

**PENGGUNAAN TEKNOLOGI UV-VIS SPEKTROSKOPI UNTUK
MEMBEDAKAN KOPI ROBUSTA ORGANIK BALIK BUKIT,
KEPAHIANG DAN AIR HITAM**

(Skripsi)

Oleh

SARAH SOFIATUN



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

PENGGUNAAN TEKNOLOGI UV-VIS SPEKTROSKOPI UNTUK MEMBEDAKAN KOPI ROBUSTA ORGANIK BALIK BUKIT, KEPAHIANG DAN AIR HITAM

Oleh

Sarah Sofiatun

Kopi Robusta organik merupakan kopi yang dibudidaya dengan cara organik atau tanpa pestisida dan pupuk kimia sehingga potensial untuk dijadikan kopi spesialti. Walaupun harga kopi organik cukup tinggi tetapi permintaan kopi organik ini terus meningkat. Karena permintaan yang tinggi inilah menjadikan kopi Robusta organik rawan pemalsuan. Pemalsuan kopi sulit diketahui apabila biji kopi telah disangrai dan pada bentuk kopi bubuk. Oleh karena itu digunakan teknologi UV-vis spektroskopi untuk membedakan kopi Robusta organik Balik Bukit, Kepahiang dan Air Hitam yang berasal dari daerah (origin) yang berbeda. Sampel yang digunakan untuk masing-masing jenis kopi yaitu 1 gram bubuk kopi dengan jumlah sampel tiap kopi sebanyak 75 sampel, sehingga terdapat 225 sampel uji. Pengukuran spektra dilakukan menggunakan UV-vis spektrometer dengan panjang gelombang 190-1100 nm, dan dianalisis menggunakan aplikasi *the Unscrambler* versi 10.4 menggunakan metode SIMCA. Hasil yang diperoleh dari metode SIMCA untuk ketiga jenis kopi yaitu sangat baik (nilai *cumulative explained variance* lebih dari 70%) dengan nilai akurasi, sensitivitas, spesifisitas sebesar 100% dan nilai *error* sebesar 0%. Kurva ROC menunjukkan bahwa klasifikasi pada semua model tergolong sangat baik.

Kata Kunci: Kopi Robusta organik, uji keaslian, UV-vis spektroskopi, origin, SIMCA.

ABSTRACT

THE USE OF UV-VIS SPECTROSCOPY TECHNOLOGY TO DISCRIMINATE THE ROBUSTA ORGANIC COFFEE OF BALIK BUKIT, KEPAHANG, AND AIR HITAM

By

Sarah Sofiatun

Organic Robusta coffee is coffee that is grown in an organic way or without pesticides and chemical fertilizers, so it has the potential to be used as specialty coffee. Even though the price is quite high, the demand for organic coffee continues to increase. Due to this high demand, organic Robusta coffee is prone to counterfeiting. Counterfeit coffee is difficult to identify if the coffee beans have been roasted and in the form of ground coffee. Therefore, UV-vis spectroscopy technology is used to discriminate three organic Robusta coffees from different origins : Balik Bukit, Kepahiang, and Air Hitam. The sample used for each type of coffee is 1 gram of coffee powder with a total sample of 75 samples for each coffee, so there are 225 samples in total. Spectral measurements were carried out using a UV-vis spectrometer in the wavelength of 190-1100 nm and analyzed using the SIMCA method with aid of the Unscrambler software version 10.4. The results obtained from the SIMCA method for the three types of coffee are very good (the cumulative explained variance value is more than 70%) with an accuracy, sensitivity, specificity value of 100% and an error value of 0% could be obtained. Based on the ROC curve, it is shown that the classification of all models is excellent.

Keywords: Organic Robusta coffee, authentication, UV-vis spectroscopy, origin, SIMCA.

**PENGGUNAAN TEKNOLOGI UV-VIS SPEKTROSKOPI UNTUK
MEMBEDAKAN KOPI ROBUSTA ORGANIK BALIK BUKIT,
KEPAHIANG DAN AIR HITAM**

Oleh

SARAH SOFIATUN

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**

Judul Skripsi : **PENGGUNAAN TEKNOLOGI UV-VIS
SPEKTROSKOPI UNTUK MEMBEDAKAN
KOPI ROBUSTA ORGANIK BALIK BUKIT,
KEPAHIANG DAN AIR HITAM**

Nama Mahasiswa : **Sarah Sofiatun**


No. Pokok Mahasiswa : **1714071037**

Jurusan : **Teknik Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**

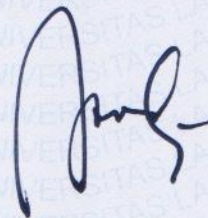



Dr. Ir. Sapto Kuncoro, M.S.
NIP. 19591031198703 1 003


Dr. Agr. Sc. Diding Suhandy, S.T.P., M.Agr.
NIP. 19780303200112 1 001

MENGETAHUI,

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

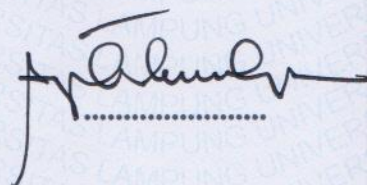


Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.
NIP. 19621010198902 1 002


MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

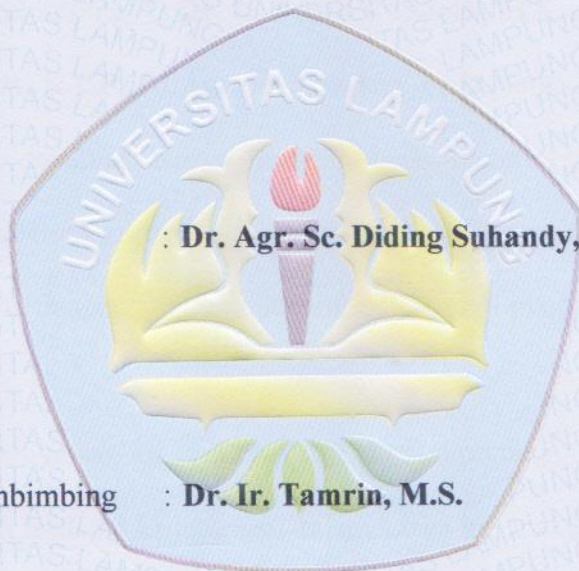
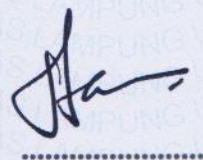
Ketua : Dr. Ir. Sapto Kuncoro, M.S.



Sekretaris : Dr. Agr. Sc. Diding Suhandy, S.T.P., M.Agr.



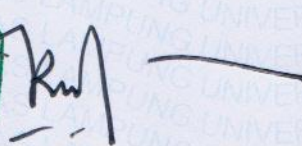
**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Tamrin, M.S.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



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



Tanggal Ujian Skripsi : 16 Agustus 2021

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Sarah Sofiatun** NPM 1714071037, dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh komisi pembimbing, **1) Dr. Ir. Sapto Kuncoro, M.S.** dan **2) Dr. Agr. Sc. Diding Suhandy, S.T.P., M.Agr.** 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, 16 September 2021

Yang membuat pernyataan



Sarah Sofiatun
NPM. 1714071037

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Pekon Tegalsari, Kecamatan Gadingrejo, Kabupaten Pringsewu pada Selasa 20 Juli 1999, putri ketiga dari tiga bersaudara dari Bapak Sarman dan Ibu Suparmi Ningsih. Penulis menempuh pendidikan dimulai dari Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Tegalsari, Pringsewu pada tahun 2005-2011, penulis selanjutnya melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Gadingrejo, Pringsewu pada tahun 2011-2014, dan melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Gadingrejo, Pringsewu pada tahun 2014-2017.

Pada tahun 2017, penulis terdaftar sebagai mahasiswa S1 Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi Asisten Dosen Mata Kuliah Listrik dan Elektronika pada semester genap tahun ajaran 2018/2019. Selama menjadi mahasiswa penulis mengikuti organisasi Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) dan Lembaga Studi Mahasiswa Pertanian (LS-MATA).

Pada bulan Januari-Februari tahun 2020 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Pekon Batu Kebayan, Kecamatan Batu Ketulis, Kabupaten Lampung Barat dengan tema “Membangun Desa Pintar, Kreatif dan Inovatif”. Pada bulan Juni-Juli tahun 2020 penulis melakukan Praktik Umum di Pusat Pelatihan Pertanian Pedesaan Swadaya (P4S) Bumi Alam Purba, Desa Kota Raman, Kecamatan Raman Utara, Kabupaten Lampung Timur dengan judul “Teknik Mengolah Media Tanam untuk Penanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Secara Organik di Pusat Pelatihan Pertanian Pedesaan Swadaya (P4S) Bumi Alam Purba Lampung Timur”.



Dengan segala kerendahan hatiku,
Karya kecil ini kupersembahkan untuk
Kedua orangtuaku
Bapak Sarman dan Ibu Suparmi Ningsih
Atas segala perjuangan, kasih sayang, doa dan pengorbanannya
Dalam mendidik dan membesarkanku
Kedua kakakku
Sartika dan Anisa Ulva
Terima kasih untuk cinta, dukungan, doa dan semangat
Yang tak henti-hentinya kalian berikan kepadaku
Serta teman-teman seperjuangan
Keluarga Besar Teknik Pertanian 2017
Almamaterku tercinta Universitas Lampung



SANWACANA

Puji syukur senantiasa penulis haturkan kehadiran Allah SWT atas segala hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Penggunaan Teknologi UV-vis Spektroskopi Untuk Membedakan Kopi Robusta Organik Balik Bukit, Kepahiang dan Air Hitam”** yang merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa selama pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi ini membutuhkan banyak bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih 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, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. Ir. Supto Kuncoro, M.S., selaku Dosen Pembimbing Akademik selama menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Pertanian dan Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, motivasi, masukan serta saran selama perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini;
4. Bapak Dr. Agr. Sc. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr., selaku dosen Pembimbing Kedua yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, motivasi, masukan serta saran selama penelitian hingga penyusunan skripsi ini;
5. Bapak Dr. Ir. Tamrin, M.S., selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan masukan, kritik dan saran perbaikan dalam penyelesaian skripsi ini;

6. Seluruh Dosen dan Karyawan di Universitas Lampung atas segala ilmu yang diberikan baik dalam perkuliahan;
 7. Abahku Sarman, Mamaku Suparmi Ningsih, Kakak-kakakku Sartika dan Anisa Ulva serta keluarga yang telah memberikan kasih sayang, dukungan dan doa kepada penulis;
 8. Jefri Nauval Rafiq yang selalu memberikan semangat, bantuan, doa dalam menjalankan hari-hariku sampai penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
 9. Sahabat sejak dari mahasiswa baru Deva Ayu Aisyah, Riri Megasepta dan Fijriani Juli Kartika yang selalu menjadi tempat untuk bercerita, bertukar pikiran dalam berbagai hal, yang tak pernah lelah memberi bantuan, dukungan, dan semangat dari awal mahasiswa baru sampai terselesainya skripsi ini;
 10. Teman seperjuangan skripsi dan bimbingan Nasywa Maulida Hidayani, Mega Laskarwati, Nurul Uswatun Khasanah, Sarah Desiana Br Ginting, Alpin Handi W., dan Muhammad Aditya Wardhana, terimakasih telah memberi bantuan dan dukungannya dalam menyelesaikan skripsi ini;
 11. Keluarga Teknik Pertanian 2017 selaku keluarga penulis selama menempuh perkuliahan kurang lebih 4 tahun ini. Terimakasih atas kebersamaannya dan menerima penulis sebagai keluarga dengan sangat hangat;
 12. Serta semua pihak yang penulis tidak mampu sebutkan satu persatu.
- Semoga semua yang telah diberikan kepada penulis mendapat pahala dan balasan yang lebih indah dari Allah SWT dan penulis sadar bahwa masih banyak kekurangan dalam skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Bandar Lampung, 16 September 2021
Penulis

Sarah Sofiatun

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Hipotesis	4
1.6. Batasan Masalah	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Kopi	6
2.2. Kopi Robusta	7
2.3. Kopi Organik	8
2.4. UV-vis Spektroskopi	8
2.5. Kemometrika (<i>Chemometrics</i>)	11
2.5.1. PCA (<i>Principal Component Analysis</i>).....	11
2.5.2. SIMCA (<i>Soft Independent Modelling of Class Analogy</i>)	12
2.5.3. Matriks Konfusi.....	13
2.5.4. Metode <i>Pretreatment</i> Spektra.....	14
2.6. ROC (<i>Receiver Operating Characteristic</i>).....	16
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1. Waktu dan Tempat.....	17
3.2. Alat dan Bahan	17
3.3. Prosedur Penelitian	17
3.3.1. Persiapan Alat dan Bahan	19
3.3.2. Penyangraian Kopi.....	19

3.3.3. Penggilingan Kopi	20
3.3.4. Pengayakan	21
3.3.5. Penimbangan.....	21
3.3.6. Ekstraksi Kopi	22
3.3.7. Proses Pengukuran Spektra Menggunakan Spektrometer	25
3.3.8. Membuat dan Menguji Model	28
3.4. Analisis Data.....	28
3.5. PCA (<i>Principal Component Analysis</i>).....	28
3.6. Membuat Model Menggunakan Analisis SIMCA (<i>Soft Independent Modelling of Class Analogy</i>)	31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1. Analisis Spektra Kopi Menggunakan Data Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	34
4.2. Hasil PCA (<i>Principal Component Analysis</i>) Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	38
4.3. Model SIMCA (<i>Soft Independent Modelling of Class Analogy</i>) Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	42
4.4. Pengelompokan Model SIMCA Menggunakan Data Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	45
4.5. Analisis Pengembangan Model Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	57
4.6. Hasil PCA (<i>Principal Component Analysis</i>) Menggunakan Spektra SNV <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	58
4.7. Model SIMCA (<i>Soft Independent Modelling of Class Analogy</i>) Menggunakan Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	62
4.8. Pengelompokan Model SIMCA Menggunakan Data Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	64
V. KESIMPULAN	77
5.1. Kesimpulan.....	77
5.2. Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN.....	84

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
<i>Teks</i>	
1. Matriks Konfusi	13
2. Kriteria Nilai AUC.....	16
3. Komposisi Kopi Robusta Organik	22
4. <i>Confusion Matrix</i> Model SIMCA RBB dan Model SIMCA RK Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	46
5. Hasil Nilai Spesifisitas dan Sensitivitas pada Hasil Pengelompokan RBB dengan RK Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm pada Beberapa Level.....	49
6. <i>Confusion Matrix</i> Model SIMCA RBB dan Model SIMCA RAH Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	51
7. Hasil Nilai Spesifisitas dan Sensitivitas pada Hasil Pengelompokan RBB dengan RAH Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm pada Beberapa Level.....	53
8. <i>Confusion Matrix</i> Model SIMCA RK dan Model SIMCA RAH Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	54
9. Hasil Nilai Spesifisitas dan Sensitivitas pada Hasil Pengelompokan RK dengan RAH Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm pada Beberapa Level.....	56
10. <i>Confusion Matrix</i> Model SIMCA RBB dan Model SIMCA RK Menggunakan Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average 5</i> Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	65
11. Hasil Nilai Spesifisitas dan Sensitivitas pada Hasil Pengelompokan RBB dengan RK Menggunakan Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average 5</i> Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm pada Beberapa Level	67

12. <i>Confusion Matrix</i> Model SIMCA RBB dan Model SIMCA RAH Menggunakan Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average 5</i> Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	69
13. Hasil Nilai Spesifisitas dan Sensitivitas pada Hasil Pengelompokan RBB dengan RAH Menggunakan Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average 5</i> Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm pada Beberapa Level	71
14. <i>Confusion Matrix</i> Model SIMCA RK dan Model SIMCA RAH Menggunakan Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average 5</i> Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	73
15. Hasil Nilai Spesifisitas dan Sensitivitas pada Hasil Pengelompokan RK dengan RAH Menggunakan Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average 5</i> Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm pada Beberapa Level	75

Lampiran

16. Hasil Pengelompokan Model SIMCA RBB dengan Model RK Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	85
17. Hasil Pengelompokan Model SIMCA RBB dengan Model RAH Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	87
18. Hasil Pengelompokan Model SIMCA RK dengan Model RAH Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	89
19. Hasil Pengembangan Model RBB dan RK pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	91
20. Hasil Pengembangan Model RBB dan RAH pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	93
21. Hasil Pengembangan Model RK dan RAH pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	95
22. Hasil Pengelompokan Model SIMCA RBB dengan Model SIMCA RK Menggunakan Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average 5</i> Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	97
23. Hasil Pengelompokan Model SIMCA RBB dengan Model SIMCA RAH Menggunakan Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average 5</i> Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	99
24. Hasil Pengelompokan Model SIMCA RK dengan Model SIMCA RAH Menggunakan Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average 5</i> Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	101

25. Daftar Istilah (Camo, 2006, Lavine, 2009, Suhandy, 2019).....	103
26. Berat Timbangan Sampel Kopi RBB, RK, dan RAH.....	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
<i>Teks</i>	
1. Komponen Utama UV-vis Spektroskopi <i>Double Beam</i> (Syaputri, 2015)	10
2. Diagram Alir Penelitian (Andriyani, 2019)	18
3. Proses Sortasi Biji Kopi	19
4. Proses Penyangraian Biji Kopi	20
5. Proses Penggilingan Kopi	20
6. Proses Pengayakan Bubuk Kopi dengan <i>Mesh 40</i>	21
7. Pengadukan Larutan Kopi.....	22
8. Proses Penyeduhan Kopi.....	23
9. Pengadukan Larutan Kopi.....	23
10. Penyaringan Kopi.....	24
11. Prosedur Ekstraksi Kopi	25
12. Proses Pengambilan Spektra Menggunakan UV-vis Spektroskopi	26
13. Prosedur Penggunaan UV-vis Spektroskopi (Andriyani, 2019)	27
14. Cara Mengimport Data dari <i>Microsoft Excel</i> ke <i>The Unscrambler</i>	29
15. Cara Mentranspose Data pada <i>The Unscrambler</i> versi 10.4.....	29
16. Cara Membuat Kolom <i>Category Variable</i>	30
17. Menu Perhitungan PCA pada <i>The Unscrambler</i> versi 10.4.....	31
18. Tampilan Menu pada PCA.....	31
19. Menu Analisis SIMCA pada <i>The Unscrambler</i> versi 10.4	33
20. Peta Daerah Asal Kopi yang Digunakan.....	34
21. Sampel Kopi Robusta Organik Balik Bukit (RBB), Robusta Organik Kepahiang (RK) dan Robusta Organik Air Hitam (RAH) dalam Bentuk <i>Green Bean</i>	35

22. Hasil Penyangraian Kopi	36
23. Sampel Kopi Bubuk RBB, RK dan RAH	36
24. Nilai Rata-rata Absorbans Kopi RBB, RK dan RAH pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	37
25. Hasil Perhitungan PCA Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	39
26. <i>X-loading</i> PC1 Hasil A PCA 450 Data Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	40
27. <i>X-loading</i> PC2 Hasil Perhitungan PCA 450 Data Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	41
28. Model SIMCA Sampel RBB Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	43
29. Model SIMCA Sampel RK Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	44
30. Model SIMCA Sampel RAH Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	44
31. Plot <i>Coomans</i> Hasil Pengelompokan Model SIMCA RBB dan RK Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	48
32. Kurva ROC Pengelompokan RBB dengan RK Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	50
33. Plot <i>Coomans</i> Hasil Pengelompokan Model SIMCA RBB dan RAH Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	52
34. Kurva ROC Pengelompokan RBB dengan RAH Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	53
35. Plot <i>Comans</i> Hasil Pengelompokan Model SIMCA RK dan RAH Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	55
36. Kurva ROC Pengelompokan RK dengan RAH Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	57
37. Hasil Plot Diskriminasi PCA pada Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	59
38. Grafik <i>X-loading</i> PC1 Hasil Perhitungan PCA Menggunakan Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190- 1100 nm	60

39. Grafik <i>X-loading</i> PC2 Hasil Perhitungan PCA Menggunakan Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	60
40. Model SIMCA RBB Menggunakan Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	62
41. Model SIMCA RK Menggunakan Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	63
42. Model SIMCA RAH Menggunakan Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	63
43. Plot <i>Coomans</i> Hasil Pengelompokan Model SIMCA RBB dan RK Menggunakan Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	66
44. Kurva ROC Pengelompokan RBB dengan RK Menggunakan Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	68
45. Plot <i>Coomans</i> Hasil Pengelompokan Model SIMCA RBB dan RAH Menggunakan Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	70
46. Kurva ROC Pengelompokan RBB dengan RAH Menggunakan Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	72
47. Plot <i>Coomans</i> Hasil Pengelompokan Model SIMCA RK dan RAH Menggunakan Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	74
48. Kurva ROC Pengelompokan RK dengan RAH Menggunakan Spektra Kombinasi SNV <i>Moving Average</i> 5 Segmen pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	75

Lampiran

49. <i>Coffee Grinder</i>	108
50. Ayakan dengan Ukuran <i>Mesh</i> 40	109
51. Proses Penimbangan Sampel Menggunakan Timbangan Analitik	109
52. Hasil Seduhan Kopi yang Telah di- <i>Stirrer</i>	110
53. Hasil Kopi yang Telah Disaring.....	110
54. Proses Pengadukan Hasil Saringan Menggunakan <i>Magnetic Stirrer</i>	111
55. Proses Pengenceran dengan Perbandingan 1:50	111

56. Hasil Pengenceran Kopi.....	112
57. Proses Memasukkan Hasil Pengenceran ke Dalam Kuvet.....	112
58. Alat UV-vis Spektroskopi yang Digunakan dalam Penelitian.....	113
59. Pembacaan Spektra pada UV-vis Spektroskopi.....	113

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Komoditas yang unggul pada industri perkebunan Indonesia yaitu kopi. Sahat (2015) menyebutkan, tanaman kopi merupakan tanaman yang mempunyai tingkat ekonomi yang cukup tinggi dan penting. Produksi kopi dapat menjadi pendukung perekonomian Indonesia dari proses produksi kopi dan basis ketenagakerjaan. Peranan produk kopi cukup penting dalam perekonomian Indonesia, yaitu sebagai sumber penghasilan untuk produsen kopi, sumber bahan baku untuk industri, sumber anggaran negara dan penyedia lapangan pekerjaan dari proses pemasaran kopi, pengolahan kopi dan perdagangan kopi (impor dan ekspor).

Menurut data produksi kopi, Indonesia merupakan negara yang masuk dalam empat besar negara penghasil kopi di dunia untuk kopi Robusta dan Arabika setelah Brasil, Vietnam dan Kolombia (ICO, 2021). Sebagian besar produk yang dihasilkan adalah varietas kopi Robusta dengan luas perkebunan total di Indonesia kurang lebih 1,24 juta hektar, dengan luas 933 hektar untuk lahan kopi Robusta, dengan produksi kopi antara tahun 2015-2017 meningkat setiap tahunnya (BPS, 2017).

Indonesia memiliki tiga daerah penghasil kopi Robusta terbesar, antara lain Provinsi Sumatera Selatan, Provinsi Lampung, dan Provinsi Bengkulu, karena keunggulan varian kopi Robusta yang dihasilkan, tiga Provinsi ini dijuluki “Segitiga Emas Robusta”. Saat ini banyak petani yang membudidayakan dan memproduksi hasil perkebunan tanpa pestisida dan pupuk kimia atau secara organik. Sehingga menjadikan kopi Robusta organik dianggap baik dan memiliki potensi untuk menjadi kopi spesialti.

Karena proses budidaya dengan cara organik inilah menjadikan harga kopi Robusta organik ini menjadi lebih tinggi dibanding kopi pada umumnya (kopi non organik). Meskipun memiliki harga cukup tinggi, namun permintaan kopi organik terus meningkat. Dengan banyaknya permintaan kopi organik ini, di satu sisi tidak dibarengi dengan meningkatnya hasil produksinya dikarenakan kebiasaan petani masih mengejar produksi dalam membudidayakan tanaman kopi, sehingga digunakan pupuk kimia dan obat anti hama yang bukan alami. Selain itu, produsen kopi organik juga dihadapkan masalah sertifikasi produk kopi organik mereka. Tetapi walaupun tanpa sertifikat, permintaan atas kopi organik tetap tinggi. Karena permintaan yang tinggi walaupun tanpa sertifikat organik inilah yang menjadikan banyak produsen kopi yang nakal. Beberapa diantaranya mencampurkan kopi organik menggunakan kopi lain berlabel kopi organik sebagai pemenuhan permintaan konsumen.

Sangat sulit untuk mendeteksi pencampuran kopi jika biji kopi sudah disangrai atau sudah menjadi kopi bubuk karena umumnya memiliki warna yang hampir sama. Ada sejumlah metode yang mampu mendeteksi perbedaan tersebut, diantaranya metode analisis spektroskopi inframerah (NIR) dan metode *human sensory*. Tetapi terdapat kelemahan dalam metode tersebut, kelemahan metode NIR yaitu metode ini tergolong sulit dilakukan karena alat-alat yang sangat mahal dan pengguna yang menggunakannya diharuskan mempunyai keahlian yang khusus. Lalu metode *human sensory* memiliki kelemahan yaitu tidak terdapat penguji lain yang mampu mewakili penguji atau tester dikarenakan proses indentifikasi bersifat objektif dan konsisten, jika penguji atau tester mengalami halangan atau sedang sakit maka metode ini tidak dapat dilakukan. Maka digunakanlah teknologi UV-vis spektroskopi untuk mengatasi kelemahan-kelemahan dari metode tersebut. Teknologi UV-vis spektroskopi memiliki beberapa kelebihan di antaranya harga spektroskopi terjangkau, banyak tersedia di laboratorium standar di Indonesia, mudah dioperasikan dan tidak membutuhkan keahlian khusus, proses ekstraksi tidak melibatkan bahan kimia sehingga ramah lingkungan, serta metode analisis secara cepat dan tepat.

Penggunaan UV-vis spektrokopi untuk mengidentifikasi kualitas kopi sudah dilakukan oleh penelitian Andriyani (2019) dalam mendiskriminasi tiga kopi Robusta Lampung berdasarkan jenis pupuk pada bentuk bubuk yang sulit untuk dibedakan dan Purnomo (2019) dalam mengklasifikasi tiga jenis kopi Robusta asal Lampung dengan perbedaan elevasi penanaman berdasarkan kandungan absorbansnya. Dari penelusuran pustaka, belum dilaporkan adanya penelitian tentang identifikasi kopi Robusta organik berdasarkan perbedaan daerah (origin) dan ini menjadi salah satu alasan dilakukannya penelitian ini.

Oleh karenanya penelitian ini menggunakan alat UV-vis spektroskopi dalam identifikasi kopi Robusta organik dari beberapa daerah yang berbeda (origin) dengan analisis data kemometrika SIMCA (*soft independent modelling of class analogy*). Penelitian ini dapat memberikan kemudahan dalam mendeteksi perbedaan kopi Robusta organik secara cepat, akurat, biaya analisis yang lebih terjangkau dan ramah lingkungan (tidak melibatkan bahan kimia).

1.2. Rumusan Masalah

Kopi Robusta organik adalah jenis kopi yang memiliki rasa khas dan manfaat karena proses budidayanya yang tanpa menggunakan produk kimia dan memiliki harga jual yang tinggi, sehingga banyak pedagang yang ingin mendapatkan keuntungan sebanyak-banyaknya dengan memalsukan kopi Robusta organik yang dicampur dengan kopi biasa ataupun bahan lainnya. Dengan adanya pencampuran kopi Robusta organik ini tentunya dapat merugikan banyak konsumen. Sehingga fokus penelitian ini adalah setiap daerah bisa menghasilkan kopi organik yang khas yang berbeda dengan daerah lain. Di sinilah pentingnya membedakan kopi organik dari beberapa daerah sehingga kopi organik dapat diperjualbelikan dengan memperhatikan asal daerah kopi organik tersebut ditanam.

Didalam penelitian ini digunakan 2 jenis Robusta organik yang didapatkan dari Lampung Barat atau daerah yang cukup berdekatan, yaitu tepatnya di Kecamatan Balik Bukit dan Kecamatan Air Hitam, dan satu kopi yang berasal dari daerah yang berjauhan dari dua kopi lain, yaitu kopi dari Kecamatan Kepahiang, Provinsi

Bengkulu. Pemilihan kopi tersebut memiliki tujuan untuk memastikan bahwa UV-vis spektroskopi memiliki sensitivitas yang tinggi karena dapat bekerja untuk membedakan kopi yang berasal dari origin yang berdekatan maupun yang berjauhan.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Untuk membangun model menggunakan UV-vis spektroskopi dan kemometrika SIMCA yang dapat digunakan dalam membedakan kopi Robusta organik dari beberapa daerah (origin) baik origin yang berdekatan (sesama Lampung Barat) maupun yang jauh (Lampung Barat dengan Bengkulu).
2. Untuk menguji model SIMCA yang telah dibangun untuk membedakan kopi Robusta organik dari beberapa daerah (origin).

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Mampu membedakan kopi bubuk Robusta organik dari beberapa daerah (origin) baik yang berdekatan maupun yang jauh dengan menggunakan UV-vis spektroskopi.
2. Dapat dijadikan bahan pembandingan dan bahan referensi pada penelitian lebih lanjut yang melakukan pengkajian masalah yang serupa.

1.5. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

Kopi bubuk Robusta organik dari beberapa daerah (origin) baik yang berdekatan maupun yang jauh dapat dibedakan menggunakan teknologi UV-vis spektroskopi dan metode analisis SIMCA.

1.6. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini hanya membedakan kopi bubuk Robusta organik dan tidak menguji kandungan kimia pada kopi organik.
2. Kopi berasal dari petani dari tiga daerah atau kebun berbeda yaitu yang berdekatan di Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung di Kecamatan Air Hitam dan Kecamatan Balik Bukit, serta satu lokasi yang jauh di Kabupaten Kepahiang, Provinsi Bengkulu.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kopi

Kopi adalah tanaman dikotil karena memiliki keping dua dan memiliki perakaran tunggang dan termasuk dalam tanaman semak belukar. Perakaran ini tidak terdapat pada tanaman dari cangkok dan bibit setek. Tetapi hanya terdapat pada tanaman kopi yang berasal dari bibit semai, jika tanaman berasal dari bibit sambung (okulasi) perakaran ini dapat muncul dengan syarat batang bawah tempat penyambungan berasal dari bibit semai. Kemudian jika batang bawah berasal dari bibit sambung (okulasi) maka tidak akan memiliki perakaran tunggang sehingga tanaman mudah tumbang (AAK, 1988). Terdapat 5 jenis cabang pada tanaman kopi yaitu cabang reproduktif, sekunder, kipas, primer dan cabang balik. Tanaman kopi memiliki kesamaan dengan kakao pada bagian daun, yaitu tumbuh di bagian ranting, batang dan cabang dan di bagian pinggir daun bergelombang (Panggabean, 2011).

Kopi adalah hasil dari perkebunan yang bernilai ekonomi tinggi dibandingkan dengan tanaman lain dan cukup penting bagi sumber pendapatan negara dan pendapatan dari 1,5 juta petani kopi Indonesia (Rahardjo, 2012). Dalam studinya, Prasmatiwi, dkk (2010) melaporkan bahwa tanaman kopi mulai berproduksi pada tahun ke-tiga, tetapi belum mencapai produksi yang tinggi dan mencapai hasil tinggi sekitar tahun ke-empat dan ke-lima dan akan tetap berproduksi sampai lebih dari 25 tahun. Produktivitasnya bisa sampai 1.000-2.800 kg/ha.

Kopi adalah minuman penyegar paling terkenal di dunia, kopi dikonsumsi karena rasa dan aromanya yang unik dan khas, bukan sebagai sumber nutrisi.

Tanaman kopi masuk ke dalam genus *Coffea* dan famili Rubiaceae. Famili Rubiaceae memiliki banyak genus, ada lebih dari 70 spesies pada genus *Coffea*, tetapi hanya kopi Arabika (*Coffea arabica*) dan kopi Robusta (*Coffea robusta*) yang ditanam secara luas di seluruh dunia. Dan untuk spesies kopi lainnya hanya sekitar 2% dari produksi total dunia yang ditanam di Afrika Barat dan Asia yaitu spesies kopi Ekselsa (*Coffea excelsa*) dan spesies kopi Liberika (*Coffea liberica*) (Rahardjo, 2012).

Taksonomi dari tanaman kopi sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
 Sub Kingdom : Tracheobionta
 Super Divisi : Spermatophyta
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Sub Kelas : Asteridae
 Ordo : Rubiales
 Famili : Rubiaceae
 Genus : *Coffea*
 Spesies : *Coffea* sp. [*Coffea arabica* L., *Coffea robusta* L., *Coffea liberica*, *Coffea excelsa*]

2.2. Kopi Robusta

Kopi Robusta adalah tanaman yang masuk ke dalam famili Rubiaceae dan genus *Coffea*. Kopi Robusta biasanya ditanam di negara-negara dengan iklim tropis, karena iklim tropis memiliki potensi yang besar untuk membudidayakan tanaman kopi dengan aroma dan rasa yang khas. Kopi Robusta (*Coffea robusta*) mempunyai daun lonjong dan meruncing pada ujung daun. Permukaan daun mengkilat, tepinya rata, berpangkal tumpul dengan tulang daun menyirip (Najiyati dan Danarti, 2012).

Kopi Robusta merupakan kopi yang paling banyak dikembangkan dan hampir seluruh daerah di Indonesia menanam spesies kopi Robusta ini. Di Indonesia

terdapat daerah dengan hasil kopi Robusta terbaik yaitu dari Provinsi Sumatera Selatan, Provinsi Lampung dan Provinsi Bengkulu. Hasil produksi kopi erat kaitannya dengan jumlah luas total tanaman yang ditanam. Pada tahun 2017, luas perkebunan kopi Robusta dari tiga daerah tersebut mencapai kurang lebih 390.783 ha dengan hasil produksi kopi dari tiga daerah tersebut mencapai 202,302 ton dan luas perkebunan kopi Robusta di Indonesia sampai 861.678 ha (Ditjenbun, 2017).

2.3. Kopi Organik

Kopi organik adalah kopi yang dikembangkan menggunakan konsep pertanian berkelanjutan. Kopi organik dari Indonesia diperdagangkan dengan harga yang cukup tinggi sehingga komoditas ini rawan terhadap praktik perdagangan tidak sehat. Untuk mengantisipasi hal-hal yang tidak diinginkan, produk kopi organik perlu dilindungi hukum. Produk kopi organik yang memiliki mutu baik dan karakteristik yang sangat terkait kondisi geografis tempat produk tersebut dihasilkan dapat diberi perlindungan indikasi-geografis berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia (UURI) No. 15 Tahun 2001 tentang merek (Rahardjo, 2012).

2.4. UV-vis Spektroskopi

UV-vis spektroskopi merupakan alat yang dapat digunakan untuk melakukan pengukuran dan analisis secara kualitatif dan kuantitatif pada unsur berkadar rendah. Pengukuran kualitatif didasarkan pada puncak hasil dari spektrum yang berasal dari panjang gelombang dan unsur. Pengukuran kuantitatif didasarkan pada nilai absorbans yang dihasilkan oleh spektra senyawa kompleks dari suatu unsur yang dianalisis (Noviarty dan Angraini, 2013).

Spektrometer adalah metode pengukuran berdasarkan jumlah bahan yang diserap oleh sumber cahaya yang dipancarkan. Prinsip kerja dari spektrometer didasarkan pada hukum Lambert-Beer. Ketika cahaya monokromatik melalui medium, sebagian dari cahaya monokromatik diserap, sebagian akan dipantulkan dan sebagian akan dipancarkan.

Absorbans merupakan bentuk polarisasi cahaya yang bersifat monokromatik yang diserap oleh bahan pada panjang gelombang tertentu dan memberi bahan warna tertentu. Beberapa syarat dari hukum Lambert-Beer yaitu bahwa radiasi atau sumber cahaya yang akan dipakai monokromatik bukan polikromatik, sampel yang digunakan seragam, energi yang diserap sampel tidak menyebabkan reaksi kimia (Apratiwi, 2016).

Ada lima komponen utama dari UV-vis spektroskopi, yaitu sumber radiasi, kuvet, monokromator, detektor, amplifier, dan rekorder.

Secara umum bagian-bagian dari UV-vis spektroskopi adalah:

1. Sumber radiasi

Sumber radiasi yang digunakan pada penelitian ini menggunakan sumber radiasi dari lampu xenon yang dapat mengukur pada daerah cahaya tampak dan ultraviolet.

2. Kuvet

Kuvet yang cocok digunakan pada UV-vis spektroskopi adalah kuvet yang berasal dari kuarsa yang dapat mentransmisikan sumber cahaya pada daerah ultraviolet.

3. Monokromator

Monokromator memiliki fungsi untuk memecah cahaya polikromatik (cahaya yang sangat banyak dan menyebar) dari sumber cahaya menjadi cahaya monokromatik.

4. Detektor

Detektor berfungsi untuk merespon cahaya dari berbagai panjang gelombang.

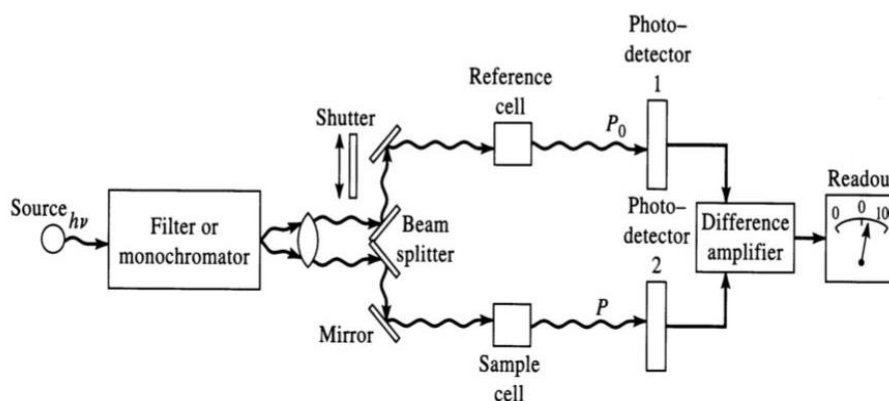
Detektor akan menyerap sinar yang diteruskan oleh sampel dan diubah menjadi suatu sinyal listrik yang bisa diukur. Detektor yang digunakan pada penelitian ini yaitu silikon fotodiode (SI).

5. Amplifier (penguat)

Amplifier adalah rangkaian yang digunakan agar sinyal listrik dari detektor dapat diamati oleh sistem pencatat.

6. *Readout*

Readout merupakan sistem pencatat hasil UV-vis spektroskopi. Hasil keluaran dari *readout* yaitu dapat berupa angka atau kurva yang menunjukkan nilai absorbans.



Gambar 1. Komponen Utama UV-vis Spektroskopi *Double Beam* (Syaputri, 2015).

Cara kerja UV-vis spektroskopi *double beam* yaitu:

- Sumber cahaya akan menembakkan cahaya polikromatik dan diteruskan menuju monokromator untuk mengubahnya menjadi cahaya monokromatik.
- Cahaya monokromatik dari monokromator selanjutnya terpisah menuju *sample cell* dan *reference cell* dengan bantuan sebuah cermin berotasi.
- Cahaya dari sampel menghasilkan dua keluaran yaitu cahaya yang diserap dan cahaya yang diteruskan yang selanjutnya akan masuk ke detektor.
- Detektor secara bergantian menerima cahaya dari sampel dan mengubahnya menjadi sinyal listrik yang dapat diukur.
- Hasil dari detektor kemudian ditampilkan oleh *recorder*.

Spektrometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur interaksi dari radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang individual dan molekul unsur kimia. Cahaya elektromagnetik selalu diabsorpsi oleh molekul jika frekuensi getaran dari molekul sama dengan frekuensi cahaya. Elektron terikat dan yang tidak akan mengalami kenaikan energi (eksitasi) dalam rentang frekuensi yang sama dengan sinar UV dan sinar tampak (UV-vis) yaitu pada panjang gelombang sekitar 220-350 nm untuk daerah cahaya ultraviolet dan 350-800 nm untuk daerah cahaya tampak (Henry dkk, 2002).

2.5. Kemometrika (*Chemometrics*)

Kemometrika merupakan suatu metode yang menggabungkan pengukuran sistem kimiawi menggunakan perhitungan statistika dan matematika menurut *International Chemometrics Society*. Peran dari kemometrika pada spektroskopi adalah memperbaiki data yang didapatkan. Pada awalnya penggunaan kemometrika hanya digunakan dalam mengolah data spektra saja, namun sekarang kemometrika sangat mungkin digunakan dalam mengolah sebuah informasi besar tentang jumlah bahan dalam sampel dengan waktu singkat (Dzulfiyanto, 2015).

Kemometrika merupakan suatu metode yang banyak diterapkan pada data kimia yang menyertakan multivariat, pemodelan matematika, statistik dan informasi teknologi. Analisis multivariat adalah suatu metode yang melibatkan banyak variabel yang digunakan untuk merapikan data dengan membuat variabel baru dengan mengandung banyak informasi dari data yang diperoleh. Variabel yang baru selanjutnya digunakan dalam pemecahan masalah, klasifikasi hubungan dan mengontrol grafik (Iriani, 2016). Analisis multivariat yang biasa digunakan untuk mengolah data yaitu PCA (*principal component analysis*) dan SIMCA (*soft independent modelling of class analogy*).

2.5.1. PCA (*Principal Component Analysis*)

PCA adalah metode yang dapat memudahkan pembacaan data dengan mentransformasikannya secara linier menjadi bentuk sistem yang baru. PCA juga bisa digunakan dalam mengurangi ukuran dari data dengan tidak menurunkan kualitas data yang cukup besar. PCA dapat mengkonversi variabel yang berkorelasi ke variabel independen baru (tidak lagi berkorelasi), sehingga data dapat dibedakan satu dengan yang lain (Ardiansyah, 2013).

PCA memiliki prinsip untuk menemukan bagian pokok dari gabungan linier variabel awal. Komponen pokok berisi sebagian besar informasi dari data yang dipilih, maka komponen pokok pertama mempunyai nilai varians tertinggi pada data dan selanjutnya komponen pokok kedua tegak lurus pada hasil dari

komponen pokok pertama yang mempunyai varians tertinggi berikutnya (Nurchahyo, 2015).

PCA dimanfaatkan dalam menerapkan data dalam komponen umum, menemukan *outlier*, mengklasifikasikan dan memilih variabel untuk pemodelan, serta melakukan pemodelan data.

2.5.2. SIMCA (*Soft Independent Modelling of Class Analogy*)

SIMCA merupakan metode yang berfungsi untuk mengetahui kepekaan dan pengelompokan dari sampel yang dibangun dan mengarahkan sampel ke dalam kelas yang sesuai. Metode pengelompokan pada SIMCA diawali dengan membuat model PCA pada setiap kelas, lalu mengelompokkannya pada model PCA yang dibangun. Keluaran dari metode SIMCA yaitu ditunjukkan dengan tabel pengelompokan, yang dapat mengklasifikasikan sampel ke dalam satu kelas, beberapa kelas dan tidak terklasifikasi ke dalam kelas manapun (Nurchahyo, 2015).

SIMCA merupakan metode yang terawasi tidak seperti PCA, dan SIMCA memiliki sensitivitas yang lebih besar dalam pembacaan data. Metode pengelompokan SIMCA diawali dengan memisahkan PCA untuk setiap kelas, yang mempertahankan jumlah komponen pokok paling banyak variasi data di setiap kelas. Pengelompokan pada SIMCA dilakukan melalui perbandingan varians sampel dan rata-rata varians sampel untuk membentuk pengelompokan (Lavine, 2009).

Ada kekurangan dalam menggunakan metode SIMCA yaitu apabila model yang dibangun hanya dua yaitu model A dan model B maka sampel akan masuk ke model A dan model B atau masuk kedua buah model yang dibangun. Jika sampel masuk ke dalam dua kelas yang dibangun maka sampel data tidak akan terdeteksi atau tidak masuk ke dalam kelas manapun.

Selanjutnya hasil yang diperoleh dari proses klasifikasi akan digunakan untuk mengetahui nilai akurasi, spesifisitas, sensitivitas dan *error* dengan melakukan perhitungan matriks konfusi.

2.5.3. Matriks Konfusi

Matriks konfusi adalah tabel yang menuliskan hasil pengelompokan dari metode SIMCA. Perhitungan matriks konfusi memiliki luaran yaitu nilai akurasi, spesifisitas, sensitivitas dan *error*. Tabel 1 adalah dari tabel matriks konfusi menurut (Faisal dan Nugrahadi, 2019).

Tabel 1. Matriks Konfusi

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

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

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

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

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

Keterangan:

a adalah sampel A yang masuk pada model SIMCA A

b adalah sampel B yang masuk pada model SIMCA A

c adalah sampel A yang masuk pada model SIMCA B

d adalah sampel B yang masuk pada model SIMCA B

Hasil matriks konfusi ini menampilkan nilai dari akurasi, sensitivitas, spesifisitas dan persentase *error* dari model yang sudah dibuat. Nilai akurasi dapat menjelaskan keakuratan dari model yang dibangun, dengan persentase akurasi paling rendah 0% dan paling tinggi dengan persentase 100% dan semakin tinggi nilai akurasi maka semakin baik pula model yang dibuat. Nilai sensitivitas dapat

menjelaskan kapasitas model yang dibangun dalam menolak sampel yang tidak berada pada kelas tersebut dan semakin tinggi nilai sensitivitas menunjukkan semakin baik model yang dibangun dalam mengidentifikasi sampel. Nilai spesifisitas menunjukkan kapasitas model yang dibangun dalam merujuk sampel dalam kelasnya, seperti nilai sensitivitas, nilai spesifisitas yang besar menunjukkan semakin baik model yang dibangun untuk mengidentifikasi sampel. Selanjutnya tingkat kesalahan dari model yang dibangun ditunjukkan dengan besarnya nilai *error* dan semakin rendah nilai *error* yang didapatkan menunjukkan semakin baik model yang dibangun untuk mengidentifikasi sampel (Lavine, 2009).

2.5.4. Metode *Pretreatment* Spektra

Metode *pretreatment* digunakan agar *noise* pada spektra dan gangguan terhadap data spektra berkurang. Metode *pretreatment* dilakukan untuk mendapatkan spektra yang baik, lebih stabil dan tepat. *Pretreatment* digunakan sebelum analisis model dilakukan pada data prediksi dan kalibrasi. Ada lima metode *pretreatment* spektra yang dapat meningkatkan spektra yang didapatkan yaitu metode *smoothing moving average*, *Savitzky-Golay differentiation*, *mean normalization*, MSC dan SNV (Prieto, 2017):

a. *Smoothing Moving Average*

Merupakan cara yang sering digunakan untuk mengeliminasi *noise* dari data spektra. Metode *smoothing* biasanya digabungkan dengan metode *pretreatment* lainnya untuk menghilangkan *noise*.

Di bawah ini adalah persamaan untuk metode *smoothing moving average* menurut Supriyanti (2018):

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

b. *Savitzky-Golay differentiation*

Metode *Savitzky-Golay differentiation* adalah metode yang berfungsi untuk menghapus *background* atau latar belakang dan meningkatkan resolusi dari spektra yang dibangun. *Derivative* digunakan untuk membuat puncak dan lembah

spektra absorbans dalam data lebih jelas. *Savitzky-Golay differentiation* umumnya difokuskan pada turunan pertama. *Derivative* pertama (1st) dapat menghapus *offset* sedangkan turunan kedua (2nd) dilakukan untuk menghilangkan *offset* dan juga *baseline* dalam data.

Di bawah ini adalah persamaan untuk metode diferensiasi menurut Kusumaningrum dkk (2017):

$$X_j = \frac{1}{N} \sum_h^k = -k^C \cdot X_j + h \dots\dots\dots (6)$$

c. *Mean Normalization* (MN)

Merupakan metode *pretreatment* yang memiliki fungsi men-skala data agar semua data yang didapatkan terdapat di dekat skala yang tidak jauh berbeda dari *mean*, vektor satuan, puncak, maksimum dan daerah. Dan metode ini menormalisasikan semua data spektra yang didapatkan.

Di bawah ini adalah persamaan untuk metode *mean normalize* menurut Supriyanti (2018):

$$X_{\text{mean (i,k)}} = \frac{X_{\text{raw}}}{X_{\text{mean}}} \dots\dots\dots (7)$$

d. *Multiplicative Scatter Correction* (MSC)

Menurut Zulfahrizal (2014) *multiplicative scatter correction* adalah metode yang dapat memperkecil amplifikasi dan mengurangi *offset* dari data yang didapatkan. *Multiplicative scatter correction* dapat membantu dalam mengubah bentuk cahaya tersebar dari spektra yang didapatkan. Manfaat dilakukannya metode ini yaitu memperbaiki keseluruhan data, agar semua sampel yang didapatkan memiliki tingkat persebaran cahaya yang sama.

Di bawah ini adalah persamaan yang digunakan untuk metode MSC:

$$X_{\text{org}} = a_i + b_i \cdot \bar{x}_j + e_i \dots\dots\dots (8)$$

$$X_{i,\text{MSC}} = \frac{X_{\text{org}} - a_i}{b_i} \dots\dots\dots (9)$$

e. *Standard Normal Variate* (SNV)

SNV merupakan salah satu cara transformasi dengan memusatkan dan men-skala spektra individual untuk menghilangkan *scatter effects* dari spektra. Sama halnya

seperti metode MSC, hasil dari metode SNV ini dapat menghilangkan *multiplicative interferences* yang disebabkan oleh efek hamburan spektra.

Manfaat dilakukannya metode SNV yaitu untuk menghilangkan *multiplicative interferences* dari ukuran dan persebaran partikel.

Di bawah ini adalah persamaan yang digunakan dalam metode SNV:

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^K (X_{ik} - \bar{x}_i)^2}{K-1}} \dots\dots\dots (10)$$

$$\bar{x}_{ik} = \frac{X_{ik} - \bar{x}_i}{S_i} \dots\dots\dots (11)$$

Perhitungan standar deviasi dilakukan sebelum mencari nilai SNV untuk mengetahui persebaran data yang diperoleh.

2.6. ROC (Receiver Operating Characteristic)

Menurut Gorunescu (2011), kurva ROC umumnya dipakai dalam penelitian data *mining* untuk mengevaluasi hasil prediksi. Terdapat dua dimensi dalam kurva ROC yaitu dimensi pertama yang terletak pada sumbu Y yaitu tingkat TP dan dimensi kedua yang terletak pada sumbu X yaitu tingkat FP. Selanjutnya metode untuk menghitung luas daerah dibawah ROC disebut dengan AUC atau *Area Under the ROC Curve*, metode ini digunakan untuk menggambarkan bentuk klasifikasi mana yang baik (Witten dkk., 2011). AUC dapat memperkirakan probabilitas *output* dari populasi positif atau negatif dari sampel secara acak untuk mengukur kinerja diskriminatif. Dimana semakin besar nilai AUC maka semakin baik klasifikasi yang dihasilkan (Yu dkk., 2007).

Tabel 2 merupakan kriteria keakuratan tes diagnostik menggunakan AUC:

Tabel 2. Kriteria Nilai AUC

Nilai	Keterangan
0,90 – 1,00	Klasifikasi yang sangat baik
0,80 – 0,90	Klasifikasi yang baik
0,70 – 0,80	Klasifikasi yang cukup baik
0,60 – 0,70	Klasifikasi yang buruk
0,50 – 0,60	Kegagalan

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Januari 2021 di Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca Panen (Lab. RBPP), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

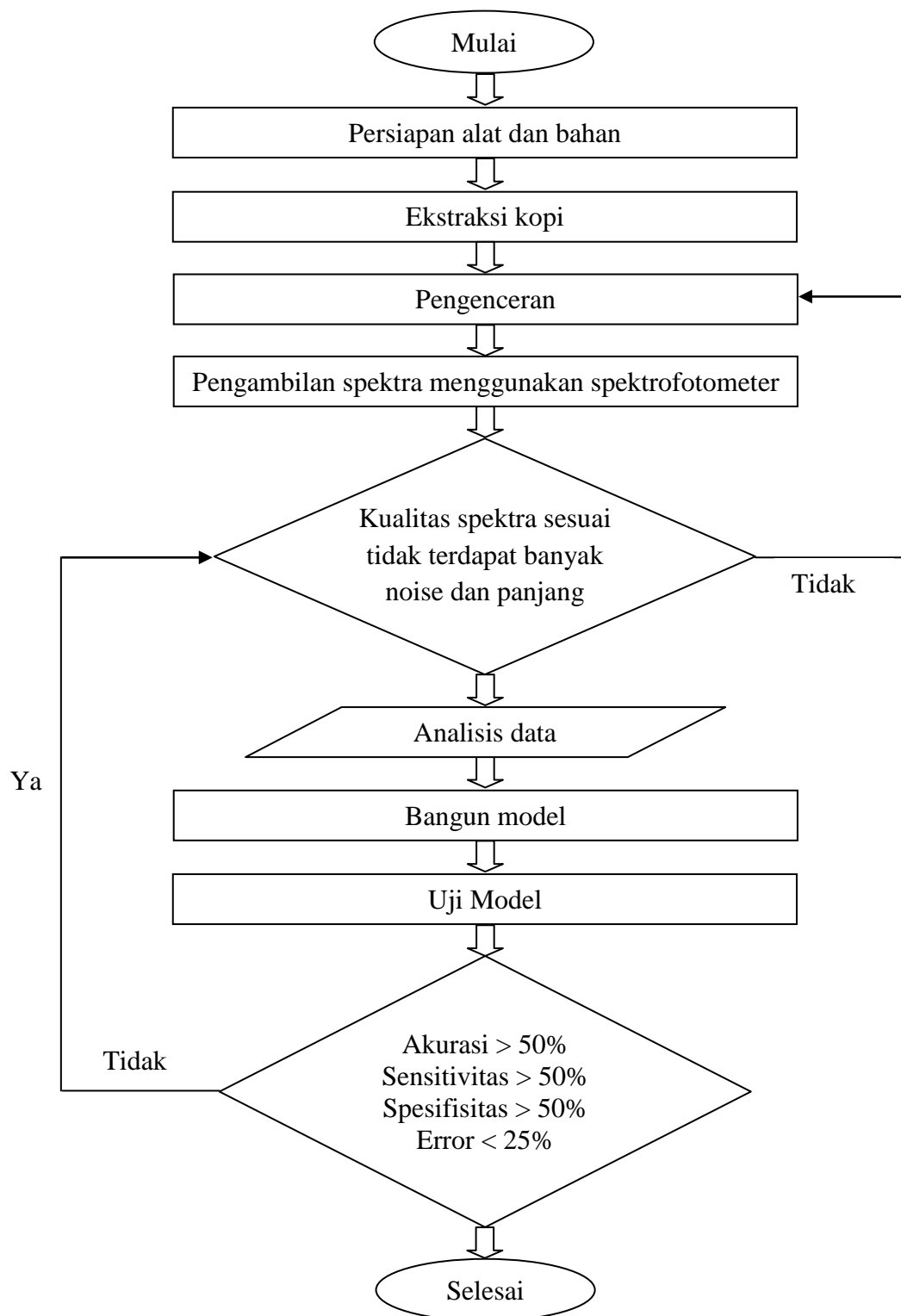
3.2. Alat dan Bahan

Alat yang dipakai dalam penelitian ini adalah *Genesys 10s UV-vis spektroskopi*, *thermometer infrared*, *coffee roaster*, *mesh*, *cuvet*, *aluminium foil*, *rubber bulb*, ayakan *tyler mainzer II*, gelas *beaker*, *magnetic stirrer Ciblanc*, *coffee grinder* daya 180 watt tipe SCG 178, oven, labu *Erlenmeyer*, toples, timbangan digital, botol semprot, pemanas air, kertas saring, gelas ukur, corong plastik, spatula dan pipet ukur.

Sedangkan bahan yang dipakai adalah aquades, biji kopi Robusta organik dari Kecamatan Balik Bukit (Provinsi Lampung), biji kopi Robusta organik dari Kecamatan Kepahiang (Provinsi Bengkulu) dan biji kopi Robusta organik dari Kecamatan Air Hitam (Provinsi Lampung).

3.3. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan untuk membedakan kopi Robusta organik dengan menggunakan UV-vis spektroskopi dan kemometrika dengan prosedur penelitian ditunjukkan oleh Gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian (Andriyani, 2019).

3.3.1. Persiapan Alat dan Bahan

Proses mempersiapkan peralatan dilakukan dengan mengecek untuk memastikan bahwa peralatan yang akan digunakan dalam kondisi baik dan dapat operasikan dengan baik saat penelitian berlangsung, untuk proses persiapan bahan pada penelitian ini yaitu disiapkan aquades dan biji kopi yang sudah dilakukan proses sortasi untuk memisahkan biji kopi yang baik dan biji kopi yang mengalami kerusakan (*defect*). Biji kopi yang akan dipakai pada penelitian yaitu biji kopi Robusta organik dari Kecamatan Balik Bukit, biji kopi Robusta organik dari Kecamatan Air Hitam dan biji kopi Robusta organik dari Kecamatan Kepahiang. Proses sortasi ditampilkan oleh Gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 3. Proses Sortasi Biji Kopi.

3.3.2. Penyangraian Kopi

Penyangraian kopi dilakukan untuk menurunkan kadar air pada kopi setelah proses penyimpanan dan juga merupakan proses pembentukan aroma dan rasa pada biji kopi. Penyangraian dilakukan menggunakan *coffee roaster* dengan suhu 200°C selama kurang lebih 20 menit sampai menghasilkan kopi dengan tingkatan *medium roast*. Proses penyangraian kopi ditampilkan pada Gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 4. Proses Penyangraian Biji Kopi.

3.3.3. Penggilingan Kopi

Proses penggilingan kopi dilakukan dengan *coffee grinder*. Proses menggiling biji kopi dilakukan dengan tujuan pengecilan ukuran (*size reduction*) dan dapat mempermudah pada proses ekstraksi kopi. Proses penggilingan kopi ditampilkan pada Gambar 5 sebagai berikut:



Gambar 5. Proses Penggilingan Kopi.

3.3.4. Pengayakan

Proses mengayak bubuk kopi memiliki fungsi menyamakan ukuran partikel bubuk kopi yang akan dipakai. Proses mengayak bubuk kopi dilakukan dengan ayakan *tyler meinzer II* dengan menggunakan *mesh* 40. Pemilihan ukuran *mesh* 40 untuk sampel uji dikarenakan pada *mesh* tersebut banyak kopi bubuk yang dihasilkan. Proses pengayakan bubuk kopi ditampilkan pada Gambar 6 sebagai berikut:



Gambar 6. Proses Pengayakan Bubuk Kopi dengan *Mesh* 40.

3.3.5. Penimbangan

Hasil dari proses pengayakan selanjutnya dilakukan proses penimbangan dengan menggunakan timbangan digital dengan ukuran 1 gram bubuk kopi untuk setiap sampel uji dan dilakukan pada semua jenis kopi dan ulangnya agar memiliki bobot sampel yang seragam. Proses penimbangan sampel ditampilkan pada Gambar 7 sebagai berikut:



Gambar 7. Penimbangan Sampel.

Pada Gambar 7 menunjukkan proses penimbangan sampel dan komposisi ketiga jenis kopi tersebut ditampilkan pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Komposisi Kopi Robusta Organik

Nama Sampel	Komposisi Bahan	Σ Sampel
RBB	1 gram kopi Robusta organik Balik Bukit	75
RK	1 gram kopi Robusta organik Kepahiang	75
RAH	1 gram kopi Robusta organik Air hitam	75

3.3.6. Ekstraksi Kopi

Dalam proses ekstraksi kopi ada beberapa tahapan yaitu proses pembuatan larutan, proses penyaringan dan proses pengenceran.

1. Pembuatan Larutan

Pada proses pengambilan data menggunakan alat spektrometer, sampel kopi bubuk harus dibuat menjadi larutan dengan cara memasukkan sampel yang sudah ditimbang sebanyak 1 gram ke dalam gelas ukur yang selanjutnya dilarutkan menggunakan 50 mL aquades pada suhu 90-98°C. Proses pembuatan larutan ditunjukkan pada Gambar 8 sebagai berikut:



Gambar 8. Proses Penyeduhan Kopi.

2. Pengadukan

Proses pengadukan dilakukan dengan menggunakan *magnetic stirrer Ciblanc* selama 10 menit dengan kecepatan pengadukan 350 rpm dengan tegangan 220 volt, proses ini bertujuan agar larutan kopi menjadi homogen. Proses pengadukan ditunjukkan pada Gambar 9 sebagai berikut:



Gambar 9. Pengadukan Larutan Kopi.

3. Penyaringan

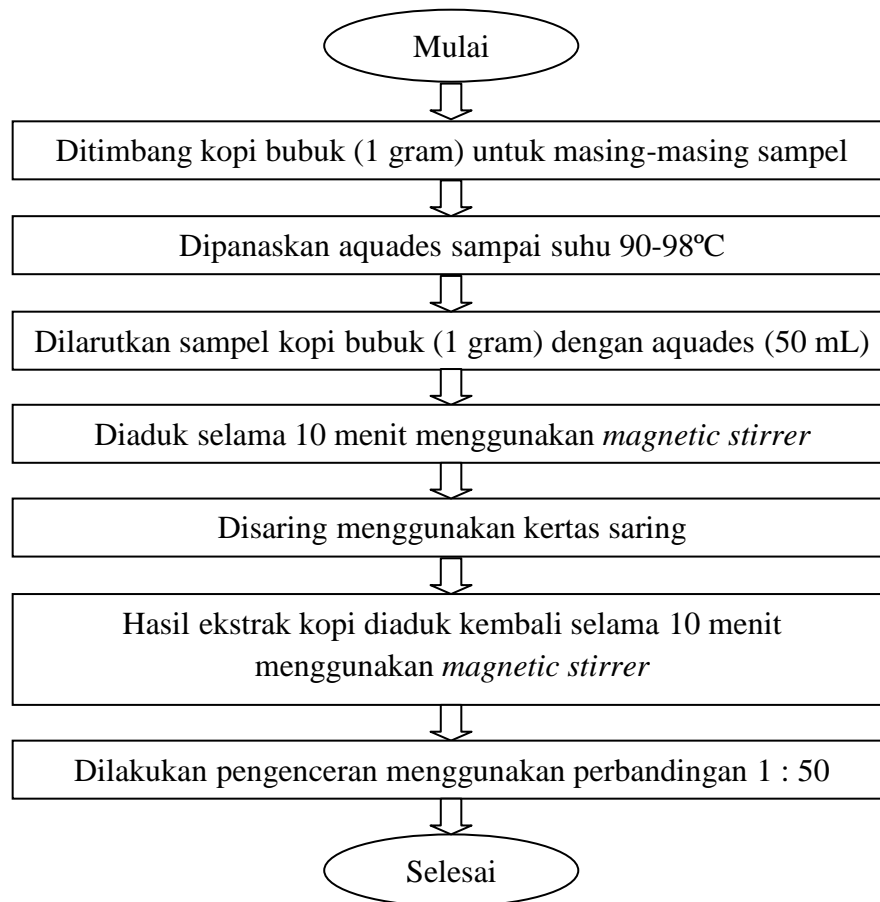
Setelah larutan kopi menjadi homogen selanjutnya dilakukan proses penyaringan dengan kertas saring untuk memisahkan hasil ekstrak kopi dengan ampas kopi (*coffee spent*). Proses penyaringan ditampilkan pada Gambar 10 sebagai berikut:



Gambar 10. Penyaringan Kopi.

4. Pengenceran

Ekstrak kopi dari hasil penyaringan selanjutnya di-*stirrer* kembali selama 10 menit menggunakan *magnetic stirrer* untuk menghomogenkan ekstrak kopi setelah disaring. Proses selanjutnya yaitu melakukan pengenceran menggunakan perbandingan 1 : 50 (1 mL ekstrak kopi : 50 mL aquades), perbandingan ini digunakan karena pada perbandingan ini ketiga jenis kopi yang digunakan tidak terlalu pekat dan tidak terlalu encer sehingga dihasilkan nilai absorbans dengan *noise* minimal. Prosedur ekstraksi kopi ditunjukkan pada Gambar 11 sebagai berikut:



Gambar 11. Prosedur Ekstraksi Kopi.

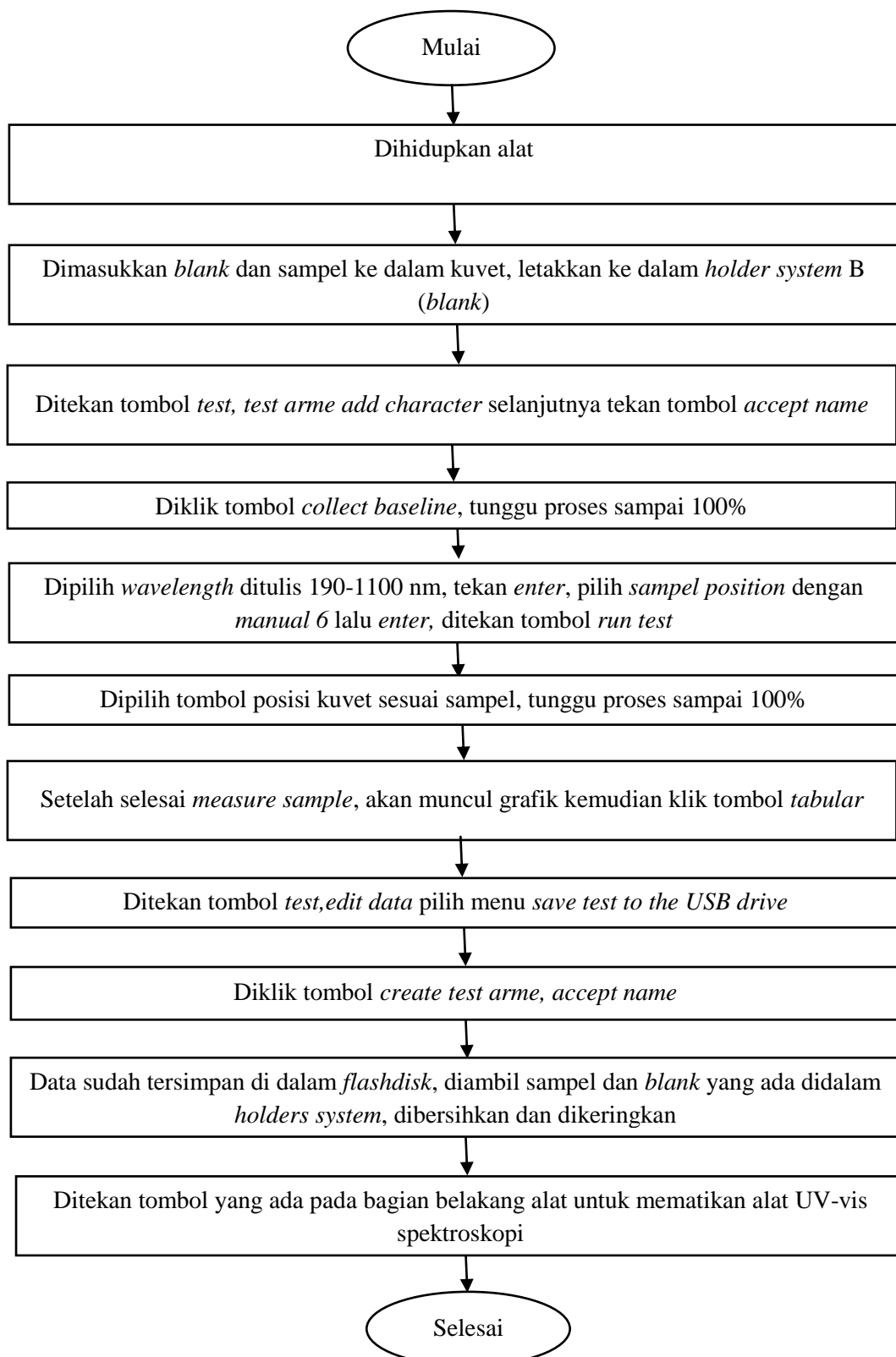
3.3.7. Proses Pengukuran Spektra Menggunakan Spektrometer

Alat *Genesys 10s UV-vis* spektroskopi digunakan untuk melakukan pengukuran spektra. Dengan dilakukan pengukuran *blank* (kuvet berisi aquades) sebelum pengukuran sampel dilakukan, selanjutnya pengukuran *blank* dilakukan kembali setelah 10 kali pengukuran sampel. Proses selanjutnya yaitu pengambilan spektra dengan cara memasukkan hasil pengenceran ekstrak kopi pada kuvet sebanyak 2 mL yang kemudian dimasukkan ke dalam sistem holder UV-vis spektroskopi dan diukur nilai absorbansnya selama kurang lebih 2 menit hingga prosesnya 100%. Pada ketiga jenis kopi masing-masing diambil 2 kali ulangan pada UV-vis spektroskopi. Proses pengambilan spektra ditampilkan pada Gambar 12 sebagai berikut:



Gambar 12. Proses Pengambilan Spektra Menggunakan UV-vis Spektroskopi.

Prosedur penggunaan alat UV-vis spektroskopi ditunjukkan pada Gambar 13 sebagai berikut:



Gambar 13. Prosedur Penggunaan UV-vis Spektroskopi (Andriyani, 2019).

3.3.8. Membuat dan Menguji Model

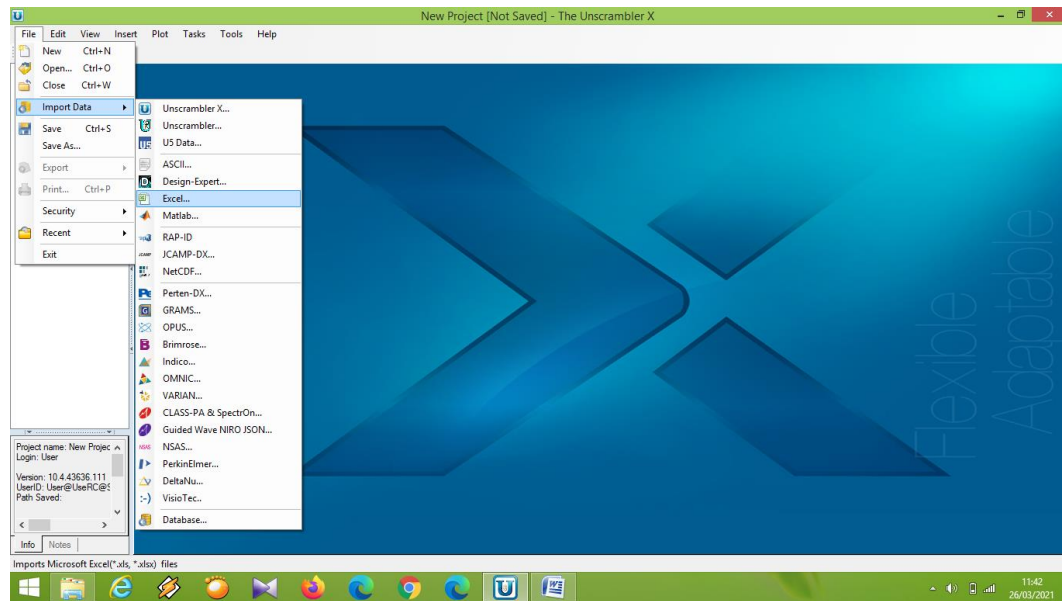
Nilai absorbans yang diperoleh dari alat UV-vis spektroskopi selanjutnya akan dibuat dan dilakukan pengujian modelnya menggunakan perangkat lunak *The Unscrambler* versi 10.4 menggunakan metode SIMCA (*soft independent modelling of class analogy*).

3.4. Analisis Data

Aplikasi *The Unscrambler* versi 10.4 digunakan untuk menganalisis data dan mendeteksi pola sampel menggunakan metode SIMCA. Sebelum analisis data menggunakan metode SIMCA dilakukan, data yang tersimpan di dalam *flashdisk* dipindahkan pada *Microsoft Excel* dan dilakukan proses perapihan data, yang berguna untuk menghilangkan data yang tidak lengkap, kemudian untuk membuat grafik spektra nilai rata-rata absorbans yang diperoleh dilakukan dengan memblok nilai absorbans dengan cara klik menu *plot*, dan pilih menu *line*. Untuk menguji model, sampel terlebih dahulu dibagi menjadi 3 bagian, sampel kalibrasi, validasi dan prediksi. Setelah mendapatkan hasil klasifikasi dari pengujian model, selanjutnya dilakukan perhitungan dengan menggunakan *confusion matrix* dan ROC.

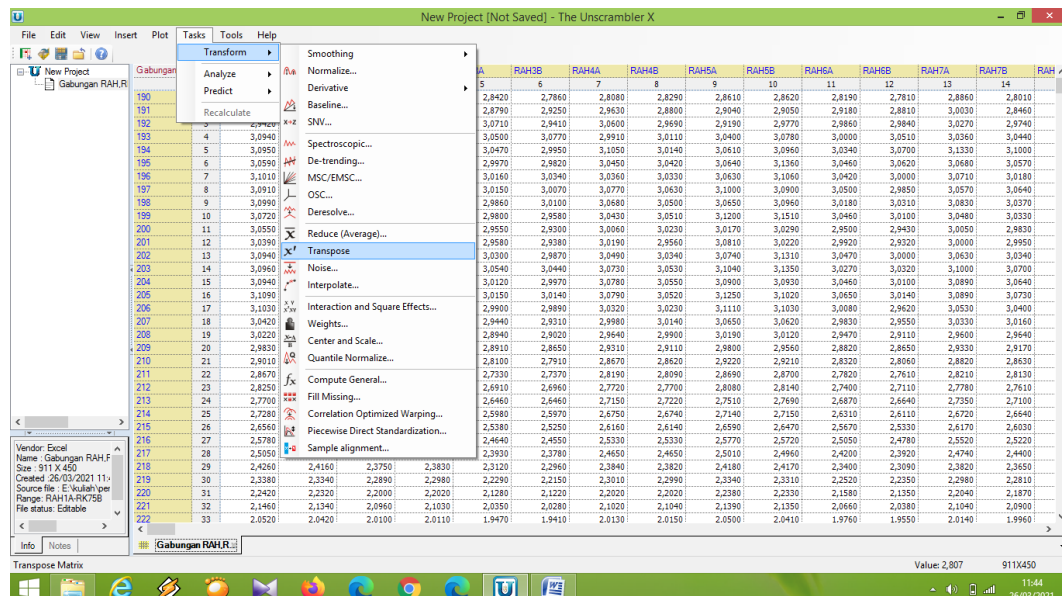
3.5. PCA (*Principal Component Analysis*)

Didapatkan data absorbans dari pengambilan data pada UV-vis spektroskopi dengan menggunakan 75 sampel kopi Robusta Balik Bukit, 75 sampel kopi Robusta Air Hitam dan 75 sampel kopi Robusta Kepahiang yang kemudian disatukan dalam file *Microsoft Excel 97-2003*. Selanjutnya data absorbans dianalisis dengan aplikasi *The Unscrambler* versi 10.4 dengan cara membuka aplikasi *The Unscrambler* versi 10.4, saat aplikasi telah terbuka selanjutnya pilih menu *File* dan klik *Import Data* dan pilih *Excel* untuk menyisipkan file *Microsoft Excel 97-2003* yang hendak dianalisis. Ditampilkan pada Gambar 14 berikut ini:



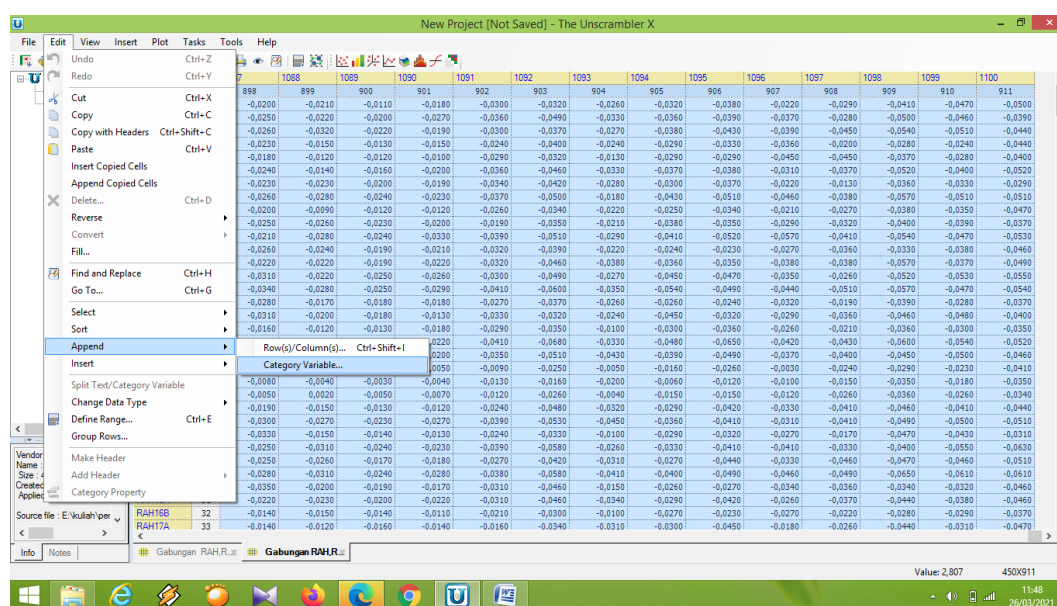
Gambar 14. Cara Mengimport Data dari *Microsoft Excel* ke *The Unscrambler*.

Data yang dapat diolah dalam aplikasi *The Unscrambler* versi 10.4 adalah data dengan format *Microsoft Excel 97-2003*, jika data yang digunakan bukan *Microsoft Excel 97-2003* atau yang lainnya maka aplikasi *The Unscrambler* tidak kompatibel. Setelah data ditampilkan di aplikasi *The Unscrambler*, kemudian perintah selanjutnya yaitu men-*transpose* data dengan cara klik menu *Task* kemudian pilih *Transform* lalu pilih *Transpose* seperti pada Gambar 15 berikut:



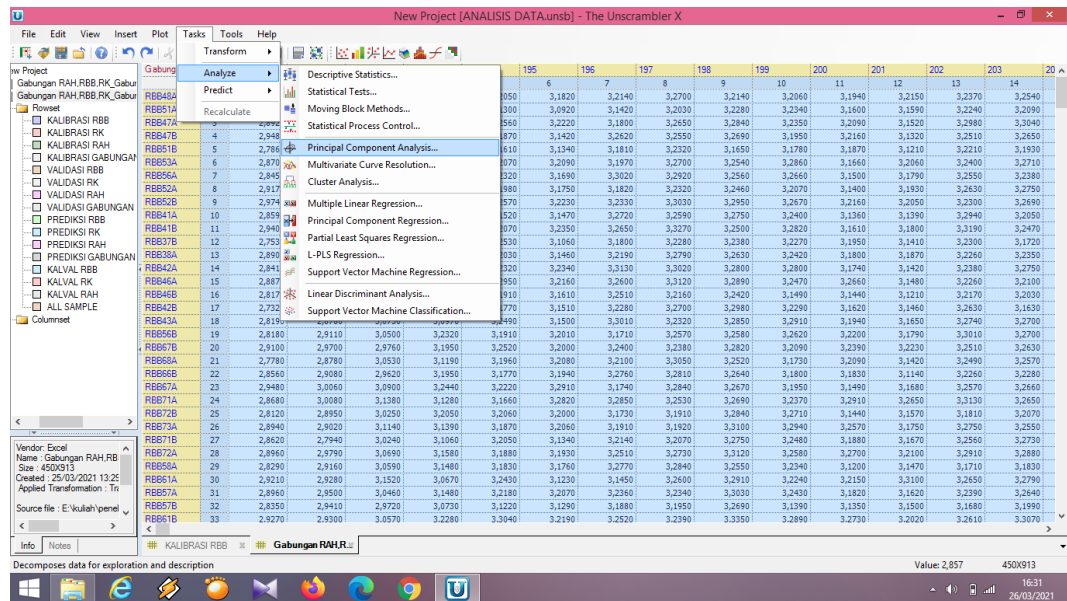
Gambar 15. Cara Mentranspose Data pada *The Unscrambler* versi 10.4.

Selanjutnya ada beberapa tahapan yang harus dilakukan sebelum menghitung nilai PCA pada *The Unscrambler* yaitu membuat kolom kategori variabel dengan cara memblok semua data, lalu pilih menu *Edit* kemudian klik *Append* dan pilih *Category Variable*, lalu pada *Category Variable Name* diisi dengan “Jenis Kopi” lalu pada *Category Name* diisi nama sampel kopi yang digunakan, kopi Robusta Air Hitam (RAH), kopi Robusta Balik Bulit (RBB), dan kopi Robusta Kepahiang (RK). Kemudian pada kolom “Jenis Kopi” di klik dan isi dengan jenis kopinya masing-masing. Seperti pada Gambar 16 berikut:

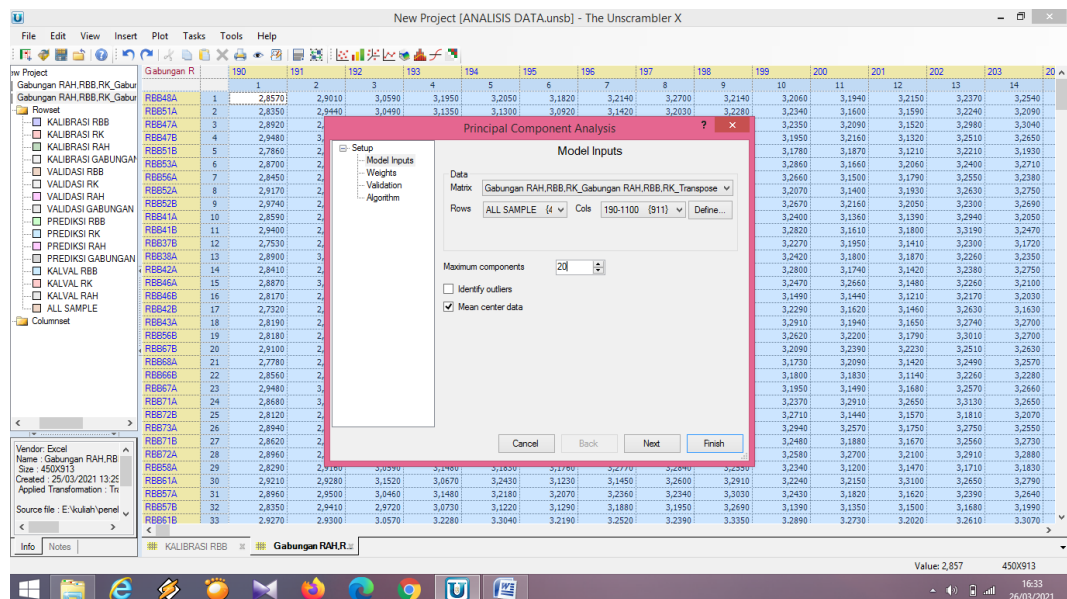


Gambar 16. Cara Membuat Kolom *Category Variable*.

Selanjutnya, setelah mengklasifikasikan menurut jenis kopinya, tambahkan kolom untuk *Category Variables* dan isi kolom tersebut dengan KALVALPRED (Kalibrasi, Validasi dan Prediksi) dengan jumlah 75 sampel untuk kalibrasi, 45 sampel untuk validasi dan 30 sampel prediksi. Perhitungan selanjutnya dilakukan dengan PCA (*principal component analysis*) dengan memilih menu *Task* dan pilih *Analyze* lalu klik pada *Principal Component Analysis* seperti pada Gambar 17, kemudian muncul tampilan menu pada PCA, pada *Rows* pilih *All Samples* dan pada *Cols* pilih panjang gelombang 190-1100 nm seperti pada Gambar 18 berikut ini:



Gambar 17. Menu Perhitungan PCA pada *The Unscrambler* versi 10.4.



Gambar 18. Tampilan Menu pada PCA.

3.6. Membuat Model Menggunakan Analisis SIMCA (*Soft Independent Modelling of Class Analogy*)

Setelah proses dari PCA mendapatkan hasil yang baik pada sampel kopi Robusta Balik Bulit (RBB), kopi Robusta Kepahiang (RK) dan kopi Robusta Air Hitam (RAH), langkah selanjutnya adalah membangun model menggunakan metode SIMCA. SIMCA merupakan teknik analisis multivariat yang berfungsi untuk

menguji kepekaan klasifikasi dan diskriminasi sampel yang akan diuji. SIMCA digunakan untuk mengarahkan sampel ke dalam kelas yang sesuai. Keluaran dari metode SIMCA adalah tabel klasifikasi yang mana sampel dapat diklasifikasikan menjadi satu kelas, beberapa kelas, atau bahkan tidak terklasifikasikan ke dalam kelas manapun.

Untuk membuat model SIMCA sampel kopi dibagi menjadi 3 yaitu kalibrasi, validasi dan prediksi. Sampel kalibrasi merupakan sampel yang digunakan untuk membuat model SIMCA, sampel validasi merupakan sampel yang digunakan untuk mengecek kembali model yang digunakan dan sampel prediksi merupakan sampel yang digunakan untuk menguji model yang dibangun dari sampel kalibrasi dan validasi.

Setelah sampel kalibrasi, validasi dan prediksi dibuat, maka selanjutnya dibuat model SIMCA dengan memilih menu *Task*, pilih *Analyze* lalu klik *Principal Component Analysis*. Kemudian untuk kolom *Rows* diisi dengan sampel kalibrasi dan validasi pada sampel RBB lalu pada kolom *Cols* pilih panjang gelombang 190-1100 nm, kemudian klik *Finish* dan tunggu proses permodelan SIMCA RBB sampai selesai. Selanjutnya dilakukan cara yang sama untuk membuat model pada sampel RK dan RAH. Setelah ketiga jenis model telah dibangun, dipilih menu *Task* lalu klik menu *Predict* lalu pilih *Classification* selanjutnya pilih SIMCA seperti pada Gambar 19, setelah menu baru muncul pada kolom *Rows* diisi dengan sampel prediksi gabungan dari sampel RBB, RK dan RAH, pada kolom *Cols* diisi dengan panjang gelombang 190-1100 nm, lalu pada kolom *Class model* diisi dengan sampel kalibrasi dan validasi ketiga jenis kopi dengan klik *Add* kemudian klik *Ok* dan tunggu hasil SIMCA yang telah dibuat.

The screenshot displays the 'Analyze' menu in The Unscrambler X. The 'SIMCA...' option is highlighted, indicating the selection of SIMCA for analysis. The software window shows a data table with columns numbered 153 to 205 and rows labeled with sample IDs (e.g., RBB48A, RBB51A, etc.). The status bar at the bottom indicates 'Classify using SIMCA' with a value of 2,857 and 450K913.

Sample ID	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166
RBB48A	3,1820	3,2140	3,2700	3,2140	3,2060	3,1940	3,2150	3,2370	3,2540	3,1730				
RBB51A	3,0920	3,1420	3,2030	3,2280	3,2340	3,1600	3,1590	3,2240	3,2090	3,1790				
RBB47A	3,2220	3,1800	3,2650	3,2840	3,2350	3,2090	3,1520	3,2980	3,3040	3,2090				
RBB47B	2,9480	3,0100												
RBB51B	2,7860	2,9560												
RBB53A	2,8700	2,8550												
RBB56A	2,8450	2,9380	3,1210	3,1510	3,2320									
RBB52A	2,9170	2,9000	3,0390	3,1700	3,1980									
RBB52B	2,9740	2,9260	3,0290	3,2880	3,2570	3,2230	3,3030	3,2950	3,2670	3,2160	3,2050	3,2300	3,2690	3,2270
RBB41A	2,8590	2,9120	3,0300	3,0950	3,1520	3,1470	3,2720	3,2590	3,2400	3,1360	3,1390	3,2940	3,2050	3,2720
RBB41B	2,9400	2,9760	3,0960	3,2380	3,2070	3,2350	3,2650	3,3270	3,2500	3,2820	3,1610	3,1800	3,3190	3,2470
RBB37B	2,7530	2,8570	2,9900	3,0850	3,2530	3,1060	3,1800	3,2280	3,2380	3,2270	3,1950	3,1410	3,2300	3,1720
RBB38A	2,8900	3,0070	3,0900	3,1980	3,2030	3,1460	3,2190	3,2790	3,2630	3,2420	3,1800	3,1870	3,2260	3,2350
RBB42A	2,8410	2,9290	3,1900	3,1240	3,2320	3,2340	3,3130	3,3020	3,2800	3,1740	3,1420	3,2380	3,2750	3,2330
RBB46A	2,8870	3,0130	3,0930	3,2890	3,2950	3,2180	3,2600	3,3120	3,2890	3,2470	3,2660	3,1480	3,2260	3,2100
RBB46B	2,8170	2,9440	3,0000	3,1840	3,1910	3,1610	3,2510	3,2160	3,2420	3,1490	3,1440	3,1210	3,2170	3,2030
RBB42B	2,7320	2,9300	3,0540	3,1670	3,1770	3,1510	3,2280	3,2700	3,2980	3,2290	3,1620	3,1460	3,2630	3,1630
RBB43A	2,8190	2,8780	3,0750	3,0970	3,2490	3,1500	3,3010	3,2320	3,2850	3,2910	3,1940	3,1650	3,2740	3,2700
RBB56B	2,8180	2,9110	3,0500	3,2320	3,1910	3,2010	3,1710	3,2570	3,2580	3,2620	3,2200	3,1790	3,3010	3,2700
RBB67B	2,9100	2,9700	2,9760	3,1950	3,2520	3,2000	3,2400	3,2380	3,2820	3,2090	3,2390	3,2230	3,2510	3,2630
RBB68A	2,7780	2,8780	3,0530	3,1190	3,1960	3,2080	3,2100	3,2050	3,2520	3,1700	3,2090	3,1420	3,2490	3,2570
RBB68B	2,8550	2,9080	2,9820	3,1950	3,1770	3,1940	3,2760	3,2910	3,2640	3,1800	3,1830	3,1140	3,2260	3,2280
RBB67A	2,9480	3,0060	3,0900	3,2440	3,2220	3,2910	3,1740	3,2840	3,2670	3,1950	3,1490	3,1680	3,2570	3,2660
RBB71A	2,8680	3,0080	3,1380	3,1280	3,1660	3,2820	3,2850	3,2530	3,2690	3,2370	3,2910	3,2650	3,3130	3,2650
RBB72B	2,8120	2,8950	3,0250	3,2050	3,2060	3,2000	3,1730	3,1910	3,2840	3,2710	3,1440	3,1570	3,1810	3,2070
RBB73A	2,8940	2,9020	3,1140	3,1390	3,1870	3,2060	3,1910	3,1920	3,3100	3,2940	3,2570	3,1750	3,2750	3,2550
RBB71B	2,8620	2,7940	3,0240	3,1060	3,2050	3,1340	3,2070	3,2750	3,2480	3,1880	3,1670	3,2560	3,2730	3,2410
RBB72A	2,8960	2,9790	3,0690	3,1590	3,1880	3,1920	3,2910	3,2730	3,3120	3,2580	3,2790	3,2100	3,2910	3,2680
RBB58A	2,8290	2,9160	3,0590	3,1480	3,1830	3,1760	3,2770	3,2840	3,2550	3,2340	3,1200	3,1470	3,1710	3,1830
RBB61A	2,9210	2,9280	3,1520	3,0670	3,2430	3,1230	3,1450	3,2600	3,2910	3,2240	3,2150	3,3100	3,2650	3,2790
RBB67A	2,8960	2,9500	3,0460	3,1480	3,2180	3,2070	3,2360	3,2340	3,3030	3,2430	3,1820	3,1620	3,2390	3,2640
RBB57B	2,8350	2,9410	2,9720	3,0730	3,1220	3,1290	3,1880	3,1950	3,2690	3,1290	3,1350	3,1500	3,1680	3,1990
RBB51B	2,9270	2,9300	3,0570	3,2280	3,3040	3,2190	3,2520	3,2390	3,3350	3,2890	3,2730	3,2020	3,2610	3,3070

Gambar 19. Menu Analisis SIMCA pada *The Unscrambler* versi 10.4.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Hasil perhitungan PCA menggunakan spektra original, nilai PC1 sebesar 61% dan nilai PC2 sebesar 32%, dengan nilai skor total untuk 2 PC sebesar 93%. Sedangkan hasil PCA menggunakan spektra kombinasi SNV *moving average* 5 segmen mendapatkan nilai PC1 sebesar 88% dan nilai PC2 sebesar 9% dengan nilai total skor PC 1 dan PC 2 sebesar 97%.
2. Hasil bangun model SIMCA menggunakan spektra original pada model RBB mendapatkan nilai PC1 sebesar 69% dan PC2 sebesar 14%, dengan nilai *cumulative explained variance* sebesar 83%. Selanjutnya pada model RK didapatkan nilai PC1 sebesar 86% dan PC2 sebesar 3%, dengan nilai *cumulative explained variance* sebesar 89%. Kemudian pada model RAH didapatkan nilai PC1 sebesar 77% dan PC2 sebesar 5%, dengan nilai *cumulative explained variance* sebesar 82%. Sedangkan hasil bangun model SIMCA menggunakan spektra kombinasi SNV *moving average* 5 segmen pada model RBB mendapatkan nilai PC1 sebesar 69% dan PC2 sebesar 9%, dengan nilai *cumulative explained variance* untuk model RBB sebesar 78%. Selanjutnya pada model RK didapatkan nilai PC1 sebesar 61% dan PC2 sebesar 17%, dengan nilai *cumulative explained variance* sebesar 78%. Kemudian pada model RAH didapatkan nilai PC1 sebesar 61% dan PC2 sebesar 13%, dengan nilai *cumulative explained variance* sebesar 74%.
3. Hasil perhitungan matriks konfusi menggunakan spektra original untuk sampel kopi RBB dan RK diperoleh nilai akurasi 100%, sensitivitas 100%, spesifisitas 100% dan nilai *error* 0%. Kemudian pada sampel kopi RBB dan

RAH diperoleh nilai akurasi 100%, sensitivitas 100%, spesifisitas 100% dan nilai *error* 0%. Selanjutnya pada sampel kopi RK dan RAH diperoleh nilai akurasi 100%, sensitivitas 100%, spesifisitas 100% dan nilai *error* 0%.

Sedangkan pada spektra kombinasi SNV *moving average* 5 segmen untuk sampel kopi RBB dan RK diperoleh nilai akurasi 100%, sensitivitas 100%, spesifisitas 100% dan nilai *error* 0%. Kemudian pada sampel kopi RBB dan RAH diperoleh nilai akurasi 100%, sensitivitas 100%, spesifisitas 100% dan nilai *error* 0%. Selanjutnya pada sampel kopi RK dan RAH diperoleh nilai akurasi 100%, sensitivitas 100%, spesifisitas 100% dan nilai *error* 0%. Dari hasil tersebut maka model yang dibuat dapat mengklasifikasikan sampel prediksi ke dalam model SIMCA dengan sangat baik.

4. Berdasarkan kurva ROC pada spektra original untuk model RBB dengan RK, RBB dengan RAH, dan RK dengan RAH menunjukkan nilai sensitivitas dan spesifisitas pada semua level klasifikasi menunjukkan nilai 1 atau menunjukkan bahwa klasifikasi pada semua model tergolong sangat baik. Begitu pula pada spektra kombinasi SNV *moving average* 5 segmen mendapatkan hasil sensitivitas dan spesifisitas pada semua level klasifikasi menunjukkan nilai 1 sehingga dapat dinyatakan bahwa klasifikasi pada semua model menggunakan spektra kombinasi SNV *moving average* 5 segmen sebagai klasifikasi yang sangat baik.
5. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan membuktikan bahwa UV-vis spektroskopi dapat digunakan secara akurat untuk membedakan kopi Robusta organik dari origin yang berdekatan (RBB dengan RAH) dan kopi Robusta organik dengan origin yang berjauhan (RBB dengan RK dan RAH dengan RK).

5.2. Saran

Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian dengan menggunakan jenis kopi organik lain seperti kopi Arabika dan Liberika karena terdapat potensi pemalsuan untuk jenis kopi lainnya, tidak hanya pada kopi Robusta organik.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Aksi Agraris Kanisius (AAK). 1988. *Budidaya Tanaman Kopi*. Kanisius. Yogyakarta.
- Andriyani, M. 2019. Penggunaan Teknologi *UV-Vis Spectroscopy* dan Metode SIMCA untuk Diskriminasi Tiga Kopi Robusta Lampung Berdasarkan Jenis Pupuk. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Apratiwi, N. 2016. Studi Penggunaan *UV-Vis Spectroscopy* Untuk Identifikasi Campuran Kopi Luwak Dengan Kopi Arabika. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Ardiansyah, R. F. 2013. Pengenalan Pola Tanda Tangan dengan Menggunakan Metode *Principal Component Analysis* (PCA). (Skripsi). Universitas Dian Nuswantoro. Semarang.
- Badan Pusat Statistik. 2017. *Katalog Kecamatan Way Tenong dalam Angka 2017*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Barat. Lampung.
- Camo. 2017. *Analisis SIMCA*. www.camo.com. Diakses pada 21 Juni 2021.
- Citasari, D. 2015. Penentuan Adulterasi Daging Babi pada Nugget Ayam Menggunakan NIR dan Kemometrik (Skripsi). Universitas Jember. Malang.
- Dankowska, A., Domagala, A., & 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.
- Direktorat Jenderal Perkebunan (Ditjenbun). 2017. *Statistik Perkebunan Indonesia : Kopi*. Departemen Pertanian, Jakarta. 98 halaman.
- Dzulfiyanto, A. 2015. Analisis Parasetamol, Kafein, dan Propifenazon dengan Metode Spektrofotometri UV dan Kemometrika Tanpa Tahap Pemisahan. (Skripsi). Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.

- Faisal, M., dan Nugrahadi, D. 2019. Belajar Dara *Science* Klasifikasi dengan Bahasa Pemograman R. Scripta Cendekia. Banjarbaru. Kalimantan Selatan.
- Farida, Ana., E.Ristanti, dan A.C. Kumoro. 2013. Penurunan Kadar Kafein dan Asam Total pada Biji Kopi Robusta Menggunakan Teknologi Fermentasi Anaerob Fakultatif dengan Mikroba Nopkor MZ-15. *J. Teknologi kimia dan Industri*. 2 (3): 2013
- Gorunescu, F. 2011. *Data mining: Concepts , Models and Techniques*. German: Springer. <http://doi.org/10.1007/978-3642-19721-5>. Diakses pada 16 April 2021.
- Henry, A., Suryadi, M.T. dan Yanuar, A. 2002. *Analisis Spektrofotometri UV-Vis Pada Obat Influenza Dengan Menggunakan Aplikasi Sistem Persamaan Linier. Proceedings Komputer dan Sistem Intelijen*. J. Farmasi. Universitas Gunadarma. Jakarta.
- International Coffee Organization (ICO). 2021. <https://www.ico.org/Market-Report-20-21-e.asp>. Diakses pada 28 Juni 2021.
- Iriani, R. 2016. Studi Penggunaan Teknologi *UV-Vis Spectroscopy* dan Kemometrika Untuk Mengidentifikasi Pemalsuan Kopi Arabika dan Robusta Secara Cepat. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Kusumaningrum, D., Lee, H., Lohumi, S., Mo, C., Kim, M.S., and Cho, B.K. 2017. *Non-Destructive Technique for Determining the Viability of Soybean (Glycine Max) Seeds Using FT-NIR Spectroscopy. The Science of Food and Agriculture* 98(7) : 1734-1742.
- Lavine, B.K. 2009. *Validation of classifiers. In: Walczak, B., Tauler, R., and Brown, S. (eds.). Comprehensive Chemometric: Chemical and Biochemical Data Analysis Volume III*. Elsevier, Amsterdam. 587-599.
- Najiyati, S. dan Danarti. 2012. *Kopi, Budidaya dan Penanganan Lepas Panen*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Noviarty dan Angraini, D. 2013. Analisis Neodimium Menggunakan Metoda Spektrofotometri *UV-Vis*. *Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir BATAN*. No. 11 / Tahun VI. ISSN 1979-2409.
- Nurchahyo, B. 2015. Identifikasi dan Autentikasi Meniran (*Phyllanthus niruri*) Menggunakan Spektrum Ultraviolet Tampak dan Kemometrika. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Panggabean, E. 2011. *Buku Pintar Kopi*. Agro Media Pustaka. Jakarta.

- Prasmatiwi, F.E., Irham, Suryantini, A., dan Jamhari. 2010. Analisis Keberlanjutan Usahatani Kopi di Kawasan Hutan Kabupaten Lampung Barat dengan Pendekatan Nilai Ekonomi Lingkungan. *Pelita Perkebunan*. 26(1):57-69.
- Prieto, B.G. 2017. *Novel Variable Influence On Projection (VIP) Methods in OPLS, O2PLS, and On PLS Models for Single and Multi Block Variable Selection*. (Thesis). Umea University. Sweden.
- Purnomo, N.A.S. 2019. *Klasifikasi Tiga Jenis Kopi Robusta Lampung Menggunakan UV-Vis Spectroscopy dan Metode Kemometrika*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Rahardjo, P. 2012. *Kopi*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Rismawati, S. 2019. *Identifikasi Kandungan Kafein dan Warna RGB pada Kopi dengan Variasi Sangrai*. (Skripsi). Universitas Jember. Jawa Barat.
- Sahat, S.F. 2015. *Analisis Pengembangan Kopi Ekstrak Sebagai Upaya Diversifikasi Ekspor Kopi di Indonesia*. (Thesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- 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 dan Yulia. 2019. *Tutorial Analisis Data Spektra Menggunakan The Unscrambler*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Suhartati, T. 2017. *Dasar Dasar Spektrofotometri UV-Vis dan Spektrofotometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. CV. Anugrah Utama Raharja (AURA). Bandar Lampung.
- Supriyanti, E. 2018. *Penggunaan Teknologi UV-Vis Spectroscopy untuk Membedakan Jenis Kopi Bubuk Arabika Gayo Wine dan Kopi Bubuk Arabika Gayo Biasa*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Syaputri, N. 2015. Spektrofotometri. <https://www.slideshare.net/Trykhyputry/spektrofotometri-44587530>. Diakses pada tanggal 1 November 2020.
- Vercellis, C. 2009. *Business Intelligence Data Mining and Optimization for Decision Making*. A Jhon Wiley And Sons, Ltd., Publication, United Kingdom.
- Witten, I.H., Frank, E. & Hall, M.A., 2011. *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. 3rd ed. Burlington, United States of America: Morgan Kaufmann.

Yu, L., Chen, G., Koronios, A., Zhu, S., and Guo, X. 2007. Application and Comparison of Classification Techniques in Controlling Credit Risk. In P.M. Pardalos, ed. *Recent Advances in Data Mining of Enterprise Data: Algorithms and Applications*. Singapore: World Scientific. Ch. 2.

Zulfahrizal. 2014. Pengembangan Metode Pengukuran Nondestruktif untuk Menentukan Mutu dan Fermentasi Biji Kopi Kakao Utuh Menggunakan *NIR Spectroscopy*. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor.