

**PENGUNAAN TEKNOLOGI UV-VIS SPEKTROSKOPI DAN METODE  
SIMCA UNTUK MEMBEDAKAN TIGA KULTIVAR KOPI ARABIKA  
JAVA PREANGER (SIGARAR UTANG, TYPICA, DAN YELLOW  
BOURBON) DENGAN PROSES PENGOLAHAN BIJI BASAH**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**MEGA LASKARWATI**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2021**

**PENGGUNAAN TEKNOLOGI UV-VIS SPEKTROSKOPI DAN METODE  
SIMCA UNTUK MEMBEDAKAN TIGA KULTIVAR KOPI ARABIKA  
JAVA PREANGER (SIGARAR UTANG, TYPICA, DAN YELLOW  
BOURBON) DENGAN PROSES PENGOLAHAN BIJI BASAH**

**Oleh**

**MEGA LASKARWATI**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**Jurusan Teknik Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2021**

## **ABSTRAK**

### **PENGGUNAAN TEKNOLOGI UV-VIS SPEKTROSKOPI DAN METODE SIMCA UNTUK MEMBEDAKAN TIGA KULTIVAR KOPI ARABIKA JAVA PREANGER (SIGARAR UTANG, TYPICA, DAN YELLOW BOURBON) DENGAN PROSES PENGOLAHAN BIJI BASAH**

**OLEH**

**MEGA LASKARWATI**

Kopi arabika Java Preanger merupakan salah satu kopi yang dihasilkan dari wilayah pegunungan di Jawa Barat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan dari kopi spesialti arabika Java Preanger berdasarkan kultivar Sigarar Utang, Typica dan Yellow Bourbon dengan proses pengolahan biji basah (washed) menggunakan teknologi UV-Vis Spektroskopi. Pengambilan spektra ini dilakukan pada 450 sampel menggunakan UV-Vis spektroskopi dengan panjang gelombang 190-1100 nm. Pada penelitian ini mengembangkan model dan memprediksi sampel menggunakan model soft independent modelling of class analogy (SIMCA) untuk mendeskripsikan kopi arabika Java Preanger sesuai daerah asalnya. Hasil PCA original pada data spektra original yaitu diperoleh nilai PC-1 sebesar 73% dan PC-2 19%, sehingga didapatkan total nilai varian sebesar 92%. Hasil PCA dengan perlakuan SNV + moving average 5 segmen diperoleh nilai PC-1 sebesar 89% dan PC-2 sebesar 6%, sehingga didapatkan total nilai varian sebesar 95%. Pada klasifikasi model SIMCA original pada kopi arabika Sigarar Utang dengan kopi arabika Yellow Bourbon dan kopi arabika Yellow Bourbon dengan kopi arabika Typica didapatkan nilai akurasi, nilai sensitivitas dan nilai spesifisitas sebesar 100%, serta nilai error 0%. Sedangkan hasil klasifikasi model SIMCA original pada kopi arabika Sigarar Utang dengan kopi arabika Typica didapatkan nilai akurasi sebesar 85,7%, nilai sensitivitas sebesar 73,3%, nilai spesifisitas 100% dan nilai error 14,3%.

Kemudian Hasil klasifikasi model SIMCA dengan perlakuan SNV + moving average 5 segmen pada kopi arabika Sigarar Utang dengan kopi arabika Yellow Bourbon dan kopi arabika Typica dengan kopi arabika Yellow Bourbon didapatkan nilai akurasi, nilai sensitivitas dan nilai spesifisitas sebesar 100%, serta nilai error 0%. Sedangkan untuk klasifikasi model SIMCA SNV + moving average 5 segmen pada kopi arabika Sigarar Utang dengan kopi arabika Typica didapatkan nilai akurasi sebesar 90,9%, nilai sensitivitas sebesar 81,5%, nilai spesifisitas 100% dan nilai error 9,09%.

**Kata kunci:** Kopi arabika Java Preanger, kopi arabika Sigarar Utang, kopi arabika Typica, kopi arabika Yellow Bourbon, UV-Vis spektroskopi, PCA dan SIMCA.

## **ABSTRACT**

### **THE USE OF UV-VIS SPECTROSCOPY TECHNOLOGY AND SIMCA METHOD TO DIFFERENT THREE CULTIVAR JAVA ARABICA PREANGER COFFEE (SIGARAR UTANG, TYPICA, AND YELLOW BOURBON) FULL WASHED PROCESSING**

*By*

**MEGA LASKARWATI**

*Java Preanger arabica coffee is one of the coffees produced in the mountainous area in West Java. This study aims to determine the differences between Java Preanger specialty arabica coffee based on the cultivars of Sigarar Utang, Typica, and Yellow Bourbon with full washed preprocessing using UV-Vis spectroscopy technology. Spectra were taken on 450 samples using a UV-Vis spectrometer with a wavelength of 190-1100 nm. This study developed a model and predicted the sample using the soft independent modeling of class analogy (SIMCA) model to describe Java Preanger arabica coffee according to the region of origin. The results of the PCA using original spectra data obtained the value of PC-1 of 73% and PC-2 of 19% so that the total value of variance was 92%. The results of PCA with 5-segment moving average+SNV treatment data obtained the value PC-1 of 89% and PC-2 of 6% so that the total variance value was 95%. In the classification of the original SIMCA model on Sigarar Utang arabica coffee with Yellow Bourbon arabica coffee and Yellow Bourbon arabica coffee with Typica arabica coffee, the accuracy value, sensitivity value, and specificity value are 100%, and the error value is 0%.*

*While the results of the classification of the original SIMCA model on Sigarar Utang arabica coffee with Typica arabica coffee obtained an accuracy value of 85.7%, a sensitivity value of 73.3%, a specificity value of 100%, and an error value of 14,3%. Then the results of the classification of the SIMCA model with 5-segment moving average+SNV treatment on Sigarar Utang arabica coffee with*

*Yellow Bourbon arabica coffee and Typica arabica coffee with Yellow Bourbon arabica coffee obtained an accuracy value, sensitivity value, and specificity value of 100%, and an error value of 0%. Meanwhile, for SIMCA SNV +moving average5 segment model on Sigarar Utang arabica coffee with Typica arabica coffee, the accuracy value is 90.9%, the sensitivity value is 81.5%, the specificity value is 100% and the error value is 9,09%.*

**Keywords:** *Java Preanger arabica coffee, Sigarar Utang arabica coffee, Typica arabica coffee, Yellow Bourbon arabica coffee, UV-Vis spectroscopy, PCA, and SIMCA.*

Judul Skripsi

**: PENGGUNAAN TEKNOLOGI UV-VIS  
SPEKTROSKOPI DAN METODE SIMCA  
UNTUK MEMBEDAKAN TIGA KULTIVAR  
KOPI ARABIKA JAVA PREANGER  
(SIGARAR UTANG, TYPICA, DAN YELLOW  
BOURBON) DENGAN PROSES  
PENGOLAHAN BIJI BASAH**

Nama Mahasiswa

**: Mega Iqskarwati**

Nomor Pokok Mahasiswa

**: 1714071050**

Jurusan/PS

**: Teknik Pertanian**

Fakultas

**: Pertanian**



**Dr. Agr. Sc. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr.**  
NIP 197803032001121001

**Winda Rahmawati, S. TP., M. Si., M. Sc.**  
NIP. 198905202015042001

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Sandi Asmara".


**Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.**  
NIP. 196210101989021002

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

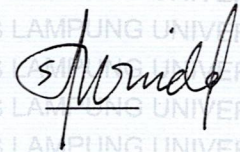
Ketua

: **Dr. Agr. Sc. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr.**



Sekretaris

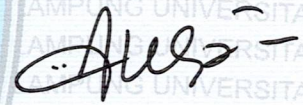
: **Winda Rahmawati, S.TP. M.Si., M.Sc.**



Penguji

Bukan Pembimbing

: **Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si**



2. Dekan Fakultas Pertanian

**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**

NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **7 Oktober 2021**





## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Mega Laskarwati** NPM 1714071050.

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) **Dr. Agr. Sc. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr.** dan 2) **Winda Rahmawati, S.TP. M.Si., M.Sc.** 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,  
Yang membuat pernyataan



**Mega Laskarwati**  
NPM. 1714071050

**PERSEMBAHAN**



**Skripsi ini saya persembahkan untuk**

***Kedua Orang Tua Tercinta***



## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Natar, Kabupaten Lampung Selatan pada tanggal 19 Juli 1999, sebagai anak keempat dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Sugimin dan Ibu Sarmini. Penulis menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak-Kanak (TK) Tunas Melati II pada tahun 2003 - 2005, Sekolah Dasar (SD) Negeri 5 Merak Batin pada tahun 2005-2011, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Natar pada tahun 2011 - 2014, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Swasta Al-Azhar 3 Bandar Lampung pada tahun 2014 - 2017. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa S1 Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2017 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Pada bulan Januari hingga Februari 2020, penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode 1 Tahun 2018 dengan tema “Membangun dan Meningkatkan Pemanfaatan Limbah Batang Singkong” di Desa Gedung Ketapang, Kecamatan Sungkai Selatan, Kabupaten Lampung Utara. Sementara itu pada bulan Juni hingga Agustus 2020, penulis telah melaksanakan Praktik Umum (PU) di Sanggar Daya Kreatif dengan judul “Pembibitan Jambu Kristal di Sanggar Daya Kreatif Gadingrejo Kabupaten Pringsewu Provinsi Lampung”. Dalam bidang organisasi kemahasiswaan, penulis tercatat aktif dalam Organisasi/Lembaga Kemahasiswaan Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) sebagai Bendahara Bidang Dana dan Usaha (Danus) pada periode 2018 - 2019 dan Bendera Umum pada periode 2020.

## SANWACANA

Segala puji dan syukur penulis ucapkan hanya kepada Allah SWT, atas berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, suri tauladan sepanjang zaman.

Skripsi dengan judul “Penggunaan Teknologi Uv-Vis Spektroskopi dan Metode SIMCA Untuk Membedakan Tiga Kultivar Kopi Arabika Java Preanger (Sigarar Utang, Typica, dan Yellow Bourbon) dengan Proses Pengolahan Biji Basah” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian;
3. Bapak Dr. Agr. Sc. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr., selaku pembimbing akademik sekaligus pembimbing pertama yang selalu sabar dalam memberikan bimbingan, dorongan dan motivasi.
4. Ibu Winda Rahmawati, S.TP. M.Si., M.Sc., selaku pembimbing kedua yang selalu memberikan bimbingan, saran, dan semangat.
5. Ibu Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si.. selaku pembahas yang telah memberikan nasihat, kritik, saran dan semangat.
6. Seluruh dosen dan staff Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
7. Ibu, bapak, kakak-kakak dan keponakan yang selalu memberikan dukungan, semangat dan motivasi untuk segera menyelesaikan skripsi.

8. M. Ilham Dio Prayoga, selaku rekan visioner yang selalu mengkritik.
9. Jessy Oktayulia Sari yang selalu menjadi tempat berkeluh kesah dan selalu menghibur.
10. Tim UV-Vis Spektroskopi yang selalu menjadi penyemangat dan tempat bertukar pengetahuan.
11. Presidium Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) periode 2020 yang telah mendahului ujian skripsi.
12. Kelompok belajar bahagia berduit yang selalu menjadi support system.
13. Seluruh rekan atau keluarga Teknik Pertanian Angkatan 2017.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, namun demikian penulis berharap bahwa skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Bandar Lampung,  
Penulis

**Mega Laskarwati**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>v</b>
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	4
1.3. Manfaat Penelitian .....	5
1.4. Hipotesis .....	5
1.5. Batasan Masalah .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1. Kopi.....	6
2.2. Pengolahan Kopi.....	7
2.3. Spektrometer UV-Vis .....	8
2.4. Kemometrika.....	10
2.5. Matriks Konfusi .....	11
2.6. ROC ( <i>Receiver Operator Characteristic</i> ).....	12
2.7. <i>Pretreatment</i> .....	13
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	17
3.2. Alat dan Bahan.....	17
3.3. Prosedur Penelitian .....	17
3.3.1. Persiapan Alat dan Bahan .....	19
3.3.2. Ekstraksi Kopi.....	22

3.3.3.	Pengambilan Spektra Menggunakan Spektrometer .....	24
3.3.4.	Membuat dan Menguji Model .....	26
3.3.5.	Analisis data.....	26
3.3.6.	<i>Principal Component Analysis (PCA)</i> .....	26
<b>IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
4.1.	Analisis Spektra Kopi Arabika Java Preanger Sigarar Utang, Typica, dan Yellow Bourbon .....	30
4.2.	Hasil <i>Principal Component Analysis (PCA)</i> .....	33
4.2.1.	Hasil <i>Principal Component Analysis (PCA)</i> Pada Data Original.....	33
4.2.1.	Hasil <i>X-loadings</i> Untuk Spektra Original.....	34
4.3.	Model SIMCA dengan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	36
4.4.	Klasifikasi Menggunakan Data Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	41
4.5.	Analisis <i>Preprocessing</i> pada Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	52
4.6.	Analisis Spektra Kopi Arabika Menggunakan Spektra SNV + <i>Moving Average 5</i> Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	57
4.7.	Hasil <i>Principal Component Analysis (PCA)</i> Menggunakan Spektra SNV + <i>Moving Average 5</i> Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	58
4.8.	Model <i>Soft Independent Modelling of Class Analogy (SIMCA)</i> dengan Spektra SNV + <i>Moving Average 5</i> Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	61
4.9.	Klasifikasi Model SIMCA dengan Spektra SNV + <i>Moving Average 5</i> Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	63
<b>V.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>74</b>
5.1.	Kesimpulan.....	74
5.2.	Saran.....	75
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>76</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>81</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Matriks Konfusi.....	11
2. Kriteria nilai AUC. ....	13
3. Komposisi Bahan Sampel yang Diuji.....	21
4. Matriks Konfusi dari Model SIMCA AS dan Model SIMCA AY Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. .	41
5. Hasil Tingkat Spesifisitas dan Sensitivitas pada Hasil Klasifikasi AS dengan AY Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm pada Beberapa Level.....	43
6. Matriks Konfusi dari Model SIMCA AY dan Model SIMCA AT Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. .	45
7. Hasil Tingkat Spesifisitas dan Sensitivitas pada Hasil Klasifikasi AY dengan AT Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190- 1100 nm pada Beberapa Level .....	47
8. Matriks Konfusi dari Model SIMCA AS dan Model SIMCA AT Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. .	48
9. Hasil Tingkat Spesifisitas dan Sensitivitas pada Hasil Klasifikasi AS dengan AT Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm pada Beberapa Level.....	50
10. Hasil Kalibrasi Pengembangan Model AS + AY pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	52
11. Hasil Kalibrasi Pengembangan Model AY+ AT pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	53
12. Hasil Kalibrasi Pengembangan Model AS+ AT pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	55



13.	Matriks Konfusi dari Model SIMCA AS dan Model SIMCA AY dengan Spektra SNV + <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	63
14.	Hasil Tingkat Spesifisitas dan Sensitivitas pada Hasil Klasifikasi AS dengan AY Menggunakan Spektra SNV + <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm pada Beberapa Level. ....	65
15.	Matriks Konfusi dari Model SIMCA AY dan Model SIMCA AT dengan Spektra SNV + <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	66
16.	Hasil Tingkat Spesifisitas dan Sensitivitas pada Hasil Klasifikasi AY dengan AT Menggunakan Spektra SNV + <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm pada Beberapa Level.....	69
17.	Matriks Konfusi dari Model SIMCA AY dan Model SIMCA AT dengan Spektra SNV + <i>moving average</i> 5 segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	70
18.	Hasil Tingkat Spesifisitas dan Sensitivitas pada Hasil Klasifikasi AS dengan AT Menggunakan Spektra SNV + <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm pada Beberapa Level. ....	72
19.	Hasil Klasifikasi Model SIMCA Model AS, SIMCA Model AT dan SIMCA AY Menggunakan Spektra Original Pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	82
20.	Hasil Klasifikasi Model SIMCA AS, AT dan AY dengan Spektra SNV + <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	85
21.	Hasil Diskriminasi PCA Pada Spektra Original Dalam Bentuk Angka (Numerik) .....	88
22.	Hasi Diskriminasi PCA Pada Spektra Kombinasi SNV + <i>Moving Average</i> 5 Segmen Dalam Bentuk Angka (Numerik).....	100
23.	Berat Sampel Kopi.....	112

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kopi Arabika Java Preanger Dengan Tiga Kultivar Berbeda.....	3
2. Diagram Alir Proses Pengolahan Kopi Secara Basah. ....	8
3. Prinsip Kerja Spektrometer <i>Single Beam</i> .....	9
4. Diagram Alir Penelitian. ....	18
5. Proses <i>Roasting</i> .....	19
6. Proses Penggilingan Kopi.....	20
7. Proses Pengayakan Kopi.....	20
8. Proses Penimbangan Sampel Kopi. ....	21
9. Proses Pembuatan Larutan.....	22
10. Proses Pengadukan Sampel <i>Magnetic Stirrer Ciblanc</i> . ....	22
11. Proses Penyaringan Sampel Kopi.....	23
12. Diagram Alir Prosedur Ekstraksi Kopi.....	24
13. Prosedur Penggunaan UV-Vis Spektroskopi.....	25
14. Cara Memasukkan Data dari <i>Microsoft Excel</i> ke <i>The Unscrambler 10.4</i> . ...	27
15. Cara <i>Transpose</i> Data Pada <i>The Unscrambler 10.4</i> .....	27
16. Cara Membuat Kolom <i>Category Variable</i> . ....	28
17. Menu Edit Set. ....	29
18. Menu Analisis PCA pada <i>The Unscrambler 10.4</i> . ....	29
19. Lokasi Pengambilan Sampel Kopi Arabika Java Preanger dengan Tiga Kultivar Berbeda di Gunung Papandayan, Desa Cisurupan, Kabupaten Garut, Jawa Barat.....	31
20. Grafik Nilai Rata-rata Absorbans Spektra Original Pada Panjang Gelombang 190-1100 nm .....	32

21.	Hasil Perhitungan PCA Menggunakan Spektra Original Pada Panjang Gelombang 190-1100 nm .....	33
22.	Grafik <i>X-Loading</i> PC-1 Hasil PCA 150 Data Menggunakan Spektra Original Pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	35
23.	Grafik <i>X-Loadings</i> PC-2 Hasil PCA 150 Data Menggunakan Spektra Original Pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	36
24.	Mengisi <i>Category Name Variable</i> . ....	37
25.	Mengisi Kolom KALVALPRED dengan label 111122233. ....	38
26.	Menyortir Kolom KALVALPRED .....	38
27.	Hasil Pengelompokan KALVALPRED. ....	39
28.	Model SIMCA Sampel AS Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	39
29.	Model SIMCA Sampel AT Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm .....	40
30.	Model SIMCA Sampel AY Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	40
31.	Plot <i>Coomans</i> Hasil klasifikasi Model SIMCA AS + AY (Original) pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	42
32.	Kurva ROC Klasifikasi AS dengan AY Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	44
33.	Plot <i>Coomans</i> Hasil Klasifikasi Model SIMCA AY + AT (Original) Pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	46
34.	Kurva ROC Klasifikasi AY dengan AT Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	47
35.	Plot <i>Coomans</i> Hasil Klasifikasi Model SIMCA AS + AT (Original) Pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	49
36.	Kurva ROC Klasifikasi AS dengan AT Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	51
37.	Grafik Nilai Rata-Rata Spektra menggunakan Spektra Hasil Transformasi dengan SNV + <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	57

38.	Hasil Perhitungan PCA pada Spektra SNV + <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	58
39.	Grafik <i>X-loadings</i> PC-1 Hasil PCA dengan Perlakuan SNV + <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	59
40.	Grafik <i>X-loadings</i> PC-2 Hasil PCA dengan Perlakuan SNV + <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	60
41.	Model SIMCA AS Spektra dengan SNV + <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	61
42.	Model SIMCA AT Spektra dengan SNV + <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	62
43.	Model SIMCA AY Spektra dengan SNV + <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	62
44.	Plot <i>Coomans</i> Hasil Klasifikasi Model SIMCA AS dengan Model SIMCA AY Menggunakan SNV + <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	64
45.	Kurva ROC Klasifikasi AS dengan AY dengan Spektra SNV + <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	66
46.	Plot <i>Coomans</i> Hasil Klasifikasi Model SIMCA AY dengan Model SIMCA AT Menggunakan SNV + <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	68
47.	Kurva ROC Klasifikasi AY dengan AT dengan Spektra SNV + <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	69
48.	Plot <i>Coomans</i> Hasil Klasifikasi Model SIMCA AS dengan Model SIMCA AT Menggunakan SNV + <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm. ....	71
49.	Kurva ROC Klasifikasi AS dengan AT dengan Spektra SNV + <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	72
50.	Alat UV-Vis Spektroskopi Jenis Genesis 10s yang Dipakai Dalam Penelitian. ....	115
51.	Pengemasan Kopi Arabika Java Preanger dari Petani.....	115
52.	Proses Penimbangan <i>Green Bean</i> Sebelum di <i>Roasting</i> .....	116
53.	Proses <i>Roasting</i> Kopi.....	116

54.	Proses Penimbangan 1 gram Sampel Kopi.....	117
55.	Sampel Kopi Dalam Gelas Beaker. ....	117
56.	Proses Penyaringan Sampel Kopi.....	118
57.	Proses Membaca Hasil Spektra UV-Vis Spektroskopi.....	118

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu bahan baku terpenting dan unggulan di Indonesia yang memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi. Pada tahun 2017, luas perkebunan kopi Indonesia mencapai 1.238.598 ha dengan produksi 717.962 ton. Sebesar 96,02% perkebunan kopi Indonesia didominasi oleh perkebunan rakyat dan secara langsung mempengaruhi 1.770.508 keluarga. Volume ekspor kopi dari Indonesia pada tahun 2017 sebesar 467.790 ton dengan nilai US\$ 1.186.886 juta (Ditjen Perkebunan, 2018).

Menurut data ICO tahun 2018, Indonesia menempati urutan keempat sebagai negara penghasil kopi dengan volume produksi 7.995.143 ton. Namun, struktur industri pengolahan kopi nasional tidak seimbang, hanya 20% dalam bentuk kopi olahan dan 80% dalam bentuk biji kering. Kopi sebagian diekspor dalam bentuk biji kering dan dari 20% kopi olahan hanya 3-4% yang dapat diekspor (Widowati, 2013).

Menurut sejarah Priangan adalah perkebunan kopi pertama di Indonesia yang didirikan pada masa penjajahan Belanda. Melalui sistem tanam paksa, Belanda memperluas perkebunan kopi di seluruh Indonesia. Masyarakat Eropa saat ini menyukai kopi Jawa Barat yang disebut kopi Java Preanger bahkan menggunakan istilah "a Java cup" karena kualitasnya yang tinggi dan rasanya yang khas. Sebagian besar kopi Jawa Barat terkena penyakit karat daun yang pecah pada tahun 1878. Setelah wabah, tanaman kopi digantikan oleh tanaman teh. Kebangkitan kopi arabika Java Preanger di Pangalengan dimulai pada tahun 2001

setelah adanya kesepakatan antara petani dan Perhutani untuk memperoleh izin pemanfaatan lahan hutan yang sebelumnya dibudidayakan untuk sayuran dengan tanaman keras seperti kopi, cengkeh dan lain-lain untuk menjaga kelestarian hutan bersama dengan masyarakat (Luthfi, 2017).

Kopi arabika Java Preanger memiliki kualitas yang berbeda-beda, salah satu faktor yang mempengaruhinya adalah ketinggian jarak tanam di atas permukaan laut. Kopi arabika Java Preanger yang ditanam di Gunung Papandayan biasanya tumbuh di ketinggian 900-1600 meter di atas permukaan laut. Semakin tinggi tanaman kopi di suatu daerah, semakin baik kualitas kopi. Faktor lain yang mempengaruhi mutu dan harga jual kopi adalah jenis, proses pemanenan, pengolahan kopi, dan semua proses sebelum menjadi kopi siap minum.

Kopi arabika Java Preanger merupakan salah satu jenis kopi yang memiliki harga jual yang cukup tinggi dibandingkan jenis kopi arabika lainnya. Dari ketiga kultivar kopi arabika Java Preanger pengolahan biji basah yang digunakan pada penelitian ini memiliki harga yang berbeda-beda seperti, arabika *single* origin Gunung Papandayan monovarietas Sigarar Utang Rp250.000/kg, arabika *single* origin Papandayan monovarietas Typica Rp 375.000/kg dan arabika *single* origin Gunung Papandayan monovarietas Yellow Bourbon Rp 275.000/kg. Berdasarkan harga jual di atas harga dan kualitas yang lebih tinggi yaitu kopi arabika pengolahan biji basah *single* origin Papandayan monovarietas Typica. Gambar 1 menunjukkan kopi arabika Java Preanger dengan tiga kultivar berbeda sebelum disangrai.



Sigarar Utang

Typica

Yellow Bourbon

Gambar 1. Kopi Arabika Java Preanger Dengan Tiga Kultivar Berbeda.

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa ketiga kultivar tersebut sulit dibedakan dengan kasat mata berdasarkan karakteristik bijinya, karena ketiga kultivar tersebut merupakan jenis kopi yang sama yaitu kopi arabika. Perbedaan ketiga kultivar kopi akan semakin sulit dikenali setelah kopi disangrai dan digiling (*ground coffee*). Sebuah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ada hubungan yang signifikan antara kandungan kafein dan kualitas rasa lima kultivar Arabika yang berbeda di Kabupaten Garut. Kultivar kopi arabika yang ditanam petani Kabupaten Garut menunjukkan perbedaan kualitas, biokimia dan rasa (Randriani dkk, 2014). Selanjutnya menurut Borem dkk (2013), aroma kopi dapat meningkatkan nilai jual kembali kopi. Kopi suatu kultivar memiliki ciri-ciri yang hampir sama, namun setiap kultivar kopi memiliki aroma yang khas. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan identifikasi dan klasifikasi untuk membedakan ketiga kultivar kopi tersebut guna mengembangkan kopi yang dijual dengan label *single origin* (lokasi yang sama) dan kultivar tunggal (*single cultivar*).

Ada beberapa metode untuk mengidentifikasi perbedaan pengolahan kopi arabika Java Preanger Sigarar Utang, Typica dan Yellow Bourbon di antaranya adalah metode organoleptik. Metode organoleptik memiliki kelemahan, yaitu bersifat subjektif, karena memerlukan penanganan panca indera manusia. Metode lain yang dapat digunakan adalah teknologi NIR (*near infrared*), namun memiliki biaya perawatan dan peralatan yang relatif tinggi. Metode GLC (*Gas Liquid*



*Chromatography*) dan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) memiliki presisi yang baik tetapi memerlukan persiapan sampel yang lama dan peralatan yang mahal. Sedangkan metode UV-Vis dapat secara akurat menganalisis perbedaan kopi dan pemalsuan dan tidak memakan banyak waktu untuk mengumpulkan data.

Alat UV-Vis spektroskopi tidak hanya akurat dan tidak memakan waktu untuk mengumpulkan data, tetapi juga harganya murah dan sekarang sudah banyak digunakan di laboratorium standar di Indonesia. Pada penelitian sebelumnya, kemurnian kopi luwak diuji dengan spektroskopi UV-Vis dengan mengklasifikasikan kopi luwak asli dan kopi luwak *blended* (Waluyo dkk, 2017). Penelitian lainnya juga telah dilakukan oleh Suhandy dkk, (2018) penggunaan teknologi UV-Vis mampu untuk membedakan kopi bubuk arabika Gayo Wine dengan kopi bubuk arabika Gayo biasa. Sedangkan penelitian menggunakan UV-Vis spektroskopi untuk membedakan kopi arabika dengan kultivar berbeda belum dilakukan.

Penelitian ini menggunakan UV-Vis spektroskopi untuk membedakan kopi arabika Java Preanger dengan beberapa kultivar berbeda. Sedangkan untuk data absorbans yang didapatkan akan diidentifikasi menggunakan analisis data multivariat dengan teknik kemometrika. Teknik kemometrika yang dimaksud yaitu metode PCA (*principal component analysis*) dan SIMCA (*soft independent modelling of class analogy*).

## **1.2. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Membedakan kopi spesialti arabika Java Preanger berdasarkan kultivar Typica, Yellow Bourbon dan Sigarar Utang dengan proses pengolahan biji basah (*full washed*) menggunakan teknologi UV-Vis Spektroskopi.
2. Membangun model SIMCA yang dapat digunakan untuk mendeskripsikan kopi arabika Java Preanger.

### **1.3. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui perbedaan dari kopi spesialti arabika Java Preanger kultivar Sigarar Utang, Typica dan Yellow Bourbon.
2. Untuk industri dan pemerintah agar dapat memberikan sistem perdagangan yang adil dan berkelanjutan supaya harga di pasar sesuai dan sama rata.

### **1.4. Hipotesis**

Hipotesis dari penelitian ini adalah teknologi UV-Vis spektroskopi yang dikombinasikan dengan metode SIMCA dapat membedakan kopi spesialti arabika Java Preanger berdasarkan kultivarnya yaitu Sigarar Utang, Typica dan Yellow Bourbon dengan proses pengolahan biji basah (*washed*).

### **1.5. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu.

1. Penelitian ini hanya menguji keaslian kopi bubuk arabika Java Preanger tetapi tidak menguji kandungan kimia dari kopi tersebut.
2. Proses diskriminasi hanya pada kopi spesialti arabika Java Preanger berdasarkan kultivar Sigarar Utang, Typica dan Yellow Bourbon.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Kopi

Kopi merupakan salah satu hasil perkebunan yang bernilai ekonomi tinggi dan juga merupakan sumber devisa negara (Rahardjo, 2012). Saat ini produksi kopi di Indonesia mencapai 600.000 ton per tahun, lebih dari 80% di antaranya berasal dari perkebunan rakyat. Devisa dari ekspor kopi tahun 2009 dapat mencapai 888,2 juta dollar AS, di mana ekspor kopi mencapai 581,2 juta ton (Pahlevi, 2014).

Kopi arabika merupakan kopi pertama yang ditanam di Indonesia, disusul oleh liberika dan robusta. Kopi arabika cocok ditanam pada ketinggian 1000-2100 meter di atas permukaan laut. Kualitas kopi lebih baik bila ditanam di dataran tinggi. Kopi Arabika hanya tumbuh di ketinggian 1000 meter di atas permukaan laut, sehingga hanya tersedia di beberapa wilayah Indonesia:

- a. Provinsi Sumatera Utara (Kabupaten Tapanuli Utara, Dairi, Kabupaten Tobasa, Kabupaten Humbang, Kabupaten Mandailing dan Kabupaten Karo).
- b. Provinsi Aceh
- c. Provinsi Lampung
- d. Beberapa provinsi di pulau Jawa, Bali dan Sulawesi (Panggabean, 2011).

Kopi arabika merupakan tanaman yang bernilai ekonomi tinggi dan dibudidayakan di lebih dari 60 negara dengan iklim tropis dan subtropis, dengan total produksi mencapai 70% dari total produksi kopi dunia (Teressa dkk, 2010). Di Indonesia, kopi merupakan salah satu tanaman yang bernilai dan menjadi sumber devisa negara. *Coffea arabica L.* adalah tetraploid ( $2n = 2x = 44$ ) dan satu-satunya spesies dari genus kopi yang mencemari diri (Geleta dkk, 2012).

Berdasarkan hibridisasi in situ genomik, *C. Arabika* telah terbukti berasal dari perkawinan *C-ke-C. eugenioides* dan *C. canephora* (Lashermes dkk, 1999). Kopi arabika adalah kopi pertama kali ditemukan di Etiopia pada tahun 850 M dan bahwa disebarkan oleh para peziarah ke berbagai negara Islam (Sera dkk, 2003). Pada awal abad ke-18, pohon kopi didatangkan ke Indonesia oleh VOC dan membudidayakan pertama kali di wilayah Priangan pada tahun 1707 (Zakaria, 2009).

## **2.2. Pengolahan Kopi**

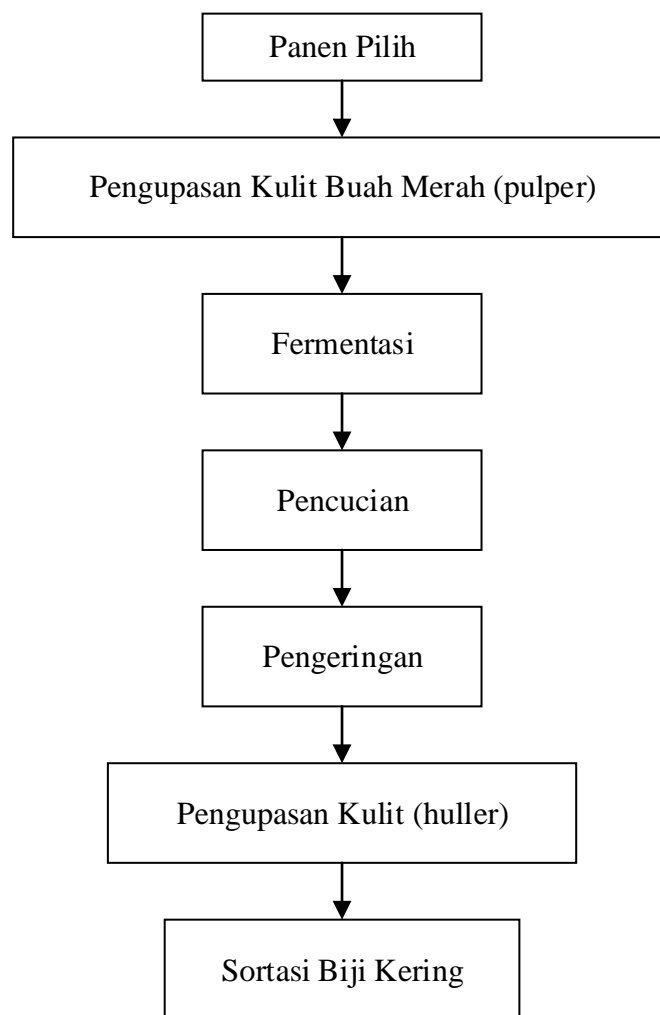
Menurut Rahardjo (2012), kopi yang dipanen harus diproses sebelum 12 sampai 20 jam. Kopi yang tidak diproses langsung maka akan terfermentasi dan menurunkan kualitas kopi. Namun, jika waktu pemrosesannya terlambat, kopi harus direndam terlebih dahulu dalam air bersih. Pengolahan kopi dibagi menjadi dua proses, yaitu pengolahan kering dan pengolahan basah.

Pengolahan kering adalah metode pengolahan yang cocok untuk petani yang hanya memiliki lahan kecil. Sementara itu, pengolahan kering di pabrik hanya digunakan untuk mengolah kopi hijau dalam bentuk bubuk dan warna coklat. Perbedaan dalam pengolahan menentukan kualitas akhir kopi. Pengolahan kering biasanya dilakukan oleh petani kecil, sehingga alat yang digunakan masih manual dan kualitas kopi yang dihasilkan kurang baik. Kopi olah basah kini memiliki kualitas yang lebih baik, baik dalam bentuk fisik maupun rasa, sebagai alat yang digunakan dalam pengolahan (Ciptadi dan Nasution, 1985).

Proses pengolahan kering yang dikenal petani adalah proses setelah kopi dipanen kemudian dijemur selama 14-20 hari. Kopi kering biasanya disimpan dalam bentuk bertangkai utuh atau sudah dibersihkan dari semua kulitnya (Rahardjo, 2012).

Pengolahan basah adalah pengolahan buah kopi yang dipanen, kulitnya kemudian dihilangkan dengan menempatkannya dalam pulper. Setelah kulitnya dibuang, kopi difermentasi dengan cara direndam selama beberapa hari, kemudian dicuci dan dikeringkan. Kopi dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari

langsung atau dengan memasukkannya ke dalam mesin pengering. Sebelum mengklasifikasikan kopi, kopi harus dipisahkan dari kulitnya menggunakan alat pengupas (Ciptadi dan Nasution, 1985). Diagram alir untuk pengolahan kopi basah ditunjukkan pada Gambar 2:



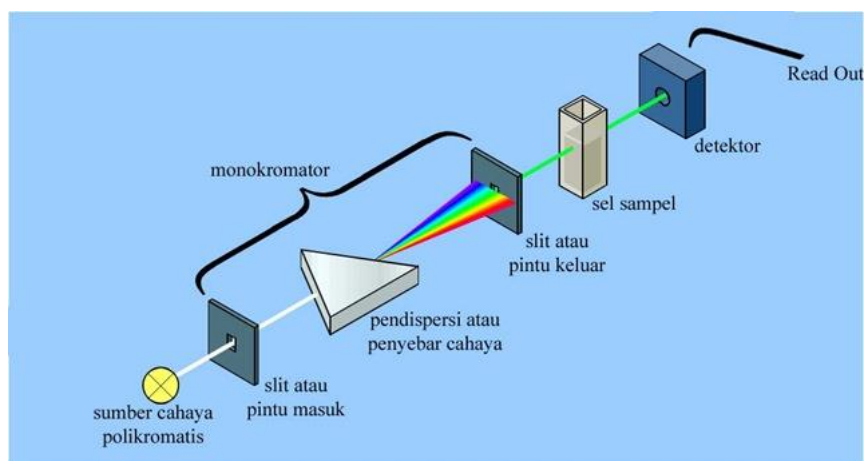
Gambar 2. Diagram Alir Proses Pengolahan Kopi Secara Basah.

### 2.3. Spektrometer UV-Vis

Spektrometer UV-Vis adalah alat pengukur untuk identifikasi kuantitatif dan kualitatif unsur-unsur yang lebih rendah. Penentuan kualitatif didasarkan pada panjang gelombang tertinggi dalam spektrum unsur dan secara kuantitatif pada nilai absorbansi dalam spektrum senyawa kompleks. Warna dapat dibentuk

dengan menambahkan bahan kompleks, yang secara opsional dapat mengandung elemen terpilih (Noviarty dan Anggraini, 2013). Spektroskopi UV-Vis adalah alat berbasis penyerapan untuk mendeteksi transmisi dalam gelombang cahaya (Skoog et al., 2013).

Spektrometer adalah metode analisis yang didasarkan pada nilai penyerapan radiasi cahaya elektromagnetik. Prinsip kerja spektrometer dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan hukum Lambert-Beer, prinsip fungsional alat ini adalah ketika cahaya monokromatik melewati suatu medium atau larutan, sebagian cahaya diserap dan dipantulkan. Penyerapan adalah polarisasi cahaya yang diserap oleh suatu komposisi kimia pada panjang gelombang tertentu, menyebabkan bahan berubah warna. Hukum Lambert-Beer mensyaratkan bahwa radiasi yang digunakan harus monokromatik, energi radiasi tidak menyebabkan reaksi kimia apa pun dan sampel harus seragam (Apratiwi, 2016).



Gambar 3. Prinsip Kerja Spektrometer *Single Beam*  
(Sumber: Munthe, 2018).

UV-Vis Spektroskopi memiliki lima komponen utama yaitu sumber radiasi, wadah sampel, monokromator, detektor, amplifier, dan rekorder. Instrumen UV-Vis Spektroskopi secara umum sebagai berikut:

- a. Sumber radiasi pada spektrometer yang biasa dipakai yaitu lampu Xenon.
- b. Kuvet, pada UV-Vis Spektroskopi yang cocok digunakan yaitu kuvet dari kuarsa yang melalui radiasi daerah ultraviolet. Pengaruh arah pantulan

dapat diminimalkan dengan cara sel harus tegak lurus terhadap arah sinar dan kuvet yang digunakan tidak boleh berwarna.

- c. Monokromator, alat yang digunakan untuk menghasilkan sumber sinar monokromatis.
- d. Dual *silicon Photodiode (detektor)*, alat yang bertugas untuk mengubah cahaya menjadi sinyal listrik dan kemudian akan ditampilkan dalam bentuk angka.

Penyerapan sinar tampak dan ultraviolet pada suatu molekul akan mendapatkan hasil transisi antara tingkat energi elektronik molekul. Transisi biasanya terjadi antara orbital ikatan atau orbital pasangan bebas serta orbital bukan ikatan atau orbital anti ikatan (Apratiwi, 2016).

Hubungan antara radiasi gelombang elektromagnetik UV-Vis (ultraviolet dan sinar tampak) dengan materi dapat menyebabkan terjadi transisi elektronik dengan kenaikan elektron dari posisi dasar ke posisi energi tinggi. Oleh sebab itu, ada yang mengatakan bahwa UV-Vis spektroskopi dengan sebutan elektronik spektroskopi. Beberapa tipe transisi elektron yang mungkin terjadi yaitu:

$\pi \rightarrow \pi^*$  (transisi elektronik dari pi ke pi star)

$n \rightarrow \pi^*$  (transisi elektronik dari n ke pi star)

$\sigma \rightarrow \sigma^*$  (transisi elektronik dari sigma ke sigma star)

$n \rightarrow \sigma^*$  (transisi elektronik dari n ke sigma star)

Pada daerah transisi UV-Vis yang mungkin terjadi yaitu  $\pi \rightarrow \pi^*$  dan  $n \rightarrow \pi^*$  (Suhandy dan Yulia, 2021).

#### 2.4. Kemometrika

Kemometrika adalah prosedur matematika yang digunakan untuk memproses, mengevaluasi, dan menafsirkan data dalam jumlah besar. Kemometrika biasanya digunakan untuk menemukan korelasi statistik antara data spektra dan informasi yang diketahui dalam sampel. Metode ini memungkinkan penggunaan model analisis multivariat dalam aplikasinya. Model analisis multivariat merupakan model yang melibatkan banyak model masukan (variabel X) untuk menghasilkan efek tertentu (variabel Y).

PCA adalah teknologi yang menyederhanakan data dengan mentransformasikan data secara linier untuk membentuk titik koordinat baru dengan keragaman maksimum. PCA dapat digunakan untuk mengurangi ukuran tanpa mengurangi data secara signifikan. Pendekatan ini mengubah sebagian besar variabel besar yang terkait dengan sekumpulan variabel yang lebih kecil dan tidak terkait (Ardiansyah, 2013).

*Soft Independent Modeling of Class Analogy (SIMCA)* adalah analisis multivariat yang dapat digunakan untuk mengekstrak informasi spektra yang diperlukan dari inframerah untuk aplikasi kualitatif dan kuantitatif. Tujuan penggunaan PCA dan SIMCA adalah untuk mengurangi perubahan aktivitas biologis atau sifat kimiawi menjadi perubahan yang lebih kecil (Mubayinah dkk, 2016).

Keuntungan menerapkan data identifikasi SIMCA adalah kemungkinan besar untuk digunakan di dalam kelas. Oleh karena itu, jika varians dari sisa sampel melebihi batas atas setiap kategori dalam kumpulan data, residu tidak akan muncul dalam kumpulan data. Selain itu, SIMCA juga sensitif terhadap kualitas data yang digunakan untuk menghasilkan komponen utama dari satu set pelatihan yang lengkap.

## 2.5. Matriks Konfusi

Matriks konfusi merupakan tabel yang mencatat hasil pekerjaan klasifikasi setelah pemrosesan SIMCA. Rumus matriks konfusi memiliki beberapa output yaitu nilai akurasi, spesifisitas, sensitivitas dan *error*. Matriks konfusi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Matriks Konfusi.

	Kelas A (Model SIMCA A)	Kelas B (Model SIMCA B)
Kelas A (aktual)	a	b
Kelas B (aktual)	c	d



Perhitungan :

$$\text{a) Akurasi (AC)} = \frac{a+d}{a+b+c+d} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{b) Sensitivitas (S)} = \frac{d}{b+d} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{c) Spesifisitas (SP)} = \frac{a}{a+c} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{d) Error} = \frac{b+c}{a+b+c+d} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

a adalah sampel kelas A yang masuk ke dalam kelas A

b adalah sampel kelas B yang masuk ke dalam kelas A

c adalah sampel kelas A yang masuk ke dalam kelas B

d adalah sampel kelas B yang masuk ke dalam kelas B

Nilai yang didapat dari hasil perhitungan akan menunjukkan tingkat akurasi, sensitivitas, spesifisitas dan nilai error pada model uji yang ditetapkan. Akurasi menunjukkan tingkat ketelitian, semakin tinggi tingkat akurasi maka semakin baik. Sensitivitas yaitu kemampuan menunjukkan perbedaan terhadap sampel, semakin sensitif maka semakin terdeteksi perbedaan suatu sampel. Spesifisitas yaitu kemampuan membedakan sampel pada kelasnya. Error menunjukkan tingkat kesalahan pada model yang dibuat, semakin rendah persentase error maka semakin baik dalam mengenali karakteristik sampel (Lavine, 2009).

## 2.6. ROC (*Receiver Operator Characteristic*)

Selama Perang Dunia II, insinyur listrik dan teknisi radar pertama kali menggunakan kurva ROC untuk mendeteksi musuh di medan perang, yang selanjutnya disebut sebagai teori deteksi sinyal. Sejak itu, analisis ROC telah dikembangkan dan digunakan selama beberapa dekade di bidang kedokteran, radiologi, dan banyak bidang lainnya.

Analisis ROC lebih lanjut telah diperkenalkan di bidang yang relatif baru seperti pembelajaran mesin dan penambangan data (Fawcett, 2006). Parameter keakuratan pengujian diagnostik menggunakan AUC disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Kriteria nilai AUC.

Nilai	Keterangan
0,90 – 1,00	Klasifikasi sangat baik
0,80 – 0,89	Klasifikasi baik
0,70 – 0,79	Klasifikasi cukup
0,60 – 0,69	Klasifikasi buruk
0,50 – 0,59	Klasifikasi salah

## 2.7. Pretreatment

Selama Perang Dunia II, insinyur listrik dan teknisi radar pertama kali menggunakan kurva ROC untuk mendeteksi musuh di medan perang, yang selanjutnya disebut sebagai teori deteksi sinyal. Sejak itu, analisis ROC telah dikembangkan dan digunakan selama beberapa dekade di bidang kedokteran, radiologi, dan banyak bidang lainnya. Analisis ROC lebih lanjut telah diperkenalkan di bidang yang relatif baru seperti pembelajaran mesin dan penambangan data (Fawcett, 2006).

### a. Smoothing Moving Average

*Smoothing moving average* adalah perlakuan yang dipakai untuk mengeliminasi data yang *Noise*. Dalam mengeliminasi data yang *Noise* biasanya *smoothing moving average* digabungkan dengan metode awal dalam pengolahan data lain.

Berikut persamaan dalam metode *smoothing moving average*.

$$S_j = \frac{Y_{j-1} + Y_j + Y_{j+1}}{n} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

S<sub>j</sub> : Nilai *smoothing moving average* pada panjang gelombang ke j

Y<sub>j</sub> : Nilai spektra asli pada panjang gelombang ke j

j : Indeks panjang gelombang

n : Jumlah segmen

Rumus di atas untuk n = jumlah segmen, pembagi dan penyebut dapat diubah sesuai dengan segmen yang akan dibuat. Hasil *smoothing moving average* akan terpusat di tengah karena hal tersebut bilangan ganjil adalah jumlah segmen.

#### b. *First and Second Derivative (D1 dan D2)*

*Frist and second derivative* atau *Savitzky Golay derivative* adalah cara untuk meningkatkan kualitas dan menghilangkan spektrum latar belakang. *Derivative* dapat memperjelas hasil puncak dan lembah hasil spektra absorbans pada data NIRS. *Frist and second derivative* adalah cara lama yang digunakan pada spektroskopi dan cara kerjanya dengan menampilkan informasi yang tersembunyi dengan mudah dari hasil spektrum. Hal ini disebabkan adanya transformasi berupa orientasi baris, sehingga kemungkinan isi sel data dipengaruhi oleh baris horizontal. Rumus dalam perhitungan *frist and second derivative* yaitu sebagai berikut (Kusumaningrum dkk, 2018).

$$X_j = \frac{1}{N} \sum_h^k = -k^c j^x j + h \quad \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

X<sub>j</sub> : nilai terbaik berdasarkan kriteria nilai kuadrat terkecil

J : mewakili indeks yang berjalan dari data koordinat dalam matriks data

C<sub>j</sub> : integrasi pembulatan (sama dengan satu),

N : (faktor normalisasi) jumlah total bilangan bulat (Prieto, 2017).

#### c. *Standard Normal Variate (SNV)*

SNV adalah metode dalam mentransformasi efek scatter dari spektrum hilang dengan cara memusatkan dan menentukan skala individual. Kegunaan dari SNV yaitu untuk menghapus gangguan multi aplikasi pada pelebaran dan pembesaran

partikel (Firmansyah, 2019). Rumus dalam perhitungan *standard normal variate* yaitu sebagai berikut.

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^K (x_{ik} - \bar{x}_i)^2}{K-1}} \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$\tilde{x}_{ik} = \frac{x_{ik} - \bar{x}_i}{s_i} \quad \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan :

$s_i$  : Standar deviasi

$K$  : Jumlah data pada sampel  $i$

$i$  : Indeks sampel

$k$  : Indeks panjang gelombang

$\tilde{x}_{ik}$  : Nilai SNV dari sampel  $i$  pada panjang gelombang  $k$

$x_{ik}$  : Nilai spektra original pada sampel  $i$  pada panjang gelombang  $k$

$\bar{x}_i$  : Nilai rata-rata pada sampel  $i$

Sebelum dilakukannya perhitungan SNV, perlu dilakukan perhitungan standard deviasi supaya dapat mengidentifikasi sebaran pada sampel yang akan digunakan.

#### d. *Multiplicative Scatter Correction (MSC)*

Metode MSC adalah cara untuk mengurangi *amplification dan offset* karena disebabkan NIRS spektrum. Cara kerja MSC yaitu dengan memutar semua spektrum hingga dapat mengidentifikasi kecocokan satu sama lainnya hingga seakurat mungkin seperti standar spektrum. Spektrum yang didapatkan kemudian dilakukan persamaan linear dengan rumus berikut.

$$X_{org} = a_i + b_i \bar{x}_j + e_i \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$X_{i, MSC} = \frac{X_{org} - a_i}{b_i} \quad \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan :

$X_{(i, MSC)}$  : Nilai dari spektrum yang dikoreksi (matriks data).

$X_{org}$  : Nilai dari spektra asli

$\bar{x}_j$  : Nilai dari spektrum rata-rata

$e_i$  : Nilai eror

ai : Nilai intersep  
bi : Nilai slope  
i : Indeks sampel  
j : Indeks panjang gelombang  
(Kusumaningrum dkk, 2018).

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

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

Penelitian ini dilaksanakan pada 25 Desember 2020 sampai 13 Februari 2021. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca Panen (RBPP), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

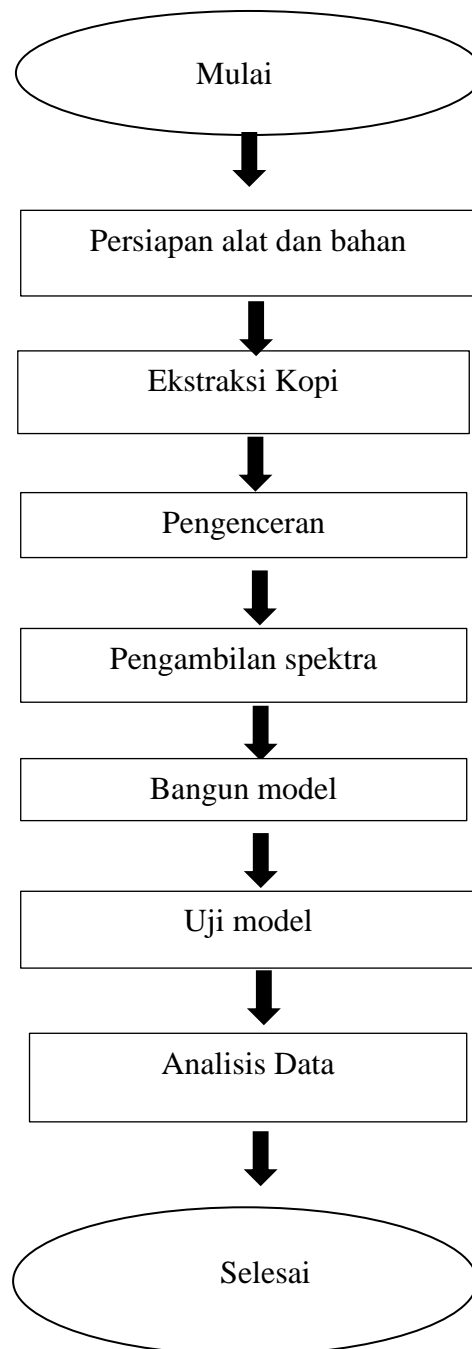
#### **3.2. Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Genesys 10* UV-Vis spektroskopi, kuvet, *mesh*, *rubber bulb*, *aluminium foil*, ayakan *tyler meinzer II*, *beaker glass*, labu *Erlenmeyer* 50 ml, botol semprot, pemanas air, toples, botol transparan, *thermometer*, timbangan digital, kertas saring, pengaduk, spatula, pipet ukur (1 ml, 2 ml, 25 ml), gelas ukur dan corong plastik. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu *tissue*, *aquades*, kopi bubuk arabika Java Preanger *full-washed* Sigarar Utang, Typica dan Yellow Bourbon.

#### **3.3. Prosedur Penelitian**

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi kualitas kopi Arabika menggunakan UV-Vis spektroskopi. Tahap-tahap pada penelitian ini ditampilkan pada diagram alir dibawah, yang terdiri dari persiapan alat dan bahan, mengekstraksi kopi arabika Java Preanger *full-washed* Sigarar Utang, Typica dan Yellow Bourbon. Kemudian pengenceran kopi dan pengambilan menggunakan perangkat lunak *The Unscrambler* versi 10.4. Model kalibrasi dibangun menggunakan metode PCA dan SIMCA spektra, selanjutnya membangun dan

menguji model untuk membedakan kopi arabika. Seperti pada Gambar 4 di bawah ini:



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian.

### 3.3.1. Persiapan Alat dan Bahan

Terdapat beberapa tahapan dalam persiapan alat dan bahan yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu:

#### 1. Persiapan alat

Persiapan alat-alat sebelum digunakan dengan dilakukannya pengecekan supaya dapat dipastikan bahwa peralatan dapat digunakan dengan baik saat penelitian dimulai.

#### 2. *Roasting* Kopi

*Roasting* adalah proses penurunan kadar air pada bahan dan juga merupakan proses untuk membantu pembentukan rasa dan aroma pada biji kopi. Untuk sampel disangrai menggunakan *coffee roasting* model JMS-270 dengan rentang suhu 200°C selama 15 menit. Seperti dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Proses *Roasting*.

#### 3. Penggilingan kopi

Penggilingan kopi bertujuan untuk mengecilkan ukuran menggunakan mesin *coffee grinder Sayota* dengan daya 180 watt tipe SCG 178. Proses ini dilakukan agar mempermudah saat proses ekstraksi sampel kopi. Proses penggilingan kopi dapat dilihat pada Gambar 6.





Gambar 6. Proses Penggilingan Kopi.

#### 4. Pengayakan

Pengayakan dilakukan untuk mendapatkan ukuran yang seragam dari partikel kopi yang digunakan. Kopi diayak dengan menggunakan ayakan *Tyler Meinzer II* dengan mesh ukuran 40 (0,297 mm). Tahapan pengayakan sampel kopi ditunjukkan pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Proses Pengayakan Kopi.

## 5. Penimbangan

Proses penimbangan kopi yang digunakan sebagai sampel uji sebanyak 1 gram untuk setiap ulangan. Proses penimbangan sampel kopi ditampilkan pada Gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Proses Penimbangan Sampel Kopi.

Komposisi dan sampel yang ditimbang dari ketiga jenis kopi tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Komposisi Bahan Sampel yang Diuji.

Nama Sampel	Nomor Sampel	Komposisi Bahan
AS	1 – 75	1 gram kopi arabika Java Preanger Sigarar Utang
AT	76 – 150	1 gram kopi arabika Java Preanger Typica
AY	151 – 225	1 gram kopi arabika Java Preanger Yellow Bourbon

Keterangan: AS = Arabika Java Preanger Sigarar Utang  
 AT = Arabika Java Preanger Typica  
 AY = Arabika Java Preanger Yellow Bourbon

Masing-masing sampel dibuat 2 kali ulangan.

### 3.3.2. Ekstraksi Kopi

Sampel untuk pengujian yang berupa bubuk harus diekstrak menjadi larutan agar dapat diuji menggunakan alat spektrometer dengan mencampurkan 1 gram sampel bersama aquades sebanyak 50 ml pada suhu 90-98°C.

#### 1. Pembuatan Larutan

Larutan yang digunakan yaitu pencampuran antara aquades 50 ml ke dalam 1 gram sampel. Proses pembuatan larutan sampel dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Proses Pembuatan Larutan.

#### 2. Pengadukan

Pengadukan dilakukan menggunakan *magnetic stirrer Ciblanc* (size pelat atas 130x 130 mm, tegangan 100-240 volt, kecepatan pengadukan 6 (350 rpm), selama 10 menit untuk menghomogenkan larutan kopi. Pengadukan sampel menggunakan *magnetic stirrer Ciblanc* ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Proses Pengadukan Sampel *Magnetic Stirrer Ciblanc*.

### 3 Penyaringan

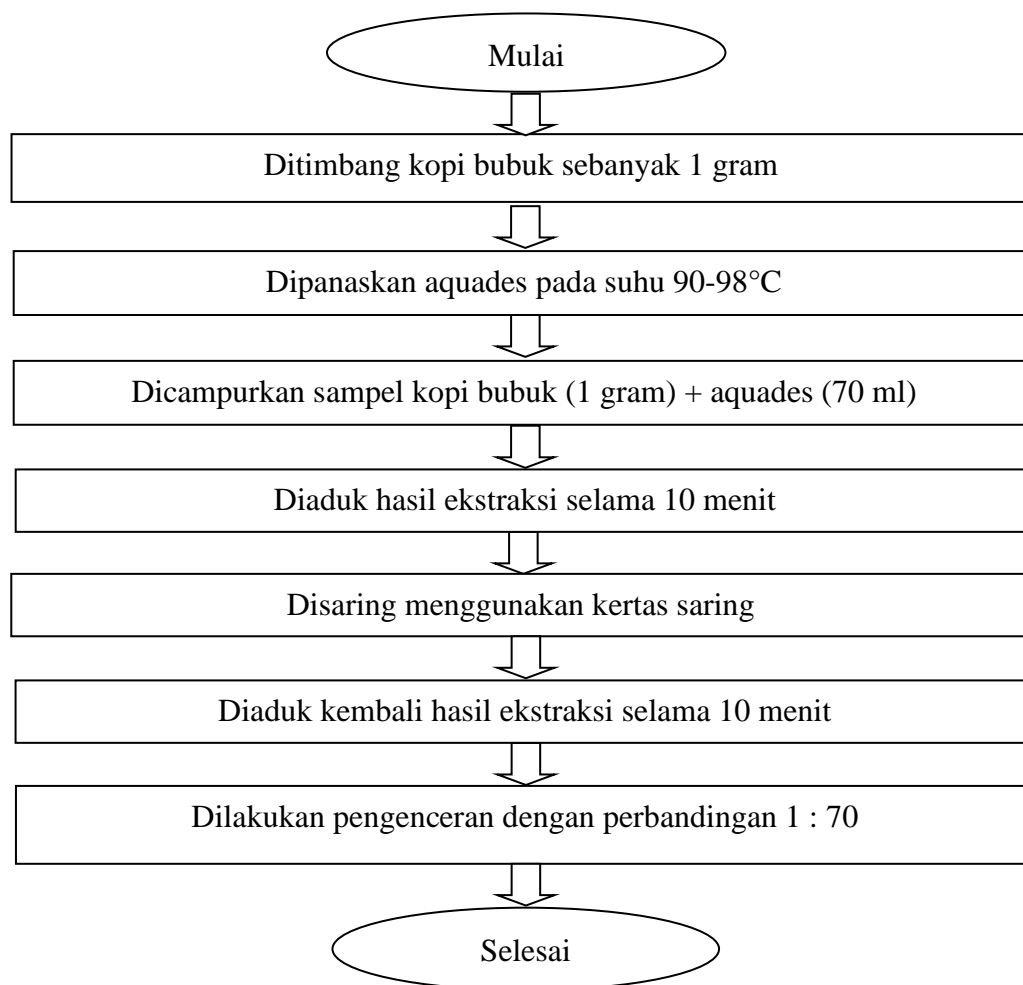
Sampel yang sudah terlarut dan homogen kemudian dilakukan penyaringan yang bertujuan untuk memisahkan ampas kopi dengan hasil ekstrak kopi. Tahapan penyaringan seperti Gambar 11.



Gambar 11. Proses Penyaringan Sampel Kopi.

### 4. Pengenceran

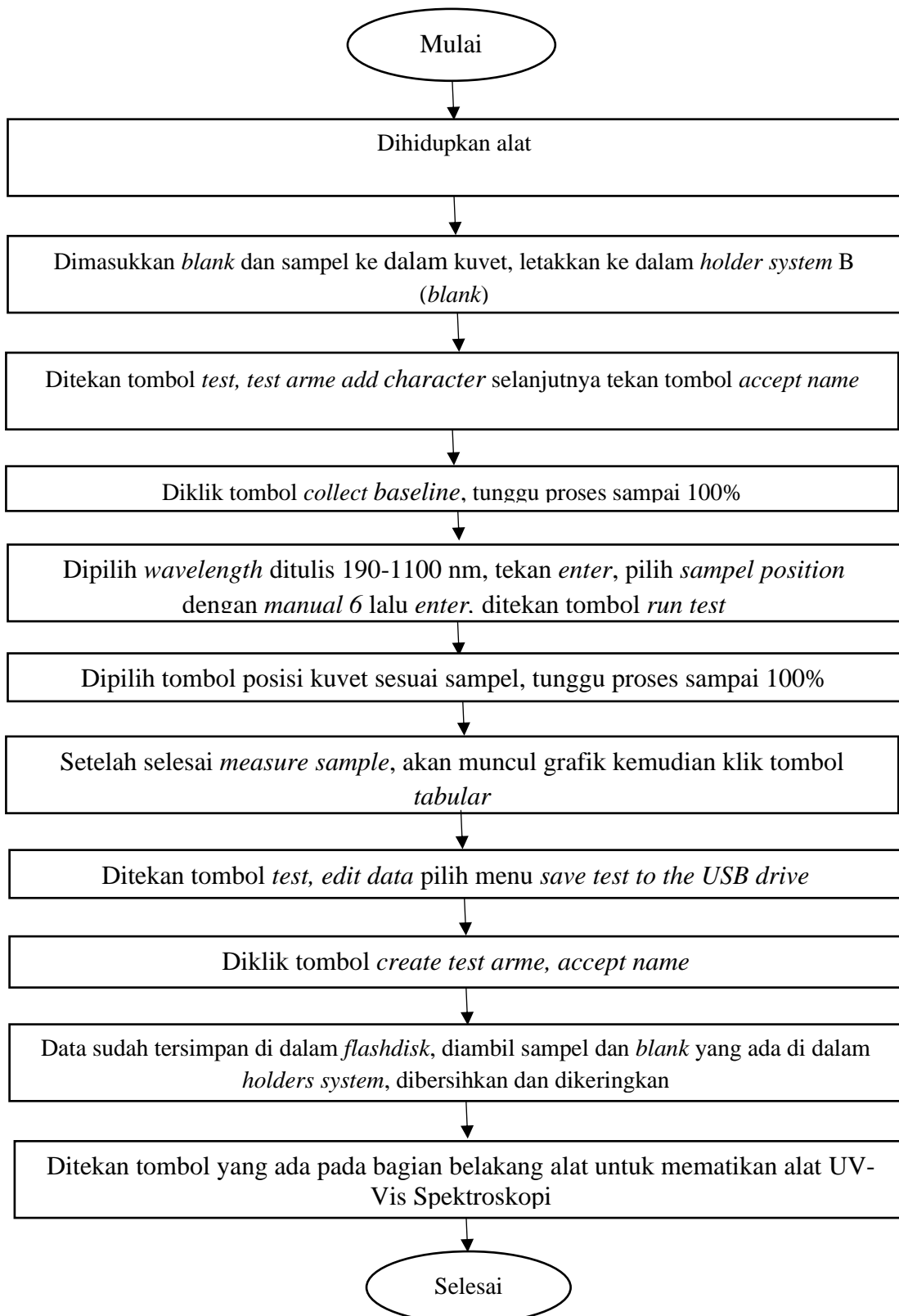
Ekstrak kopi yang dihasilkan pada langkah penyaringan kemudian didinginkan. Selanjutnya dilakukan pengenceran dengan perbandingan 1:70. Diagram prosedur ekstraksi kopi dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Diagram Alir Prosedur Ekstraksi Kopi.

### 3.3.3. Pengambilan Spektra Menggunakan Spektrometer

Ekstrak kopi yang telah diencerkan kemudian ditempatkan dalam kuvet 2 ml. Kuvet kemudian ditempatkan dalam sistem pemegang dan nilai absorbans diukur selama 2 menit. Tiga sampel diambil 2 kali dengan spektroskopi UV-Vis, kemudian ditempatkan pada sistem pemegang dan diukur nilai absorbans selama 2 menit. Prosedur pencarian spektra dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Prosedur Penggunaan UV-Vis Spektroskopi (Sambudi, 2018).

### 3.3.4. Membuat dan Menguji Model

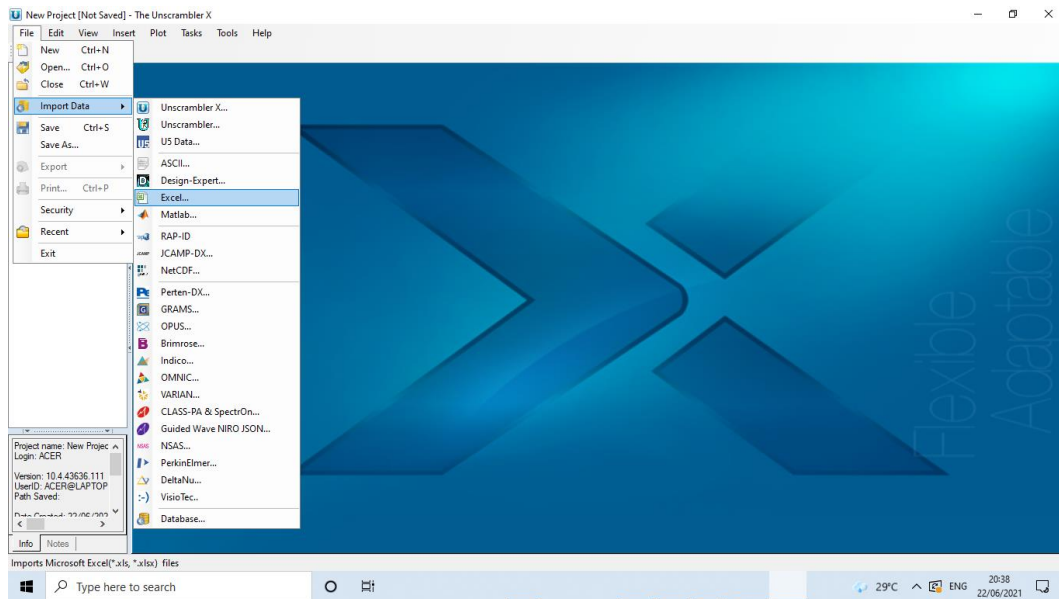
Nilai absorbans yang diambil tersebut selanjutnya akan dibuat dan diuji model dengan perangkat lunak *The Unscrambler* versi 10.4 dengan menggunakan metode SIMCA.

### 3.3.5. Analisis data

Analisis data yang dilakukan untuk mendeteksi pola sampel menggunakan perangkat lunak *The Unscrambler* versi 10.4. Model dibangun menggunakan metode *principal component analysis* (PCA) dan *soft independent modeling of class analogy* (SIMCA). Sebelum dilakukan analisa dengan metode SIMCA, data yang tersimpan pada flashdisk dipindahkan ke *Ms. Excel*. Selanjutnya, dilakukan 7 pembersihan data yang bertujuan untuk menginterpolasi data yang tidak lengkap. Hal ini dilakukan agar pada saat analisis didapatkan data yang sebenarnya. Cara yang digunakan untuk melengkapi data yang tidak lengkap adalah dengan menggantikan nilai yang hilang dengan rata-rata dari peubah. Data yang sudah lengkap diolah menggunakan program *The Unscrambler* versi 10.4. Sebelum data dianalisis menggunakan metode PCA dan SIMCA, untuk mengetahui grafik spektrum dari nilai absorbans yang diperoleh dapat dilakukan dengan cara memblok nilai absorbans, klik menu *plot*, dan pilih menu *line*.

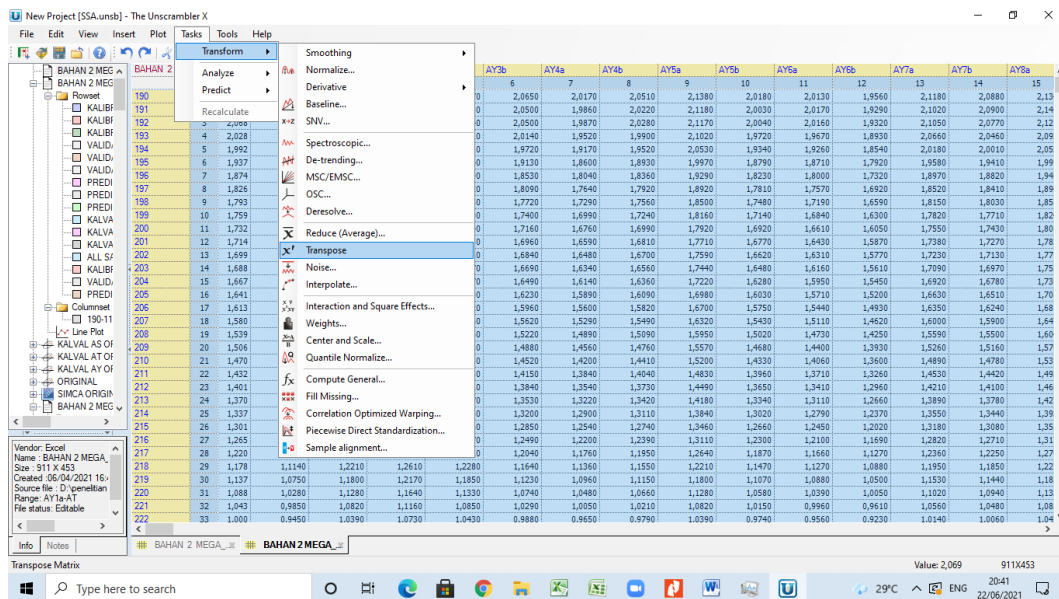
### 3.3.6. *Principal Component Analysis* (PCA)

Dalam penelitian ini data yang diambil menggunakan UV-Vis Spektroskopi yaitu sebanyak 150 sampel kopi Yellow Bourbon, 150 sampel kopi Typica, dan 150 sampel kopi Sigarar Utang. Setelah didapatkan data absorbans, selanjutnya digabungkan ke dalam satu file *Microsoft Excel 97-2003*. Kemudian file tersebut dianalisis dengan aplikasi *The Unscrambler version 10.4*. Tahapan menganalisis data sampel menggunakan *The Unscrambler* yaitu dengan membuka aplikasi tersebut, kemudian klik file pilih import data, selanjutnya pilih format excel untuk memasukkan file *Microsoft Excel 97-2003* yang akan dianalisis seperti pada Gambar 14.



Gambar 14. Cara Memasukkan Data dari *Microsoft Excel* ke *The Unscrambler* 10.4.

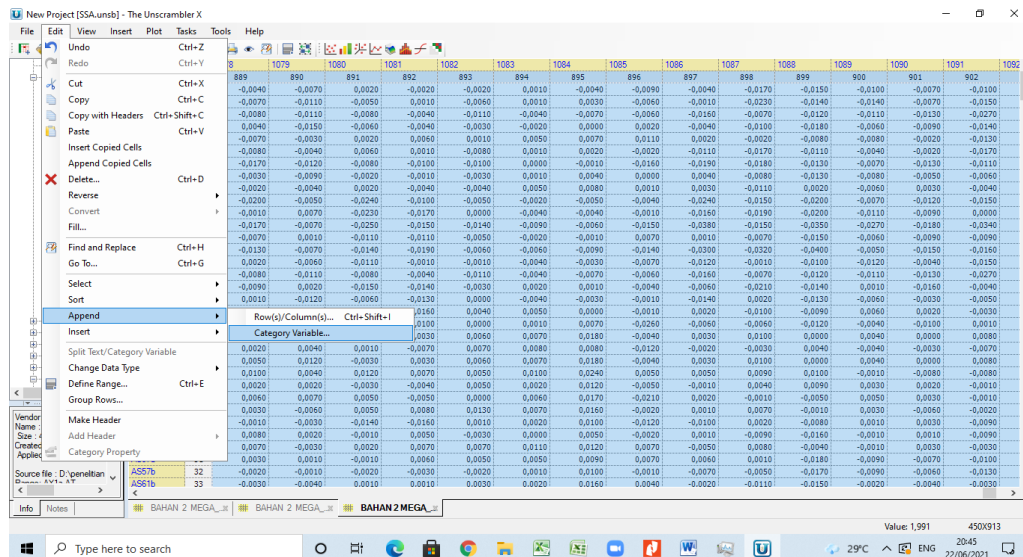
Setelah data muncul pada jendela *The Unscrambler* 10.4 selanjutnya data tersebut di *transpose* dengan perintah klik menu task pilih transform lalu pilih *transpose* seperti pada Gambar 15.



Gambar 15. Cara *Transpose* Data Pada *The Unscrambler* 10.4.

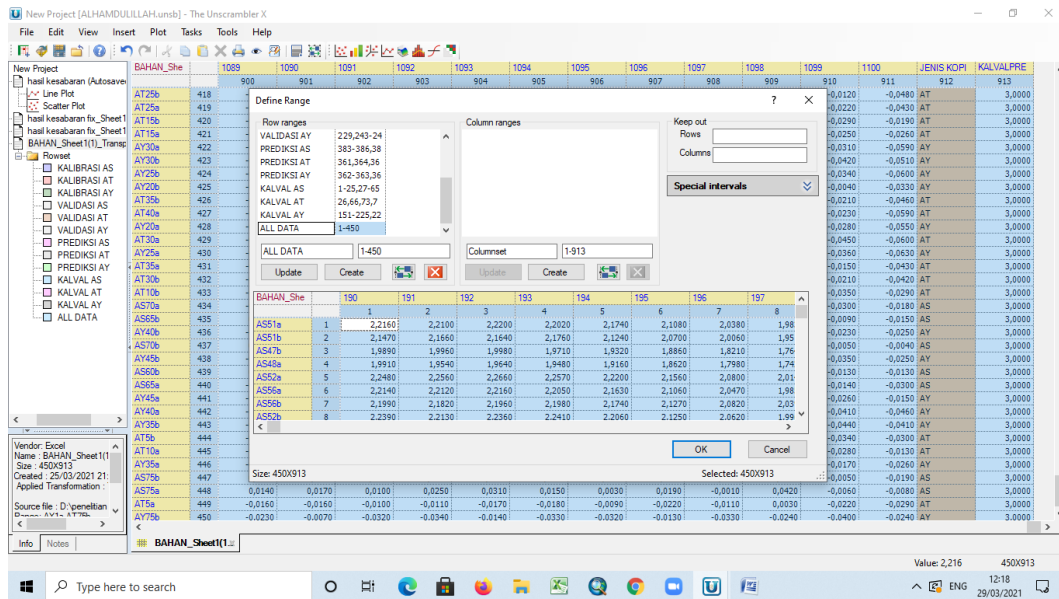


Perhitungan nilai PCA pada *The Unscrambler* 10.4 harus dilakukan beberapa tahap terlebih dahulu yaitu klik menu *Edit* pilih *Append* pilih *Category Variable*, kemudian isi *Category Variable Name* dengan “JENIS KOPI” pilih *Next* dan isi *Level Name* dengan AS, AT dan AY.



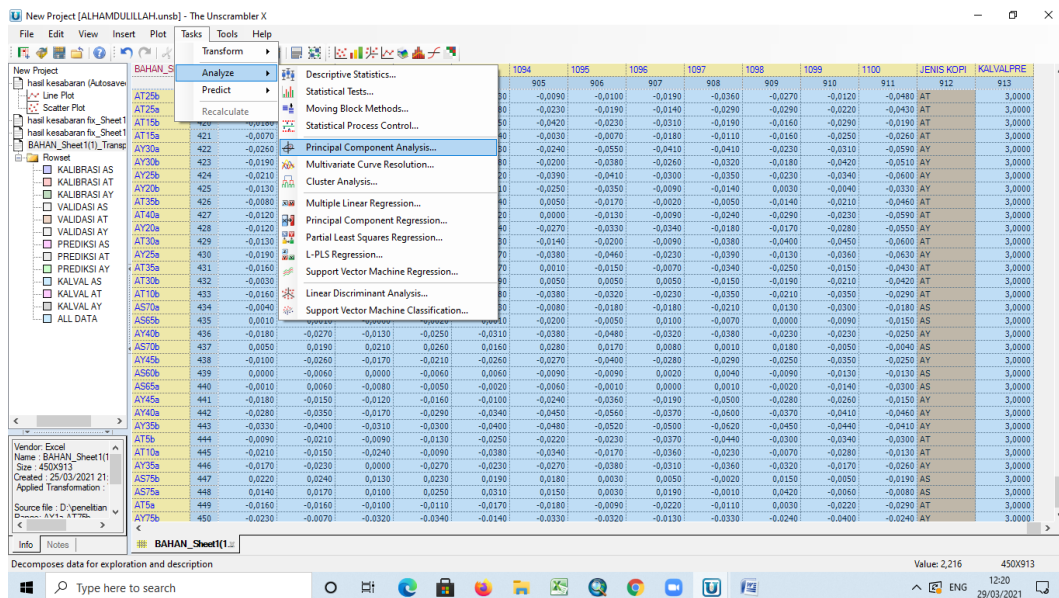
Gambar 16. Cara Membuat Kolom *Category Variable*.

Selanjutnya klik pada kolom JENIS KOPI dan diisi masing-masing baris sesuai jenis kopi dimiliki. Sebelum data dianalisis dengan PCA data dikelompokkan sesuai kategori sampel dan variabel. Sampel kopi dikelompokkan dengan cara pilih menu *modify* kemudian pilih *edit-set* lalu isi *sampel set* dengan *all sampel* dan *variable set* dengan *all variable*. Tampilan menu edit ditampilkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Menu Edit Set.

Setelah itu kemudian dianalisis menggunakan metode PCA dengan cara pilih menu *task*, pilih PCA, pilih menu *Tasks* pilih PCA lalu klik *validasi test set*, pilih *Set up* dan dipilih diisi dengan jumlah data validasi pada sampel Gambar 18.

Gambar 18. Menu Analisis PCA pada *The Unscrambler* 10.4.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah.

1. Hasil PCA original pada data spektra original yaitu diperoleh nilai PC-1 sebesar 73% dan PC-2 19%, sehingga didapatkan total nilai varian sebesar 92%. Hasil PCA dengan perlakuan SNV + *moving average* 5 segmen diperoleh nilai PC-1 sebesar 89% dan PC-2 sebesar 6%, sehingga didapatkan total nilai varian sebesar 95%.
2. Model SIMCA original dan model SIMCA dengan perlakuan SNV + *moving average* 5 segmen sudah dapat mengklasifikasi sampel prediksi dengan baik sehingga dapat mengklasifikasi kopi arabika Sigarar Utang, kopi arabika Typica dan kopi arabika Yellow Bourbon sesuai kelasnya.
3. Hasil klasifikasi model SIMCA original pada kopi arabika Sigarar Utang dengan kopi arabika Yellow Bourbon dan kopi arabika Yellow Bourbon dengan kopi arabika Typica didapatkan nilai akurasi, nilai sensitivitas dan nilai spesifisitas sebesar 100%, serta nilai *error* 0%. Sedangkan untuk klasifikasi model SIMCA original pada kopi arabika Sigarar Utang dengan kopi arabika Typica didapatkan nilai akurasi sebesar 85,7%, nilai sensitivitas sebesar 73,3%, nilai spesifisitas 100% dan nilai *error* 14,3 %.
4. Hasil klasifikasi model SIMCA dengan perlakuan SNV + *moving average* 5 segmen pada kopi arabika Sigarar Utang dengan kopi arabika Yellow Bourbon dan kopi arabika Typica dengan kopi arabika Yellow Bourbon didapatkan nilai akurasi, nilai sensitivitas dan nilai spesifisitas sebesar 100%, serta nilai *error* 0%. Sedangkan untuk klasifikasi model SIMCA SNV + *moving average* 5 segmen pada kopi arabika Sigarar Utang dengan

kopi arabika Typica didapatkan nilai akurasi sebesar 90,9%, nilai sensitivitas sebesar 81,5%, nilai spesifisitas 100% dan nilai *error* 9,09%.

5. Berdasarkan hasil analisis kurva *receiver operating characteristic* (ROC) menggunakan data original, pengelompokan model pada seluruh level signifikansi dinyatakan sebagai *excellent classification*. Hasil kurva *receiver operating characteristic* (ROC) menggunakan *treatment* SNV + *moving average* 5 segmen menghasilkan *excellent classification* pada pengelompokan model AS dengan AY dan AY dengan AT, sedangkan pada pengelompokan model AS dengan AT dengan level signifikansi 0,1% dikategorikan sebagai *fair classification* dan pada level signifikansi 0,5%, 1%, 5%, 10% dan 25% dinyatakan sebagai *excellent classification*.

## 5.2. Saran

Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat semakin mengembangkan riset menggunakan variasi kopi persilangan lainnya, seperti Timor dan Catimor sehingga semakin banyak informasi dan sebagai pembandingan hasil spektra dari kopi campuran tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apratiwi, N. 2016. Studi Penggunaan *UV-Vis Spectroscopy* Untuk Identifikasi Campuran Kopi Luwak dengan Kopi Arabika. (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung.
- Ardiansyah, R. F. 2013. Pengenalan Pola Tanda Tangan dengan Menggunakan Metode Principal Component Analysis (PCA). (Skripsi). Universitas Dian Nuswantoro. Semarang.
- Aziz, S., Isyanto, A. Y., dan Puspitasari, A. 2020. Penguatan Kapasitas Petani Kopi Dalam Penanganan Pasca Panen Kopi Robusta di Desa Sagalaherang Kecamatan Pawanangan Kabupaten Ciamis. *Abdimas Galuh*. 2(2), 152-157.
- Borém, F. M., Ribeiro, F. C., Figueiredo, L. P., Giomo, G. S., Fortunato, V. A., & Isquierdo, E. P. 2013. Evaluation of the sensory and color quality of coffee beans stored in hermetic packaging. *Journal of stored products research*. 52 : 1-6.
- Ciptad, W. dan Nasution, M.Z. 1985. *Pengolahan Kopi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Dankowska, A., Domagala, A., dan Kowalewski, W. 2017. Quantification of Coffea Arabica and Coffea Cenephora var. Robusta Concentration in Blends by Means of Synchronous fluorescence and UV-vis Spectroscopies. *Talanta*. 172: 215-220.
- Farhaty, N. dan Muchtariadi. 2016. Tinjauan Kimia Farmakologi Senyawa Asam Klorogenat pada Biji Kopi. *Farmaka*. (14)1:218.
- Fawcett, T. 2006. An Introduction to ROC Analysis. *Pattern Recognition Letters*. 27(8):861-874.

- Firmansyah, R. 2019. Penggunaan UV-Vis Spectroscopy dan Metode SIMCA Untuk Identifikasi Madu Lebah Hutan (*Apis dorsata*) Berdasarkan Sumber Nektar. (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung.
- Geleta, M., Herrera, I., Monzón, A., dan Bryngelsson, T. 2012. Genetic diversity of Arabica coffee (*Coffea arabica* L.) in Nicaragua as estimated by simple sequence repeat markers. *The Scientific World Journal*. 2012:1-11.
- Izzah, N. K., Randriani, E., dan Dani, D. 2015. Analisis Kekerbatan Genetik Kultivar Kopi Arabika Berbuah Kuning dan Berbuah Merah Berdasarkan Marka SSR. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*. 2(3): 113-122.
- Kusumaningrum, D., Lee, H., Lohumi, S., Mo, C., Kim, M. S., & Cho, B. K. 2018. Non-destructive technique for determining the viability of soybean (*Glycine max*) seeds using FT-NIR spectroscopy. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 98(5): 1734-1742.
- Lashermes, P., Combes, M. C., Robert, J., Trouslot, P., D'Hont, A., Anthony, F., dan Charrier, A. 1999. Molecular characterisation and origin of the *Coffea arabica* L. genome. *Molecular and General Genetics MGG*. 261(2): 259-266.
- Lavine, B.K. 2009. *Validation of classifiers*. In: Walczak, B., Tauler, R., and Brown, S. (eds.) *Comprehensive Chemometric : Chemometric Chemical and Biochemical Data Analysis Volume III*. Elsevier. Oxford.
- Luthfi, A. 2017. Proses Kebangkitan Kopi Arabika Java Preanger di Kecamatan Pangalengan. (Skripsi). Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Noviarty, N., dan Anggraini, D. 2014. Analisis Neodimium Menggunakan Metoda Spektrofotometri Uv-Vis. *PIN Pengelolaan Instalasi Nuklir*. (11): 10.
- Mubayinah, A., Kuswandi, B., & Wulandari, L. 2016. Penentuan *Adulterasi* Daging Babi pada Sampel Burger Sapi Menggunakan Metode NIR dan Kemometrik. *Pustaka Kesehatan*. 4(1): 35-40.

- Munthe, E. D. 2018. Penggunaan *Uv-Vis Spectroscopy* dan Metode SIMCA Untuk Diskriminasi Tiga Kopi Bubuk Arabika Spesialti di Pulau Jawa. (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung.
- Pahlevi, R., Zakaria, W. A., & Kalsum, U. 2014. Analisis Kelayakan Usaha Agroindustri Kopi Luwak di Kecamatan Balik Bukit Kabupaten Lampung Barat. *Jurnal Ilmu-Ilmu Agribisnis*. 2(1): 48-55.
- Panggabean, E. 2011. *Buku Pintar Kopi*. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Perkebunan, D. 2018. Statistik Perkebunan Indonesia 2017-2019. Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Prieto, B.G. 2017. Novel Variable Influence on Projection (VIP) Methods in OPLS, O2PLS, and On PLS Models for Single- and Multiblock Variable Selection. (Thesis). Department of Chemistry Industrial Doctoral School, Umeå University. Swedan. 120 hlmn.
- Rahardjo, P. 2012. *Kopi*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Randriani, E., Dani, D., & Wardiana, E. 2014. Evaluasi Ukuran Biji Beras, Kadar Kafein, dan Mutu Cita Rasa Lima Kultivar Kopi Arabika. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*. 1(1) : 49-56.
- Rismawati, S. 2019. Identifikasi Kandungan Kafein dan Warna RGB pada Kopi dengan Variasi Sangrai. (Skripsi). Universitas Jember. Jawa Barat. 56 hlm.
- Sambudi, S. 2018. Identifikasi Keaslian Kopi Robusta Dekafenisasi Menggunakan Teknologi *UV-VIS Spectroscopy* dan Kemometrika. (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung.
- Sera, T., Ruas, P. M., Ruas, C. D. F., Diniz, L. E. C., Carvalho, V. D. P., Rampim, L., ... & Silveira, S. R. D. 2003. Genetic polymorphism among 14 elite *Coffea arabica* L. cultivars using RAPD markers associated with restriction digestion. *Genetics and Molecular Biology*. 26(1) :59-64.
- Skoog, D.A., West, D.M., Holler, F.J., dan Crouch, S.R. 2013. *Fundamentals of Analytical Chemistry. 9TH*. Cengage Learning. (e- book) Part V. USA.

- Souto, U.T.C.P., Barbosa, M.F., Dantas, H.V., Pontes, A.S., Lyra, W.S., Diniz, P.H.G.D., Araujo, M.C.U., & Silva, E.C. 2015. Identification of Aulteration in Ground Roasted Coffee Using UV-vis Spektroskopi and SPA-LDA. *LWT-Food Science and Technology*, 63(2): 1037-1041.
- Suhandy, D., Supriyanti, E., Yulia, M., & Waluyo, S. 2018. Penggunaan Teknologi UV-Vis Spectroscopy untuk Membedakan Jenis Kopi Bubuk Arabika Gayo Wine dan Kopi Bubuk Arabika Gayo Biasa. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 7(3), 123-132.
- Suhandy, D., dan Yulia M., 2021. *Pengantar Ilmu Spektroskopi untuk Pertanian Edisi ke-2*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Suhartati, T. 2017. *Dasar-Dasar Spektrofotometri UV-Vis dan Spektrofotometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. C. Anugrah Utama Raharja (AURA). Bandar Lampung. 106 hlm.
- Sutrisno, K. (2006). *Kopi Rendah Kafein*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Tavinayati, T., Effendy, M., & Hidayat, M. T. 2016. *Pendaftaran Indikasi Geografis Barang Hasil Pertanian Lahan Basah*. Lingkar Media Yogyakarta. Kalimantan Selatan.
- Teressa, A., Crouzillat, D., Petiard, V., dan Brouhan, P. 2010. Genetic diversity of Arabica coffee (*Coffea arabica* L.) collections. *Ethiopian Journal of Applied Sciences and Technology*. 1(1): 63–79.
- Vercellis, C. 2009. *Business Intelligence Data Mining And Optimization For Decisions Making*. A Jhon Wiley And Sons, Ltd., Publication, United Kingdom. 420 hlm.
- Waluyo, S., Handayani, F. N., Suhandy, D., Rahmawati, W., Sugianti, C., & Yulia, M. 2017. Analisis Spektrum UV-Vis Untuk Menguji Kemurnian Kopi Luwak. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*. 6(2) : 73-80.



Widowati, E. H. 2013. *Faktor-Faktor Yang Menentukan Pengembangan Agroindustri Kopi Olahan Di Kabupaten Temanggung Factors That Determine The Development Of Agroindustry Processed Coffee In The District Temanggung*. Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo. Madura.

Zakaria, M. M. 2009. Coffee Priangan in the nineteenth century. *Historia: Jurnal Pendidik dan Peneliti Sejarah*. 10(2): 131-150