

**PENGGUNAAN DATA ABSORBAN BULIR JERUK SIAM JEMBER  
PADA PANJANG GELOMBANG UV-*Vis* SPECTROSCOPY UNTUK  
MEMBEDAKAN BUAH JERUK BERDASARKAN UMUR SIMPAN**

(SKRIPSI)

Oleh

**Yuni Kurnia Fitri**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2016**

## **ABSTRACT**

### **THE USE OF ABSORBANCE DATA OF JEMBER SIAM ORANGE PULP IN THE UV-Vis SPECTROSCOPY REGION TO DISCRIMINATE ORANGE FRUIT BASED ON SHELF LIFE**

**By**

**YUNI KURNIA FITRI**

The water content in the orange fruit will be reduced during storage. Not only water content, other substance such as flavonoid also be reduced. The purpose of this study was to develop and to predict model to discriminate shelflife orange fruit based on the absorbance data in the UV – Vis (Ultraviolet Visible) region.

This study was conducted with 5 levels of shelflife of orange fruits, namely : 1, 4, 7, 10 and 13 days of storage. The procedure of this research was done through two stages, that is extraction of pulp orange and taking absorbance data of pulp orange using UV-Vis Spectrophotometer.

The results showed that (1) the establishment of a model on the 1<sup>st</sup> day, variance value can be explained by the PC1 is 86% and PC2 is 11%, on the 4<sup>th</sup> day, variance value can be explained by the PC1 is 90% and PC2 is 8%, on the 7<sup>th</sup> day, variance value can be explained by the PC1 is 81% dan PC2 is 16%, on the 10<sup>th</sup> day, variance value can be explained by the PC1 is 62% and PC2 is 29% and the 13<sup>th</sup> day, variance value can be explained by the PC1 is 95% and PC2 is 3% respectively, (2) The best of comparison of classification obtained on the 1<sup>st</sup> day and the 13<sup>th</sup> day with 71,43% of accuracy, 100% of sensitivity, 66,67% of specificity and 33,3% of error value.

---

Key words: Jember Siam orange, UV-Vis Spectroscopy, Classification, PCA, SIMCA

## ABSTRAK

### **PENGGUNAAN DATA ABSORBAN BULIR JERUK SIAM JEMBER PADA PANJANG GELOMBANG UV-*Vis* SPECTROSCOPY UNTUK MEMBEDAKAN BUAH JERUK BERDASARKAN UMUR SIMPAN**

Oleh

**YUNI KURNIA FITRI**

Semakin lama jeruk disimpan maka kadar air yang terdapat pada jeruk akan berkurang. Seiring dengan berkurangnya kadar air yang terdapat pada jeruk, maka senyawa-senyawa lain yang terdapat pada buah jeruk juga akan berkurang, termasuk salah satunya yaitu senyawa flavonoid. Penelitian ini bertujuan untuk (1) membangun model untuk membedakan umur simpan buah jeruk menggunakan data absorban pada panjang gelombang UV – *Vis* (*Ultraviolet – Visible*), (2) menguji model yang dibangun berupa data absorban pada panjang gelombang UV – *Vis*.

Penelitian ini dilakukan dengan 5 tingkat lama penyimpanan buah jeruk, yaitu: 1, 4, 7, 10 dan 13 hari. Prosedur penelitian dilakukan melalui 2 tahapan, yaitu ekstraksi bulir jeruk dan pengambilan data absorban bulir jeruk menggunakan UV – *Vis Spectrophotometer*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) pada pembentukan model hari ke-1, nilai *variance* yang dapat dijelaskan oleh PC1 sebesar 86% dan PC2 sebesar 11%, pada hari ke-4 nilai *variance* yang dapat dijelaskan oleh PC1 sebesar 90% dan PC2 sebesar 8%, pada hari ke-7 nilai *variance* yang dapat dijelaskan PC1 sebesar 81% dan 16%, hari ke-10 didapatkan PC1 sebesar 62% dan PC2 sebesar 29% dan hari ke-13 didapatkan PC1 sebesar 95% dan PC2 sebesar 3%, (2) perbandingan klasifikasi terbaik terdapat pada hari ke-1 dengan hari ke-13 dengan tingkat akurasi sebesar 71,43 %, sensitivitas 100%, spesifisitas 66,67% dan nilai eror sebesar 33,3%.

---

Kata kunci: Jeruk siam Jember, UV – *Vis Spectroscopy*, Klasifikasi, PCA, SIMCA

**PENGGUNAAN DATA ABSORBAN BULIR JERUK SIAM JEMBER  
PADA PANJANG GELOMBANG UV-VIS *SPECTROSCOPY* UNTUK  
MEMBEDAKAN BUAH JERUK BERDASARKAN UMUR SIMPAN**

**Oleh**

**YUNI KURNIA FITRI**

**Skripsi**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
**SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

**Pada**

**Jurusan Teknik Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2016**

**Judul Skripsi : PENGGUNAAN DATA ABSORBAN BULIR  
JERUK SIAM JEMBER PADA PANJANG  
GELOMBANG UV - Vis SPECTROSCOPY  
UNTUK MEMBEDAKAN BUAH JERUK  
BERDASARKAN UMUR SIMPAN**

**Nama Mahasiswa : Yuni Kurnia Fitri**

**Nomor Pokok Mahasiswa : 1214071075**

**Jurusan : Teknik Pertanian**

**Fakultas : Pertanian**



**1. Komisi Pembimbing**

**Dr. Diding Suhandy, S.T.P., M.Agr.**  
NIP 19780303 200112 1 001


**Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si.**  
NIP 19820924 200604 2 001

**2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian**

**Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.**  
NIP. 19650527 199303 1 002

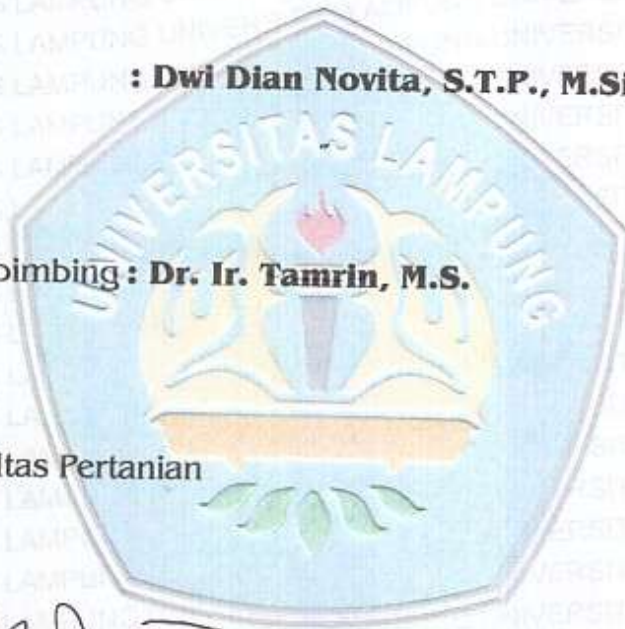
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

Ketua : **Dr. Diding Suhandy, S.T.P., M.Agr.**.....  


Sekretaris : **Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si.**.....  


Penguji  
Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Tamrin, M.S.**.....  

**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si.**  
**NIP. 19611020 198603 1 002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 05 Desember 2016**

## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Yuni Kurnia Fitri NPM 1214071075

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, **1) Dr. Diding Suhandy, S.T.P., M.Agr. dan 2) Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 05 Desember 2016  
Yang membuat pernyataan



(Yuni Kurnia Fitri)  
NPM 1214071075

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di OKU Timur pada tanggal 06 Juni 1995, sebagai anak pertama dari pasangan Bapak Herman dan Ibu Marfu'ah. Penulis menempuh pendidikan di SDN 2 Nusa Raya OKU Timur pada tahun 2000 sampai dengan 2006. Penulis menyelesaikan pendidikan menengah pertama di SMP N 1 Belitang III pada tahun 2009 dan sekolah menengah atas diselesaikan di SMA N 1 Belitang III pada tahun 2012.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2012 melalui jalur SNMPTN Tertulis. Penulis pernah menjabat sebagai Sekretaris Bidang Dana dan Usaha di Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) pada periode 2014 – 2015.

Penulis melaksanakan Praktik Umum di Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri) Kec. Parung Kuda, Kab. Sukabumi, Provinsi Jawa Barat dengan judul **“Proses Pengolahan Sekunder Biji Kakao dan Uji Kelarutan Bubuk Kakao di Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri) Sukabumi”** selama 30 hari mulai tanggal 27 Juli 2015 sampai tanggal 27 Agustus 2015.



Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Kampung Baru,  
Kecamatan Marga Punduh, Kabupaten Pesawaran selama 60 hari mulai tanggal  
18 Januari 2016 sampai tanggal 17 Maret 2016.

**Bismillahirrahmanirrahim**

*Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan?  
(QS: Ar-Rahman 13)*

*Dan Allah tidak menjadikan pemberian bala bantuan itu melainkan sebagai kabar  
gembira bagi kemenanganmu, dan agar tentram hatimu karenanya. Dan  
kemenangan hatimu itu hanyalah dari Allah  
(QS: Ali Imran 126)*

*Sugu yaru - Kanarazu yaru - Dekiru made yaru*

*Ku persembahkan karya kecil ini untuk*

*Bapak dan Umak ku tercinta  
( Herman dan Marfu'ah )*

*Terimakasih atas segala perhatian, kasih sayang, dukungan, do'a dan pengorbanan  
yang tiada hentinya demi kesuksesan masa depanku...*

*Adik ku tersayang  
( Rizki Muhaimin )*

*Terimakasih atas segala dukungan dan do'a selama ini, akur terus ya bro !!*

*Almamater Tercinta Universitas Lampung*

*Teknik Pertanian*

*Tektan angkatan 2012*

## SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“PENGUNAAN DATA ABSORBAN BULIR JERUK SIAM JEMBER PADA PANJANG GELOMBANG UV – *Vis SPECTROSCOPY* UNTUK MEMBEDAKAN BUAH JERUK BERDASARKAN UMUR SIMPAN”** sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian. Penulis menyadari bahwa terselesaikannya kuliah dan penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Diding Suhandy, S.T.P., M.Agr., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing, memotivasi dan memberikan saran selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Kedua serta selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan banyak bimbingan, kritik dan saran yang membangun selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Tamrin, M.S., selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.

4. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
6. Bapak, Umak dan Adikku tercinta. Bapak Herman, Ibu Marfu'ah dan Rizki Muhaimin yang senantiasa memberikan semangat, dukungan, motivasi, nasehat, cinta dan kasih sayang serta do'a yang sangat berarti.
7. Rekan-rekan penelitian sepejuangan, Arion Oktora, Novi Apratiwi dan Riri Iriani yang telah memberikan semangat dan banyak membantu selama penelitian.
8. Sahabat-sahabat terbaikku Sindya Nirwana, Fipit Novi Handayani, Dahlia Rara Rosyali, Juppy Damay Lantika, Anita Tri Handayani, Retno Ayu Maulinda, Risa Inggit Pramitha, Melauren Oktavina Renata dan Eka Puri Wahyuni serta Elis Minarni yang telah memberikan banyak motivasi dan dukungan selama ini. *See you on top ladies.*
9. Teknik Pertanian Angkatan 2012 Universitas Lampung.

Bandar Lampung, Desember 2016

Penulis

**Yuni Kurnia Fitri**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	4
1.3 Manfaat Penelitian .....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Jeruk.....	6
2.1.1 Jenis Tanaman.....	6
2.1.2 Senyawa-senyawa Pada Buah Jeruk .....	7
2.1.3 Flavonoid .....	10
2.2 Umur simpan.....	13
2.3 Pelarut .....	14
2.4 Ekstraksi.....	16
2.5 UV – <i>Vis Spectroscopy</i> .....	17
2.6 Kemometrika, PCA dan SIMCA .....	21
III. METODOLOGI .....	25
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	25
3.2 Alat dan Bahan.....	25

3.2.1	Alat Penelitian.....	25
3.2.2	Bahan Penelitian .....	27
3.3	Prosedur Penelitian .....	28
3.3.1	Ekstraksi Bulir Jeruk.....	28
3.3.2	Pengambilan Spektra .....	29
3.3.3	Analisis Data.....	31
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1	Perubahan Fisik Buah Jeruk Selama Penyimpanan .....	37
4.2	Pembentukan Model Diskriminasi.....	45
4.3	Prediksi Model .....	51
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
5.1	Kesimpulan .....	57
5.2	Saran .....	57
	DAFTAR PUSTAKA .....	58
	LAMPIRAN.....	61

## DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Halaman
	1. Tingkat konsumsi perkapita buah-buahan (kg/perkapita/tahun) .....	2
	2. Kandungan gizi dan mineral lainnya dalam 100 gram buah jeruk. ....	10
	3. Rentangan Spektrum UV - Vis flavonoid.....	11
	4. Pelarut yang umum dan sering digunakan.....	15
	5. Batasan gelombang elektromagnetik.....	17
	6. Tabel <i>Confusion matrix</i> . ....	23
	7. Klasifikasi SIMCA hari ke-1 dengan hari ke-4. ....	51
	8. <i>Confusion matrix</i> hari ke-1 dengan hari ke-4. ....	52
	9. Klasifikasi SIMCA hari ke-1 dengan hari ke-7. ....	52
	10. <i>Confusion matrix</i> hari ke-1 dengan hari ke-7. ....	52
	11. Klasifikasi SIMCA hari ke-1 dengan hari ke-10. ....	53
	12. <i>Confusion matrix</i> hari ke-1 dengan hari ke-10 .....	53
	13. Klasifikasi SIMCA hari ke-1 dengan hari ke-13 .....	53
	14. <i>Confusion matrix</i> hari ke-1 dengan hari ke-13. ....	54
	15. Persentase akurasi, sensitivitas, spesifisitas dan nilai eror. ....	54
<b>Lampiran</b>		
	16. Nilai absorban bulir jeruk siam Jember. ....	62



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	Perbedaan jeruk (a) hari ke-1 dengan hari ke-13 (b) hari ke-1 dengan hari ke-4. ....	3
2.	Jeruk siam. ....	7
3.	Pola kandungan flavonoid total pada tanaman jeruk. ....	12
4.	Kloroform. ....	16
5.	UV – <i>Vis Spectrophotometer</i> . ....	18
6.	Proses penyerapan cahaya oleh zat dalam sampel. ....	20
7.	Peralatan yang digunakan untuk ekstraksi bulir jeruk. ....	26
8.	Jeruk siam Jember.....	27
9.	Proses ekstraksi bulir jeruk menggunakan kloroform. ....	29
10.	Diagram Alir Analisis Data (a) proses kalibrasi (b) proses prediksi ....	32
11.	Tampilan awal Unscrambler. ....	33
12.	Tampilan cara import data. ....	34
13.	Proses pembentukan model.....	35
14.	Proses prediksi model. ....	36
15.	Perubahan sifat fisik jeruk siam Jember. ....	38
16.	Hasil ekstraksi bulir jeruk (a) hari ke-1 dan (b) hari ke-13.....	39
17.	Grafik spektra original bulir jeruk siam Jember pada panjang gelombang 190-1100 nm. ....	40

18. Hasil proses <i>Hotteling ellipse T2</i> . .....	41
19. Grafik Spektra bulir jeruk siam Jember setelah proses <i>Hotteling ellipse T2</i> pada panjang gelombang 190 – 1100 nm.....	41
20. Spektra bulir jeruk setelah eliminasi sampel pada panjang gelombang 190 – 1100 nm. ....	42
21. Grafik skor bulir jeruk. ....	43
22. Grafik <i>X - loading</i> bulir jeruk. ....	44
23. Grafik <i>explained variance</i> . ....	45
24. Model hari ke-1. ....	46
25. Model hari ke-4. ....	47
26. Model hari ke-7. ....	48
27. Model hari ke-10. ....	49
28. Model hari ke-13. ....	50
29. Grafik akurasi, sensitivitas, spesifisitas dan nilai eror. ....	55

### **Lampiran**

30. Pengambilan bulir dan penimbangan sampel bulir jeruk.....	79
31. Penghancuran bulir jeruk. ....	79
32. Penambahan kloroform 2 mL. ....	80
33. Penyaringan sampel. ....	80
34. Penambahan kloroform sebanyak 5 mL. ....	81
35. Hasil ekstraksi bulir jeruk. ....	81
36. Proses pengambilan spektra. ....	82

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Salah satu buah-buahan yang banyak diminati di Indonesia adalah jeruk, hal ini disebabkan karena rasanya yang segar serta banyak mengandung vitamin C.

Selain itu jeruk merupakan buah yang tersedia sepanjang tahun, karena tanaman jeruk tidak mengenal musim berbunga yang khusus. Salah satu jeruk yang banyak dikembangkan di Indonesia karena disukai konsumen adalah jeruk siam. Jeruk siam lebih disukai karena memiliki rasa yang manis, harum, daging buahnya lunak, mengandung banyak air dan kulitnya mudah dikupas (Wulansari, dkk., 2015).

Data konsumsi per kapita hortikultura yang dikeluarkan oleh Pusat Kajian Hortikultura Tropika IPB menyebutkan bahwa konsumsi per kapita masyarakat untuk buah jeruk masih besar. Tingginya tingkat konsumsi perkapita masyarakat pada buah jeruk dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat konsumsi perkapita buah-buahan (kg/perkapita/tahun) di Indonesia.

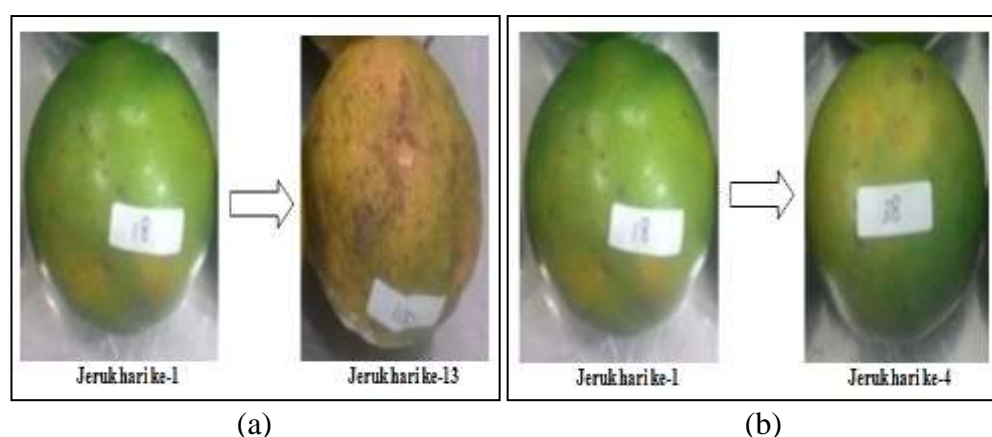
Buah-Buahan	2002	2005	2008	2011
Apel	0,62	0,78	1,04	0,94
Jeruk	1,98	6,14	3,59	2,96
Alpukat	0,26	0,10	0,52	0,16
Durian	0,94	0,21	1,61	0,42
Mangga	0,31	0,26	0,62	2,39

Sumber: Pusat Kajian Hortikultura Tropika IPB (2013) dalam Herista (2015)

Namun, tingginya permintaan pasar terhadap buah jeruk ini tidak diimbangi dengan produksi buah jeruk yang dihasilkan di Indonesia, sehingga masih banyak jeruk-jeruk impor yang beredar. Rendahnya produksi buah jeruk di Indonesia disebabkan karena sentra penanaman jeruk yang masih terbatas. Menurut Permadi (2007) pengembangan sentra produksi jeruk masih terbatas di Garut (Jawa Barat), Tawangmangu (Jawa Tengah), Batu (Jawa Timur), Tejakula (Bali), Selayar (Sulawesi Selatan), Pontianak (Kalimantan Barat) dan Medan (Sumatera Utara).

Menurut Kitinoja dan Kader (2002) penanganan pasca panen yang baik merupakan langkah awal dalam menjaga kesegaran produk pertanian. Kerusakan pada saat pasca panen disebabkan oleh beberapa faktor mekanis, diantaranya adalah cara panen yang kasar, penumpukan buah yang berlebihan dan cara yang tidak tepat dalam proses penyortiran. Faktor-faktor ini dapat menyebabkan memar dan luka pada permukaan buah jeruk sehingga menyebabkan susut dan rendahnya mutu pasca panen. Selain beberapa faktor tersebut, faktor pengangkutan (transportasi) selama distribusi juga berpengaruh terhadap kualitas produk yang dihasilkan.

Di Indonesia, pendistribusian buah jeruk masih menjadi salah satu masalah yang besar karena wilayah Indonesia yang sangat luas sehingga menyebabkan pendistribusian jeruk antar daerah menempuh jarak yang cukup jauh dan waktu yang cukup lama. Menurut Anggraini (2015) secara umum buah jeruk matang mengandung kadar air yang tinggi yaitu sebesar 77 – 92 %. Semakin lama jeruk disimpan maka kadar air yang terdapat pada jeruk akan berkurang. Seiring dengan berkurangnya kadar air yang terdapat pada jeruk, maka senyawa-senyawa lain yang terdapat pada buah jeruk juga akan berkurang, termasuk salah satunya yaitu senyawa flavonoid. Selawa, dkk. (2013) mengemukakan bahwa proses pemanasan dapat menyebabkan berkurangnya kadar flavonoid. Dengan berkurangnya kadar flavonoid ini, maka akan berakibat pada keadaan buah jeruk menjadi tidak segar. Kondisi tersebut dapat mengakibatkan kerugian terhadap para pedagang karena konsumen buah jeruk lebih memilih buah jeruk yang masih segar, sedangkan buah jeruk yang tidak segar nilai ekonomisnya akan semakin berkurang.



Gambar 1. Perbedaan jeruk (a) hari ke-1 dengan hari ke-13 (b) hari ke-1 dengan hari ke-4.

Gambar 1 menunjukkan bahwa perbedaan jeruk hari ke-1 dengan hari ke-13 dapat terlihat dengan jelas. Namun pada hari ke-1 dengan hari ke-4 buah jeruk sulit dibedakan, hal ini berpotensi menyebabkan terjadinya kecurangan yang dilakukan oleh oknum pedagang sehingga dapat merugikan konsumen. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian menggunakan sebuah metode baru untuk menduga umur simpan buah jeruk buah jeruk secara tepat.

Salah satu cara untuk mengetahui umur simpan buah jeruk adalah dengan mendeteksi kandungan flavonoid pada buah jeruk. Kandungan flavonoid dapat diketahui dengan cara menganalisis data absorban dari bulir jeruk pada panjang gelombang tertentu menggunakan alat *UV – Vis Spectrophotometer*. *UV – Vis Spectrophotometer* adalah instrumen yang digunakan untuk pengukuran jumlah radiasi *UV – Vis* yang diserap oleh suatu zat dalam larutan (Behera, dkk., 2012).

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membangun model untuk membedakan umur simpan buah jeruk menggunakan data absorban bulir jeruk pada panjang gelombang *UV – Vis*.
2. Menguji model yang dibangun berupa data absorban bulir jeruk pada panjang gelombang *UV – Vis* untuk membedakan umur simpan buah jeruk.

### 1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Mengetahui data absorban pada panjang gelombang UV – *Vis Spectrophotometer* yang diperoleh dari hasil ekstraksi bulir jeruk.
2. Membangun model yang diharapkan dapat dijadikan dasar untuk membangun sebuah sistem yang dapat digunakan untuk menduga umur simpan buah jeruk.
3. Menciptakan perdagangan buah jeruk yang bebas dari pencampuran antara buah segar dan buah tidak segar yang dapat merugikan konsumen.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Jeruk

#### 2.1.1 Jenis Tanaman

Menurut Kemenristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (2006) dalam Permadi (2007), klasifikasi botani tanaman jeruk adalah sebagai berikut:

Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Rutales
Keluarga	: Rutaceae
Genus	: Citrus
Spesies	: <i>Citrus sp.</i>

AAK (1994) menyebutkan bahwa jenis-jenis jeruk yang terdapat di Indonesia cukup banyak, diantaranya yaitu jenis jeruk manis, keprok, besar, lemon, sitrun dan hibrid. Salah satu jenis unggul dari jeruk keprok adalah jeruk siam. Jeruk siam merupakan salah satu jenis jeruk yang banyak dikembangkan di Indonesia karena produksinya tinggi dan disukai konsumen. Pengembangan jeruk siam dalam lima tahun terakhir ini semakin pesat karena permintaan pasar terhadap



komoditas ini cukup baik. Tetapi karena pengelolaannya mulai dari penanaman, pemeliharaan, pemanenan, dan penanganan pasca panen masih dilakukan secara ekstensif dan sederhana, menyebabkan buah jeruk siam belum dapat memenuhi persyaratan standar mutu untuk buah ekspor.



Gambar 2. Jeruk siam.

Sumber: <http://ballitjestro.litbang.deptan.go.id>.

### 2.1.2 Senyawa-senyawa Pada Buah Jeruk

Menurut Copriady, dkk. (2005), berdasarkan uji fitokimia yang telah dilakukan, jeruk mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu kumarin, flavonoid, steroid, dan minyak atsiri. Menurut Murakami (1999) dalam Copriady, dkk. (2005) jeruk purut mengandung senyawa kumarin yang berfungsi sebagai inhibitor dan penghambat pembentukan gas NO dalam sel. Selain itu senyawa kumarin dan turunannya juga memiliki aktifitas biologis diantaranya sebagai antikoagulan darah, antibiotik dan penghambat efek karsinogenik (Murray, 1982 dalam Copriady, dkk., 2005).

Menurut Devy, dkk. (2010) tanaman jeruk mengandung metabolit sekunder, flavonoid, karotenoid dan limonoid yang banyak terdapat dalam daun, kulit buah, biji dan bulir (*pulp*). Flavonoid merupakan salah satu kelas dari polifenol yang terdiri dari beberapa sub kelas seperti *flavone*, *flavonol*, *flavononol*, *flavan* dan *anthocyanin*. Menurut Peterson dan Dwyer (2000) dalam Rahmat (2009) senyawa *flavonon* terdapat pada famili jeruk, biasanya mengandung gula yang berkontribusi pada karakteristik flavor.

Buah jeruk segar banyak mengandung senyawa-senyawa yang bermanfaat bagi tubuh manusia. Senyawa utama yang terkandung di dalam buah jeruk segar adalah vitamin C, asam folat, serat, flavonoid, dan karbohidrat.

#### 1. Vitamin C

Kandungan vitamin C yang terdapat pada buah jeruk merupakan sumber vitamin C terbaik. Vitamin C dikenal sebagai antioksidan yang berperan melawan gejala-gejala atau penyakit yang berhubungan dengan usia.

Beberapa penelitian membuktikan bahwa makanan yang mengandung kadar vitamin C yang tinggi dapat menurunkan resiko terjadinya berbagai jenis kanker dan kerusakan jantung. Selain itu, vitamin C juga berperan penting dalam sistem imunisasi, terutama selama musim flu.

#### 2. Asam Folat

Asam folat jeruk merupakan sumber alami asam folat. Penelitian terbaru yang didukung lembaga pengawasan obat dan makanan Amerika (FDA) dan dipublikasikan dalam the American Journal of Clinical Nutrition, memperkirakan bahwa wanita yang tidak memetabolisme asam folat beresiko

tinggi melahirkan bayi dengan *down syndrome*. Penelitian lain juga menyebutkan bahwa asam folat bisa membantu mencegah penyakit fatal yang berkaitan dengan usia, seperti penyakit jantung, kanker, bahkan Alzheimer.

### 3. Serat

Nilai serat yang terkandung dalam satu buah jeruk setara dengan 12% nilai serat yang dibutuhkan per hari. Serat dalam jeruk dapat membantu menurunkan kadar kolesterol dalam darah, menurunkan resiko penyakit jantung, dan membantu proses pencernaan.

### 4. Flavonoid

Salah satu senyawa antioksidan yang banyak terkandung dalam buah jeruk yaitu flavonoid. Senyawa antioksidan ini berfungsi untuk menetralkan kerusakan yang disebabkan radikal bebas.

### 5. Karbohidrat

Karbohidrat yang terkandung dalam satu buah jeruk berukuran sedang adalah sebanyak 45 kalori. Karbohidrat sangat penting sebagai sumber energi tubuh, terutama untuk otak, serta sebagai sumber energi untuk berolahraga.

Buah jeruk merupakan salah satu jenis buah yang banyak dipilih untuk dikonsumsi karena buah jeruk mempunyai manfaat yang banyak dan beragam. Selain itu, kandungan gizi yang terdapat pada buah jeruk juga cukup banyak dan beragam. Kandungan gizi dan mineral lainnya pada buah jeruk per 100 gram dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan gizi dan mineral lainnya dalam 100 gram buah jeruk.

No	Komponen Zat Gizi	Jenis Jeruk	
		Kepronk	Manis
1	Vitamin A (I.U)	400,0	200,0
2	Vitamin B (I.U)	60,0	60,0
3	Vitamin C (I.U)	60,0	30,0
4	Protein (g)	0,5	0,5
5	Lemak (g)	0,1	0,1
6	Hidrat Arang (g)	8,0	10,0
7	Besi (mg)	-	0,3
8	Kapur (mg)	40,0	40,0
9	Phospor (mg)	20,0	20,0

Sumber: Catatan Dr. Wagenaar, M (AAK,1994).

### 2.1.3 Flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu golongan fenol alam terbesar yang terdapat pada tumbuhan hijau yang tersebar pada semua bagian tumbuhan termasuk daun, akar, kayu, kulit, tepung sari, nektar, bunga, buah dan biji. Fenol atau asam karbolat atau benzenol adalah zat kristal tidak berwarna yang memiliki bau khas yang sering dijadikan sebagai komponen utama pada antiseptik, selain itu senyawa fenol juga sering digunakan untuk pengukuran konsentrasi karbohidrat dan protein dalam metode asam sulfur. Flavonoid mempunyai sejumlah kegunaan, yaitu sebagai pengatur fotosintesis dan pertumbuhan tanaman, sebagai antibiotik terhadap penyakit kanker dan ginjal, menghambat pendarahan dan sebagai bahan aktif dalam pembuatan insektisida nabati dari kulit jeruk manis. Salah satu cara yang digunakan untuk menganalisis struktur flavonoid adalah menggunakan spektroskopi serapan ultraviolet dan serapan tampak (*visible*) (Markham, 1988).

Menurut Markham (1988) spektrum flavonoid biasanya ditentukan dalam larutan dengan pelarut metanol atau etanol. Rentangan serapan spektrum UV – Vis flavonoid dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rentangan Spektrum UV - Vis flavonoid

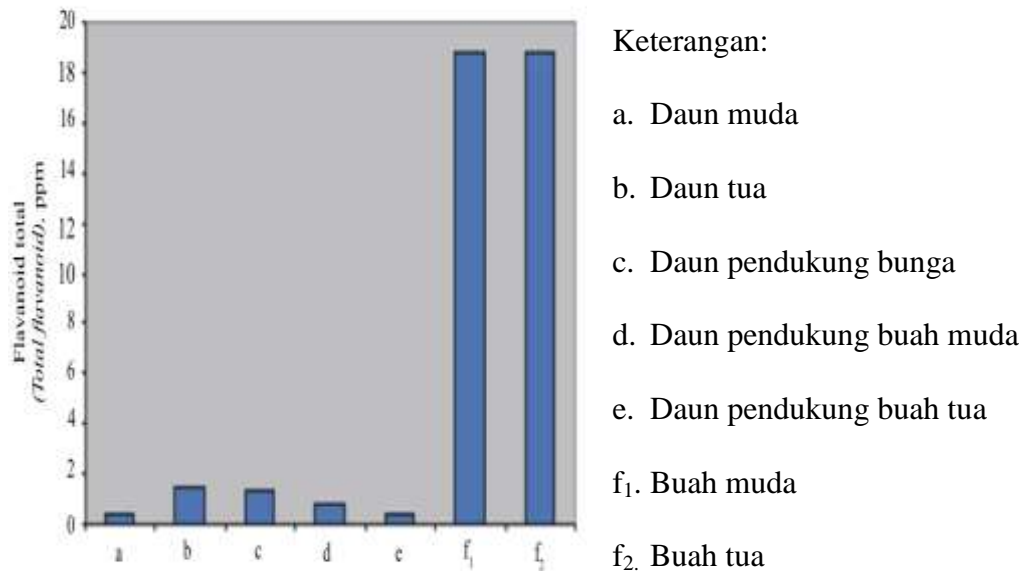
<b>Pita II (nm)</b>	<b>Pita I (nm)</b>	<b>Jenis flavonoid</b>
250 - 280	310 – 350	Flavon
250 - 280	330 – 360	Flavonol (3-OH tersubstitusi)
250 -280	350 385	Flavonol (3-OH bebas)
245 - 275	310 - 330 bahu	Isoflavon
	kira-kira 320 puncak	Isoflavon (5-deoksi-6,7-dioksisenasi)
275 - 295	300 - 330 bahu	Flavanon dihidroflavonol
230 - 270 (kekuatan rendah)	340 – 390	Khalkon
230 - 270 (kekuatan rendah)	380 – 430	Auron
270 - 280	465 – 560	Antosianidin dan antosianin

Tanaman jeruk mengandung berbagai bahan aktif yang penting bagi kesehatan, diantaranya adalah vitamin C, flavonoid, karotenoid, limonoid, dan mineral.

Kandungan flavonoid pada tanaman jeruk memiliki pola yang teratur. Pada daun muda, kandungan flavonoid masih rendah, kemudian meningkat dengan makin tuanya daun, dimana fotosintesis terjadi. Selain itu, kandungan senyawa flavonoid ini diduga dialirkan dari daun ke bunga dan buah, hal itu dapat dilihat dengan makin menurunnya kandungan flavonoid pada daun pendukung bunga dan pendukung buah (Devy, dkk., 2010).

Flavonoid total meningkat tajam pada buah muda maupun buah tua. Menurut Lewinsonh, dkk. (1989) peningkatan konsentrasi flavonoid terjadi karena adanya peningkatan enzim *chalcone syntase*, salah satu prekursor pembentuk flavonoid.

Peningkatan kandungan flavonoid pada tanaman jeruk dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pola kandungan flavonoid total pada tanaman jeruk.

Sumber: Devy, dkk. (2010)

Tanaman jeruk mengandung berbagai senyawa flavonoid (Nogata, dkk. 2006 dalam Cano, dkk. 2008). Cano, dkk. (2008) telah melakukan penelitian mengenai senyawa bioaktif pada bulir jeruk dengan varietas yang berbeda, jeruk yang digunakan adalah varietas mandarin (Clementine, Satsume dan kelompok hibrid) dan orange (Navel, Common dan kelompok Sanguine). Salah satu senyawa yang diukur adalah kandungan flavonoid. Metode yang digunakan untuk pengukuran flavonoid adalah dengan cara mencampurkan 15 g bulir jeruk dengan 10 mL DMSO/MeOH (1:1, v/v) dan dihomogenisasi selama 60 detik pada 1000 rpm, lalu sampel disentrifugasi pada 4°C selama 30 menit pada 12000 rpm, kemudian disaring menggunakan kertas saring 0,45 µm yang digunakan untuk analisis menggunakan HPLC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan glikosida

flavanone lebih banyak diidentifikasi pada bulir jeruk varietas orange dibandingkan varietas mandarin. Kandungan flavonoid pada varietas jeruk mandarin bervariasi yaitu antara 15,8 – 62,8 mg/ 100 g, sedangkan pada varietas orange bervariasi antara 56,9 – 193,4 mg/100 g.

## **2.2 Umur simpan**

Ahmad (2013) menyebutkan bahwa perubahan pada produk hortikultura yang umum adalah penurunan kualitas dimulai saat dipanen, sehingga penanganan pascapanen yang baik harus dimulai sejak produk dipanen. Dengan kata lain, umur simpan produk hortikultura dihitung sejak produk dipanen, bukan ketika siap disimpan. Dengan demikian, ketuaan saat panen, cara panen dan waktu panen adalah faktor-faktor penting yang berkaitan dengan kualitas dan umur simpan dari produk hortikultura segar.

Menurut Institute of Food Science and Technology (1974) dalam Herawati (2008), umur simpan produk pangan merupakan selang waktu antara saat produksi hingga konsumsi dimana berada dalam kondisi yang bagus berdasarkan karakteristik penampakan, rasa, aroma, tekstur dan nilai gizi.

Floros dan Gnanasekharan (1993) dalam Herawati (2008) menyatakan bahwa terdapat enam faktor utama yang mengakibatkan terjadinya penurunan mutu atau kerusakan pada produk pangan, yaitu massa oksigen, uap air, cahaya, mikroorganisme, kompresi atau bantingan dan bahan kimia toksik atau *off flavor*. Faktor-faktor tersebut dapat menyebabkan terjadinya penurunan mutu lebih lanjut, seperti oksidasi lipida, kerusakan vitamin, kerusakan protein, perubahan bau,

reaksi pencoklatan, perubahan unsur organoleptik, dan kemungkinan terbentuknya racun. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya perubahan pada produk pangan menjadi dasar dalam menentukan titik kritis umur simpan. Titik kritis ditentukan berdasarkan faktor utama yang sangat sensitif serta dapat menyebabkan terjadinya perubahan mutu produk selama distribusi, penyimpanan hingga konsumsi.

### **2.3 Pelarut**

Pelarut merupakan zat kimia yang berguna untuk melarutkan atau mengencerkan zat kimia yang lain. Pelarut dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu pelarut non-polar, pelarut polar aprotic dan pelarut polar protic. Untuk memperkirakan kelarutan suatu senyawa dengan suatu pelarut erat hubungannya dengan kepolaran, artinya senyawa yang bersifat polar akan larut baik dalam pelarut yang polar dan senyawa yang bersifat non polar akan larut baik dalam pelarut non polar.

Kloroform sering digunakan sebagai bahan pembius dan bahan pelarut non polar. Pada suhu normal, kloroform adalah cairan yang mudah menguap, jernih, tidak berwarna, dan tidak mudah terbakar. Kloroform merupakan turunan asam format dan termasuk senyawa polihalogen yaitu senyawa turunan karboksilat yang mengikat lebih dari satu atom halogen. Kata kloroform berasal dari kata halogen dan formiat yang artinya struktur senyawa dapat diturunkan dari asam formiat dengan menggantinya dengan atom halogen. Beberapa pelarut yang umum dan sering digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.



Tabel 4. Pelarut yang umum dan sering digunakan.

Golongan	Nama Pelarut	Titik didih (°C)
Hidrokarbon	Pentana	36
	Heksana	69
	Benzena	80
	Toluen	111
Campuran Hidrokarbon	Petroleum eter	30 – 60
	Ligroin	60 – 90
Kloroform	Metilenklorida	40
	Kloroform	61
	Karbontetraklorida	77
Alkohol	Metanol	65
	Etanol	78
Eter	Dietil eter	
	Dioksan	
	1,2-dimetoksietan	
Lain-lain	Asam asetat	118
	Anhidrida asetat	140
	Pirinidin	115
	Aseton	56

Sumber: Ibrohim dan Sitorus (2013)

Kloroform atau triklorometan mempunyai struktur  $\text{CHCl}_3$  dan berat molekul 119,39 gr/mol serta komposisinya meliputi 10,05 % C, 0,84% H, dan 89,10% Cl. Kloroform disebut juga haloform disebabkan karena brom dan klor juga bereaksi dengan metil keton, yang menghasilkan masing-masing bromoform ( $\text{CHBr}_3$ ) dan kloroform ( $\text{CHCl}_3$ ). Hal ini disebut  $\text{CHX}_3$  atau haloform, maka reaksi ini sering disebut reaksi haloform (Fessenden dan Fessenden, 1990).



Gambar 4. Kloroform.

## 2.4 Ekstraksi

Menurut Sulihono, dkk. (2012) ekstraksi merupakan suatu proses pemisahan dari bahan padat maupun cair dengan bantuan pelarut. Pelarut yang digunakan harus dapat mengekstrak substansi yang diinginkan tanpa melarutkan material yang lainnya. Prinsip ekstraksi adalah melarutkan minyak atsiri dalam bahan pangan dengan pelarut organik yang mudah menguap. Ekstraksi dengan pelarut organik umumnya digunakan untuk mengekstraksi minyak atsiri yang mudah rusak oleh pemanasan dengan uap air, terutama untuk mengekstrak minyak dari bunga-bunga. Pelarut yang biasanya digunakan dalam ekstraksi adalah petroleum, eter, benzena dan alkohol (Guenther, 1987 dalam Munawaroh dan Handayani, 2010).

Teknik ekstraksi kulit jeruk dilakukan dengan cara memotong kulit jeruk seluas  $1 \times 1 \text{ cm}^2$ , kemudian dihancurkan menggunakan mortar. Kulit jeruk yang telah

hancur disaring menggunakan membran filter, lalu hasil dari saringan kulit jeruk diencerkan dengan menggunakan pelarut (*kloroform/benzene/hexane*) sebanyak 10 mL, hasil dari ekstraksi kulit jeruk ini yang akan digunakan untuk pengambilan data absorban pada panjang gelombang UV – Vis (Suhandy, 2016).

## 2.5 UV – Vis Spectroscopy

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dapat merambat walau tidak ada medium. Gelombang elektromagnetik terdiri atas tujuh macam gelombang yang dibedakan berdasarkan panjang gelombang diantaranya yaitu ultraviolet (UV) dan sinar tampak (*visible*) (Behera, 2012). Batasan panjang gelombang elektromagnetik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Batasan gelombang elektromagnetik

Nama gelombang	Panjang gelombang
Far ultraviolet	10 – 200 nm
Near ultraviolet	200 – 400 nm
Visible	400 – 750 nm
Near infrared	0.75 – 2.2 $\mu\text{m}$
Mid infrared	2.5 – 50 $\mu\text{m}$
Far infrared	50 – 1000 $\mu\text{m}$

Spektroskopi adalah salah satu metode dalam kimia analisis yang digunakan untuk menentukan komposisi suatu sampel baik secara kualitatif maupun kuantitatif yang didasarkan pada interaksi antara materi dengan cahaya. Peralatan yang digunakan dalam spektroskopi disebut spektrophotometer. Cahaya yang dimaksud dapat berupa cahaya visible, UV dan inframerah. Sedangkan materi dapat berupa atom dan molekul namun yang lebih berperan adalah elektron valensi (Ibrahim dan Sitorus, 2013).

Alat pengambilan spektra yang digunakan pada penelitian ini adalah GENESYS 10S Spectrophotometer (Thermo Electron Scientific Instrumen, USA) yang bekerja pada panjang gelombang 190 —1100 nm. Sumber cahaya yang digunakan adalah lampu *Xenon flash*. Cahaya yang dihasilkan gelombang listrik akan diteruskan menuju monokromotor. Monokromotor adalah piranti optis yang memancarkan berkas dari sumber cahaya yang berkesinambungan sesuai dengan gelombang yang diinginkan. Cahaya dari monokromotor ini kemudian akan diteruskan melalui cermin yang berotasi ke detektor. Detektor yang digunakan adalah dioda silikon ganda ( *Dual silicon photodiodes*). Detektor akan memberikan respon terhadap radiasi pada berbagai macam panjang gelombang yang telah ditentukan secara bergiliran dan berulang. Sinyal dari detektor akan diproses dan diubah ke digital hasilnya dapat diolah dengan komputer yang telah terprogram.



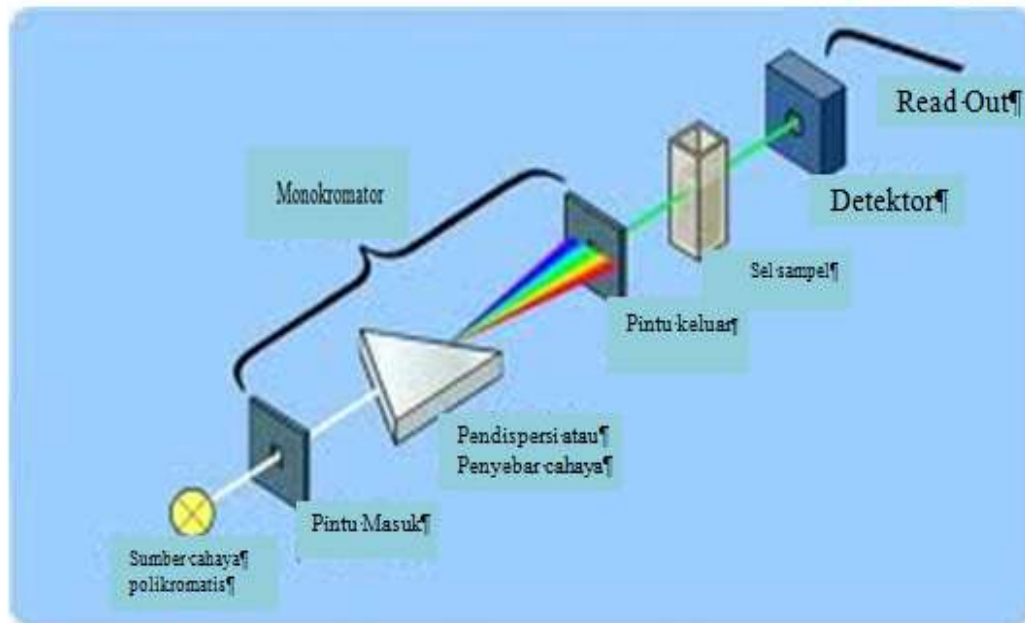
Gambar 5. UV – Vis Spectrophotometer.

Neldawati (2013) menyebutkan bahwa ketika cahaya dengan panjang berbagai panjang gelombang (cahaya polikromatis) mengenai suatu zat, maka cahaya

dengan panjang gelombang tertentu saja yang akan diserap. Di dalam suatu molekul yang memegang peranan penting adalah elektron valensi dari setiap atom yang ada hingga terbentuk 3 materi. Elektron-elektron yang dimiliki oleh suatu molekul dapat berpindah (eksitasi), berputar (rotasi) dan bergetar (vibrasi) jika dikenai suatu energi. Jika zat menyerap cahaya tampak dan UV maka akan terjadi perpindahan elektron dari keadaan dasar menuju ke keadaan tereksitasi. Perpindahan elektron ini disebut transisi elektronik.

Apabila cahaya yang diserap adalah cahaya inframerah maka elektron yang ada dalam atom atau elektron ikatan pada suatu molekul dapat hanya akan bergetar (vibrasi). Sedangkan gerakan berputar elektron terjadi pada energi yang lebih rendah lagi misalnya pada gelombang radio. Atas dasar inilah spektroskopi dirancang untuk mengukur konsentrasi suatu zat yang ada dalam suatu sampel, dimana zat yang ada di dalam sel sampel disinari dengan cahaya yang memiliki panjang gelombang tertentu. Ketika cahaya mengenai sampel sebagian akan diserap, sebagian akan dihamburkan dan sebagian lagi akan diteruskan.

Pada spektroskopi, cahaya datang atau cahaya masuk atau cahaya yang mengenai permukaan zat dan cahaya setelah melewati zat tidak dapat diukur, yang dapat diukur adalah transmittansi atau absorbansi. Proses penyerapan cahaya oleh suatu zat dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Proses penyerapan cahaya oleh zat dalam sampel.  
(Sumber: <http://zaidanalrazi.blogspot.co.id/2012/04/spectrofotometer-uv-vis.html>).

Cahaya yang diserap diukur sebagai absorbansi ( $A$ ) sedangkan cahaya yang dihamburkan diukur sebagai transmittansi ( $T$ ), dinyatakan dengan hukum Lambert-Beer berbunyi:

“Jumlah radiasi cahaya tampak (ultraviolet, inframerah dan sebagainya) yang diserap atau ditransmisikan oleh suatu larutan merupakan suatu fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan tebal larutan”.

Secara matematis, hukum Lambert-Beer dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$A = a \times b \times c \dots\dots\dots (1)$$

Dimana,  $A$  = absorbansi  
 $a$  = absorptivitas molar  
 $b$  = lebar celah  
 $c$  = konsentrasi

Dari persamaan di atas dapat diketahui bahwa serapan ( $A$ ) tidak memiliki satuan dan biasanya dinyatakan dengan unit absorbansi. Molar pada persamaan di atas

adalah karakteristik suatu zat yang menginformasikan berapa banyak cahaya yang diserap oleh molekul zat tersebut pada panjang gelombang tertentu. Semakin besar nilai absorptivitas molar suatu zat maka nilai serapan ( $A$ ) akan semakin besar (Behera, 2012).

## 2.6 Kemometrika, PCA dan SIMCA

Kemometrika adalah ilmu yang menggunakan matematika, statistik, logika formal dalam merancang suatu prosedur eksperimental untuk memberikan informasi yang relevan dalam menganalisis (Hopke, 2003 dalam Assifa, 2013). Selain itu, Adam (2004) menyebutkan bahwa kemometrika secara umum telah diakui sebagai subjek untuk dipelajari dan diteliti oleh semua ahli kimia dengan menerapkan operasi matematika dan statistik untuk membantu pengelompokan data. Meskipun, pada awal penggunaannya hanya untuk mengolah data spektra, akan tetapi saat ini kemometrika dalam spektroskopi digunakan untuk meningkatkan kualitas data dalam jangka waktu yang cepat (Rohman, 2014 dalam Gulo, 2016).

PCA merupakan teknik statistik yang diaplikasikan untuk satu kumpulan variabel dimana variabel tersebut berhubungan dengan lainnya. Tujuan PCA adalah untuk menjelaskan bagian dari variasi dalam kumpulan variabel yang diamati atas dasar beberapa dimensi (Umar, 2009). Lebih lanjut Johnson dan Wichern (2007) menyebutkan bahwa PCA berkaitan dengan menjelaskan struktur variansi-kovarians dari satu set variabel melalui kombinasi linear beberapa variabel-variabel. Tujuan umum dari PCA adalah reduksi data dan interpretasi. Variabel-variabel baru disebut sebagai *principle component* (PC) dan nilai-nilai bentukan

dari variable ini disebut sebagai *principle component score* (PCs). Dengan menggunakan PCA data yang tadinya sebanyak n variabel akan direduksi menjadi k variabel baru (*principle component*) dengan jumlah k lebih sedikit dari jumlah n, dan hanya dengan menggunakan k *principle component* akan menghasilkan nilai yang sama dengan menggunakan n variabel.

Perhitungan pada PCA didasarkan pada perhitungan nilai eigen dan vektor eigen yang menyatakan penyebaran data dari suatu dataset. Adapun algoritma PCA secara umum adalah sebagai berikut:

1. Hitung matriks kovarian dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Cov}(xy) = \frac{\sum xy}{n} - (\bar{x})(\bar{y}) \dots\dots\dots (2)$$

2. Hitung nilai eigen dengan menyelesaikan persamaan sebagai berikut:

$$(A - \lambda I) = 0 \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

A : kovarian matriks

$\lambda$  : nilai eigen

I : identity matriks

3. Hitung vektor eigen dengan menyelesaikan persamaan sebagai berikut:

$$[A - \lambda I][X] = [0] \dots\dots\dots (4)$$

Dimana X merupakan vektor eigen.

4. Tentukan variabel baru (*principal component*) dengan mengalikan variabel asli dengan matriks vektor eigen.

Pembentukan dan pengujian model yang dibangun menggunakan program SIMCA (*soft independent modeling of class analogy*), SIMCA juga termasuk



kedalam PCA namun memiliki tingkat sensitivitas pembacaan data yang tinggi (*supervised*). SIMCA merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengeksplorasi data, menganalisis proses dan menginterpretasikan hasil. Prosedur yang digunakan untuk mengimplementasikan SIMCA adalah dengan melakukan pemisahan PCA pada setiap kelas di data set, dan dalam jumlah yang memadai komponen utama dipertahankan untuk sebagian besar variasi data dalam setiap kelas. Klasifikasi di SIMCA dibuat dengan membandingkan varians residual dari sampel dengan rata-rata residual varians dari sampel tersebut yang membentuk kelas (Lavine, 2009).

Hasil yang didapat dalam pengujian ini kemudian digunakan untuk menghitung tingkat akurasi, sensitivitas, spesifisitas dan eror menggunakan perhitungan *confusion matrix*. *Confusion matrix* merupakan suatu metode yang digunakan untuk memprediksi nilai dari data yang telah diklasifikasi. Lebih lanjut, Lavine (2009) menyebutkan bahwa *confusion matrix* adalah suatu metode yang biasanya digunakan untuk melakukan perhitungan akurasi pada konsep data mining. Data mining merupakan proses menganalisis atau meringkas jumlah data yang banyak sehingga terbentuk suatu pola untuk menjadi informasi yang berguna.

Tabel 6. Tabel *Confusion matrix*.

	Class A ( <i>actual</i> )	Class B ( <i>actual</i> )
Class A ( <i>assigned by clasifier</i> )	a	b
Class B ( <i>assigned by classifier</i> )	c	d

Keterangan:

- a = jumlah sampel dari kelas A yang masuk ke dalam kelas A
- b = jumlah sampel dari kelas A yang masuk ke dalam kelas B
- c = jumlah sampel dari kelas B yang masuk ke dalam kelas A
- d = jumlah sampel dari kelas B yang masuk ke dalam kelas B

Dari tabel *confusion matrix*, kita dapat menghitung nilai akurasi, sensitivitas, spesifisitas dan nilai eror dari model yang telah dibuat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Akurasi (\%)} \quad : \frac{a+d}{a+b+c+d} \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{Sensitivitas (\%)} \quad : \frac{d}{b+d} \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{Nilai error (\%)} \quad : \frac{c}{c+a} \dots\dots\dots (7)$$

$$\text{Spesifisitas(\%)} \quad : \frac{a}{a+c} \dots\dots\dots (8)$$

### **III. METODOLOGI**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni 2016 di Laboratorium Rekayasa Bioproses Pasca Panen Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

##### **3.2.1 Alat Penelitian**

Alat-alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu alat pengestrak bulir jeruk dan alat pengambilan spektra.

##### **3.2.1.1 Peralatan Ekstraksi Bulir Jeruk**

Peralatan yang digunakan untuk ekstraksi bulir jeruk adalah sebagai berikut:

1. Mortar, digunakan untuk menumbuk bulir jeruk yang akan diekstraksi.
2. Spatula, digunakan untuk mengambil bulir jeruk yang akan diekstraksi.
3. Timbangan digital, digunakan untuk menimbang sampel bulir jeruk.
4. Corong dan kertas saring, berfungsi untuk menyaring hasil ekstraksi bulir jeruk agar terpisah dari ampas bulir jeruk.

5. Labu ukur 25 mL, digunakan untuk menampung hasil ekstraksi dari bulir jeruk. Pipet ukur 2 mL dan *rubber bulb*, digunakan untuk mengambil kloroform dan memasukkan hasil ekstraksi bulir jeruk ke kuvet.
6. Gelas ukur 100 mL, berfungsi sebagai wadah yang digunakan untuk menampung kloroform.
7. Aluminium foil dan plastik wrap, digunakan untuk menutup kloroform agar tidak menguap.
8. Tisu, digunakan untuk membersihkan alat.



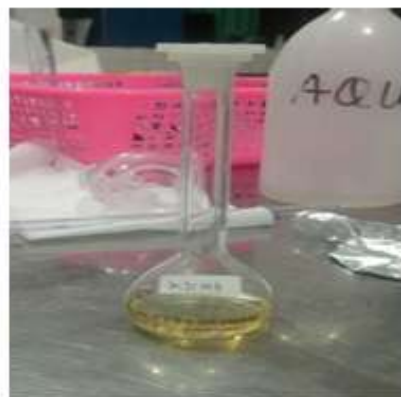
(a). Mortar dan Spatula



(b). Timbangan digital



(c). Corong dan Kertas Saring



(d). Labu ukur 25 mL

Gambar 7. Peralatan yang digunakan untuk ekstraksi bulir jeruk.

### 3.2.1.2 Peralatan untuk Pengambilan Spektra

Peralatan yang digunakan untuk pengambilan spektra ekstrak bulir jeruk adalah sebagai berikut:

1. *GENESYS 10S UV-Vis Spectrophotometer (Thermo Electron Scientific Instruments, USA)* beserta komponennya (*Flash disk* yang berfungsi untuk menyimpan data hasil scanning dan kuvet yang berfungsi untuk meletakkan sampel yang akan diambil spektra).
2. *Rubber bulb* dan pipet ukur 2 mL yang digunakan untuk mengambil sampel yang akan diambil spektra.

### 3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah jeruk siam varietas Jember yang diperoleh dari pasar buah di daerah Tanjung karang kota Bandar Lampung. Jeruk yang digunakan pada penelitian ini adalah jeruk yang disimpan selama 1, 4, 7, 10 dan 13 hari. Bulir jeruk yang dipakai pada penelitian ini sebanyak 1 gram, dengan kloroform sebagai pelarutnya.



Gambar 8. Jeruk siam Jember

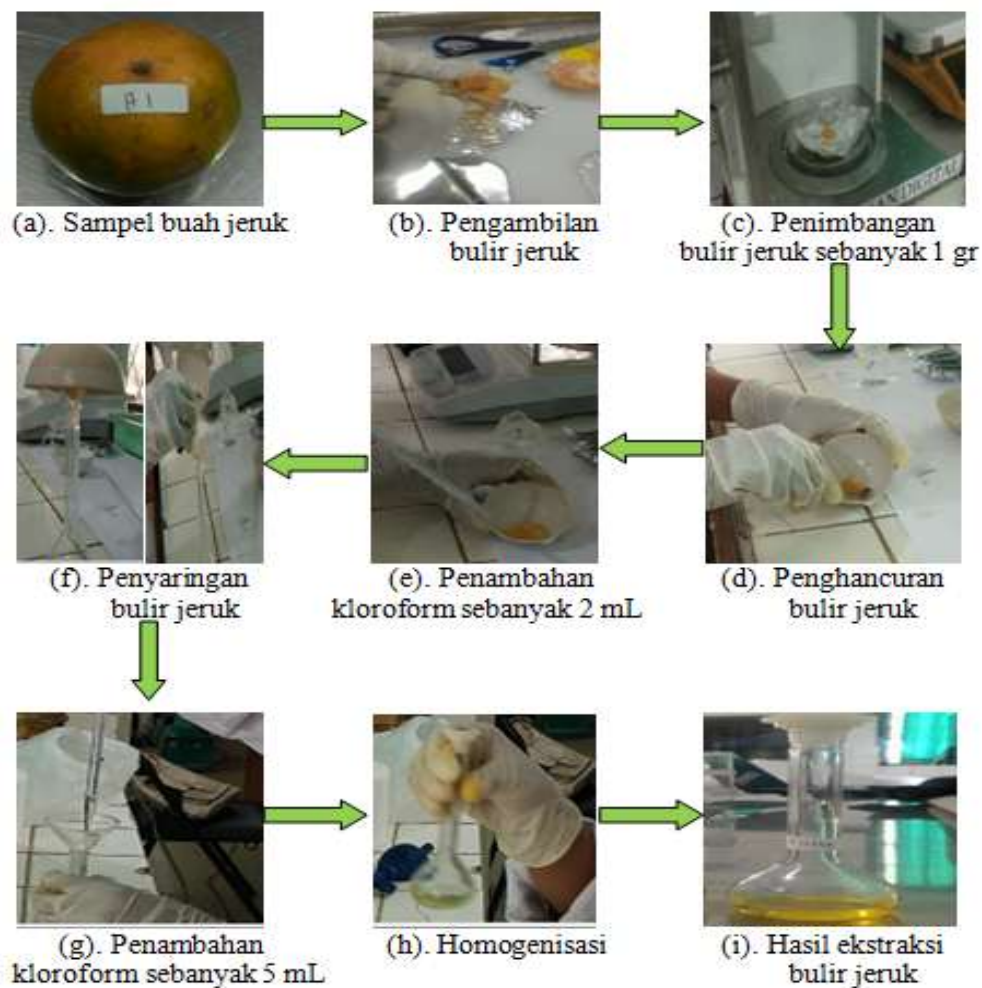
### **3.3 Prosedur Penelitian**

#### **3.3.1 Ekstraksi Bulir Jeruk**

Ekstraksi bulir jeruk dilakukan sesuai dengan cara ekstraksi kulit jeruk yang dilakukan oleh Kuramoto dengan sedikit memodifikasi berat bahan dan banyaknya solvent yang digunakan. Langkah – langkah yang digunakan untuk mengekstraksi bulir jeruk adalah sebagai berikut:

1. Disiapkan jeruk yang akan diekstraksi.
2. Ditimbang sampel bulir jeruk sebanyak 1 gram.
3. Dihancurkan menggunakan mortar.
4. Dilarutkan menggunakan kloroform sebanyak 2 mL.
5. Disaring menggunakan kertas saring, pada saat proses penyaringan, sampel harus ditutup agar kloroform tidak menguap.
6. Diencerkan menggunakan kloroform sebanyak 5 mL.
7. Dihomogenisasi.

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam ekstraksi bulir jeruk dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Proses ekstraksi bulir jeruk menggunakan kloroform.

### 3.3.2 Pengambilan Spektra

Pengambilan data spektra dilakukan menggunakan alat *GENESYS 10S UV – Vis Spectrophotometer*. Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk pengambilan spektra adalah sebagai berikut:

1. Hubungkan kabel alat pengambil spektra ke sumber arus listrik dengan tegangan 220 V.
2. Tekan tombol power yang ada di bagian belakang alat.
3. Tekan tombol *test*, pilih *scanning*, kemudian tekan *enter*.

4. Masukkan kloroform sebanyak 2 mL ke dalam kuvet, kemudian tutup kuvet. Kloroform ini berfungsi sebagai blank yang digunakan untuk mengkalibrasi sampel bulir jeruk yang akan diambil data spektranya.
5. Masukkan sampel hasil ekstraksi bulir jeruk yang telah diencerkan sebanyak 2 mL ke dalam kuvet, kemudian tutup kuvet untuk mengurangi penguapan zat *fluorescent*.
6. Masukkan kuvet yang telah berisi kloroform ke dalam alat dan diposisikan di cell blank dan kuvet yang berisi ekstrak bulir jeruk diposisikan di cell 1.
7. Tekan tombol *Run test* kemudian tekan tombol *Collect baseline*, proses ini dilakukan untuk mengkalibrasi blank.
8. Setelah proses kalibrasi selesai, tekan tombol 1, kemudian tekan tombol *measure sampel*. Proses ini merupakan proses pengambilan data absorban bulir jeruk.
9. Setelah proses pengambilan data selesai, kemudian tekan menu *tabular* untuk melihat absorban data pada panjang gelombang UV-Vis atau tekan menu *graph* untuk melihat grafik absorban pada panjang gelombang UV-Vis.
10. Simpan data dengan cara menekan menu *edit data* kemudian tekan menu *enter*, lalu pilih *save data* kemudian tekan tombol *enter*.

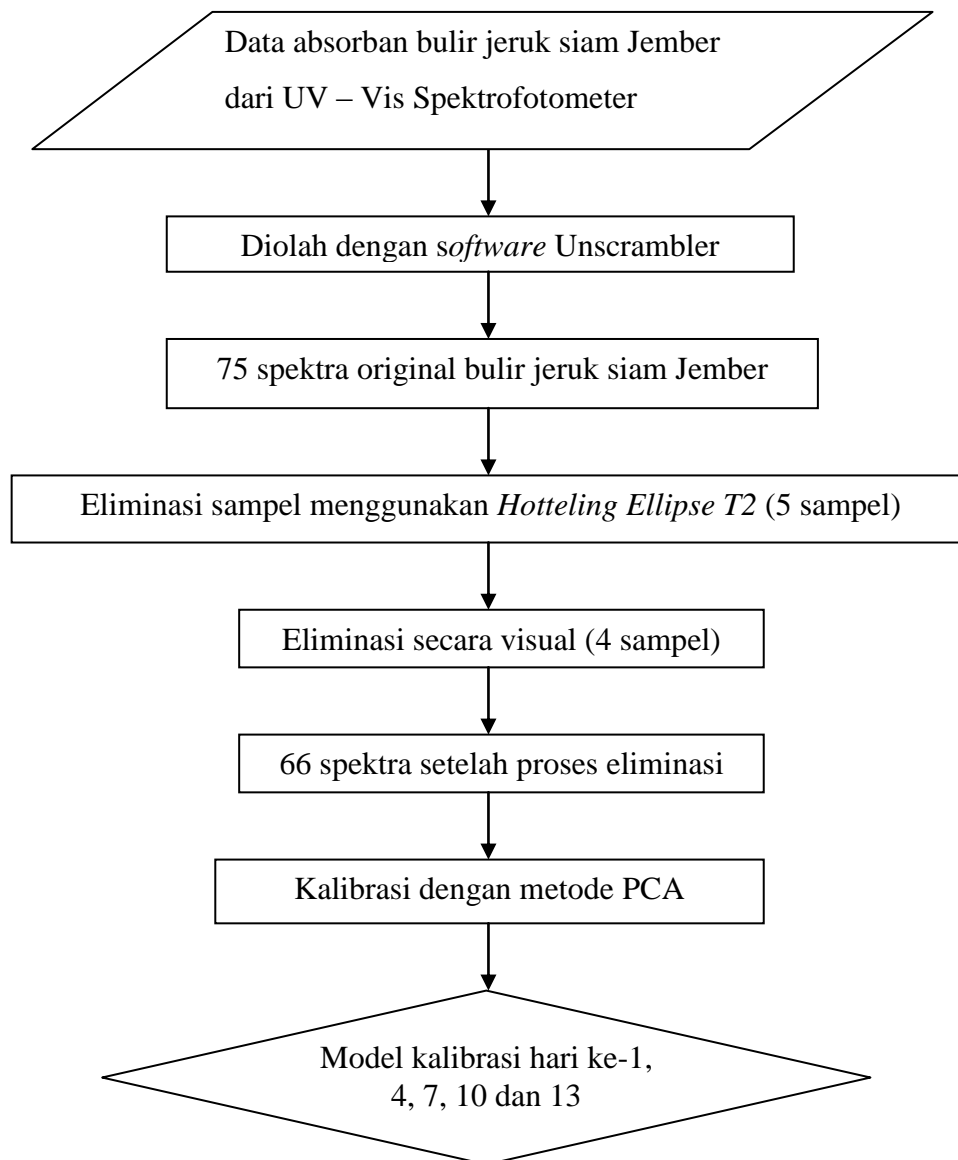


### 3.3.3 Analisis Data

Diagram alir analisis data pada penelitian ini terdiri dari diagram alir kalibrasi dan diagram alir prediksi.

#### 1. Diagram Alir Kalibrasi

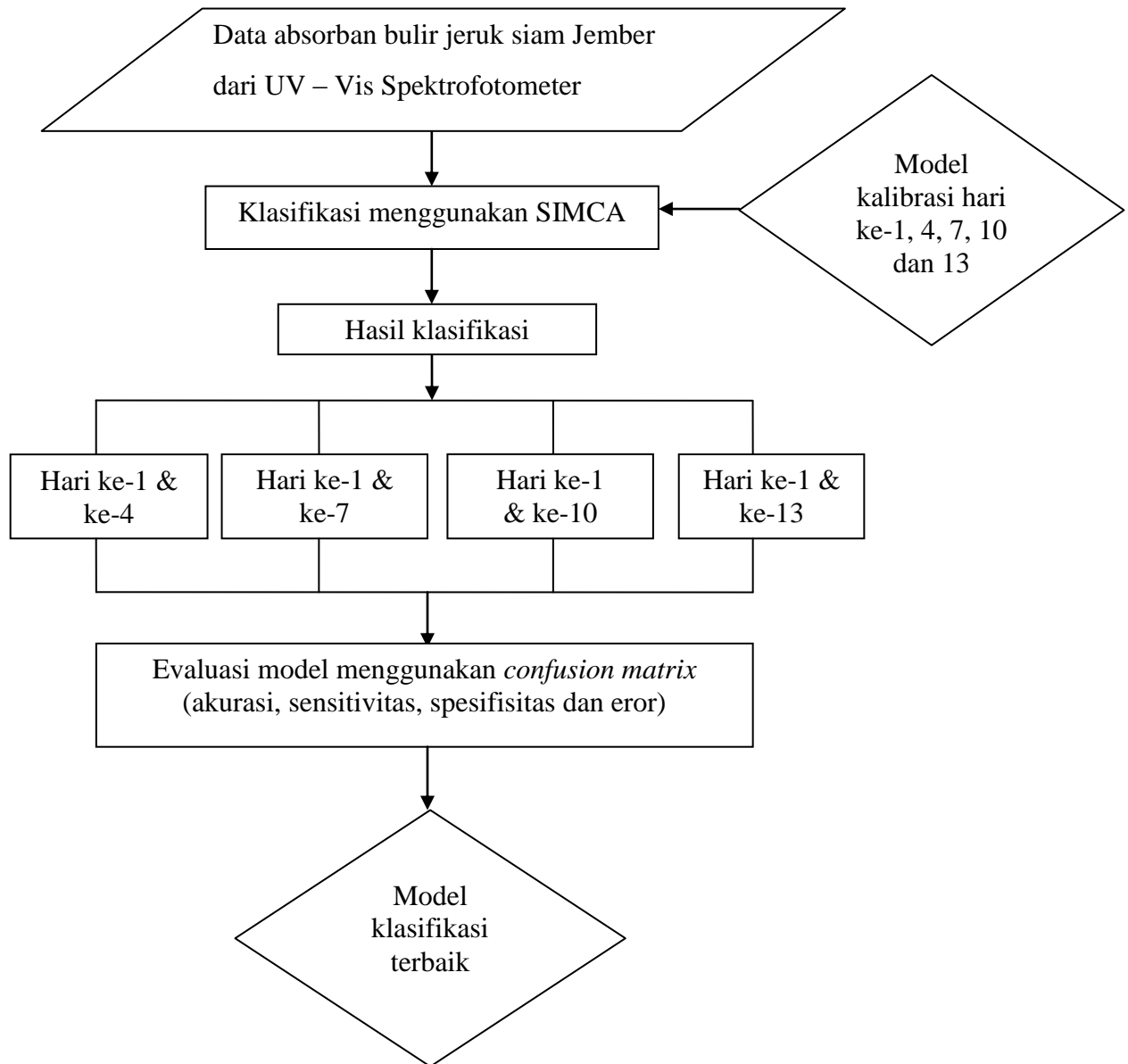
Adapun diagram alir kalibrasi adalah sebagai berikut:



(a) Diagram alir kalibrasi

## 2. Diagram Alir Prediksi

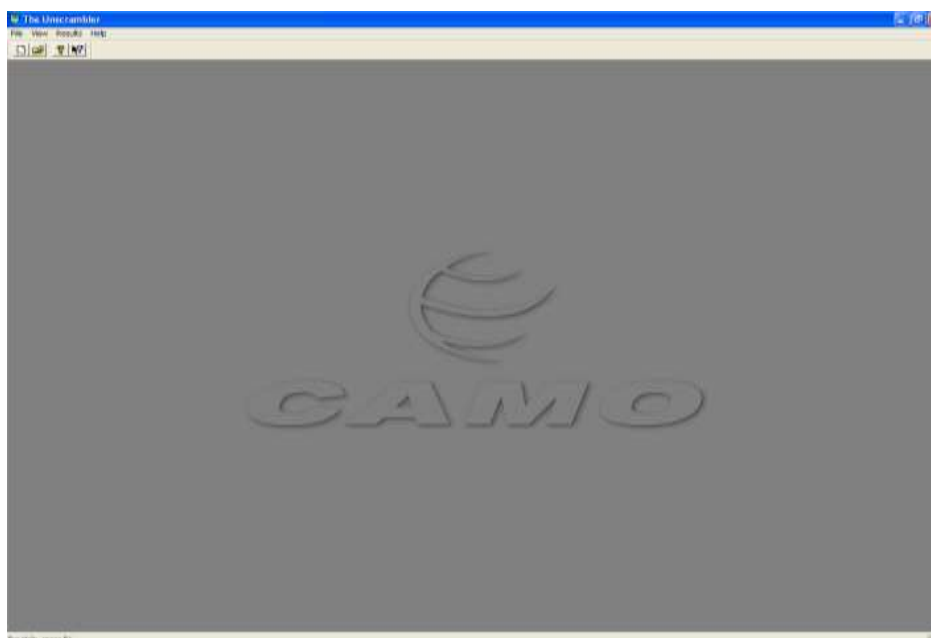
Adapun diagram alir dari prediksi model adalah sebagai berikut:



(b). Diagram alir prediksi

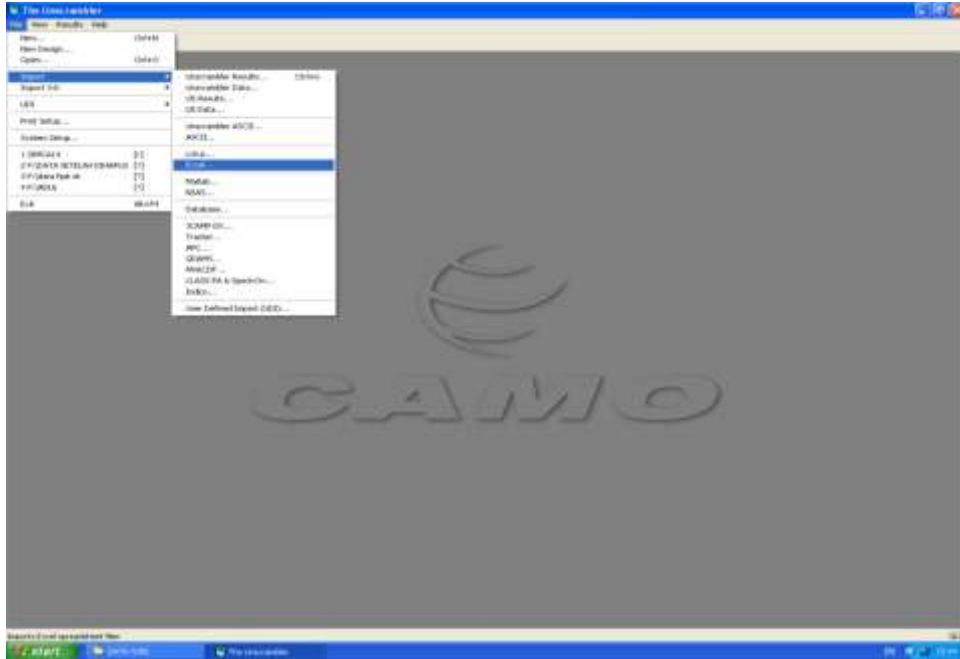
Gambar 10. Diagram Alir Analisis Data (a) proses kalibrasi (b) proses prediksi

Analisis data meliputi mengidentifikasi dan mengklasifikasi bulir jeruk oleh UV – *Vis* spektroskopi. Semua sampel dikelompokkan menjadi dua set sampel untuk kalibrasi dan validasi. Data yang akan diperoleh dari penelitian ini adalah sebanyak 75 sampel, 50 sampel digunakan untuk membangun model dan 25 sampel digunakan untuk uji model yang telah dibangun. Data Spektra absorban dari ekstraksi bulir jeruk yang telah tersimpan di dalam *flash disk* kemudian dipindah ke microsoft excel yang kemudian dianalisis menggunakan metode Kemometrika SIMCA dan PCA menggunakan software The Unscrambler versi 9.8 (CAMO USA) sebagai salah satu teknik mereduksi jumlah variabel yang sangat banyak menjadi beberapa variabel yang signifikan untuk dapat mengelompokkan atau membangun klasifikasi model bulir jeruk yang masih segar. Tampilan awal program *Unscrambler* pada komputer dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Tampilan awal Unscrambler.

Data yang akan diolah menggunakan program Unscrambler ditampilkan dengan cara klik menu *file* kemudian pilih menu *import data* kemudian pilih menu *excel* lalu pilih data yang akan diolah seperti pada Gambar 12.

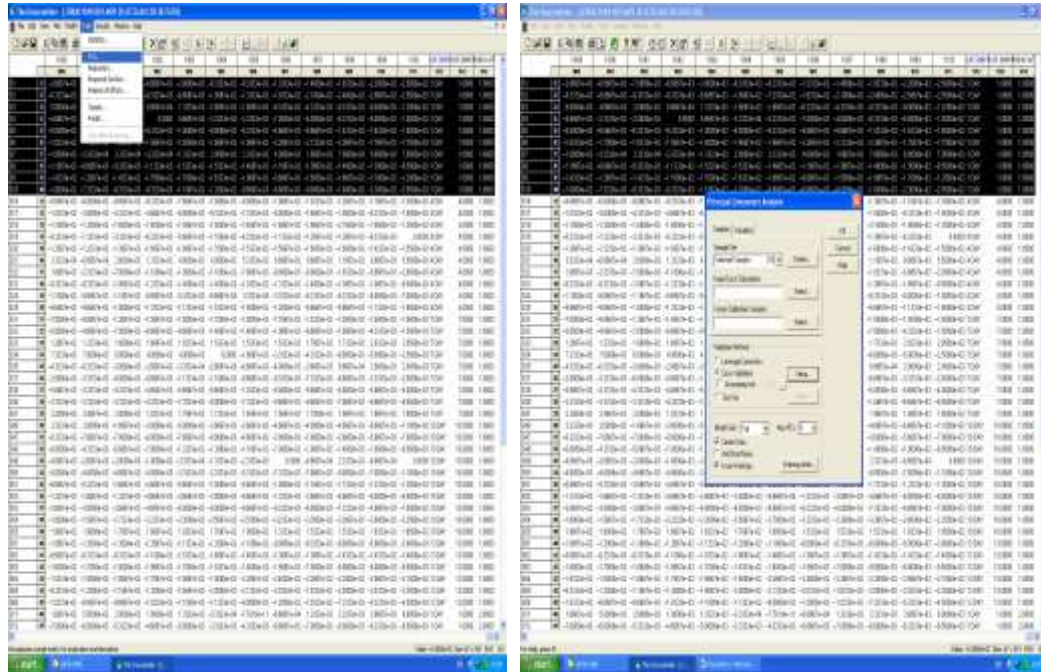


Gambar 12. Tampilan cara import data.

### 3.3.3.1 Pembentukan Model

Hasil data absorban ekstrak bulir jeruk yang telah disimpan di *flash disk* kemudian dipindahkan ke *Ms. Excel* sebelum kemudian diolah menggunakan *software Unscrambler*. *Unscrambler* merupakan *software* yang umum dipakai pada analisis data multivariat, digunakan untuk kalibrasi data multivariat pada aplikasi analisis data seperti NIR Spektroskopi, kromatografi, dan proses aplikasi non-destruktif di bidang farmasi, analisis sensorik dan industri kimia.

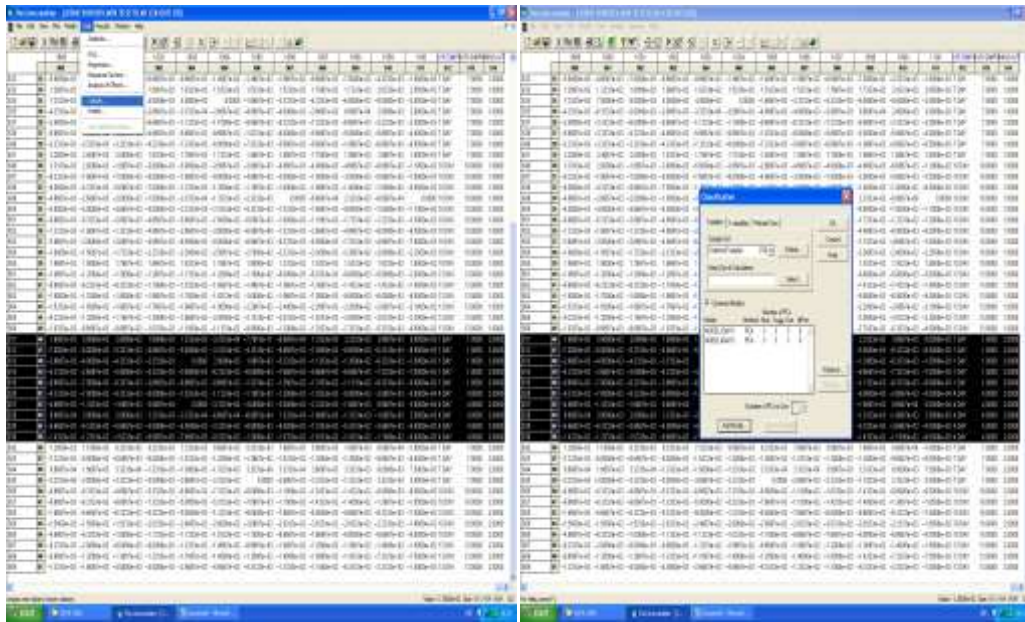
Untuk mengklasifikasikan data ke SIMCA, sebelumnya perlu dilakukan pembentukan model terlebih dahulu. Proses pembentukan model SIMCA dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Proses pembentukan model.

### 3.3.3.2 Prediksi Model

Prediksi model merupakan proses yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat keakuratan model yang telah dibangun. Prediksi model dilakukan dengan cara mengklasifikasikan sampel menggunakan SIMCA. Tahapan untuk validasi model dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Proses prediksi model.

### 3.3.3.3 Evaluasi Model

Evaluasi model dilakukan dengan menghitung nilai akurasi, sensitivitas, spesifisitas dan nilai error dari tabel *confusion matrix*. Dari tabel Persentase akurasi menunjukkan nilai keakuratan dari model yang telah dibuat, semakin tinggi nilai akurasi, maka model yang dibuat semakin baik. Persentase sensitifitas menunjukkan kemampuan model untuk bisa menolak sampel yang bukan kelasnya, semakin tinggi persentase sensitivitas model maka model tersebut semakin mengenali karakteristik sampel. Spesifisitas merupakan kemampuan model untuk mengarahkan sampel ke kelas yang benar, sama halnya dengan sensitivitas, semakin tinggi persentase spesifisitas model maka model tersebut semakin baik dalam mengenali karakteristik sampel. Persentase nilai error menunjukkan tingkat kesalahan model yang dibuat, semakin rendah persentase nilai error maka model yang dibuat semakin baik.

## **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Model kalibrasi yang dibangun berbasis PCA sudah dapat menjelaskan keragaman data sebesar 97 – 98% berdasarkan penjumlahan nilai PC1 dan PC2.
2. Pengujian model yang dilakukan menggunakan metode SIMCA menunjukkan bahwa bulir jeruk siam Jember hanya dapat dibedakan pada umur simpan hari ke-1 dengan hari ke-13 dengan tingkat akurasi sebesar 71,43 %, sensitivitas 100%, spesifisitas 66,67% dan eror sebesar 33,33%.

### **5.2 Saran**

Saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperlukan adanya penambahan rentang waktu umur simpan buah jeruk.
2. Berdasarkan teori yang menyebutkan bahwa kandungan flavonoid dapat berkurang akibat proses pemanasan, maka dapat dilakukan penelitian dengan suhu penyimpanan buah jeruk yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- AAK. 1994. *Budidaya Tanaman Jeruk*. Kanisius. Yogyakarta. 206 hlm.
- Ahmad, U. 2013. *Teknologi Penanganan Pascapanen Buah dan Sayuran*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 141 hlm.
- Adams, M.J. 2004. *Chemometrics in Analytical Spectroscopy 2<sup>nd</sup> Edition*. Department of Applied Chemistry, RMIT University, Melbourne, Victoria. Australia. 223 hlm.
- Anggraini, R., R. Hasbullah dan Sutrisno. 2015. Studi *Degreening* pada Jeruk *Cultivar* Keprok Madu Terigas Kalimantan Barat. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. 12(1):35 – 44.
- Assifa, P. 2013. Analisis minyak babi pada krim pelembab wajah yang mengandung minyak zaitun dengan menggunakan spektroskopi fourier transform infrared (FTIR). (Skripsi). Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta. 71 hlm.
- Behera, S., S.Ghanty., F.Ahmad., S.Santra dan S.Banerjee. 2012. UV – Visible Spectrophotometric Method Development and Validation of Assay of Paracetamol Tablet Formulation. *Jurnal Analytical and Bioanalytical Techniquet*. 3(6):1 – 6.
- Cano, A., A. Medina dan A. Bermejo. 2008. Bioactive Compounds in Different Citrus Varieties. Discrimination Among Cultivars. *Jurnal of Food Composition and Analysis*. 21:377 – 351.
- Copriady, J., E. Yasmi dan Hidayati. 2005. Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Kumarin dari Kulit Buah Jeruk Purut (*Citrus hystrix* DC). *Jurnal Biogenesis*. 2(1):13 – 15.
- Devy, N.F., F. Yulianti dan Andrini. 2010. Kandungan Flavonoid dan Limonoid pada Berbagai Fase Pertumbuhan Tanaman Jeruk Kalamondin (*Citrus mitis Blanco*) dan Purut (*Citrus hystrix* Dc.). *Jurnal Hortikultura*. 20(1): 360 – 367.



- Gulo, E.S.F. 2016. Aplikasi spektrofotometri UV dan kalibrasi multivariat untuk analisis parasetamol, guaifenesin dan klorfeniramin maleat dalam sirup. (Skripsi). Universitas Sanatha Dharma. Yogyakarta. 79 hlm.
- Fessenden, R.J dan J.S. Fessenden. 1990. *Kimia Organik 3rd Edition*. Erlangga. Jakarta. 525 hlm.
- Herawati, H. 2008. Penentuan Umur Simpan pada Produk Pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*. 27(4): 124 – 130.
- Herista, M.I.S. 2015. Sikap dan preferensi konsumen buah jeruk lokal dan buah jeruk impor ( kasus kota bandar lampung provinsi lampung). (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 70 hlm.
- Ibrahim, M.S dan M. Sitorus. 2013. *Teknik Laboratorium Kimia Organik*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 140 hlm.
- Kitinoja, L dan A.A. Kader. 2002. *Small-Scale Postharvest Handling Practices: A Manual for Horticultural Crops.(4<sup>th</sup> Edition)*. Postharvest Technology Resarch and Information Center, University of California. California. 260 hlm.
- Jhonson dan Wichren. 2007. *Applied Multivariate Statistical Analysis. 6<sup>th</sup> ed* . Pearson Prentice Hall. USA. 450 hlm.
- Lewinsonh, E., L. Brithsch., Y. Mazur dan J. Gressel. 1989. Flavanone Glycoside Biosynthesis in Citrus. *Jurnal of Plant Physiol*. 91: 1323 – 1328.
- Lavine, B.K. 2009. *Handbook of Chemometrics*. Oklahoma State University, Stillwater, OK. USA. 599 hlm.
- Markham, K.R. 1988. *Cara Mengidentifikasi Flavonoid* . ITB. Bandung. 117 hlm.
- Munawaroh, S dan P.A. Handayani. 2010. Ekstraksi Minyak Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix Dc*) dengan Pelarut Etanol dan N- Heksana. *Jurnal Kompetensi Teknik*. 2 (1) : 73 – 78.
- Neldawati, Ratnawulan dan Gusnedi. 2013. Analisis Nilai Absorbansi dalam Penentuan Kadar Flavonoid untuk Berbagai Jenis Daun Tanaman Obat. *Jurnal Pillar of Physics*. 2(1): 76 – 83.
- Permadi, A.E. 2007. Analisis peramalan dan faktor-faktor yang mempengaruhi impor jeruk di Indonesia. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 80 hlm.
- Puteri, M.D.P.T.G. 2006. Modifikasi pengasaman kimiawi dalam pembuatan tempe yang didasarkan pada aspek citarasa. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 99 hlm.

- Rahmat, H. 2009. Identifikasi senyawa flavonoid pada sayuran *indigenous* Jawa Barat. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 165 hlm.
- Sharma, S. 1996. *Applied Multivariate Techniques*. John Wiley & Sons, Inc. New York. 493 hlm.
- Selawa, W., M.R.J. Runtuwene dan G. Citraningtyas. 2013. Kandungan Flavonoid dan Kapasitas Antioksidan Total Ekstrak Etanol Daun Binahong [*Anredera Cordifolia*(Ten).Steenis.]. *Jurnal Ilmiah Farmasi UNSRAT*. 2(1): 18 – 22.
- Suhandy, D., D.D. Novita., M. Yulia., A. Oktora dan Y.K. Fitri. 2016. The Potential Application of Using Information from Absorban Spectra in UV – Vis Region for Prediction of Shelf Life in Lokal Orange Fruits During Storage. Seminar Nasional. *Hari Tempe Nasional 2016*. Bandar Lampung.
- Sulihono, A., B. Tarihoran dan T. E. Agustina. 2012. Pengaruh Waktu, Temperatur dan Jenis Pelarut terhadap Ekstraksi Pektin dari Kulit Jeruk Bali (*Citrus Maxima*). *Jurnal Teknik Kimia*. 18(4) : 1 – 8.
- Umar, H. B. 2009. Principal Component Analysis (PCA) dan Aplikasinya dengan SPSS. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 3(2): 97- 101.
- Wulansari, A., A. Purwito, A. Husni dan E. Sudarmonowati. 2015. Kemampuan Regresi Kalus Embriogenik Asal Nuselus Jeruk siam serta Variasi Fenotipe Tunas Regeneran. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 1(1): 97-104.