

**PENGUNAAN DATA ABSORBAN KULIT JERUK SIAM JEMBER
PADA PANJANG GELOMBANG ULTRAVIOLET CAHAYA TAMPAK
UNTUK MEMBEDAKAN BUAH JERUK BERDASARKAN
TINGKAT KESEGERAN**

(Skripsi)

Oleh
ARION OKTORA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRACT

THE USE OF ABSORBANCE DATA OF SIAM JEMBER CITRUS PEEL AT ULTRAVIOLET VISIBLE WAVELENGTHS TO DISCRIMINATE FRESHNESS LEVEL OF CITRUS FRUIT

By

ARION OKTORA

Changes in color and texture of an orange peel is not accurate enough to be able to discriminate freshness level of citrus fruit. This research aims to develop and test a model that can be used to evaluate the level of freshness of citrus fruit using absorbance data of Siam Jember Citrus peel at 190-1100 nm wavelength.

The research prosedur in this study used are present to extract and record absorbance spectra at 5 levels of storage time: 1 day (1 day of storage time), 4 day, 7 day, 10 day, and 13 day. Absorbance spectra data were obtained by using Spectrophotometer UV-Vis. The data than were analyzed by using PCA (principle component analysis) and SIMCA (soft independent modeling of class analogies) to establish and classify models.

Prediction of analysed data with confusion matrix shows the best classification comparison values on day 1 and day 13 with a 100% accuracy rate, sensitivity of 100%, the error of 0% and 100% of specificity.

Keywords: citrus fruit, level of freshness, absorbance spectra, validation, SIMCA, PCA

ABSTRAK

PENGUNAAN DATA ABSORBAN KULIT JERUK SIAM JEMBER PADA PANJANG GELOMBANG ULTRAVIOLET CAHAYA TAMPAK UNTUK MEMBEDAKAN BUAH JERUK BERDASARKAN TINGKAT KESEGARAN

Oleh

ARION OKTORA

Perubahan warna dan tekstur dari kulit jeruk tidak cukup akurat untuk dapat membedakan tingkat kesegaran buah jeruk. Penelitian ini bertujuan untuk membangun dan menguji model yang dapat digunakan untuk membedakan tingkat kesegaran buah jeruk menggunakan data absorban kulit Jeruk Siam Jember pada panjang gelombang 190-1100 nm.

Prosedur yang dilakukan adalah dengan mengekstraksi dan mengambil spektra absorban kulit jeruk pada 5 tingkat lama penyimpanan yaitu pada hari ke-1 (Hari ke-1 waktu penyimpanan), ke-4, ke-7, ke-10, dan ke-13. Data spektra absorban yang diperoleh lalu dianalisis dengan metode PCA (*principle component analysis*) dan SIMCA (*soft independent modelling of class analogies*) untuk membangun dan mengklasifikasikan model.

Setelah dilakukan validasi dengan *confusion matrix* dari hasil analisis data diperoleh nilai perbandingan klasifikasi terbaik pada hari ke-1 dan ke-13 dengan tingkat akurasi 100%, sensitifitas 100%, error 0% dan spesififikasi 100%.

Kata kunci : buah jeruk, tingkat kesegaran, spektra absorban, validasi, SIMCA,
PCA

**PENGGUNAAN DATA ABSORBAN KULIT JERUK SIAM JEMBER
PADA PANJANG GELOMBANG ULTRAVIOLET CAHAYA TAMPAK
UNTUK MEMBEDAKAN BUAH JERUK BERDASARKAN
TINGKAT KESEGERAN**

Oleh

ARION OKTORA

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 KULIT
JERUK SIAM JEMBER PADA PANJANG
GELOMBANG ULTRAVIOLET CAHAYA
TAMPAK UNTUK MEMBEDAKAN BUAH
JERUK BERDASARKAN TINGKAT
KESEGARAN**

Nama Mahasiswa : **Arion Oktora**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1214071015

Program Studi : Teknik Pertanian

Fakultas : Pertanian



MENYETUJUI
1. Komisi Pembimbing

Dr. Diding Suhandy, S.T.P., M.Agr. **Winda Rahmawati, S.TP., M.Sc., M.Si.**
NIP 19780303 200112 1 001 NIP 19890520 201504 2 001

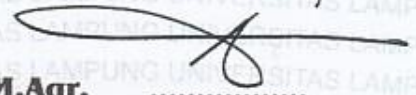
2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

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

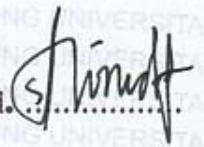
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

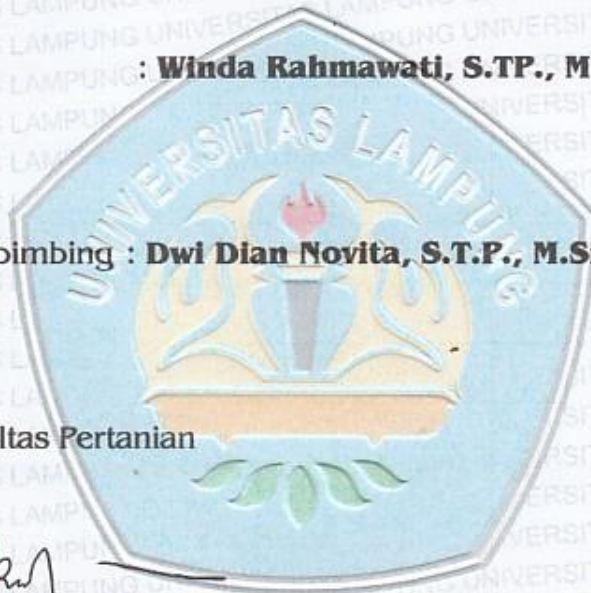
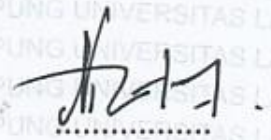
Ketua : Dr. Diding Suhandy, S.T.P., M.Agr.



Sekretaris : Winda Rahmawati, S.TP., M.Sc., M.Si.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 7 Desember 2016

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Arion Oktora NPM 1214071015

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) **Winda Rahmawati, S.T.P., M.Sc., 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 dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 7 Desember 2016
Yang membuat pernyataan



Arion Oktora
NPM. 1214071015

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Desa Bumisari, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan pada tanggal 06 Oktober 1992, anak kedua dari dua bersaudara, dari Bapak H. Simatupang dan Ibu Indun Hartati Hutagalung.

Penulis menyelesaikan pendidikan mulai dari Pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) di TK Swadhipa Natar diselesaikan pada tahun 1999, Sekolah Dasar (SD) di SDN Bumisari Kecamatan Natar diselesaikan pada tahun 2005, Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama (SLTP) di SMPN 3 Tanjung Sari diselesaikan pada tahun 2008, Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Yadika Natar diselesaikan pada tahun 2011.

Pada tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa S1 Teknik Pertanian di Universitas Lampung melalui jalur UMPTN. Selama menjadi Mahasiswa, Penulis Pernah aktif menjadi asisten dosen Mesin Peralatan dan Pengolahan Hasil Pertanian, anggota biasa di Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) pada tahun 2013 – 2014 dan Persekutuan Oikumene Mahasiswa Kristen Pertanian (POMPERTA) Fakultas Pertanian, Universitas Lampung sebagai anggota seksi Doa dan Pemerhati (DP) pada tahun 2013-2014. Pada bulan Juli – Agustus 2015 penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PTPN VII Distrik Bungamayang,

Lampung Utara dengan judul **“Mempelajari Penentuan Rendemen Tebu (*Saccharum officinarum L*) Sistem Core Sampler di PTPN VII Distrik Bungamayang, Lampung Utara”**. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik pada bulan Januari – Maret 2016 di Desa Trijaya, Kecamatan Penawartama, Kabupaten Tulangbawang. Penulis berhasil mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S.TP.) S1 Teknik Pertanian pada tahun 2016 dengan menghasilkan skripsi yang berjudul **“Penggunaan Data Absorban Kulit Jeruk Siam Jember Pada Panjang Gelombang Ultraviolet Cahaya Tampak Untuk Membedakan Buah Jeruk Berdasarkan Tingkat Kesegaran”**.

Kupersembahkan karya kecil ini untuk;

Papah dan Mamak Tersayang

*Kakak Mutiara Bona Siska Simatupang, Lae Agio Lumbanbatu, Bere Justin
Elseo Lumbanbatu, dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan,
semangat dan doa*

Serta

Almamater Terkasih Universitas Lampung

Teknik Pertanian

Tektan 2012

“Bersukacitalah dalam pengharapan, sabarlah dalam kesesakan, dan bertekunlah dalam doa!”

(Roma 12:12)

“Bukan kekuatan atau kecerdasan yang merupakan kunci untuk membuka potensi kita, tetapi upaya yang dilakukan terus-menerus”

(Liane Cardes)

“Jika Anda menunggu untuk melakukan segala sesuatu sampai Anda yakin benar, Anda mungkin tidak akan pernah melakukan apa-apa”

(Win Borden)

Just do it..

SANWACANA

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus, atas segala berkat dan karuniaNya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Skripsi dengan judul “**Penggunaan Data Absorban Kulit Jeruk Siam Jember Pada Panjang Gelombang Ultraviolet Cahaya Tampak Untuk Membedakan Buah Jeruk Berdasarkan Tingkat Kesegaran**” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Diding Suhandy, S.T.P., M.Agr., selaku Pembimbing Utama atas kesempatan dan kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini.
2. Ibu Winda Rahmawati, S.TP., M.Sc., M.Si., selaku Pembimbing Kedua atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si., selaku Penguji Utama sekaligus Pembimbing Akademik atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, kritik dan saran dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

5. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian;
6. Mamak dan Papah (H.Simatupang/br.Hutagalung) yang selalu mendoakan, memberikan semangat, dan kasih sayang yang luar biasa kepada penulis, juga kepada Kakak Mutiara, bapak Justin, Bere Justin Elseo LB dan Yuliana Agustina Siahaan terimakasih atas doa dan dukungannya
7. Rekan-rekan seperjuangan Yuni Kurnia F, Fipit Novi H, Novia F, Riri, Juppy Damay, Melauren, Anita, Retno Ayu, Kartinia, Finsha, Ahmad Rifky dan seluruh rekan Teknik Pertanian angkatan 2012, kakak-kakak 2010, 2011 dan adik-adik 2013
8. Keluarga KKN Unila 2016 Desa Trijaya Kec. Penawartama Kab. Tulang Bawang: Gerry Khafisar, Alim Asyifa, Amoria, Jestina Sidauruk, Memey, dan Umi Okaberina terimakasih untuk sukacitanya selama 2 bulan bersama.
9. Teman-teman terkasih POMPERTA Unila

Penulis berdoa semoga Tuhan Yesus Kristus membalas kebaikan mereka. Akhir kata, Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, namun harapan penulis semoga skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Bandar Lampung, Desember 2016

Penulis

Arion Oktora

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Jenis dan Morfologi Buah Jeruk	5
2.2 Ekstraksi dan Pelarut.....	7
2.3 <i>UV-Vis Spectroscopy</i>	8
2.3.1 Proses Pengambilan Spektra Absorban.....	10
2.4 Kemometrika (<i>Chemometrics</i>).....	11
2.4.1 SIMCA dan PCA	11
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	12
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.3 Pelaksanaan Penelitian	12
3.3.1 Ekstraksi Kulit Jeruk.....	15
3.3.2 Pengambilan Data Spektra Absorban.....	15
3.3.3 Analisis Data	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Sifat Fisik Jeruk	23
4.2 Ekstraksi dan Spektra Absorbansi Kulit Jeruk.....	23
4.3 Pengembangan Model Kalibrasi	25

4.4 Pembentukan Model Diskriminasi	28
4.5 Klasifikasi Model Menggunakan SIMCA	35
4.6 Evaluasi Model Diskriminasi Dengan <i>Confusion Matrix</i>	38
4.6.1 Nilai Akurasi (<i>Accuracy</i>)	38
4.6.2 Nilai Sensitivitas (<i>Sensitivity</i>)	39
4.6.3 Nilai Error (<i>False Alarm Rate</i>)	41
4.6.4 Nilai Spesifisitas (<i>Specificity</i>)	42
V. KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel	<i>teks</i>	Halaman
1.	Kriteria Jeruk Keprok, termasuk Jeruk Siam (SNI 3165.2009).....	7
2.	<i>Confusion Matrix</i>	21
3.	Klasifikasi SIMCA H1 dengan H4	35
4.	<i>Confusion matrix</i> H1 dengan H4	35
5.	Klasifikasi SIMCA H1 dengan H7	36
6.	<i>Confusion matrix</i> H1 dengan H7	36
7.	Klasifikasi SIMCA H1 dengan H10	37
8.	<i>Confusion matrix</i> H1 dengan H10	37
9.	Klasifikasi SIMCA H1 dengan H13	37
10.	<i>Confusion matrix</i> H1 dengan H13	38
11.	Persentase nilai akurasi, nilai sensitifitas, nilai error dan nilai spesifisitas	44
12.	Data massa, diameter dan warna sampel jeruk siam pada hari pertama (H1).....	53
13.	Data spektra absorban kulit jeruk H1 pada panjang gelombang 190-1100 nm	56
14.	Data spektra absorban kulit jeruk H4 pada panjang gelombang 190-1100 nm	67
15.	Data spektra absorban kulit jeruk H7 pada panjang gelombang 190-1100 nm	78
16.	Data spektra absorban kulit jeruk H10 pada panjang gelombang 190-1100 nm	89
17.	Data spektra absorban kulit jeruk H13 pada panjang gelombang 190-1100 nm	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar	teks	Halaman
1.	Perubahan warna dan tekstur kulit jeruk pada hari pertama dan ke tujuh setelah panen.....	3
2.	Jeruk Siam Jember	6
3.	Kloroform (botol 2,5 liter)	8
4.	<i>Spectrophotometer UV-Vis</i>	8
5.	Proses penyerapan cahaya oleh zat dalam sel sampel.....	9
6.	Proses pengambilan spektra absorban.....	10
7.	Diagram alir penelitian.....	13
8.	Proses ekstraksi kulit jeruk	16
9.	Parameter pengambilan spektra pada <i>Spectrophotometer UV-Vis</i> (<i>Genesys 10S UV-Vis</i>)	18
10.	Diagram alir analisis data.....	19
11.	Tampilan awal software Unscrambler versi 9.8 (CAMO, AS).....	20
12.	Tampilan saat import data pada Unscrambler.....	20
13.	Penimbangan dan pengukuran diameter jeruk	23
14.	Hasil ekstraksi sampel kulit jeruk pada H1, H4, H7, H10 dan H13	24
15.	Grafik spektra absorban kulit jeruk pada panjang gelombang 190-1100 nm yang diperoleh menggunakan <i>Spectrophotometer UV-Vis</i>	26
16.	Grafik spektra absorban kulit jeruk pada panjang gelombang 200-450 nm	26
17.	Plot Line PCA all spektra.....	27
18.	Plot sebaran data kulit jeruk dengan <i>hotteling T2 ellipse</i> pada panjang gelombang 190-1100 nm.....	28
19.	Plot Line PCA H1	29
20.	Plot Line PCA H4	30

21. Plot Line PCA H7	31
22. Plot Line PCA H10	32
23. Plot Line PCA H13	33
24. Grafik nilai akurasi, sensitivitas, error dan spesifisitas.....	44
25. Proses pembersihan permukaan kulit sampel jeruk	51
26. Pengukuran diameter dan penimbangan sampel jeruk.....	51
27. Proses ekstraksi kulit jeruk.....	52
28. Contoh hasil ekstraksi kulit jeruk pada hari pertama (H1)	52

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jeruk merupakan salah satu komoditi buah yang paling disukai di Indonesia sehingga tingkat konsumsi buah jeruk sangatlah tinggi. Berdasarkan Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) tahun 1995-2014 dalam Zikria (2015) data konsumsi yang tercatat merupakan konsumsi jeruk untuk kebutuhan rumah tangga, pola perkembangan konsumsi jeruk pada periode 1995-2014 fluktuatif namun cenderung meningkat dengan rata-rata pertumbuhan 11,65% per tahun. Konsumsi jeruk tahun 1995 sebesar 0,57 kg/kapita/tahun dan pada tahun 2014 konsumsinya meningkat menjadi 2,69 kg/kapita/tahun, namun tingginya konsumsi buah jeruk tersebut belum dapat diimbangi oleh produksi jeruk yang ada di dalam negeri secara merata, sehingga seringkali jeruk impor lebih mendominasi ketersediaan buah jeruk yang ada di pasaran.

Menurut Departemen Pertanian (2005) dalam Ridjal (2008) bahwa sentra produksi jeruk yang ada sekarang belum berbentuk dalam suatu hamparan tetapi merupakan kantong-kantong produksi yang sempit dan terpencar di kawasan sentra produksi, dengan tingkat pemeliharaan yang bervariasi dan belum optimal serta pengelolaan pascapanennya yang sederhana dan pemasaran yang tidak berpihak kepada petani.

Provinsi terbesar yang memproduksi jeruk tahun 2012 adalah Jawa Timur sebesar 390.388 ton dengan kontribusi sebesar 24 persen terhadap produksi jeruk di Indonesia (Zikria, 2015). Jeruk Siam (*Citrus nobilis*) merupakan salah satu jenis jeruk yang banyak diproduksi di Jawa Timur dan secara umum di Indonesia karena produksinya tinggi dan disukai konsumen selain itu juga Jeruk Siam adalah salah satu jenis jeruk yang selalu tersedia di pasaran (Qomariah dkk, 2013).

Salah satu faktor tidak meratanya ketersediaan buah jeruk di Indonesia adalah karena masalah distribusi. Wilayah Indonesia yang sangat luas terkadang menjadi kendala pada saat pendistribusian buah jeruk antar daerah dengan jarak tempuh cukup jauh dengan waktu cukup lama. Kondisi ini diperburuk dengan tingginya tingkat kerusakan akibat perlakuan pasca panen pada buah jeruk menyebabkan penyusutan mutu buah (Kitinoja dan Kader, 2002). Sehingga banyak jeruk yang ada di pasaran cenderung sudah tidak dalam keadaan segar.

Secara umum kesegaran buah jeruk dapat dilihat secara visual diantaranya adalah dengan melihat perubahan warna dan tekstur dari kulit jeruk. Sebagai contoh perubahan warna kulit jeruk pada sampel hari pertama dan hari ketujuh setelah dipanen dapat dilihat pada Gambar 1. Warna kulit jeruk pada hari pertama setelah dipanen sudah mulai terlihat berbeda dengan warna kulit jeruk pada hari ketujuh setelah dipanen. Namun perubahan warna dan tekstur dari kulit tersebut tidak cukup akurat untuk dapat membedakan tingkat kesegaran buah jeruk terlebih bila jeruk-jeruk tersebut dalam keadaan tercampur. Kesegaran buah jeruk akan berkurang sejak jeruk dipanen. Menurunnya kesegaran buah jeruk ini juga akan

diikuti dengan berkurangnya kandungan fluoresescent berupa flavonoid yang ada pada buah jeruk (Devy, dkk. 2010). Maka dari itu, dibutuhkan teknologi yang dapat mendeteksi tingkat kesegaran buah jeruk dengan lebih tepat, cepat dan akurat.

Salah satu teknik yang memiliki potensi mendeteksi tingkat kesegaran pada buah jeruk adalah menggunakan analisis data absorban pada panjang gelombang ultraviolet cahaya tampak. Data absorban yang dihasilkan pada panjang gelombang ultraviolet cahaya tampak diperoleh dari hasil ekstraksi kulit jeruk dengan menggunakan pelarut kloroform. Nilai dari data absorban yang diperoleh pada panjang gelombang ultraviolet cahaya tampak inilah yang nanti akan membedakan tingkat kesegaran dari buah jeruk.



Gambar 1. Perubahan warna dan tekstur kulit jeruk pada hari pertama dan ke tujuh setelah panen

Spectrophotometer UV-Vis adalah alat yang dapat menghasilkan data absorban dengan panjang gelombang tertentu secara cepat dan tepat. Ketika cahaya dengan berbagai panjang gelombang (cahaya polikromatis) mengenai suatu zat, maka cahaya dengan panjang gelombang tertentu saja yang akan diserap (Henry, dkk. 2002). Panjang gelombang ultraviolet cahaya tampak yang akan digunakan pada

penelitian ini adalah pada panjang gelombang 190-1100 nm.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan nilai data absorban tertinggi kulit jeruk pada panjang gelombang ultraviolet cahaya tampak untuk mengetahui jenis kandungan yang ada pada kulit jeruk
2. Membangun model untuk membedakan tingkat kesegaran buah jeruk menggunakan data absorban kulit jeruk pada panjang gelombang ultraviolet cahaya tampak
3. Menguji model yang dibangun berupa data absorban kulit jeruk pada panjang gelombang ultraviolet cahaya tampak.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah dapat mengetahui data absorban kulit jeruk pada panjang gelombang ultraviolet cahaya tampak yang diperoleh dari hasil ekstraksi kulit jeruk menggunakan *Spectrophotometer UV-Vis* dan membangun model yang diharapkan dapat membedakan kesegaran buah jeruk berdasarkan masa simpan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jenis dan Morfologi Buah Jeruk

Tanaman jeruk adalah tanaman buah tahunan yang berasal dari Asia. Cina dipercaya sebagai tempat pertama kali jeruk tumbuh. Sejak ratusan tahun yang lalu, jeruk sudah tumbuh di Indonesia baik secara alami atau dibudidayakan.

Klasifikasi botani tanaman jeruk adalah sebagai berikut:

Divisi : *Spermatophyta*

Sub divisi : *Angiospermae*

Kelas : *Dicotyledonae*

Ordo : *Rutales*

Keluarga : *Rutaceae*

Genus : *Citrus*

Spesies : *Citrus sp*

(Prihatman, 2000 dalam Ridjal, 2008).

Banyak sekali jenis jeruk yang dibudidayakan di Indonesia, diantaranya adalah Jeruk Keprok (*Citrus sinensis*), Jeruk Siam (*Citrus nobilis*), dan Jeruk Manis (*Citrus reticulata*). Soelarso (1996) dalam Martosupono (2007) menjelaskan, Jeruk Manis, Jeruk Keprok maupun Jeruk Siam tidak memiliki perbedaan yang signifikan pada tingkat morfologi dan anatomi, karena itu para petani jeruk sering kali menanam ketiga jenis ini dalam satu lahan yang sama.

Secara nasional, produksi jeruk di Indonesia dari tahun ke tahun selalu mengalami peningkatan, meskipun dalam segi luas panen masih mengalami fluktuasi.

Produksi jeruk di Indonesia yang bersumber dari Direktorat Jenderal Hortikultura tahun 2012 dalam Billah (2013) sebesar 1,62 juta ton. Data produksi jeruk tersebut merupakan penjumlahan antara data Jeruk Siam/Kepron dengan Jeruk Besar.

Jeruk Siam (*Citrus nobilis*) merupakan salah satu jenis jeruk yang paling banyak dikembangkan di Indonesia karena produksinya tinggi dan disukai konsumen (Qomariah dkk, 2013). Jeruk Siam merupakan jenis jeruk yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia, produktivitas komoditas jeruk siam di Indonesia pada tahun 2012 yaitu sebesar 32,44 ton/Ha (Wulandari dkk, 2014).



Gambar 2. Jeruk Siam Jember
(Sumber: Anonimous/[2016/05/19/budidaya jeruk](#))

Kabupaten Jember merupakan daerah sentra penghasil Jeruk Siam di Jawa Timur yang lebih dikenal dengan nama Jeruk Semboro, sesuai dengan yang pertama kali mengusahakan kebun jeruk pada daerah tersebut. Jeruk Siam Jember terkenal dengan rasa manis, tekstur buah yang lunak dan segar dengan aroma yang lembut dan kulit yang mudah dikelupas (Ridjal, 2008).

Badan Standardisasi Nasional (BSN) belum memiliki SNI untuk Jeruk Siam (Qomariah dkk, 2013). Sehingga pengklasifikasian Jeruk Siam hingga saat ini masih mengacu pada SNI Jeruk Keprok (SNI 3165.2009). Berdasarkan SNI ini, pengklasifikasian buah jeruk keprok didasarkan pada berat tiap buah. Berdasarkan pengklasifikasian ini, buah jeruk keprok digolongkan menjadi 4 kelas/grade (Tabel 1).

Tabel 1. Kriteria Jeruk Keprok, termasuk Jeruk Siam (SNI 3165.2009)

Kelas	Bobot (g)	Diameter (cm)
A	≥ 151	≥ 71
B	101 – 150	61 -70
C	51 – 100	51 -60
D	≤ 50	40 – 50

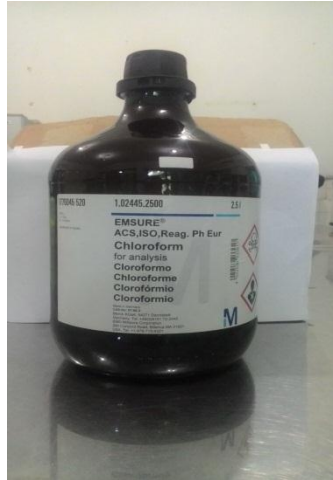
Sumber: BSN (2009) dalam Qomariah dkk (2013)

2.2 Ekstraksi dan Pelarut

Ekstraksi adalah 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. Ekstraksi dari bahan padat dapat dilakukan jika bahan yang diinginkan dapat larut dalam solven pengestraksi. Faktor – faktor yang mempengaruhi laju ekstraksi antara lain adalah tipe persiapan sampel, waktu ekstraksi, kuantitas pelarut, suhu pelarut, dan tipe pelarut (Sulihono dkk, 2012).

Pelarut yang akan digunakan pada penelitian ini adalah kloroform. Kloroform adalah salah satu jenis pelarut yang bersifat non-polar yaitu pelarut yang tidak akan tertinggal di dalam media atau bahan yang akan dianalisis (Rahman, 2010).

Kloroform yang digunakan dalam penelitian ini dibeli pada botol kapasitas 2,5 liter dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kloroform (botol 2,5 liter)

2.3 *UV-Vis Spectroscopy*

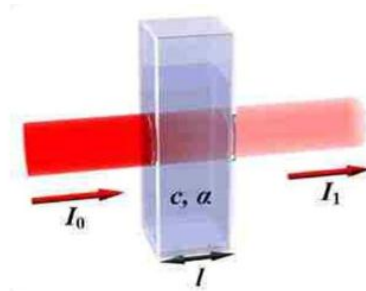


Gambar 4. *Spectrophotometer UV-Vis*

Spectroscopy merupakan salah satu metode dalam kimia analisis yang digunakan untuk menentukan komposisi suatu sampel baik secara kuantitatif dan kualitatif yang didasarkan pada interaksi antara materi dengan cahaya. Peralatan yang digunakan dalam *Spectroscopy* disebut *Spektrophotometer UV-Vis* (Gambar 4).

Cahaya yang dimaksud dapat berupa cahaya tampak, UV dan inframerah, sedangkan materi dapat berupa atom dan molekul namun yang lebih berperan adalah elektron valensi. Ketika cahaya dengan panjang berbagai panjang gelombang (cahaya polikromatis) mengenai suatu zat, maka cahaya dengan panjang gelombang tertentu saja yang akan diserap (Henry, dkk. 2002).

Pada *Spectroscopy*, cahaya datang atau cahaya masuk atau cahaya yang mengenai permukaan zat dan cahaya setelah melewati zat tidak dapat diukur, yang dapat diukur adalah I_t/I_0 atau I_0/I_t (perbandingan cahaya datang dengan cahaya setelah melewati materi (sampel)). Proses penyerapan cahaya oleh suatu zat dapat digambarkan sebagai berikut:

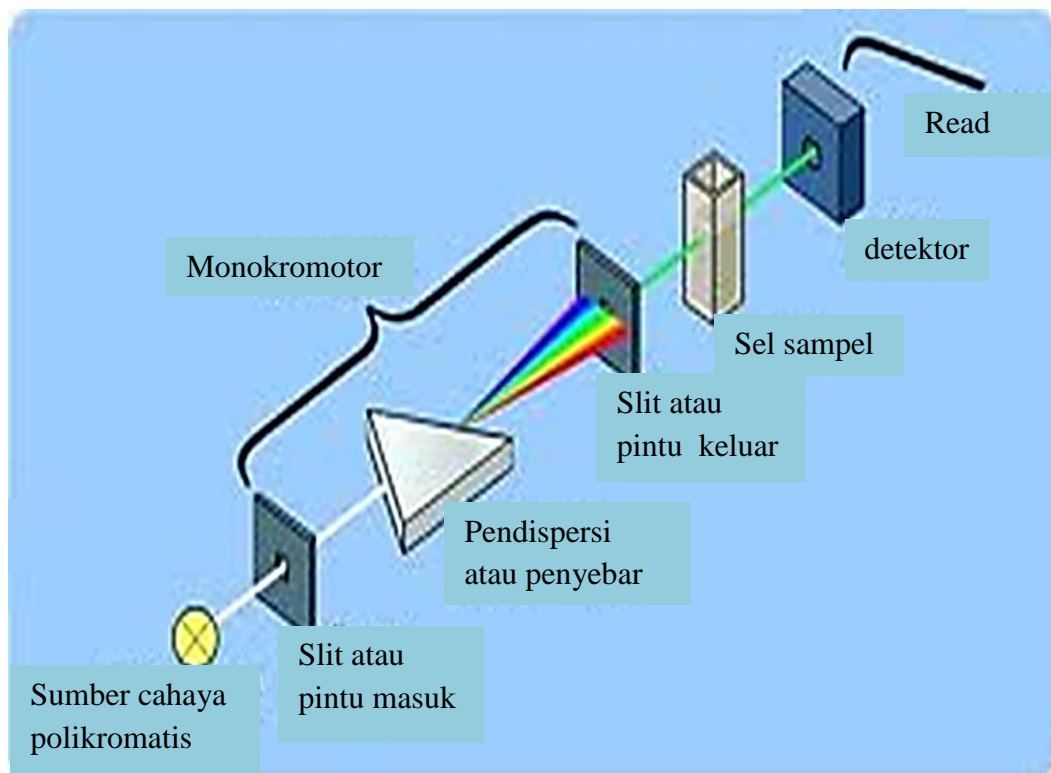


Gambar 5. Proses penyerapan cahaya oleh zat dalam sel sampel.
(Sumber: [anonimous/2016/05/10/pengertian-dasar-spektrofotometer-vis-uv-uv-vis/](#))

dari Gambar 5 terlihat bahwa zat sebelum melewati sel sampel lebih terang atau lebih banyak di banding cahaya setelah melewati sel sampel. Cahaya yang diserap diukur sebagai absorbansi (A) sedangkan cahaya yang hamburkan diukur sebagai transmitansi (T), dinyatakan dengan hukum Lambert-Beer atau Hukum 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” (Henry, dkk. 2002).

2.3.1 Proses Pengambilan Spektra Absorban

Pengambilan data spektra absorban dilakukan menggunakan alat *GENESYS 10S Spectrophotometer UV-Vis*. Cara kerja *Spectrophotometer UV-Vis* (Gambar 6) yaitu 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 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 6. Proses pengambilan spektra absorban
(Sumber: Anonimous/2016/09/21/Spektrofotometer UV-VIS)

2.4 Kemometrika (*Chemometrics*)

Menurut *International Chemometrics Society*, kemometrika adalah ilmu pengetahuan yang menghubungkan pengukuran yang dibuat pada suatu proses atau sistem kimiawi melalui penggunaan ilmu matematika dan statistika. Kemometrika dikenalkan ke dalam spektroskopi untuk meningkatkan kualitas data yang diperoleh. Meskipun pada awal penggunaannya hanya untuk mengolah data spektra, akan tetapi saat ini kemometrika memungkinkan untuk memperlakukan sejumlah besar informasi yang berasal dari konsentrasi komponen sampel dalam jangka waktu yang cepat (Rohman, 2014 dalam Dzulfianto, 2015). Metode kemometrika sering disebut juga dengan metode statistik multivariat (Mubayinah, dkk. 2016). Analisis multivariat yang paling sering digunakan adalah PCA (*principal component analysis*) dan SIMCA (*soft independent modelling of class analogies*)

2.4.1 SIMCA dan PCA

SIMCA (*soft independent modelling of class analogies*) dan PCA (*principle component analysis*) adalah analisis multivariat yang digunakan dalam mengekstrak informasi spektrum yang diperlukan dari spektrum inframerah dan menggunakan informasi spektrum tersebut untuk aplikasi kualitatif dan kuantitatif. Tujuan SIMCA dan PCA yaitu membuat sebuah pengurangan jumlah peubah yang menjelaskan aktifitas biologis atau sifat kimia ke dalam peubah independen yang lebih kecil (Mubayinah, dkk. 2016). Hal ini dapat dicapai melalui analisis dari matrik korelasi dari sifat biologi dan kimia.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan bulan Juni 2016 di Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca Panen, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

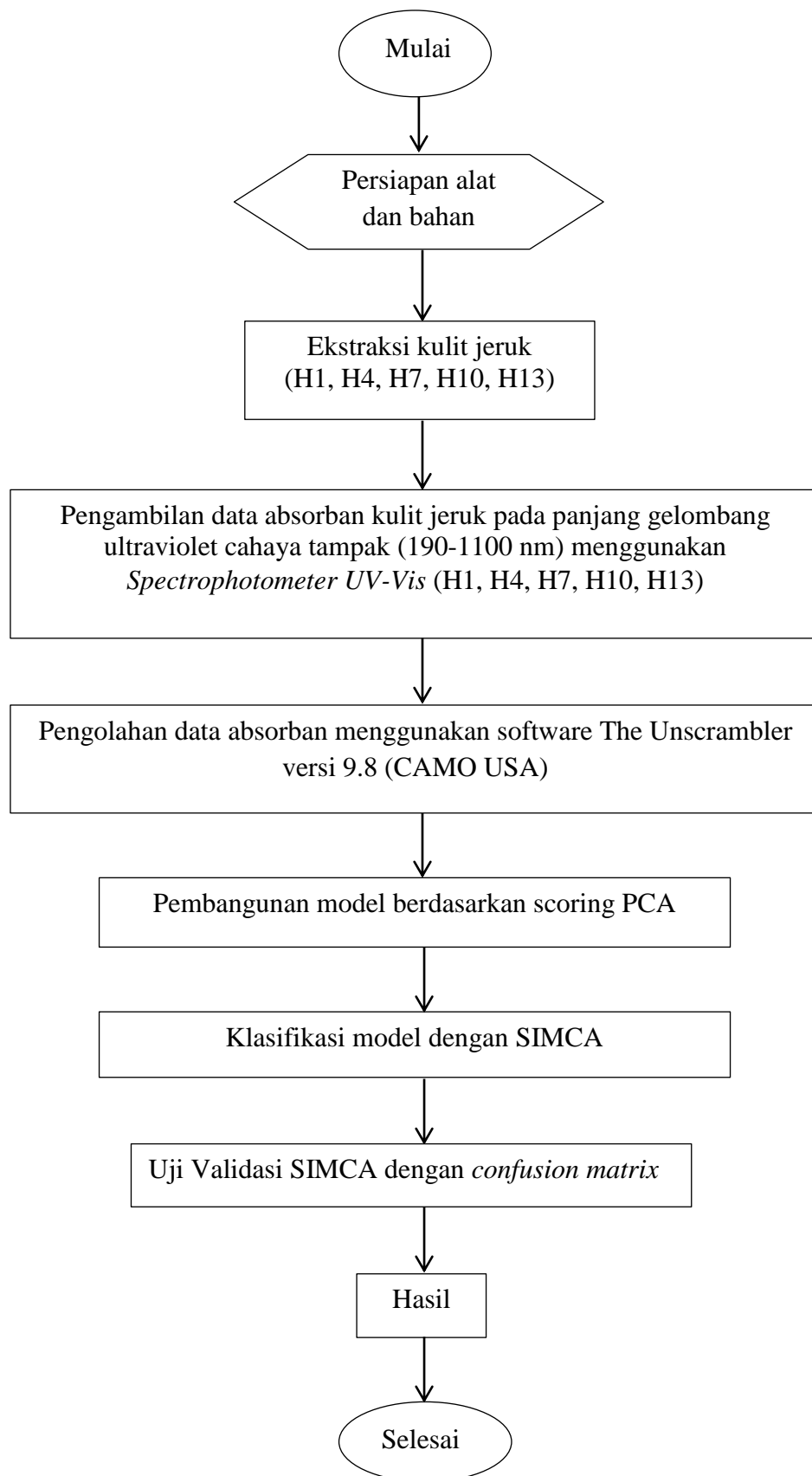
3.2 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Alat yang digunakan adalah *Spectrophotometer UV-Vis* (tipe *Genesys 10S* produksi *thermo fisher scientific*), seperangkat komputer dengan software *The Unscrambler* versi 9.8 (CAMO USA), kuvet, penggaris, pisau, labu ukur 25 ml, pipet tetes 2 ml, cawan petri, *rubber bulb*, gelas ukur 100 ml, mortar, kertas saring, corong dan spatula.
2. Bahan yang digunakan adalah 100 buah jeruk varietas Siam Jember dan kloroform.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Proses pelaksanaan penelitian dari awal sampai dengan akhir dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram alir penelitian

3.3.1 Persiapan Bahan

Bahan yang disiapkan untuk melakukan penelitian ini adalah kloroform dan buah jeruk. Buah jeruk yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis Jeruk Siam, buah jeruk dibeli dari gudang buah yang ada di pasar Gintung dan berasal dari Jember, Jawa Timur. Proses persiapan jeruk yang akan digunakan sebagai sampel adalah sebagai berikut :

- Membeli jeruk yang akan digunakan sebagai sampel
- Menyortir jeruk berdasarkan berat, diameter dan warna kulit. Berat jeruk ditimbang menggunakan timbangan analitik, diameter diukur menggunakan jangka sorong digital (Gambar 26 pada Lampiran) , dan warna diamati berdasarkan pengamatan secara visual.
- Diambil 100 buah jeruk yang seragam berdasarkan berat, diameter dan warna yang akan digunakan sebagai sampel.
- Buah jeruk yang sudah dipilih dibersihkan pada permukaan kulit menggunakan tisu (Gambar 25 pada Lampiran).
- 100 buah jeruk yang telah disiapkan kemudian ditandai sebagai sampel S1 sampai S100 yang akan digunakan pada hari ke-1 (S1 sampai S15), hari ke-4 (S16 sampai S30), hari ke-7 (S31 sampai S45), hari ke-10 (S46 sampai S60), hari ke-13 (S61 sampai S75) dan sampel S76 sampai S100 akan digunakan sebagai sampel cadangan.

Penimbangan dan pengukuran diameter sampel jeruk dilaksanakan pada hari pertama setelah jeruk dipanen dan saat hari pertama pengambilan spectra

absorban. Penimbangan dan pengukuran diameter jeruk bertujuan agar sampel jeruk yang digunakan dapat seragam.

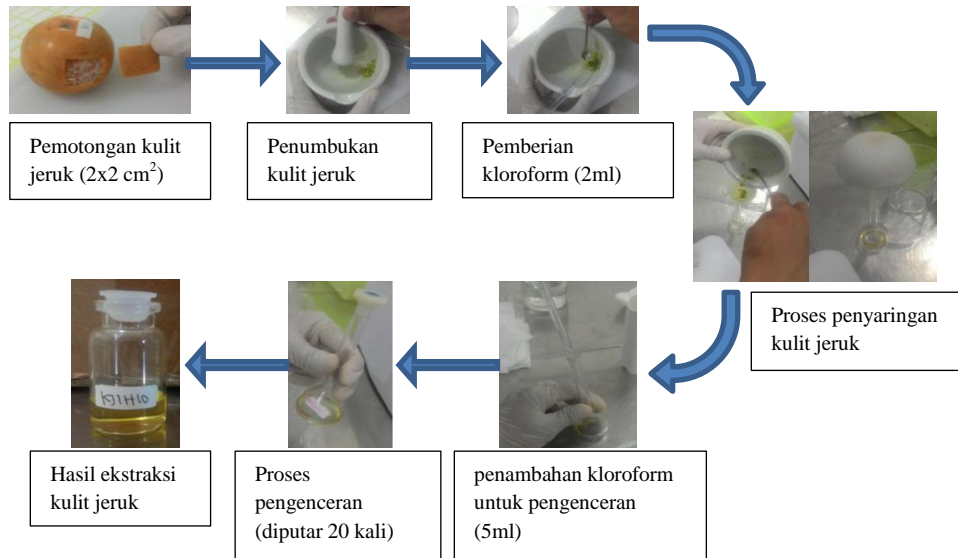
3.3.1 Ekstraksi Kulit Jeruk

Ekstraksi kulit jeruk dilakukan pada hari ke-1, ke-4, ke-7, ke-10, dan ke-13, setelah jeruk dipanen, dilambangkan dengan H1, H4, H7, H10, dan H13 (dengan 15 sampel jeruk per harinya). Ekstraksi yang dilakukan sesuai dengan cara ekstraksi yang dilakukan oleh Suhandy dkk (2016) dengan sedikit modifikasi. Langkah kerja yang dilakukan pada saat ekstraksi kulit jeruk adalah sebagai berikut (Gambar 8) :

- Siapkan jeruk yang akan diekstraksi kulitnya
- Potong kulit jeruk dengan ukuran $2 \times 2 \text{ cm}^2$
- Hancurkan kulit jeruk dengan menggunakan mortar
- Masukkan 2 ml kloroform pada kulit jeruk yang sudah dihancurkan
- Saring kulit jeruk yang telah di hancurkan menggunakan kertas saring untuk mendapatkan ekstrak kulit jeruk kedalam labu ukur, tutup labu ukur menggunakan cawan petri selama proses penyaringan, tunggu hingga tidak menetes.
- Encerkan ekstrak kulit jeruk hasil penyaringan dengan menambahkan 5 ml kloroform lalu diputar beberapa kali sampai tercampur.

3.3.2 Pengambilan Data Spektra Absorban

Proses pengambilan spektra absorban kulit jeruk dilakukan sejak hari pertama setelah jeruk dipanen. Hal ini dilakukan agar kandungan fluoresescent yang ada di



Gambar 8. Proses ekstraksi kulit jeruk

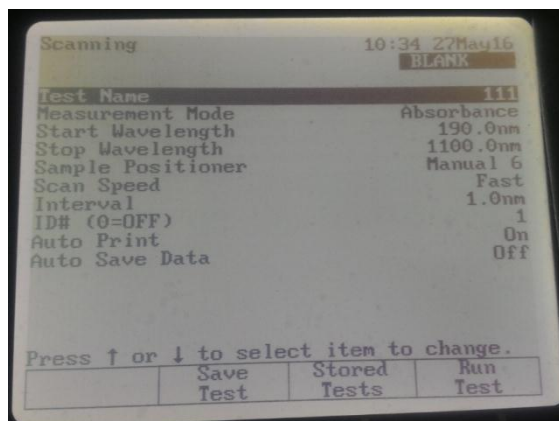
dalam kulit jeruk diharapkan belum terlalu banyak berkurang setelah jeruk dipanen. Ini disebabkan kandungan fluoresescent yang berupa flavonoid dalam kulit jeruk akan terus berkurang selama masa penyimpanan (Devy, dkk. 2010). Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa senyawa flavonoid mempunyai aktivitas antioksidan yang beragam pada berbagai jenis sereal, sayuran dan buah-buahan (Redha, 2010). Pengambilan data absorban kulit jeruk dilakukan pada hari ke-1, ke-4, ke-7, ke-10, dan ke-13, dilambangkan dengan H1, H4, H7, H10, dan H13 (dengan 15 sampel jeruk per harinya). Langkah kerja yang dilakukan pada saat pengambilan data absorban kulit jeruk adalah sebagai berikut :

- Hubungkan kabel *UV-Vis Spectrophotometer* ke sumber arus listrik.
- Tekan tombol power yang ada di bagian belakang alat.
- Tekan tombol *test*, pilih *scanning*, kemudian tekan *enter* (parameter pengambilan spektra sudah diatur pada Gambar 9).
- Masukkan kloroform sebanyak 2 ml ke dalam kuvet, kemudian tutup kuvet. Kloroform berfungsi sebagai blank yang digunakan untuk mengkalibrasi

sampel ekstrak kulit jeruk yang akan diambil data spektranya.

- Masukkan sampel hasil ekstraksi kulit jeruk yang telah diencerkan sebanyak 2 ml ke dalam kuvet, kemudian tutup kuvet untuk mengurangi penguapan zat *fluorescent*.
- Masukkan kuvet yang telah berisi kloroform ke dalam alat dan diposisikan pada cell blank dan kuvet yang berisi ekstrak kulit jeruk diposisikan pada cell 1.
- Tekan tombol *Run test* kemudian tekan tombol *Collect baseline*, proses ini dilakukan untuk mengkalibrasi blank.
- Setelah proses kalibrasi selesai, tekan tombol 1, kemudian tekan tombol *measure sample*. Proses ini merupakan proses pengambilan data absorban bulir jeruk.
- Setelah proses pengambilan data selesai, kemudian tekan menu *tabular* untuk melihat hasil data absorban pada panjang gelombang ultraviolet cahaya tampak atau tekan menu *graph* untuk melihat grafik data absorban pada panjang gelombang ultraviolet cahaya tampak.
- Simpan data dengan cara menekan menu *edit data* kemudian tekan menu *enter*, lalu pilih *save data* kemudian tekan tombol *enter* (CAMO, 2006).

Terlihat pada Gambar 9 pengambilan data absorban dimulai dari panjang gelombang 190 nm - 1100 nm karena dianggap pada panjang gelombang 190 nm data absorban baru akan terlihat secara jelas sampai panjang gelombang 1100 nm. Sampel positioner dilakukan secara manual karena sampel ekstrak kulit jeruk menggunakan pelarut kloroform yang mudah menguap maka pengambilan spectra absorban dilakukan langsung satu per satu setelah sampel jeruk di ekstraksi.

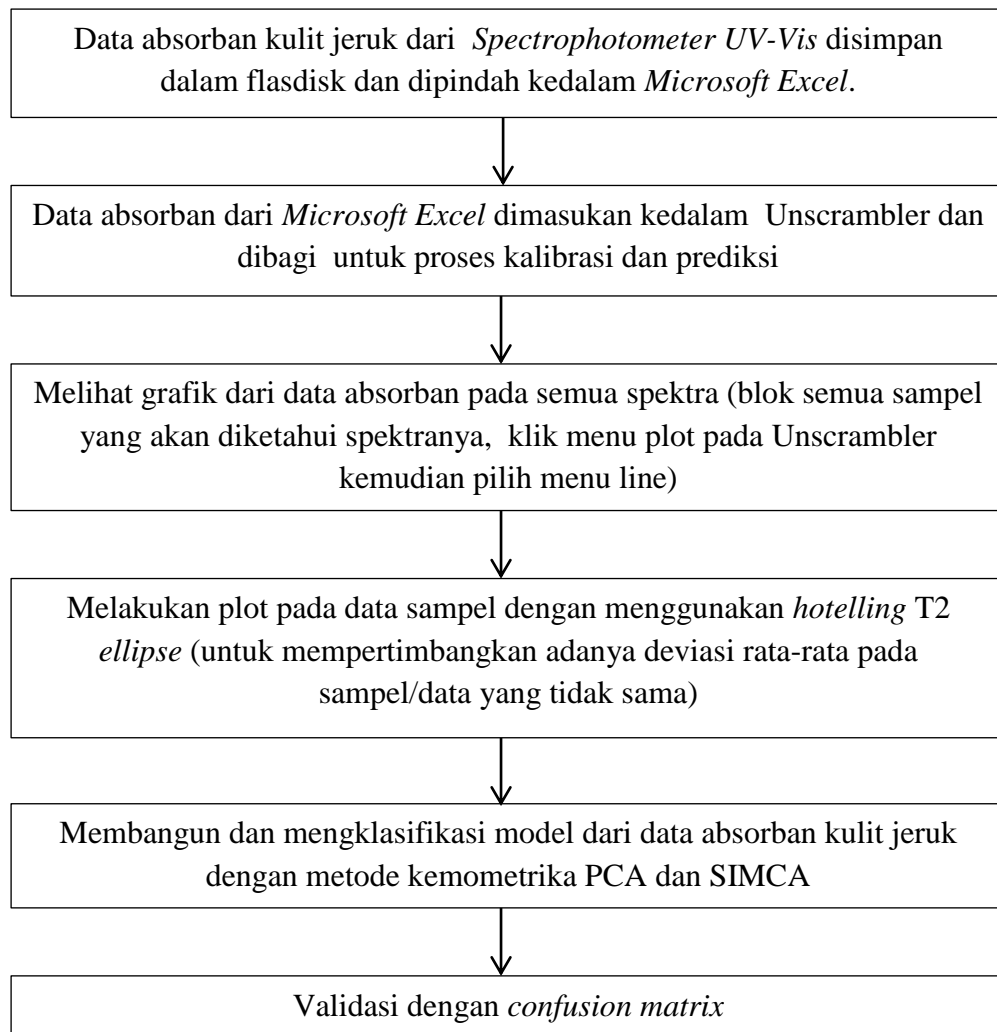


Gambar 9. Parameter pengambilan spektra pada *Spectrophotometer UV-Vis (Genesys 10S UV-Vis)*

Scanning diatur dengan kecepatan *fast*. Interval pengambilan spektra absorbansi adalah 1,0 nm supaya setiap data spektra dapat terlihat pada semua panjang gelombang mulai dari 190 nm – 1100 nm. Data yang telah diperoleh disimpan secara manual menggunakan flasdisk.

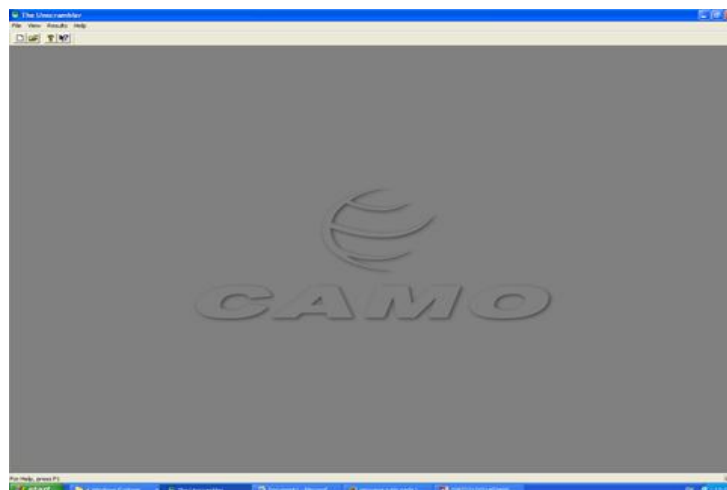
3.3.3 Analisis Data

Proses analisis data absorbansi kulit Jeruk Siam Jember yang telah diperoleh dari *Spectrophotometer UV-Vis* dapat dilihat pada Gambar 10. Spektra absorbansi yang telah diperoleh dari panjang gelombang ultraviolet cahaya tampak pada flasdisk dipindahkan ke Microsoft Excel yang kemudian dianalisis dengan metode kemometrika SIMCA dan PCA (principle component analysis) menggunakan software The Unscrambler versi 9.8 (CAMO USA). 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.

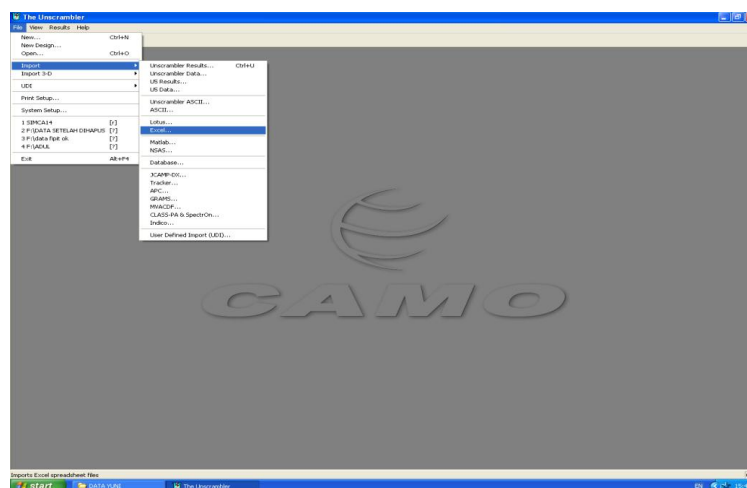


Gambar 10. Diagram alir analisis data

Tampilan awal program Unscrambler pada komputer dapat dilihat pada Gambar 11. Langkah pertama yang dilakukan pada proses analisis data ini adalah dengan menyusun kumpulan data yang telah diperoleh untuk mengetahui hasil spectra dari data yang telah diolah dan mengelompokkan data yang akan digunakan untuk kalibrasi dan prediksi. 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 11. Tampilan awal software Unscrambler versi 9.8 (CAMO, AS)



Gambar 12. Tampilan saat import data pada Unscrambler

Untuk mengetahui hasil grafik spektra dari data yang telah diolah dilakukan dengan cara blok semua sampel yang akan diketahui spektranya, kemudian klik menu *plot* kemudian pilih menu *line* .

Setelah mengetahui hasil spektra kulit jeruk, kemudian dilanjutkan dengan melakukan plot pada semua data menggunakan *hotelling T2 ellipse* untuk mempertimbangkan adanya deviasi rata-rata pada sampel kemudian membangun model menggunakan PCA (*principal component analysis*) untuk membangun model klasifikasi multivariat yang dilakukan dengan menggunakan masing-

masing 10 sampel pada H1, H4, H7, H10 dan H13 untuk kalibrasi. Kemudian dilakukan prediksi untuk menguji model yang telah dibangun dengan cara mengklasifikasikan masing-masing 5 sampel antara H1 dengan H4, H1 dengan H7, H1 dengan H10 dan H1 dengan H13 menggunakan klasifikasi SIMCA (*soft independent modelling of class analogy*) dengan significance 10%. Dari hasil model yang telah dibangun dapat dihitung persentase dalam mengklasifikasikan sampel.

Persentase dalam mengklasifikasikan sampel dilakukan dengan menggunakan tabel *confusion matrix* (Tabel 2) dengan menghitung empat nilai, yaitu nilai akurasi (*accuracy*), nilai sensitifitas (*sensitivity*), nilai error (*false alarm rate*), dan nilai spesifisitas (*specificity*) dari perhitungan *validation of classifiers* (Levine, 2009) . Namun sebelum melakukan perhitungan *validation of classifiers*, langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengelompokkan sampel yang telah masuk pada masing-masing model SIMCA kedalam tabel *confusion matrix* .

Pengelompokan tersebut bertujuan untuk memudahkan pada saat perhitungan masing-masing nilai yang ada pada perhitungan *validation of classifiers*.

Tabel 2. *Confusion Matrix*

	Class A (actual)	Class B (actual)
Class A (assigned by classifier)	a	b
Class B (assigned by classifier)	c	d

Keterangan :

Class A = H1

Class B = H4/H7/H10/H13

a = mewakili jumlah sampel yang hanya masuk pada model H1

b = mewakili jumlah sampel yang seharusnya masuk pada model H1 namun masuk pada model hari lain (H4/H7/H10/H13)

c = mewakili jumlah sampel yang seharusnya masuk pada hari lain (H4/H7/H10/H13) namun masuk pada model hari H1

d = mewakili jumlah sampel yang hanya masuk pada model hari lain (H4/H7/H10/H13)

Sampel yang masuk pada kolom a dan d dianggap sebagai sampel positif sejati dan negatif sejati karena sampel yang masuk pada kolom a dan d adalah sampel yang masuk pada model yang benar, sedangkan sampel yang masuk pada kolom b dan c dianggap sebagai sampel positif palsu dan negatif palsu karena sampel masuk pada model yang salah atau masuk pada dua model sekaligus. Dari tabel *confusion matrix* dapat dihitung nilai akurasi (*accuracy*), nilai sensitivitas (*sensitivity*), nilai error (*false alarm rate*), dan nilai spesifisitas (*specificity*) dari model yang telah dibangun dan diklasifikasi dengan SIMCA menggunakan rumus sebagai berikut :

$$AC = \frac{(a+d)}{a+b+c+d} \quad (1)$$

Dimana :

AC = nilai akurasi

$$S = \frac{d}{b+d} \quad (2)$$

Dimana :

S = nilai sensitifitas

$$FP = \frac{c}{c+a} \quad (3)$$

Dimana :

FP = nilai error

$$SP = \frac{a}{a+c} \quad (4)$$

Dimana :

SP = nilai spesifisitas

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Spektra absorban tertinggi pada kulit jeruk diperoleh pada panjang gelombang ultraviolet cahaya tampak 360 nm yang merupakan jenis flavonoid golongan flavonol.
2. Dari model yang dibangun oleh spektra absorban kulit jeruk menggunakan metode kemometrika PCA dan SIMCA ini secara umum model berhasil dibangun pada model PC1 dan PC2 yang hampir mencapai 100% pada semua hari (H1, H4, H7, H10, dan H13).
3. Dari hasil uji validasi dengan *confusion matrix* diketahui bahwa model terbaik untuk membedakan kesegaran pada buah jeruk terdapat pada perbandingan hari ke-1 dengan hari ke-13 dengan tingkat akurasi sebesar 100%, sensitivitas 100%, spesifisitas 100% dan nilai error sebesar 0%, yang artinya semakin panjang rentang waktu umur simpan jeruk dari saat dipanen maka akan semakin jelas perbedaan tingkat kesegaran buah jeruk.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan varietas jeruk yang berbeda dan rentang waktu yang lebih panjang pada waktu penyimpanan.

Sehingga perbedaan tingkat kesegaran buah jeruk akan lebih jelas dan data yang diperoleh akan lebih valid.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, Z. dan R. Djamil. 2013. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Flavonoid dalam Fraksi N-Butanol dari Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji (*Psidium guajava.L.*). *Seminar Nasional LUSTRUM X Fakultas Farmasi Universitas Pancasila*. Jakarta.
- Billah, M.T. 2013. Bab IV. Jeruk. *Buletin Konsumsi Pangan*. Jakarta. 4(1) : 25-33.
- CAMO. 2006. The Unscrambler Tutorials. CAMO Process AS. Norwegia. 179 hlm.
- 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.
- Dzulfianto, A. 2015. Analisis Parasetamol, Kafein, dan Propifenazon dengan Metode Spectroscopy UV dan Kemometrika Tanpa Tahap Pemisahan. (Skripsi). Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta. 102 hlm.
- Henry, A., Suryadi dan A. Yanuar. 2002. Analisis Spektrofotometri Ultraviolet cahaya tampak Pada Obat Influenza Dengan Menggunakan Aplikasi Sistem Persamaan Linier. *Prosiding Komputer dan Sistem Intelijen (KOMMIT 2002)*. Jakarta
- Kitinoja, L dan A.A. Kader. 2002. Small-Scale Postharvest Handling Practices: A Manual for Horticultural Crops (4th Edition). Postharvest Horticulture Series No. 8E. University of California. California. 267 hlm.
- Lavine, B.K. 2009. Validation of Classifiers. *Comprehensive Chemometrics*. Oklahoma State University. Stillwater, OK. USA. 3: 587-599.
- Martosupono, M., H. Semangun dan B.Y. Sunbanu. 2007. Budidaya Jeruk Keprok SOE di Kabupaten Timor Tengah Selatan. *Jurnal AGRIC*. 19(1) :76-90.
- Mubayinah, A., B. Kuswandi dan L. Wulandari. 2016. Penentuan Adulterasi Daging Babi pada Sampel Burger Sapi Menggunakan Metode NIR dan Kemometrik. *e-Jurnal Pustaka Kesehatan*. 4(1) :35-40.

- Qomariah, R., A. Hasbianto., S. Lesmayati dan H. Hasan. 2013. Kajian Pra Panen Jeruk Siam (*Citrus Suhuiensis* Tan) untuk Ekspor. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian Kalimantan Selatan 2013*. Banjarbaru.
- Rahman, M.M. 2010. Uji mutagenisitas hasil partisi ekstrak kloroform daun ambre (*geranium radula cavan.*) terhadap bakteri *salmonella typhimurium* ta 98, ta 100 dan ta 1535 serta profil kandungan kimia bagian teraktif. (Skripsi). Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 72 hlm.
- Redha, A. 2010. Flavonoid: Struktur, Sifat Antioksidatif dan Peranannya dalam Sistem Biologis. *Jurnal Belian*. 9 (2): 196 – 202.
- Ridjal, J.A. 2008. Analisis Faktor Determinan Keikutsertaan Petani Berkelompok, Pendapatan dan Pemasaran Jeruk Siam di Kabupaten Jember. *J-SEP*. 2(1) : 1-9.
- 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. *Prosiding 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.
- Wulandari, M., R. Hartadi dan T. Agustina. 2014. Analisis Produksi dan Pendapatan serta Strategi Pengembangan Komoditas Jeruk Siam di Kecamatan Bangorejo Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Berkala Ilmiah PERTANIAN*. 1: 1-12.
- Zikria, R. 2015. *Outlook Komoditas Pertanian Subsektor Hortikultura Jeruk*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Jakarta. 110 hlm.