.

Kemudian dilanjutkan dengan pengolahan citra, berikut langkah-langkah pengolahan citra.

- a. Membuka hasil rekaman citra buah sawo yang telah disimpan dalam format .bmp pada program pengolahan citra.
- b. Menjalankan atau melakukan proses *running* program pengolahan citra buah sawo untuk mendapatkan variabel citra berupa area, tinggi, lebar, perimeter dan indeks warna (r, g). Data hasil pengolahan citra disimpan dalam bentuk text.

#### 3.3.6 Pengukuran Sifat Fisik

Proses pengukuran sifat fisik buah terdapat dua tahapan, yaitu pengukuran berat dan pengukuran total padatan terlarut.



- a. Pengukuran berat dilakukan menggunakan timbangan digital *o'hauss* yang memiliki nilai ketelitian 0,001 gram. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan kemudian dirata-rata.
- b. Pengukuran total padatan terlarut dilakukan dengan menggunakan alat refraktometer. Cara kerja dari alat ini yaitu meneteskan sampel keatas permukaan prisma dan membiarkan berkas cahaya memasukinya, kemudian pembacaan padatan terlarut pada sampel. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali dan dirata-rata.

### 3.3.7 Analisis data

Dalam Analisa data ada dua tahap analisa yang digunakan yaitu analisis korelasi *moment pearson* dan analisis statistik yang digambarkan dalam grafik *boxplot*.

#### a. Analisis korelasi *moment pearson*

Analisis data yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara sifat fisik buah sawo dengan parameter citra menggunakan korelasi *moment pearson*. Berikut tingkat korelasi dan keeratan hubungan dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Tabel koefisien korelasi dengan keeratan tingkat hubungannya

| Interval Koefisien | Tingkat Hubungan |
|--------------------|------------------|
| 0.00 – 0.199       | Sangat rendah    |
| 0.20 – 0.399       | Rendah           |
| 0.40 – 0.599       | Cukup            |
| 0.60 – 0.799       | Kuat             |
| 0.80 – 1.000       | Sangat Kuat      |

#### b. Analisis Statistik *Boxplot*

Analisis statistik terhadap variabel citra dan sifat fisik buah sawo menggunakan software Microsoft excel. Variabel citra berupa area, tinggi lebar, perimeter, indeks r dan g dan variabel sifat fisik berat dan total padatan terlarut dianalisis dengan statistik untuk mengetahui korelasi dengan kriteria mutu sampel berdasarkan pemutuan manual. Ukuran statistik yang dipakai adalah rerata, standar deviasi, Q1 (kuartil pertama), median/ Q2 (kuartil kedua), Q3 (kuartil ketiga), nilai minimum dan nilai maksimum. Nilai-nilai variabel mutu yang telah ditabulasi dan kemudian

digambarkan dalam grafik *boxplot*. Hasil analisis akan digunakan dalam penentuan kalimat logika untuk membuat program pemutuan buah sawo.

### 3.3.8 Penyusunan Kalimat Logika Penentuan Mutu Buah Sawo

Input kalimat logika berasal dari analisis *boxplot*. Langkah-langkah pembuatan program yaitu menentukan nilai batas tiap variabel citra dan sifat fisik buah sawo, membuat kalimat logika berdasarkan nilai batas variable citra dan sifat fisik dan mengubah kalimat logika menjadi bahasa pemograman. Sehingga dapat dilakukan proses *training* yang bertujuan untuk mengetahui apakah program bisa memutukan buah sawo secara tepat.

### 3.3.9 Validasi

Validasi dilakukan sebagai pengujian kinerja atau ketepatan prediksi program pemutuan terhadap contoh yang diberikan selama proses pelatihan. Proses ini dilakukan dengan memberikan sampel data yang lain dari proses pelatihan, dan melihat kemampuan program pemutuan memberikan jawaban yang benar. Validasi dilakukan dengan analisa *confusion matriks*.

Analisa *confusion matrix* digunakan untuk memperoleh hasil yang menggambarkan validasi dari program pemutuan. Selain itu *confusion matrix* merupakan tabel yang secara spesifik menunjukkan visualisasi kinerja dari suatu algoritma, terutama pada tahap penelitian yang terawasi. Setiap kolom pada matriks menunjukkan kelas aktual. Di luar bidang kecerdasan buatan, *confusion matrix* disebut juga sebagai tabel kontingensi atau matriks kesalahan.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hubungan korelasi berat buah sawo dengan variabel mutu citra area, tinggi, lebar, perimeter adalah sangat kuat, sedangkan dengan indeks *red* dan *green* adalah sangat rendah dan rendah. Nilai korelasi terhadap area sebesar 0,9584; tinggi sebesar 0,8596; lebar sebesar 0,9354; perimeter sebesar 0,9096; indeks *green* sebesar 0,04 dan indeks *red* sebesar 0,2184.
2. Hubungan korelasi TPT buah sawo dengan variabel mutu citra area, lebar, perimeter dan tinggi adalah sangat kuat dan kuat, sedangkan dengan indeks *red* dan *green* adalah sangat rendah. Nilai korelasi terhadap area sebesar 0,86; tinggi sebesar 0,7897; lebar sebesar 0,8474; perimeter sebesar 0,8460; indeks *green* sebesar 0,1902 dan indeks *red* sebesar 0,0678.
3. Program pemutuan buah sawo dapat digunakan dan memiliki tingkat akurasi sebesar 86,11% yang berarti dapat mengklasifikasikan mutu buah secara benar pada hampir seluruh data validasi.

### 5.2 Saran

Saran yang diberikan untuk mengembangkan penelitian sifat fisik buah sawo:

1. Menambahkan perlakuan umur petik dan daya simpan buah sawo agar mendapat hasil yang lebih signifikan.
2. Pengambilan data sebaiknya dilakukan pada dua sisi buah sawo untuk memperoleh hasil yang lebih akurat.
3. Menambahkan metode HSI agar mendapat hasil yang lebih signifikan pada pengolahan warna.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ahmad, U. 2005. *Pengolahan Citra Digital & Teknik Pemrogramannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Agustiningrum, D.A., B. Susilo., R. Yulianingsih. 2014. Studi Pengaruh Konsentrasi Oksigen Pada Penyimpanan Atmosfer Termodifikasi Buah Sawo. *Jurnal Bioproses Komoditi Tropis*.
- Aji, P. S. 2008. *Aplikasi Image Processing Untuk Menentukan Tingkat Mutu Jeruk Pontianak*. Skirpsi. Bogor: Departemen Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor (IPB).
- Ashari, S. 2006. *Hortikultura Aspek Budidaya*. Edisi Revisi. Jakarta : UI Press.
- Anonim. 2014. *Produksi buah-buahan dalam (Ton) 2009 – 2014*. <http://sumut.bps.go.id/frontend/linkTabelStatis/view/id/310> [Diakses pada 9 april 2017)]
- Ariyantoro, H. 2006. *Budi Daya Tanaman Buah-Buahan*. Klaten: PT. Intan Sejati.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Tanpa tahun “*Teknik budidaya tanamansawo*.” <http://hortikultura.litbang.pertanian.go.id/downloads/Budidaya%20Sawo.pdf>[Diakses pada 9 april 2017)].
- Basuki, A., Jozua, F.P., dan Fatchurrochman. 2005. *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Visual Basic*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Dwihapsari, Y. dan Darminto. 2010. Perancangan dan Pembuatan Penetrometer Untuk Menentukan Konsistensi Tumor Otak. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*.
- Darsyah, M.Y. 2014. Penggunaan Stem And Leaf Dan Boxplot untuk Analisa Data. *JKPM*.
- Hendrawan, Y. dan Sumardi, H. S. 2005. *Pengkajian Karakteristik Mutu Buah Belimbing Manis (Averrhoa Carambola L.) Dengan Teknik Pengolahan Citra*. Departemen Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor (IPB).
- Ihsan, F. dan Wahyudi, A. 2010. Teknik Analisis Kadar Sukrosa Pada Buah Pepaya. *Buletin Teknik Pertanian*.
- Kusumiyati.,Farida., W.Sutari., S.Mubarok. 2017 Mutu Buah Sawo selama periode simpan berbeda. *Jurnal Kultivasi*

- Munir, R. 2004. *Pengolahan Citra Digital Dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: Informatika Bandung.
- Ni'matullah, 2009. Pendugaan Perubahan Kekerasan dan Total Padatan Terlarut (TPT) Buah Sawo (*Manilkara zapote*. L) Selama Penyimpanan dengan Pendekatan Jaringan Syaraf Tiruan. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Fakultas Teknologi Pertanian.
- Nurchahyo, E.N dan Rina, N.S. 1993. *Menanam Sawo di Pot dan di Kebun*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Prakoso, E.S. 2015. Kajian Sifat Fisik Jeruk Manis (*Citrus Sinensis*) Menggunakan Pengolahan Citra Digital. *Skripsi*. Universitas Jember.
- Prohens, J. J. J. Ruiz dan F., Nuez. 1996. *Advancing the tamarillo harvest by induced postharvest ripening*. Hortscience 31(1):109-111.
- Riadi, E. 2016. *Statistika Penelitian (Analisis Manual dan IBM SPSS)*. Yogyakarta: CV. ANDI OFFSET
- Salunkhe, D. K., dan B. B. Desai. 1984. *Post Harvest Biotechnology of Fruits*. Vol II. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida.
- Soedibyo, D. W. 2006. *Pemutuan Edamame (Glycine Max (L.) Merr.) Dengan Menggunakan Pengolahan Citra (Image Processing)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor (IPB).
- Santoso, A. dan Harjoko, A. 2013. Segmentasi Citra Wajah Menggunakan Metode Level Set. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*. ISSN.
- Santoso, B.B. dan Purwoko, B.S. 1995. *Fisiologi dan Teknologi Pasca Panen Tanaman Hortikultura*. Mataram: Indonesia Australia University Project, Universitas Mataram.
- Sunarmani. 1996. *Pengaruh Komposisi Oksigen dan Karbondioksida Dalam Wadah Tertutup Terhadap Mutu dan Daya Simpan Nenas*. Jakarta.
- Sjaifullah. 1997. *Petunjuk Memilih Buah Segar* Jakarta: Penebar Swadaya
- Suhandy, D. 2009. Pendugaan Kandungan Padatan Terlarut Buah Sawo Menggunakan NIR Spektroskopi. *Jurnal Bionatura Vol. 11*.
- Sunarjono, H. 2000. *Prospek Berkebun Buah*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Tampubolon, M. Y. 2006. *Pemutuan Buah Jeruk Manis (Citrus sinensis (L) Osbeck) Menggunakan Algoritma Pengolahan Citra*. Skripsi. Bogor: Departemen Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor (IPB).

LAMPIRAN

Lampiran A. Tabel Sebaran Nilai RGB Pembentuk Citra Obyek *Background*

| No       | RGB Obyek |     |     | RGB Background |     |     |
|----------|-----------|-----|-----|----------------|-----|-----|
|          | (R)       | (G) | (B) | (R)            | (G) | (B) |
| 1        | 49        | 41  | 12  | 111            | 105 | 119 |
| 2        | 46        | 33  | 14  | 94             | 91  | 107 |
| 3        | 48        | 34  | 25  | 104            | 101 | 117 |
| 4        | 58        | 46  | 25  | 96             | 108 | 110 |
| 5        | 68        | 51  | 17  | 110            | 104 | 118 |
| 6        | 47        | 31  | 14  | 114            | 108 | 98  |
| 7        | 49        | 36  | 24  | 107            | 113 | 99  |
| 8        | 48        | 35  | 24  | 110            | 107 | 101 |
| 9        | 50        | 31  | 18  | 107            | 114 | 96  |
| 10       | 68        | 47  | 19  | 109            | 115 | 101 |
| Minimum  | 46        | 31  | 12  | 94             | 91  | 96  |
| Maksimum | 68        | 51  | 25  | 114            | 115 | 119 |

Sumber : Data primer diolah (2018)

Lampiran B. Tabel Hasil Variabel Mutu Citra

| No. | Mutu | Variabel Citra |        |       |           |          |           |
|-----|------|----------------|--------|-------|-----------|----------|-----------|
|     |      | Area           | Tinggi | Lebar | Perimeter | Red      | Green     |
| 1   | A    | 120384         | 438    | 355   | 1208      | 0,529536 | 0,4289554 |
| 2   | A    | 129940         | 470    | 360   | 1463      | 0,528503 | 0,4229675 |
| 3   | A    | 108591         | 420    | 339   | 1149      | 0,521765 | 0,4422705 |
| 4   | A    | 105233         | 428    | 313   | 1096      | 0,542381 | 0,4289533 |
| 5   | A    | 90329          | 387    | 301   | 1007      | 0,534606 | 0,4296092 |
| 6   | A    | 96264          | 384    | 326   | 1256      | 0,474176 | 0,4546152 |
| 7   | A    | 84618          | 386    | 293   | 1007      | 0,613628 | 0,4156113 |
| 8   | A    | 105147         | 406    | 324   | 1191      | 0,559886 | 0,3834265 |
| 9   | A    | 96334          | 396    | 313   | 1138      | 0,520714 | 0,429871  |
| 10  | A    | 93379          | 379    | 309   | 1100      | 0,553887 | 0,4178394 |
| 11  | A    | 97063          | 392    | 310   | 1127      | 0,494757 | 0,4372611 |
| 12  | A    | 89816          | 360    | 316   | 1124      | 0,489142 | 0,4466949 |
| 13  | A    | 131737         | 444    | 377   | 1393      | 0,568358 | 0,3922478 |
| 14  | A    | 91843          | 380    | 306   | 1068      | 0,548717 | 0,3956757 |
| 15  | A    | 84544          | 372    | 298   | 1086      | 0,533753 | 0,4321147 |

| No. | Mutu | Variabel Citra |        |       |           |          |           |
|-----|------|----------------|--------|-------|-----------|----------|-----------|
|     |      | Area           | Tinggi | Lebar | Perimeter | Red      | Green     |
| 16  | A    | 104287         | 426    | 313   | 1129      | 0,567399 | 0,3926903 |
| 17  | A    | 91117          | 381    | 311   | 1087      | 0,512661 | 0,4315638 |
| 18  | A    | 117801         | 466    | 328   | 1185      | 0,531532 | 0,4397651 |
| 19  | A    | 87466          | 367    | 306   | 1092      | 0,484464 | 0,4520456 |
| 20  | A    | 92238          | 390    | 309   | 1030      | 0,568102 | 0,4229227 |
| 21  | A    | 97429          | 396    | 311   | 1185      | 0,55998  | 0,4079667 |
| 22  | A    | 103858         | 408    | 321   | 1165      | 0,556514 | 0,3995643 |
| 23  | A    | 115844         | 426    | 350   | 1164      | 0,571851 | 0,4001239 |
| 24  | A    | 96613          | 411    | 305   | 1083      | 0,509218 | 0,4517358 |
| 25  | A    | 100564         | 389    | 329   | 1211      | 0,555598 | 0,3999796 |
| 26  | A    | 90234          | 418    | 312   | 1124      | 0,649105 | 0,4523555 |
| 27  | A    | 92146          | 388    | 301   | 1083      | 0,491665 | 0,4509318 |
| 28  | A    | 93130          | 395    | 303   | 1134      | 0,525571 | 0,4238705 |
| 29  | A    | 91900          | 363    | 320   | 1081      | 0,542209 | 0,4236195 |
| 30  | A    | 92844          | 376    | 315   | 1063      | 0,552924 | 0,4110609 |
| 31  | A    | 88444          | 382    | 301   | 998       | 0,543714 | 0,4260644 |
| 32  | A    | 108806         | 410    | 346   | 1367      | 0,561704 | 0,386201  |
| 33  | A    | 98313          | 422    | 306   | 1104      | 0,534095 | 0,4221323 |
| 34  | A    | 96029          | 410    | 311   | 1152      | 0,505503 | 0,4612249 |
| 35  | A    | 96720          | 406    | 308   | 1165      | 0,537972 | 0,427285  |
| 36  | A    | 92411          | 388    | 305   | 1071      | 0,547532 | 0,41558   |
| 37  | A    | 89869          | 392    | 301   | 1094      | 0,499198 | 0,456686  |
| 38  | A    | 88724          | 360    | 306   | 1008      | 0,525671 | 0,4357507 |
| 39  | A    | 101394         | 426    | 304   | 1104      | 0,547892 | 0,4086034 |
| 40  | A    | 92460          | 394    | 295   | 1081      | 0,555326 | 0,4094672 |
| 41  | B    | 88101          | 384    | 294   | 987       | 0,519421 | 0,4513344 |
| 42  | B    | 81302          | 358    | 299   | 1031      | 0,517222 | 0,4513555 |
| 43  | B    | 83822          | 393    | 278   | 993       | 0,55765  | 0,4296349 |
| 44  | B    | 85493          | 354    | 302   | 1053      | 0,523353 | 0,4380817 |
| 45  | B    | 84172          | 380    | 284   | 981       | 0,558261 | 0,4124518 |
| 46  | B    | 77530          | 359    | 277   | 956       | 0,533092 | 0,4411221 |
| 47  | B    | 64996          | 357    | 251   | 917       | 0,595012 | 0,4490948 |
| 48  | B    | 85407          | 382    | 292   | 1022      | 0,561489 | 0,4058785 |
| 49  | B    | 80249          | 381    | 274   | 988       | 0,546063 | 0,4260941 |
| 50  | B    | 89269          | 408    | 285   | 1035      | 0,518256 | 0,4470144 |
| 51  | B    | 75906          | 352    | 283   | 933       | 0,564804 | 0,4357773 |
| 52  | B    | 75394          | 326    | 291   | 968       | 0,516039 | 0,4366944 |
| 53  | B    | 85322          | 382    | 285   | 997       | 0,550245 | 0,4184955 |
| 54  | B    | 70381          | 340    | 266   | 924       | 0,52631  | 0,4271878 |

| No. | Mutu | Variabel Citra |        |       |           |          |           |
|-----|------|----------------|--------|-------|-----------|----------|-----------|
|     |      | Area           | Tinggi | Lebar | Perimeter | Red      | Green     |
| 55  | B    | 78492          | 364    | 276   | 937       | 0,545273 | 0,4316053 |
| 56  | B    | 67092          | 328    | 260   | 933       | 0,543955 | 0,4082955 |
| 57  | B    | 89408          | 378    | 292   | 1033      | 0,529741 | 0,4417787 |
| 58  | B    | 72737          | 334    | 280   | 900       | 0,542296 | 0,4290218 |
| 59  | B    | 79938          | 362    | 281   | 1126      | 0,504493 | 0,4425701 |
| 60  | B    | 80737          | 394    | 261   | 970       | 0,562277 | 0,4176502 |
| 61  | B    | 79186          | 370    | 277   | 985       | 0,531848 | 0,4319001 |
| 62  | B    | 82655          | 364    | 293   | 1016      | 0,540391 | 0,4207858 |
| 63  | B    | 68275          | 314    | 285   | 921       | 0,508543 | 0,4412112 |
| 64  | B    | 76690          | 350    | 276   | 950       | 0,530032 | 0,4282649 |
| 65  | B    | 77694          | 354    | 286   | 956       | 0,564801 | 0,4021737 |
| 66  | B    | 82233          | 366    | 290   | 1013      | 0,514005 | 0,4338712 |
| 67  | B    | 83880          | 379    | 287   | 979       | 0,556644 | 0,4183785 |
| 68  | B    | 83204          | 370    | 291   | 1017      | 0,515068 | 0,4327564 |
| 69  | B    | 76152          | 379    | 260   | 971       | 0,525389 | 0,4400548 |
| 70  | B    | 79814          | 356    | 290   | 998       | 0,548224 | 0,4188358 |
| 71  | B    | 84331          | 352    | 308   | 991       | 0,521328 | 0,4392446 |
| 72  | B    | 82949          | 379    | 283   | 979       | 0,530231 | 0,4388112 |
| 73  | B    | 86450          | 356    | 308   | 1015      | 0,516548 | 0,4407278 |
| 74  | B    | 71960          | 368    | 255   | 955       | 0,524877 | 0,4364057 |
| 75  | B    | 81083          | 364    | 284   | 1023      | 0,508622 | 0,4371466 |
| 76  | B    | 86137          | 366    | 299   | 1033      | 0,525573 | 0,4375731 |
| 77  | B    | 86896          | 384    | 297   | 1035      | 0,502723 | 0,4489795 |
| 78  | B    | 83361          | 362    | 294   | 1023      | 0,530586 | 0,4225641 |
| 79  | B    | 78005          | 346    | 287   | 928       | 0,528498 | 0,443942  |
| 80  | B    | 49588          | 294    | 217   | 777       | 0,515826 | 0,4249718 |
| 81  | C    | 56165          | 332    | 218   | 832       | 0,492891 | 0,4390752 |
| 82  | C    | 50888          | 278    | 230   | 783       | 0,535440 | 0,4092150 |
| 83  | C    | 46032          | 306    | 218   | 775       | 0,692357 | 0,4022016 |
| 84  | C    | 47398          | 318    | 217   | 824       | 0,607916 | 0,4415905 |
| 85  | C    | 45163          | 302    | 200   | 759       | 0,511917 | 0,4295182 |
| 86  | C    | 57000          | 320    | 241   | 823       | 0,564217 | 0,4534657 |
| 87  | C    | 55257          | 335    | 217   | 849       | 0,544941 | 0,4205948 |
| 88  | C    | 43065          | 322    | 179   | 744       | 0,522026 | 0,4391162 |
| 89  | C    | 51296          | 322    | 210   | 988       | 0,494592 | 0,4408284 |
| 90  | C    | 51217          | 317    | 214   | 800       | 0,517061 | 0,4244686 |
| 91  | C    | 51960          | 324    | 209   | 813       | 0,50032  | 0,4410779 |
| 92  | C    | 53563          | 324    | 210   | 827       | 0,505624 | 0,4376383 |
| 93  | C    | 56517          | 367    | 209   | 862       | 0,512442 | 0,4373337 |



| No. | Mutu | Variabel Citra |        |       |           |          |           |
|-----|------|----------------|--------|-------|-----------|----------|-----------|
|     |      | Area           | Tinggi | Lebar | Perimeter | Red      | Green     |
| 94  | C    | 52500          | 337    | 229   | 832       | 0,589647 | 0,5025077 |
| 95  | C    | 61020          | 354    | 224   | 911       | 0,485447 | 0,4470850 |
| 96  | C    | 63703          | 347    | 239   | 881       | 0,520230 | 0,4322865 |
| 97  | C    | 57426          | 326    | 225   | 826       | 0,547539 | 0,4173885 |
| 98  | C    | 59026          | 327    | 237   | 816       | 0,521401 | 0,4471935 |
| 99  | C    | 60182          | 348    | 226   | 859       | 0,498080 | 0,4507871 |
| 100 | C    | 61450          | 313    | 252   | 851       | 0,482964 | 0,4588079 |
| 101 | C    | 47810          | 287    | 215   | 745       | 0,528844 | 0,4228802 |
| 102 | C    | 44947          | 308    | 189   | 757       | 0,544945 | 0,3970671 |
| 103 | C    | 48655          | 298    | 215   | 742       | 0,508164 | 0,4551390 |
| 104 | C    | 55190          | 341    | 217   | 894       | 0,525887 | 0,4346905 |
| 105 | C    | 50657          | 340    | 200   | 801       | 0,541976 | 0,4338025 |
| 106 | C    | 54445          | 315    | 225   | 865       | 0,535678 | 0,4258928 |
| 107 | C    | 46840          | 277    | 227   | 760       | 0,572964 | 0,4141438 |
| 108 | C    | 51310          | 346    | 201   | 790       | 0,509403 | 0,4559744 |
| 109 | C    | 52106          | 308    | 219   | 799       | 0,54152  | 0,3960330 |
| 110 | C    | 52639          | 307    | 225   | 796       | 0,56797  | 0,4061701 |
| 111 | C    | 39708          | 269    | 189   | 669       | 0,551641 | 0,4145201 |
| 112 | C    | 46334          | 342    | 212   | 834       | 0,622562 | 0,5041060 |
| 113 | C    | 48876          | 294    | 216   | 749       | 0,506076 | 0,4406642 |
| 114 | C    | 48876          | 294    | 216   | 749       | 0,506076 | 0,4406642 |
| 115 | C    | 57286          | 318    | 231   | 859       | 0,54893  | 0,3935825 |
| 116 | C    | 56237          | 358    | 208   | 871       | 0,532558 | 0,4336050 |
| 117 | C    | 47094          | 294    | 207   | 772       | 0,514806 | 0,4369902 |
| 118 | C    | 60297          | 308    | 253   | 836       | 0,536155 | 0,4254799 |
| 119 | C    | 59182          | 296    | 256   | 826       | 0,526178 | 0,4254335 |
| 120 | C    | 42752          | 286    | 201   | 723       | 0,56852  | 0,4125115 |

### Lampiran C. Tabel Hasil Pengukuran Sifat Fisik

| No. | Mutu | Variabel     |                                |
|-----|------|--------------|--------------------------------|
|     |      | Berat (gram) | Total Padatan Terlarut (°Brix) |
| 1   | A    | 134,11       | 21,00                          |
| 2   | A    | 144,74       | 19,83                          |
| 3   | A    | 120,28       | 21,83                          |
| 4   | A    | 106,77       | 20,00                          |
| 5   | A    | 90,73        | 19,00                          |
| 6   | A    | 99,85        | 18,00                          |

| No. | Mutu | Variabel     |                                |
|-----|------|--------------|--------------------------------|
|     |      | Berat (gram) | Total Padatan Terlarut (°Brix) |
| 7   | A    | 100,60       | 19,00                          |
| 8   | A    | 106,83       | 19,00                          |
| 9   | A    | 96,60        | 18,33                          |
| 10  | A    | 96,70        | 19,00                          |
| 11  | A    | 100,57       | 20,00                          |
| 12  | A    | 93,76        | 21,00                          |
| 13  | A    | 151,41       | 20,67                          |
| 14  | A    | 92,36        | 20,67                          |
| 15  | A    | 90,58        | 21,00                          |
| 16  | A    | 109,38       | 21,33                          |
| 17  | A    | 98,89        | 21,67                          |
| 18  | A    | 121,88       | 18,67                          |
| 19  | A    | 90,28        | 20,33                          |
| 20  | A    | 94,68        | 18,67                          |
| 21  | A    | 95,94        | 18,67                          |
| 22  | A    | 108,61       | 20,33                          |
| 23  | A    | 132,00       | 21,33                          |
| 24  | A    | 105,11       | 18,33                          |
| 25  | A    | 106,82       | 21,33                          |
| 26  | A    | 102,44       | 21,00                          |
| 27  | A    | 92,17        | 20,00                          |
| 28  | A    | 95,20        | 20,00                          |
| 29  | A    | 91,99        | 21,33                          |
| 30  | A    | 91,97        | 18,33                          |
| 31  | A    | 88,05        | 19,00                          |
| 32  | A    | 127,73       | 20,67                          |
| 33  | A    | 97,67        | 20,00                          |
| 34  | A    | 97,21        | 20,67                          |
| 35  | A    | 98,78        | 20,33                          |
| 36  | A    | 99,90        | 19,00                          |
| 37  | A    | 89,83        | 19,00                          |
| 38  | A    | 92,18        | 19,67                          |
| 39  | A    | 99,52        | 21,00                          |
| 40  | A    | 94,92        | 19,67                          |
| 41  | B    | 83,52        | 17,00                          |
| 42  | B    | 81,80        | 16,00                          |
| 43  | B    | 83,86        | 17,17                          |
| 44  | B    | 79,44        | 17,17                          |
| 45  | B    | 75,24        | 16,00                          |

| No. | Mutu | Variabel     |                                |
|-----|------|--------------|--------------------------------|
|     |      | Berat (gram) | Total Padatan Terlarut (°Brix) |
| 46  | B    | 73,33        | 17,33                          |
| 47  | B    | 62,84        | 16,00                          |
| 48  | B    | 82,30        | 16,00                          |
| 49  | B    | 73,78        | 17,00                          |
| 50  | B    | 86,20        | 16,00                          |
| 51  | B    | 77,87        | 16,33                          |
| 52  | B    | 79,84        | 15,00                          |
| 53  | B    | 75,03        | 14,00                          |
| 54  | B    | 84,08        | 14,33                          |
| 55  | B    | 65,89        | 16,00                          |
| 56  | B    | 69,65        | 16,33                          |
| 57  | B    | 61,72        | 16,67                          |
| 58  | B    | 82,90        | 15,67                          |
| 59  | B    | 72,82        | 16,00                          |
| 60  | B    | 71,46        | 17,00                          |
| 61  | B    | 71,94        | 15,67                          |
| 62  | B    | 79,10        | 15,33                          |
| 63  | B    | 80,50        | 17,00                          |
| 64  | B    | 68,90        | 16,00                          |
| 65  | B    | 67,74        | 15,33                          |
| 66  | B    | 75,34        | 15,00                          |
| 67  | B    | 79,52        | 16,00                          |
| 68  | B    | 77,76        | 16,67                          |
| 69  | B    | 81,10        | 16,33                          |
| 70  | B    | 67,25        | 15,33                          |
| 71  | B    | 70,50        | 16,00                          |
| 72  | B    | 86,64        | 15,33                          |
| 73  | B    | 86,97        | 15,67                          |
| 74  | B    | 86,12        | 16,67                          |
| 75  | B    | 61,67        | 16,33                          |
| 76  | B    | 78,44        | 15,33                          |
| 77  | B    | 85,83        | 15,00                          |
| 78  | B    | 74,80        | 17,00                          |
| 79  | B    | 82,60        | 16,00                          |
| 80  | B    | 77,73        | 15,67                          |
| 81  | C    | 39,81        | 14,00                          |
| 82  | C    | 45,27        | 14,00                          |
| 83  | C    | 40,72        | 14,00                          |
| 84  | C    | 40,80        | 15,00                          |

| No. | Mutu | Variabel     |                                |
|-----|------|--------------|--------------------------------|
|     |      | Berat (gram) | Total Padatan Terlarut (°Brix) |
| 85  | C    | 40,14        | 14,00                          |
| 86  | C    | 33,63        | 14,00                          |
| 87  | C    | 48,14        | 15,00                          |
| 88  | C    | 45,19        | 13,00                          |
| 89  | C    | 27,96        | 15,00                          |
| 90  | C    | 40,38        | 15,00                          |
| 91  | C    | 40,97        | 13,00                          |
| 92  | C    | 40,39        | 12,33                          |
| 93  | C    | 40,64        | 13,67                          |
| 94  | C    | 43,30        | 13,67                          |
| 95  | C    | 46,37        | 13,67                          |
| 96  | C    | 49,60        | 12,00                          |
| 97  | C    | 55,78        | 12,00                          |
| 98  | C    | 47,23        | 13,00                          |
| 99  | C    | 50,83        | 13,67                          |
| 100 | C    | 49,40        | 12,67                          |
| 101 | C    | 37,57        | 12,00                          |
| 102 | C    | 30,92        | 13,00                          |
| 103 | C    | 38,82        | 13,00                          |
| 104 | C    | 42,37        | 13,67                          |
| 105 | C    | 35,82        | 13,67                          |
| 106 | C    | 44,41        | 13,33                          |
| 107 | C    | 41,38        | 12,00                          |
| 108 | C    | 35,24        | 12,67                          |
| 109 | C    | 41,85        | 13,00                          |
| 110 | C    | 43,20        | 12,33                          |
| 111 | C    | 30,15        | 14,00                          |
| 112 | C    | 41,75        | 13,00                          |
| 113 | C    | 40,30        | 12,67                          |
| 114 | C    | 50,89        | 12,33                          |
| 115 | C    | 44,83        | 12,67                          |
| 116 | C    | 35,14        | 12,33                          |
| 117 | C    | 53,55        | 14,00                          |
| 118 | C    | 54,86        | 13,67                          |
| 119 | C    | 33,96        | 12,00                          |
| 120 | C    | 30,27        | 13,00                          |