

**UJI KEMURNIAN KOPI BUBUK LUWAK (*paradoxurus hermaphrodites*)
MENGUNAKAN METODE UV-VIS SPEKTROKOPI DAN SIMCA**

(Skripsi)

Oleh:

ALPIN HANDI WIAN TO



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

UJI KEMURNIAN KOPI BUBUK LUWAK (*Paradoxurus hermaphrodites*) MENGUNAKAN METODE UV-VIS SPEKTROKOPI DAN SIMCA

Oleh

ALPIN HANDI WIAN TO

Indonesia memiliki sumber daya alam yang sangat melimpah salah satunya dari sektor perkebunan yang memiliki keaneragaman hasil seperti kopi, teh, kakao, sawit dan lain sebagainya. Kopi sendiri di Indonesia memiliki beberapa jenis, namun yang paling terkenal adalah arabika dan robusta. Pada penelitian ini saya menggunakan kopi jenis luwak robusta, dimana jenis kopi ini sudah dimakan oleh hewan luwak dan sudah melalui proses pencernaan hewan luwak. Kopi luwak di Indonesia masih tergolong kopi dengan harga jual yang tinggi. Sehingga banyak oknum yang melakukan pemalsuan terhadap keaslian kopi luwak yang dicampur dengan beras atau bahan lainnya. Penelitian ini menggunakan metode UV-Vis spektroskopi dan SIMCA untuk mengidentifikasi keaslian kopi luwak yang dicampur dengan beras.

Sampel yang digunakan sebanyak 150 sampel yang terdiri daridua jenis kopi luwak Papandayan dan Cikuray dan terbagi menjadi 25 sampel kopi luwak Papandayan asli, 50 sampel kopi luwak Papandayan campuran beras 10%-50%, 25 sampel kopi luwak Cikuray asli dan 50 sampel kopi luwak Cikuray campuran beras 10%-50%. Sebelum dilakukan pengambilan spektra, ada beberapa yahapan yang harus dilakukan terlebih dahulu antara lain penimbangan sampel, pembuatan larutan, pengadukan, penyaringan, pengenceran sampel, kemudian dilakukan pengambilan spektra menggunakan UV-Vis spektroskopi dan membuat model

serta mengujinya dengan metode PCA dan SIMCA. Hasil pengujian PCA ori pada kopi Papandayan dan Cikuray diperoleh hasil PC1 dan PC2 sebesar 100%. Hasil PCA terbaik diperoleh dengan dengan cara perbaikan spektra menggunakan pretreatment *Savitzky-Golay Smoothing* 9 segmen dengan jumlah nilai PC1 dan PC2 sebesar 100%. Kemudian, hasil klasifikasi model SIMCA PA dan PC diperoleh nilai akurasi 80%, sensitivitas 100%, spesifisitas 64% dan *error* 20%, sedangkan untuk hasil klasifikasi model SIMCA CA dan CC diperoleh nilai akurasi 80,8%, sensitivitas 86,7%, spesifisitas 72,7% dan *error* 19,2%. Berdasarkan hubungan analisis spesifisitas dan sensitivitas yang disajikan dalam bentuk kurva ROC, hasil klasifikasi PA dan PC serta CA dan CC dikategorikan mempunyai nilai baik.

Kata Kunci: Kopi luwak Papandayan, Kopi luwak Cikuray, UV-Vis spektroskopi, beras, PCA, SIMCA

ABSTRACT

PURITY TESTING OF LUWAK (*Paradoxurus hermaphrodites*) COFFEE POWDER USING UV-VIS SPECTROSCOPY AND SIMCA METHODS

By

ALPIN HANDI WIAN TO

Indonesia has very abundant natural resources, one of which is the plantation sector which has a diversity of products such as coffee, tea, cocoa, palm oil and so on. There are several types of coffee in Indonesia, but the most famous are Arabica and Robusta. In this research, I used Luwak Robusta coffee, where this type of coffee has been eaten by civet animals and has gone through the civet animal's digestive process. Luwak coffee in Indonesia is still classified as coffee with a high selling price. So many individuals falsify the authenticity of Luwak coffee by mixing it with rice or other ingredients. This research uses UV-Vis spectroscopy and SIMCA methods to identify the authenticity of Luwak coffee mixed with rice.

The samples used were 150 samples consisting of two types of Papandayan and Cikuray civet coffee and were divided into 25 samples of original Papandayan civet coffee, 50 samples of Papandayan civet coffee mixed with 10% - 50% rice, 25 samples of original Cikuray civet coffee and 50 samples of Cikuray civet coffee. rice mixture 10%-50%. Before taking the spectra, there are several steps that must be done first, including weighing the sample, making a solution, stirring, filtering, diluting the sample, then taking the spectra using UV-Vis spectroscopy and making a model and testing it using the PCA and SIMCA methods. The original PCA test results on Papandayan and Cikuray coffee

obtained PC1 and PC2 results of 100%. The best PCA results were obtained by improving the spectra using Savitzky-Golay Smoothing pretreatment for 9 segments with a total PC1 and PC2 value of 100%. Then, the classification results of the SIMCA PA and PC models obtained accuracy values of 80%, sensitivity 100%, specificity 64% and error 20%, while for the classification results of the SIMCA CA and CC models obtained accuracy values of 80.8%, sensitivity 86.7%, specificity 72.7% and error 19.2%. Based on the relationship between specificity and sensitivity analysis presented in the form of a ROC curve, the classification results of PA and PC as well as CA and CC were categorized as having good value.

Keywords: Papandayan civet coffee, Cikuray civet coffee, UV-Vis spectroscopy, rice, PCA, SIMCA

**UJI KEMURNIAN KOPI BUBUK LUWAK (*paradoxurus hermaphrodites*)
MENGUNAKAN METODE UV-VIS SPEKTROSKOPI DAN SIMCA**

Oleh

Alpin Handi Wianto

Skripsi

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

pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

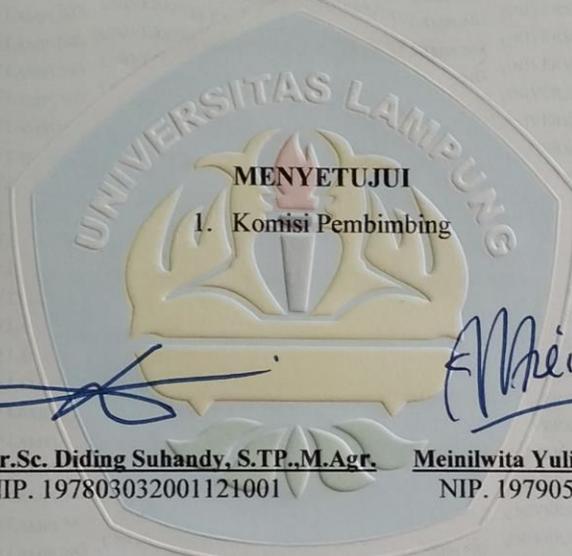
Judul Skripsi : **UJI KEMURNIAN KOPI BUBUK
(*Paradoxurus Hermaphrodites*) LUWAK
MENGUNAKAN METODE UV-VIS
SPEKTROKOPI DAN SIMCA**

Nama Mahasiswa : **Alpin Handi Wianto**

Nomor Induk Mahasiswa : **1714071026**

Jurusan/PS : **Teknik Pertanian**

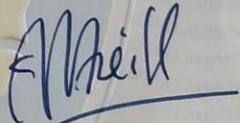
Fakultas : **Pertanian**



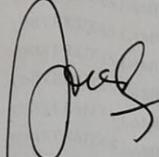
MENYETUJUI

1. Kontisi Pembimbing


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


Meinilwita Yulia, S.TP., M.Agr.Sc.
NIP. 197905142008122001

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian


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

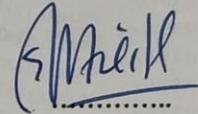
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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

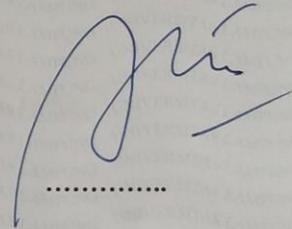


Sekretaris : **Meinilwita Yulia, S.TP., M.Agr.Sc.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. H. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **5 Juni 2024**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya ALPIN HANDI WIAN TO NPM:1714071026 selaku penulis menyatakan bahwa segala sesuatu yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) **Prof. Dr. Agr. Sc. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr.** dan 2) **Meinilwita Yulia, S.TP., M.Agr.Sc.** serta berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang saya dapatkan. Isi dalam karya ilmiah ini dibuat berdasarkan hasil pengetahuan dan pemikiran saya sendiri, serta beberapa sumber lainnya (buku, jurnal dll) yang telah terlebih dahulu dipublikasikan.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat saya pertanggungjawabkan keasliannya. Apabila terdapat plagiat/kecurangan dalam karya ilmiah ini, maka saya siap untuk mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 5 Juni 2024
Yang membuat pernyataan



Alpin Handi Wianto
NPM. 1714071026

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan pada tanggal 15 Juni 1998 di Desa Tambahsari, Kabupaten Pringsewu. Dilahirkan dari keluarga Bapak Sugianto dan Ibu Supratiwi serta sebagai anak pertama dari 3 bersaudara. Perjalanan pendidikan penulis dimulai dari Taman Kanak-Kanak (TK) Aisyah Tambahsari pada Tahun 2003-2005, Sekolah Dasar (SD) Negeri 3 Tambahrejo pada tahun 2005-2011, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Gadingrejo pada tahun 2011-2014, Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 2 Pringsewu pada tahun 2014-2016. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di tingkat Perguruan Tinggi dan tercatat sebagai mahasiswa Strata 1 di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2017 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Tahun 2019 tepatnya pada bulan Juli – Agustus, penulis melaksanakan Praktek Umum (PU) di Dinas Pertanian Kabupaten Pringsewu selam 40 Hari dengan judul “Mempelajari Proses Pembuatan Benih Padi Unggul di Desa Pararejo, Kabupaten Pringsewu”. Pada bulan Februari – Maret 2021, penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) periode 1 tahun 2019 selama 40 hari di Pekon Tambahrejo Barat, Kabupaten Pringsewu. Dan penulis menyelesaikan perkuliahan pada tanggal 05 Juni 2024.

PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kekuatan, nikmat dan karunia sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Saya persembahkan karya ini kepada:

Kedua Orang Tua

Bapak. Sugianto dan Ibu Supratiwi
selaku kedua orang tua saya, yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan dan semangat.

kedua adik saya,

Wahyu Handi Wianto dan Alya Nabila Aswitasari
Terimakasih untuk selalu ada.

Serta

“Kepada Almamater Tercinta”
Teknik Pertanian Universitas Lampung

SANWACANA

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

Skripsi dengan **judul “Uji Kemurnian Kopi Bubuk Luwak Menggunakan Metode UV-VIS Spektroskopi dan SIMCA”** adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini Penulis berterimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian.
3. Bapak Prof. 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 Meiniwita Yulia, S.TP., M.Agr.Sc., selaku pembimbing kedua yang selalu memberikan bimbingan, saran dan semangat.
5. Bapak Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM 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, adik dan saudara sepupu yang selalu memberikan dukungan, semangat dan motivasi untuk segera menyelesaikan skripsi.
8. Tim UV-Vis Spektroskopi yang selalu menjadi penyemangat dan tempat bertukar pengetahuan.

9. Teman-temanku Aldi, Anggit, Heri, Wisnu, Agata dan Ristanti yang telah membantu banyak selama penelitian berlangsung serta Mega, Nasywa, Nurul, Kholis, Aris yang telah membantu dalam proses mengolah data
10. 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, 5 Juni 2024
Penulis

Alpin Handi Wianto
NPM. 1714071026

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Hipotesis	4
1.6 Batasan Masalah	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kopi	5
2.2 Kopi Luwak	6
2.3 <i>UV-Vis Spectroscopy</i>	7
2.4 Ekstraksi	9
2.5 Kemometrika.....	10
2.6 Matrik Konfusi	11
2.7 ROC (<i>Receiver Operator Characteristic</i>).....	12
2.8 <i>Pretreatment</i>	13
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 Pengambilan <i>Spektra</i> Menggunakan <i>Spektrofotometer</i>	25
3.3.3 Membangun dan Menguji Model	26
3.3.4 Analisis Data	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Analisis Spectra Kopi Luwak Papandayan dan Kopi Luwak Cikuray ..	32
4.2 Principal Component Analysis (PCA) pada Panjang Gelombang 190 – 1100 nm	35
4.2.1 Hasil <i>Principal Component Analysis</i> (PCA) Kopi Luwak Papandayan Asli dan Campuran Dengan Panjang Gelombang 190-400 nm pada Spektra Original	36
4.2.2 Hasil <i>Principal Component Analysis</i> (PCA) Kopi Luwak Cikuray Asli dan Campuran Dengan Panjang Gelombang 190-400 nm pada Spektra Original	38
4.2.3 Hasil <i>Principal Component Analysis</i> (PCA) pada Spektra Perbaikan <i>Savitzky-Golay Smoothing</i> 9 Segmen Kopi Luwak Papandayan dan Kopi Luwak Cikuray Dengan Panjang Gelombang 190-400 nm.	40
4.3 Model SIMCA pada Panjang Gelombang 190-400 nm.	44

4.3.1 Model SIMCA pada Spektra Original Kopi Luwak Papandayan Asli dan Kopi Luwak Papandayan Campuran dengan Panjang Gelombang 190-400 nm.	47
4.3.2 Model SIMCA pada Spektra Original Kopi Luwak Cikuray Asli dan Kopi Luwak Cikuray Campuran dengan Panjang Gelombang 190-400 nm.	52
4.3.3 Model SIMCA pada Spektra Perbaikan Savitzky-Golay Smoothing 9 Segmen Kopi Luwak Papandayan Asli dan Kopi Luwak Papandayan Campuran Dengan Panjang Gelombang 190-400 nm. ..	56
4.3.4 Model SIMCA pada Spektra Perbaikan <i>Savitzky-Golay Smoothing</i> 9 Segmen Kopi Luwak Cikuray Asli dan Kopi Luwak Cikuray Campuran Dengan Panjang Gelombang 190-400 nm.	62
4.4 Kurva Reiceiver Operating Characteristic (ROC)	68
4.4.1 Kurva ROC Kopi Luwak Papandayan Asli dan Kopi Luwak Papandayan Campuran pada Spektra Original	68
4.4.2 Kurva ROC Kopi Luwak Cikuray Asli dan Kopi Luwak Cikuray Campuran pada Spektra Original	69
4.3.3 Kurva ROC Kopi Luwak Papandayan Asli dan Kopi Luwak Papandayan Campuran pada Spektra Perbaikan	71
4.4.4 Kurva ROC Kopi Luwak Cikuray Asli dan Kopi Luwak Cikuray Campuran pada Spektra Perbaikan	72
V. KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Perbedaan beras sangrai dan kopi sangria.....	2
Gambar 2. Kopi luwak (<i>Paradoxurus hermaphrodites</i>).....	7
Gambar 3. Cara kerja <i>UV-Vis Spectroscopy</i>	8
Gambar 4. Gambaran tahapan penelitian.....	21
Gambar 4. Penimbangan sampel.....	22
Gambar 5. Pembuatan larutan.....	23
Gambar 6. Pengadukan larutan.....	23
Gambar 7. Penyaringan.....	24
Gambar 8. Pengenceran larutan.....	25
Gambar 9. Diagram Alir Tahapan Ekstraksi Kopi.....	26
Gambar 10. Prosedur Penggunaan <i>UV-Vis Spectroscopy</i>	28
Gambar 11. Cara Memindahkan Data dari <i>Microsoft Excel 2003</i> ke Aplikasi <i>The Unscrambler 10.4</i>	28
Gambar 12. Cara <i>Transpose</i> Data pada <i>The Unscrambler 10.4</i>	29
Gambar 13. Membuat Kolom <i>Category Variable</i>	30
Gambar 14. Tampilan menu <i>Edit-set</i>	30
Gambar 15. Tampilan Menu pada <i>Principal Componen Analysis</i> pada <i>The Unscrambler 10.4</i>	33
Gambar 16. Peta Lokasi Pengambilan Sampel Kopi Luwak Gunung Papandayan Yang Berada Di Desa Keramatwangi, Kecamatan Cisarupan, Kabupaten Garut, Jawa Barat.....	33
Gambar 17. Peta Lokasi Pengambilan Sampel Kopi Luwak Gunung Cikuray Yang Berada Di Desa Dayeuh, Kecamatan Cilawu, Kabupaten Garut, Jawa Barat.....	34
Gambar 18. Peta Lokasi Pengambilan Sampel Beras di Desa Tambahrejo Barat, Kecamatan Gading Rejo, Kabupaten Pringsewu, Lampung.....	35
Gambar 19. Grafik Hasil Nilai Rata-rata Spektra Original Kopi Luwak Asli Papandayan dan Kopi Luwak Asli Cikuray serta Kopi Luwak Campuran Beras dan Kopi Luwak Cikuray Campuran Beras pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	36
Gambar 20. Hasil PCA Original Kopi Luwak Papandayan Dengan Panjang Gelombang 190-400 nm.....	38
Gambar 21. Hasil Grafik <i>X-Loading</i> PC1 dan PC2 pada Kopi Luwak Papandayan.....	39
Gambar 22. Hasil PCA Original Kopi Luwak Cikuray Dengan Panjang Gelombang 190-400 nm.....	40
Gambar 23. Hasil Grafik <i>X-Loading</i> PC1 dan PC2 pada Kopi Luwak Cikuray Dengan Panjang Gelombang 190-400 nm Menggunakan Spektra Original.....	41

Gambar 24. Hasil PCA dari Spektra Perbaikan <i>Savitzky-Golay Smoothing</i> 9 Segmen Kopi Luwak Papandayan Dengan Panjang Gelombang 190- 400 nm.....	41
Gambar 25. Hasil PCA dari Spektra Perbaikan <i>Savitzky-Golay Smoothing</i> 9 Segmen Kopi Luwak Cikuray Dengan Panjang Gelombang 190-400 nm.....	43
Gambar 26. Grafik <i>X-Loading</i> Spektra Perbaikan <i>Savitzky-Golay Smoothing</i> Kopi Luwak Papandayan	43
Gambar 27. Grafik <i>X-Loading</i> Spektra Perbaikan <i>Savitzky-Golay Smoothing</i> Kopi Luwak Cikuray	45
Gambar 28. Membuat <i>Category Name Variabel</i>	46
Gambar 29. Membuat Kolom KALVALPRED dan mengisi label 1111122233.46	
Gambar 30. Sortasi Kolom KALVALPRED	47
Gambar 31. Hasil Pengelompokan KALVALPRED	50
Gambar 32. Model SIMCA Kopi Luwak Papandayan Asli pada Spektra Original	50
Gambar 33. Model SIMCA Kopi Luwak Papandayan Campuran pada 61 Spektra Original	52
Gambar 34. <i>Coomans Plot</i> Hasil Klasifikasi Model SIMCA PA dan PC pada Spektra Original.....	54
Gambar 35. Model SIMCA Kopi Luwak Cikuray Asli pada Spektra Original	55
Gambar 36. Model SIMCA Kopi Luwak Cikuray Campuran pada Spektra Original	60
Gambar 36. <i>Coomans Plot</i> Hasil Klasifikasi Model SIMCA CA dan CC pada Spektra Original.....	61
Gambar 37. Model SIMCA Kopi Luwak Papandayan Asli pada Spektra Perbaikan.....	62
Gambar 38. Model SIMCA Kopi Luwak Papandayan Campuran pada Spektra Perbaikan	66
Gambar 39. <i>Coomans Plot</i> Hasil Klasifikasi Model SIMCA PA dan PC pada Spektra Perbaikan	66
Gambar 40. Model SIMCA Kopi Luwak Cikuray Asli pada Spektra Perbaikan.....	67
Gambar 41. Model SIMCA Kopi Luwak Cikuray Campuran pada Spektra Perbaikan.....	69
Gambar 42. <i>Coomans Plot</i> Hasil Klasifikasi Model SIMCA CC pada Spektra Perbaikan	70
Gambar 43. Hasil Klasifikasi Kurva ROC PA dan PC pada Spektra Original ...	71
Gambar 44. Hasil Klasifikasi Kurva ROC CA dan CC pada Spektra Original ..	72
Gambar 45. Hasil <u>Klasifikasi Kurva</u> ROC PA dan PC pada Spektra Perbaikan.	73
Gambar 46. Hasil Klasifikasi Kurva ROC CA dan CC pada Spektra Perbaikan.	74

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Matrik Konfusi	11
Tabel 2. Nomor Sampel dan Komposisi Bahan	21
Tabel 3. Klasifikasi Model SIMCA PA dan PC pada Spektra Original 150 sampel	47
Tabel 4. Hasil Matrik Konfusi dari Model SIMCA PA dan SIMCA PC pada Spektra Original Dengan Panjang Gelombang 190-400 nm.....	49
Tabel 5. Klasifikasi Model SIMCA CA dan CC pada Spektra Original 150 sampel	53
Tabel 6. Hasil Pengembangan Model Papandayan Asli dan Papandayan Campuran Menggunakan Beberapa Spektra Perbaikan pada 150 sampel	56
Tabel 7. Klasifikasi Model SIMCA PA dan PC pada Spektra Perbaikan 150 Sampel.....	58
Tabel 8. Hasil Matrik Konfusi Model SIMCA PA dan SIMCA PC pada Spektra Perbaikan dengan Panjang Gelombang 190-400 nm	59
Table 9. Hasil Pengembangan Model Cikuray Asli dan Cikuray Campuran Menggunakan beberapa Spektra Perbaikan pada 150 Sampel	62
Tabel 10. Kalsifikasi Model SIMCA CA dan CC pada Spektra Perbaikan 150 Sampel	64
Table 11. Hasil Matrik Konfusi Model SIMCA CA dan SIMCA CC pada Spektra Perbaikan dengan Panjang gelombang 190-400 nm.....	65
Tabel 12. Hasil Spesifisitas dan Sensitivitas pada Klasifikasi Kopi Luwak Papandayan Asli dan Kopi Luwak Papandayan Campuran pada Spektra Original dengan Beberapa Level	68
Tabel 13. Hasil Sensitivitas dan Spesifisitas pada Klasifikasi Kopi Luwak Cikuray Asli dan Kopi Luwak Cikuray Campuran pada Spektra Original dengan Beberapa Level.	69
Tabel 14. Hasil Sensitivitas dan Spesifisitas pada Klasifikasi Kopi Luwak Papandayan Asli dan Kopi Luwak Papandayan Campuran pada Spektra Perbaikan dengan Beberapa Level	71
Tabel 15. Hasil Sensitivitas dan Spesifisitas pada Klasifikasi Kopi Luwak Cikuray Asli dan Kopi Luwak Cikuray Campuran pada Spektra Perbaikan dengan Beberapa Level	73
Table 16. Hasil PCA kopi luwak Papandayan menggunakan data spektra Original	82
Tabel 17. Hasil PCA kopi luwak Papandayan menggunakan data spektra <i>pretreatment Savitzky-Golay Smoothing</i> 9 segmen	86
Table 18. Klasifikasi model SIMCA kopi luwak Papandayan menggunakan spektra original	89
Tabel 19. Klasifikasi model SIMCA kopi luwak Papandayan menggunakan data spektra <i>pretreatment savitzky-golay smoothing</i> 9 segmen	90

Tabel 20. Data <i>Cooman's plot</i> kopi luwak Papandayan menggunakan spektra original sampel prediksi PA dan PC	91
Tabel 21. Data <i>Cooman's plot</i> kopi luwak Papandayan menggunakan spektra <i>pretreatment savitzky-golay smoothing</i> 9 segmen sampel prediksi PA dan PC	95
Table 22. Hasil PCA kopi luwak Cikuray menggunakan data spektra original ..	99
Table 23. Hasil PCA kopi luwak Cikuray menggunakan data spektra <i>pretreatment savitzky-golay smoothing</i> 9 segmen	103
Table 24. Klasifikasi model SIMCA kopi luwak Cikuray menggunakan data spektra original	107
Table 25. Klasifikasi model SIMCA kopi luwak Cikuray menggunakan data spektra <i>pretreatment savitzky-golay smoothing</i> 9 segmen	108
Table 26. Data <i>Cooman's plot</i> kopi luwak Cikuray menggunakan spektra original sampel prediksi CA dan CC	109
Table 27. Data <i>Cooman's plot</i> kopi luwak Cikuray menggunakan spektra <i>pretreatment savitzky-golay smoothing</i> 9 segmen sampel prediksi CA dan CC	113

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kopi merupakan salah satu jenis tanaman yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat karena nilai jual yang cukup tinggi. Dalam skala dunia, konsumsi kopi jenis Arabika mencapai 70% dan kopi jenis Robusta mencapai 26%.

Tanaman kopi yang pertama kali di kenal dunia adalah kopi dari Afrika tepatnya di daerah pegunungan Ethiopia. Namun, tanaman kopi dapat dikenal secara luas setelah dikembangkan oleh masyarakat Yaman (Raharjo, 2012).

Kopi Luwak (*Paradoxurus hermaphrodites*) merupakan kopi yang berasal dari kotoran hewan luwak yang memakan biji kopi yang sudah benar-benar masak. Kopi luwak merupakan kopi unggul karena biji kopi yang dimakan oleh hewan Luwak (*Paradoxurus hermaphrodites*) adalah kopi dengan tingkat kematangan yang tepat sehingga menghasilkan kopi yang berkualitas. Kopi Luwak (*Paradoxurus hermaphrodites*) adalah salah satu kopi termahal di dunia, selain dari tingkat kematangan yang pas juga karena kopi Luwak (*Paradoxurus hermaphrodites*) termasuk kopi langka dan biji kopi yang di makan oleh hewan Luwak (*Paradoxurus hermaphrodites*) akan melalui proses pencernaan yang panjang.

Menurut Yulia,dkk (2018) Saat ini, aktivitas pemalsuan makanan di Indonesia semakin banyak dilakukan, terutama pada produk kopi. Pemalsuan adalah upaya

sengaja mengubah tampilan pangan dengan menambah atau mengganti bahan pangan, tujuannya untuk memperbaiki tampilan pangan agar lebih maksimal sehingga menimbulkan efek merugikan bagi konsumen.

Pemalsuan kopi Luwak dilakukan dengan mencampurkannya dengan kopi kualitas lebih rendah dan/atau dengan bahan lain seperti beras dan jagung. Beras merupakan bahan campuran alternatif yang sering digunakan karena lebih mudah diperoleh daripada jagung. Selain mudah ditemukan, warna nasi sangrai juga tidak jauh berbeda dengan biji kopi. Perbedaan warna kopi dan beras dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



Gambar 1. Perbedaan beras sangrai dan kopi sangria (Suhandy dan Yulia, 2017)

Pencampuran kopi dengan beras dilakukan saat kopi sudah menjadi bubuk tujuannya untuk mengurangi kopi Luwak (*Paradoxurus hermaphrodites*) murni namun tetap mendapatkan keuntungan penjualan seperti kopi Luwak (*Paradoxurus hermaphrodites*) murni. Pengoplosan atau pencampuran kopi sangat sulit diidentifikasi apabila biji kopi telah disangrai atau sudah dalam bentuk bubuk (Wahyudi, 2018).

Harga kopi Luwak (*Paradoxurus hermaphrodites*) di Indonesia mencapai kisaran harga 1.000.000,00 per kg. Untuk harga secangkir kopi Luwak (*Paradoxurus hermaphrodites*) di Indonesia di harga 70.000,00 per cangkir tergantung juga dari tempat dan wilayahnya. Di luar negeri, secangkir kopi Luwak (*Paradoxurus hermaphrodites*) dihargai sekitar 35 USD. Dan untuk bubuk kopi Luwak (*Paradoxurus hermaphrodites*) di harga sekitar 100 sampai 600 USD per 450 g (ICO, 2018).

1.2 Rumusan Masalah

Kopi Luwak (*Paradoxurus hermaphrodites*) merupakan kopi dengan cita rasa yang unik dan harga yang mahal, sehingga banyak pedagang yang berharap mendapatkan keuntungan sebesar-besarnya dengan cara memalsukan kopi dengan bahan lainnya. Produk palsu kopi Luwak (*Paradoxurus hermaphrodites*) tersebut tentunya dapat merugikan banyak konsumen.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Membangun model yang mampu mengklasifikasi kopi luwak Papandayan asli, kopi luwak Cikuray asli, kopi luwak Papandayan campuran 10-50% dan kopi luwak Cikuray campuran 10-50%.
2. Menguji model yang dibangun untuk proses identifikasi kopi luwak Papandayan asli, kopi luwak Cikuray asli, kopi luwak Papandayan campuran dan kopi luwak Cikuray campuran dengan metode SIMCA.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Agar dapat menggunakan *kemometrika* dan *spektroskopi ultraviolet* untuk mengidentifikasi pemalsuan kopi Luwak Gunung Papandayan dan kopi Luwak Gunung Cikuray.
2. Pemalsuan dan pencampuran Kopi Luwak Gunung Papandayan dan Kopi Luwak Cikuray.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah mengidentifikasi kemurnian Kopi Luwak Gunung Papandayan dan Kopi Luwak Gunung Cikuray menggunakan teknologi UV-Vis spektroskopi.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah bahwa proses penentuan konsentrasi campuran beras hanya berlaku untuk kopi bubuk kopi Luwak Gunung Papandayan dan Kopi Luwak Gunung Cikuray, dan penelitian ini tidak menguji komposisi kimiawi kopi Luwak Gunung Papandayan dan Kopi Luwak Gunung Cikuray.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kopi

Tanaman perkebunan yang cukup diminati di Indonesia adalah kopi. Pada tahun 1699 sejarah mencatat pertama kali tanaman kopi masuk ke Indonesia dan jenis kopi Arabika adalah jenis kopi pertama yang masuk ke Indonesia. Sejak pertama kali masuk ke Indonesia, kopi Arabika langsung diminati oleh masyarakat Indonesia dan menjadi andalan ekspor Indonesia. Namun pada saat itu kopi Arabika di Indonesia lebih di kenal dengan nama *Java Coffea* (Syamsulbahri, 1985). Pada tahun 2007, Indonesia mampu memproduksi kopi sebanyak 420.000 ton metric. Namun tidak semua total produksi tersebut di ekspor, hanya sekitar 271.00 ton yang di ekspor dan sisa dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia sendiri. Terdapat jenis kopi Arabika pada total ekspor tersebut sebesar 25% dan sisanya adalah jenis kopi Robusta yang akan di ekspor ke Negara tujuan yaitu Amerika Serikat.

Kopi (*Coffea sp*) merupakan sumber pendapatan bagi 1,5 juta petani kopi di Indonesia, juga merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang memiliki nilai ekonomi lebih tinggi dibandingkan dengan jenis tanaman perkebunan lainnya dan berperan penting sebagai sumber penghasilan Negara (Rahardjo, 2012). Di dalam penelitian Prasmatiwi (2010), disebutkan bahwa tanaman kopi mulai belajar berproduksi pada tahun ketiga dan produksinya tidak tinggi. Pada tahun

keempat dan kelima, produksi kopi mencapai hasil yang tinggi atau biasa dikenal dengan istilah “ngagung”. Petani kopi dapat berproduksi sampai tanaman berumur lebih dari 25 tahun. Selama masa produktif, produksi kopi bisa mencapai 1.000-2.800 kg/hektar.

Menurut Panggabean (2011), tanaman kopi memiliki lima jenis cabang, yaitu cabang primer, cabang sekunder, cabang reproduktif, cabang terbalik, dan cabang berbentuk kipas. Daun tanaman kopi memiliki ciri yang hampir sama dengan tanaman kakao yaitu lebar dan tipis, sehingga diperlukan tanaman peneduh selama budidaya, tepi daun kopi bergelombang dan tumbuh pada cabang, batang dan ranting.

2.2 Kopi Luwak (*Paradoxurus Hermaphrodites*)

Kopi Luwak (*Paradoxurus hermaphrodites*) adalah biji buah kopi yang dimakan oleh hewan sejenis musang yaitu Luwak (*Paradoxurus hermaphrodites*), setelah mengalami proses fermentasi alami di dalam tubuh hewan Luwak lalu keluar kotoran Luwak dan terdapat biji kopi utuh di dalam kotoran Luwak itulah yang nantinya akan di proses menjadi kopi Luwak (Krisnakumar, 2002).

Proses fermentasi di dalam pencernaan Luwak di nilai sangat baik karena dibantu oleh enzim-enzim dan bakteri yang terdapat di dalam pencernaan Luwak itu sendiri. Kopi Luwak juga di nilai mempunyai kandungan kafein yang sangat kecil yaitu sekitar 0.1-1 persen. Rendahnya tingkat kadar kafein pada kopi Luwak di pengaruhi oleh proses fermentasi pada pencernaan kopi luwak. Selain mempengaruhi kadar kafein, proses fermentasi pada pencernaan Luwak juga

dapat meningkatkan tingkat kenikmatan pada kopi Luwak dan meningkatkan aroma pada kopi Luwak (Marcone, 2004).

Berikut adalah Gambar dari kopi Luwak yang telah melalui proses fermentasi yang panjang pada pencernaan Luwak.



Gambar 2. Kopi Luwak (*Paradoxurus hermaphrodites*)(Akbar, 2013)

2.3 UV-Vis Spectroscopy

Sesuai dengan namanya, *spectroscopy* terdiri dari dua kata yaitu *spectro* dan *fotometer*. Fungsi dari *spektro* adalah untuk menghasilkan sinar dari spectrum dengan panjang gelombang tertentu dan *fotometer* berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya yang telah ditransmisikan. Alat yang biasanya digunakan khusus untuk mendeteksi transmittan atau absorban cahaya yang melalui suatu benda dengan panjang gelombang tertentu (Skoog et.al, 2013).

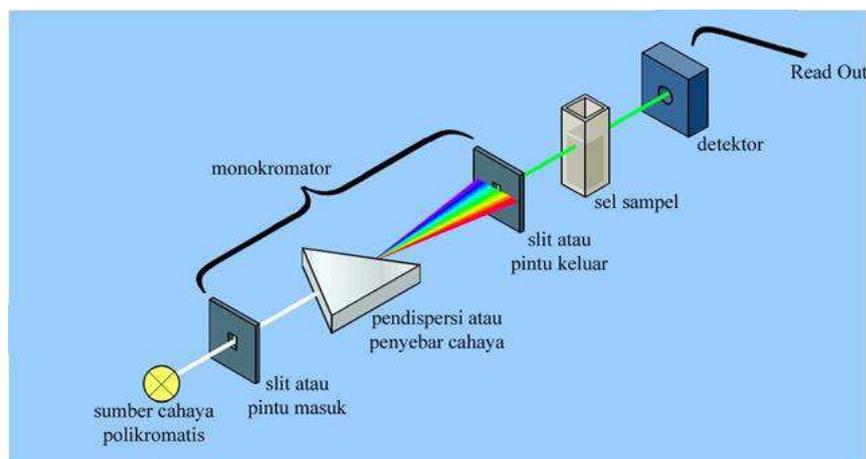
Setiap benda mempunyai panjang gelombang yang berbeda-beda dengan pemantulan yang berbeda-beda pula. Terdapat beberapa komponen dalam spektro, antara lain:

1. Sumber radiasi,
2. Wadah sampel,
3. Monokromotor,
4. *Detector* dan
5. *Rekorder*.

UV-Vis Spectroscopy beberapa cara kerja antara lain sebagai berikut:

1. Sinar dari sumber cahaya akan di teruskan menuju *monokromotor*
2. Setelah dari *monocromotor*, cahaya akan diarahkan ke sebuah cermin dan akan dipantulkan menuju sampel yang telah di siapkan
3. Setelah itu cahaya menuju *detector* secara bergantian dan berulang untuk memproses sinyal listrik
4. Hasil akan muncul pada layar dengan program yang telah disiapkan sebelumnya.

Berikut adalah Gambaran cara kerja dari *UV-Vis Spectroscopy*.



Gambar 3. Cara kerja *UV-Vis Spectroscopy*

Cahaya yang diserap diukur sebagai absorbansi adalah (A) sedangkan cahaya yang dihamburkan diukur sebagai transmittansi adalah (T), dinyatakan dengan

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

$$\frac{I(\lambda)}{I_0(\lambda)} = e^{-\epsilon \lambda C}$$

Di mana $I(\lambda)$ adalah intensitas cahaya pada panjang gelombang yang melewati sampel, $I_0(\lambda)$ adalah intensitas cahaya yang masuk, ϵ koefisien sampel, dan C adalah konsentrasi. Kalibrasi dari sistem ini dibuat dengan mengukur absorbansi cahaya dari serangkaian sampel dimana konsentrasi diketahui, kemudian digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antara sampel dan konsentrasi (Hopke, 2003).

Dari persamaan-persamaan yang didapat diketahui rumus umum absorbansi hukum Lambert $A = \epsilon \cdot b \cdot C$

Dimana A : absorban (serapan)

ϵ : koefisien eksting spesifik (ml g⁻¹ cm⁻¹)

b : tebal kuvet (cm)

C : konsentrasi (gram/100ml)

2.4 Ekstraksi

Ekstraksi adalah istilah yang digunakan untuk mengekstraksi senyawa tertentu menggunakan pelarut yang sesuai. Metode ekstraksi tergantung pada polaritas senyawa yang akan diekstraksi. Prinsipnya seperti melarutkan yaitu pelarut polar yang akan melarutkan senyawa non polar dan melarutkan senyawa non polar. Pilihan pelarut juga tergantung pada kelarutan zat terlarut (Khopkar, 1990). Air

dapat melarutkan senyawa aktif biologis lebih banyak dari pada etanol, sehingga cocok digunakan sebagai pelarut dalam pembuatan ekstrak kopi hijau (Handoyo, 2017) .

2.5 Kemometrika

Kemometrika adalah cara matematika untuk bekerja dengan data yang banyak. Cara tersebut membantu kita memahami dan menafsirkan informasi dari data yang kita miliki. Kemometrika adalah cara untuk menemukan hubungan antara data spektra dengan informasi yang sudah diketahui dalam sampel. Cara ini memungkinkan kita menggunakan model analisis multivariate didalam aplikasi. PCA merupakan suatu metode yang menyederhanakan data dengan cara mentransformasikannya secara linier untuk membentuk titik-titik koordinat yang baru dengan semua keragamannya. PCA dapat digunakan untuk memperkecil ukuran tanpa mengurangi data secara signifikan. Pendekatan ini mengubah sebagian besar variabel besar yang berhubungan menjadi sekumpulan variabel kecil yang tidak berhubungan (Ardiansyah, 2013).

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

Keuntungan menggunakan data identifikasi SIMCA adalah dapat digunakan di dalam kelas. Maka dari itu, apabila varian dari residu sampel melebihi batas atas

- c. TN : sampel dari kelas B masuk ke dalam kelas A
- d. FN : sampel dari kelas B masuk ke dalam kelas B

Hasil yang didapatkan perhitungan akan menunjukkan tingkat akurasi, sensitivitas, spesifisitas dan *error* pada model uji yang ditetapkan. Tingkat ketelitian ditunjukkan oleh akurasi, semakin tinggi nilai akurasi maka semakin baik. Sensitivitas adalah tentang seberapa baik model bisa melihat perbedaan antar sampel, semakin sensitiv maka semakin bagus model dalam melihat perbedaan diantara sampel. Spesifisitas adalah kemampuan untuk membedakan sampel didalam kelasnya. Dan *error* menunjukkan kesalahan pada model yang telah dibuat (Lavine, 2009).

2.7 ROC (Receiver Operator Characteristic)

Kurva *Receiver Operating Characteristic* (ROC) adalah sebuah gambar dua dimensi yang menggunakan garis horizontal untuk menunjukkan nilai *false positive* dan garis vertikal untuk menunjukkan nilai *true positive*. Grafik ROC menunjukkan akurasi dan membandingkan pengklasifikasian secara visual. Kurva ROC digunakan untuk mengukur sensitivitas dan spesifisitas yang ditampilkan dalam bentuk grafik. ROC merupakan cara untuk menunjukkan bagaimana cara matrik konfusi bekerja (Vercelli, 2009). Grafik kurva ROC menunjukkan seberapa baik kita bisa membedakan antara *false positive* (sumbu Y) dan *false positive* (sumbu X). Kurva ROC adalah suatu cara yang sering digunakan untuk menghitung seberapa bagus pengerjaan klasifikasi dengan menghitung luas daerah di bawah garis yang disebut AUC (*Area Under Curve*).

Hasil perhitungan ditunjukkan dengan kurva ROC dan memiliki tingkat diagnose (Gorunescu, 2011).

1. Akurasi bernilai 0,90 - 1,00 = hasil klasifikasi yang sangat baik
2. Akurasi bernilai 0,80 – 0,90 = hasil klasifikasi yang baik
3. Akurasi bernilai 0,70 – 0,80 = hasil klasifikasi yang cukup baik
4. Akurasi bernilai 0,60 – 0,70 = hasil klasifikasi yang kurang baik
5. Akurasi bernilai 0,50 – 0,60 = hasil klasifikasi yang buruk

Dalam hal ini, kita perlu memastikan bahwa prediksi yang kita buat sesuai dengan sampel data yang ada. Hal ini penting untuk melihat seberapa akurat sampel data tersebut sesuai dengan model yang telah dibuat. Sehingga hasil prediksi sampel kopi yang dianalisis menggunakan ROC dapat menampilkan hubungan antara hasil dari klasifikasi dengan model prediksi.

2.8 Pretreatment

Untuk mengetahui apakah model yang telah dibuat baik atau buruk, maka diperlukan perlakuan pretreatment pada data spektra yang telah dikumpulkan. Perlakuan ini dilakukan dengan data kalibrasi dan prediksi, sebelum menggunakan data ini untuk menghasilkan model yang lebih akurat dan stabil dengan mengurangi pengaruh interferensi gelombang dan *noise*. Ada dua metode *pretreatment* sebagai berikut MSC, SNV, Normalize, Smoothing Moving Average untuk memperkecil pengaruh efek hamburan dan *Savitzky-Golay* untuk Derivative atau turunan (Suhandy dan Yulia, 2020). Berikut penjelasannya.

1. Smoothing Moving Average

Salah satu metode untuk menghilangkan *noise* dari pengolah data adalah *smoothing moving average* yang biasanya dapat menghilangkan *noise* yang

berfrekuensi tinggi sekaligus dapat meningkatkan rasio dan sinyal. Untuk mengurangi *noise* dengan menghitung jumlah titik untuk *averaging* data. Resolusi spektra yang tinggi akan diikuti oleh data *averaging* yang rendah dan sebaliknya, resolusi spektra rendah akan diikuti oleh data *averaging* yang tinggi.

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

Keterangan :

S_j : Nilai *Smoothing Moving Average* pada panjang gelombang ke-J

Y_j : Nilai spektra asli pada panjang gelombang ke-j

J : Indeks panjang gelombang

N : Jumlah segmen

Untuk n adalah jumlah segmen, pembagi dan penyebut dapat disesuaikan untuk menyesuaikan dengan segmen yang akan dibuat. Karena bilangan ganjil adalah jumlah segmen, maka hasil *Smoothing Moving Average* akan berpusat ditengah.

2. *First and Second Derivative* (D1 dan D2)

First and Second Derivative atau *Savitzky-Golay Derivative* adalah metode untuk menghilangkan spectrum latar belakang dan meningkatkan kualitas.

Derivative dapat menjelaskan hasil puncak dan lembah spektra absorbans pada data NIRS. *First and second derivative* adalah metode lama dalam spektroskopi yang menampilkan informasi tersembunyi yang dengan mudah dari hasil spektrum. Hal ini disebabkan oleh perubahan orientasi baris, yang memungkinkan isi sel data yang dipengaruhi baris horizontal. Rumus

perhitungan *first and second derivative* dapat dilihat dibawah ini
(Kusumaningrum dkk, 2018).

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

Keterangan :

X_j : nilai terbaik berdasarkan kriteria nilai kuadrat terkecil

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

C_j : integrasi pembulatan (sama dengan satu)

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

3. *Standart Normal Variate* (SNV)

SNV adalah metode untuk memusatkan dan menentukan skala individu untuk menstranformasikan efek *scater* dari spectrum yang hilang. SNV digunakan untuk menghilangkan gangguan multiaplikasi pada pembesaran dan pelebaran partikel (Firmansyah, 2009). Di bawah ini adalah rumus perhitungan SNV.

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

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

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

Untuk menentukan sebaran pada sampel yang akan digunakan, perhitungan standar deviasi harus dilakukan sebelum perhitungan SNV.

4. *Multiplicative Scatter Correction* (MSC)

Metode ini dapat mengurangi *amplification* dan *offset* yang disebabkan oleh *spectrum NIRS*. MSC memutar semua *spectrum* untuk mengidentifikasi kecocokan satu sama lain dengan tingkat keakuratan standar *spectrum*. Selanjutnya, *spectrum* yang diperoleh dibuat persamaan linier menggunakan rumus di bawah ini.

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

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

Keterangan :

$X_{i, MSC}$: nilai dari *spectrum* yang dikoreksi (matriks data)

X_{org} : nilai dari spektra asli

\bar{x}_j : nilai dari *spectrum* rata-rata

e_i : nilai eror

a_i : nilai intersep

b_i : nilai slope

i : indeks sampel

j : indeks panjang gelombang

(Kusumaningrum dkk, 2018).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juli sampai dengan bulan Agustus 2021 di Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca Panen, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

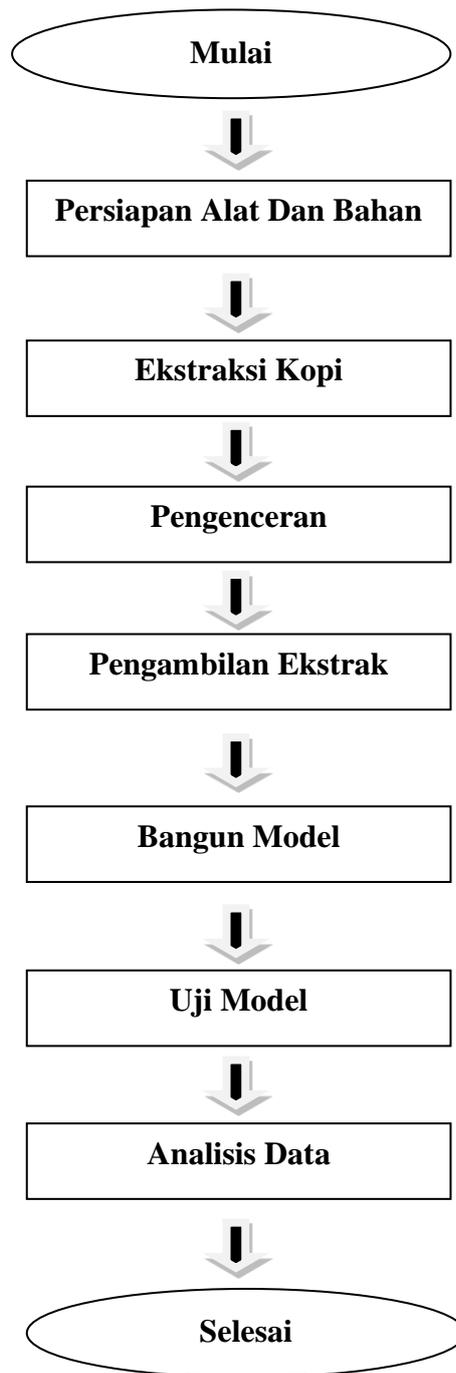
3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang telah digunakan pada penelitian ini antara lain adalah UV-Vis *Spectroscopy Genesys 10*, *mesh*, *cuvet*, aluminium foil, labu *Erlenmeyer* 50 ml, pemanas air, toples, thermometer, timbangan digital, pipet ukur, gelas ukur, pengaduk, *magnetic stirrer ciblanc*, botol semprot, botol transparan, kertas saring, spatula dan corong plastik.

Bahan-bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah kopi Luwak liar dari Gunung Cikuray 300g, kopi Luwak liar dari Gunung Papandayan 300g, beras 300g, tisu dan aquades.

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur dalam penelitian di mulai dengan persiapan alat dan bahan, ekstraksi kopi, pengenceran, pengambilan spectra, bangun model, uji model dan analisis data. Berikut ini adalah Gambaran dari prosedur penelitian ini.



Gambar 4. Gambaran tahapan penelitian

3.3.1 Persiapan Alat dan Bahan

Beberapa tahapan persiapan alat dan bahan pada penelitian ini adalah:

1. Persiapan Alat

Agar penelitian dapat berjalan dengan lancar tanpa hambatan maka alat yang akan digunakan sangatlah penting. Alat yang akan digunakan harus diperiksa dengan cermat untuk memastikan bahwa alat tersebut dapat digunakan dengan benar.

2. Pengolahan Bahan

Pengolahan bahan sendiri mulai dilakukan ketika bahan telah didapatkan dalam keadaan *greenbeen*. Hal pertama kali dilakukan adalah proses sortasi atau pemilihan biji. Sortasi dilakukan untuk memisahkan biji kopi yang mempunyai kualitas dengan biji kopi yang mempunyai kualitas kurang bagus. Biji kopi dinilai mempunyai kualitas bagus apabila biji kopi tersebut mempunyai bentuk yang utuh dan tidak terdapat lubang pada biji kopi tersebut. Untuk biji kopi yang mempunyai kualitas kurang bagus dianggap rusak atau *defect* dan tidak dapat digunakan sebagai bahan penelitian.

3. Penimbangan

Setelah dilakukan proses sortasi, kopi luwak harus dilakukan penimbangan jumlah kopi luwak yang akan dipakai sebelum dilakukan proses selanjutnya yaitu pengovenan agar diketahui juga jumlah kadar air pada kopi luwak baik sebelum maupun sesudah dilakukan proses pengovenan pada kopi luwak. Proses penimbangan dilakukan dengan menggunakan timbangan digital agar hasil yang didapatkan dapat disesuaikan dengan kebutuhan pada sampel penelitian.

4. *Roasting*

Proses *roasting* dilakukan untuk bertujuan mengurangi kadar air yang terkandung didalam bahan penelitian baik kopi maupun beras. Selain untuk mengurangi kadar air, proses sangrai ini juga bertujuan untuk membantu pembentukan rasa dan aroma yang terkandung pada biji kopi dan beras. *Coffee Roasting* model JMS-270 merupakan alat sangrai yang digunakan pada penelitian ini. Sangrai kopi dan beras dilakukan ketika suhu pada alat sangrai telah mencapai 200°C. Untuk mencapai suhu yang diinginkan memerlukan waktu selama 10 menit. Sangrai kopi dilakukan selama 25 menit dengan suhu 200°C, sedangkan sangrai beras membutuhkan waktu selama 15 menit dengan suhu 200°C. Proses sangrai kopi dan beras dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

5. Penggilingan

Penggiling kopi dirancang untuk memperkecil ukuran agar pengambilan sampel dari proses ekstraksi kopi lebih mudah. *Coffee Grinder Sayota* tipe SCG 178 adalah alat yang digunakan untuk proses penggilingan kopi dan beras. Alat ini mempunyai daya 180 watt. Proses penggilingan dapat dilihat pada gambar berikut.

6. Pengayakan

Pengayakan dilakukan untuk mendapatkan partikel kopi berukuran seragam yang digunakan. Kopi diayak menggunakan ayakan *Tyler Meinzer II* dengan ukuran 50 (0.297 mm) (Sambudi, 2018).

7. Penimbangan Sampel

Penimbangan dilakukan sesuai dengan komposisi bahan yang akan digunakan pada kopi Luwak Gunung Papandayan, kopi Luwak Gunung Cikuray dan beras.



Gambar 4. Penimbangan Sampel

Tabel 2. Nomor Sampel dan Komposisi Bahan

No Sampel	Jumlah Sampel	Komposisi Bahan
LPA 1-25	25	1 gram kopi luwak Papandayan
LCA 26-50	25	1 gram kopi luwak Cikuray
LPB 51-60	10	0,9 gram kopi luwak Papandayan dan 0,1 gram beras
LPB 61-70	10	0,8 gram kopi luwak Papandayan dan 0,2 gram beras
LPB 71-80	10	0,7 gram kopi luwak Papandayan dan 0,3 gram beras
LPB 81-90	10	0,6 gram kopi luwak Papandayan dan 0,4 gram beras
LPB 91-100	10	0,5 gram kopi luwak Papandayan dan 0,5 gram beras
LCB 101-110	10	0,9 gram kopi luwak Cikuray dan 0,1 gram beras
LCB 111-120	10	0,8 gram kopi luwak Cikuray dan 0,2 gram beras

LCB 121-130	10	0,7 gram kopi luwak Cikuray dan 0,3 gram beras
LCB 131-140	10	0,6 gram kopi luwak Cikuray dan 0,4 gram beras
LCB 141-150	10	0,5 gram kopi luwak Cikuray dan 0,5 gram beras

Keterangan:

LPA : Luwak Papandayan Asli

LCA : Luwak Cikuray Asli

LPB : Luwak Papandayan dan Beras

LCB : Luwak Cikuray dan Beras

8. Pembuatan Larutan

Saat menggunakan *spektrofotometer* untuk menguji, sampel bubuk harus dibuat menjadi larutan, dimana sampel yang ditimbang ditempatkan dalam gelas ukur dan dilarutkan dalam 50 ml air destilasi pada suhu 90-98 ° C.



Gambar 5. Pembuatan Larutan

9. Pengadukan

Untuk pengadukan larutan kopi pada penelitian ini menggunakan *magnetic stirrer cyblanc* (ukuran plat atas 130x130 mm, tegangan 100-240 volt,

kecepatan pengadukan 6 (350 rpm), dibutuhkan waktu selama 10 menit untuk mencampurkan larutan kopi secara merata).



Gambar 6. Pengadukan Larutan

10. Penyaringan

Sample yang dirasa sudah terlarut secara merata setelah dilakukan proses pengadukan kemudian dilanjutkan dengan proses penyaringan yang bertujuan untuk memisahkan ampas kopi. Setelah dilakukan penyaringan ampas kopi, maka akan di dapatkan hasil ekstrak kopi.



Gambar 7. Penyaringan

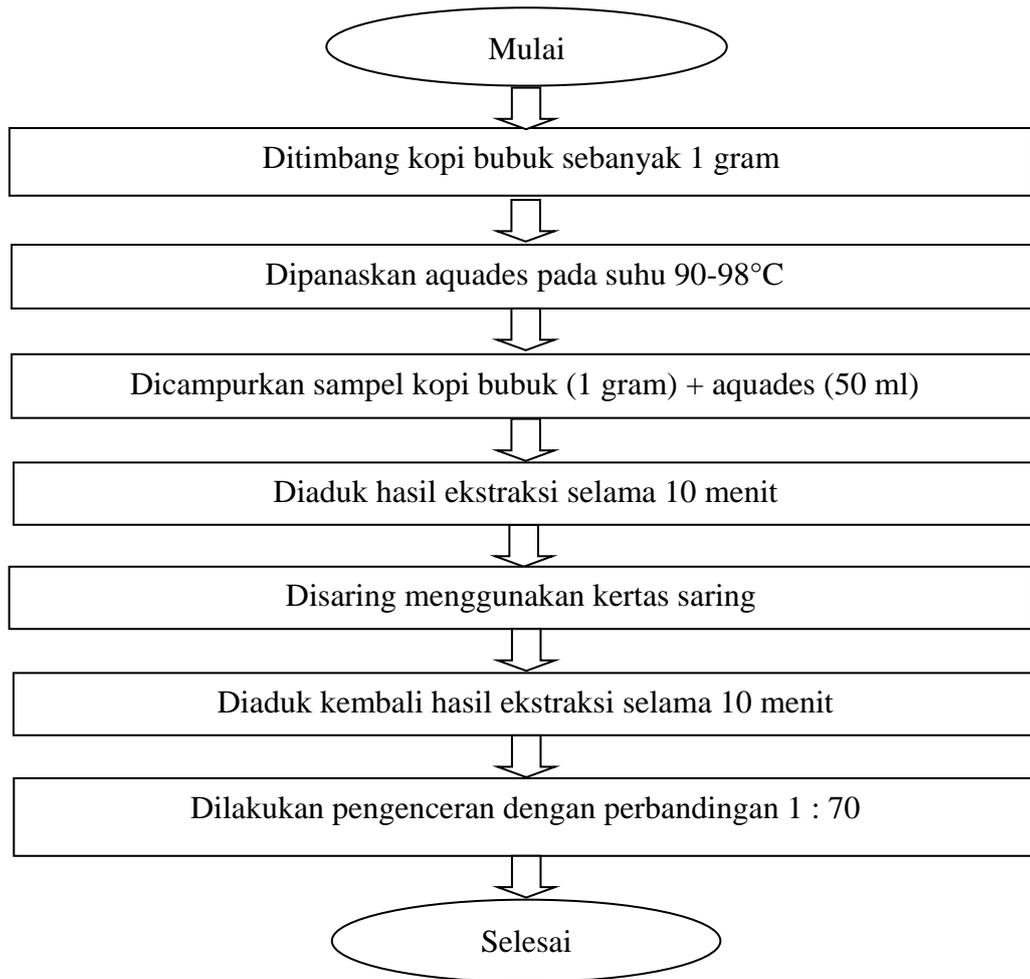
11. Pengenceran

Hasil ekstrak kopi yang sudah didapatkan dari proses penyaringan kemudian didinginkan. Untuk selanjutnya dilakukan proses pengenceran dengan perbandingan 1:70 gr/ml.



Gambar 8. Pengenceran Larutan

Diagram alir tahapan ekstraksi kopi dapat dilihat pada gambar berikut:

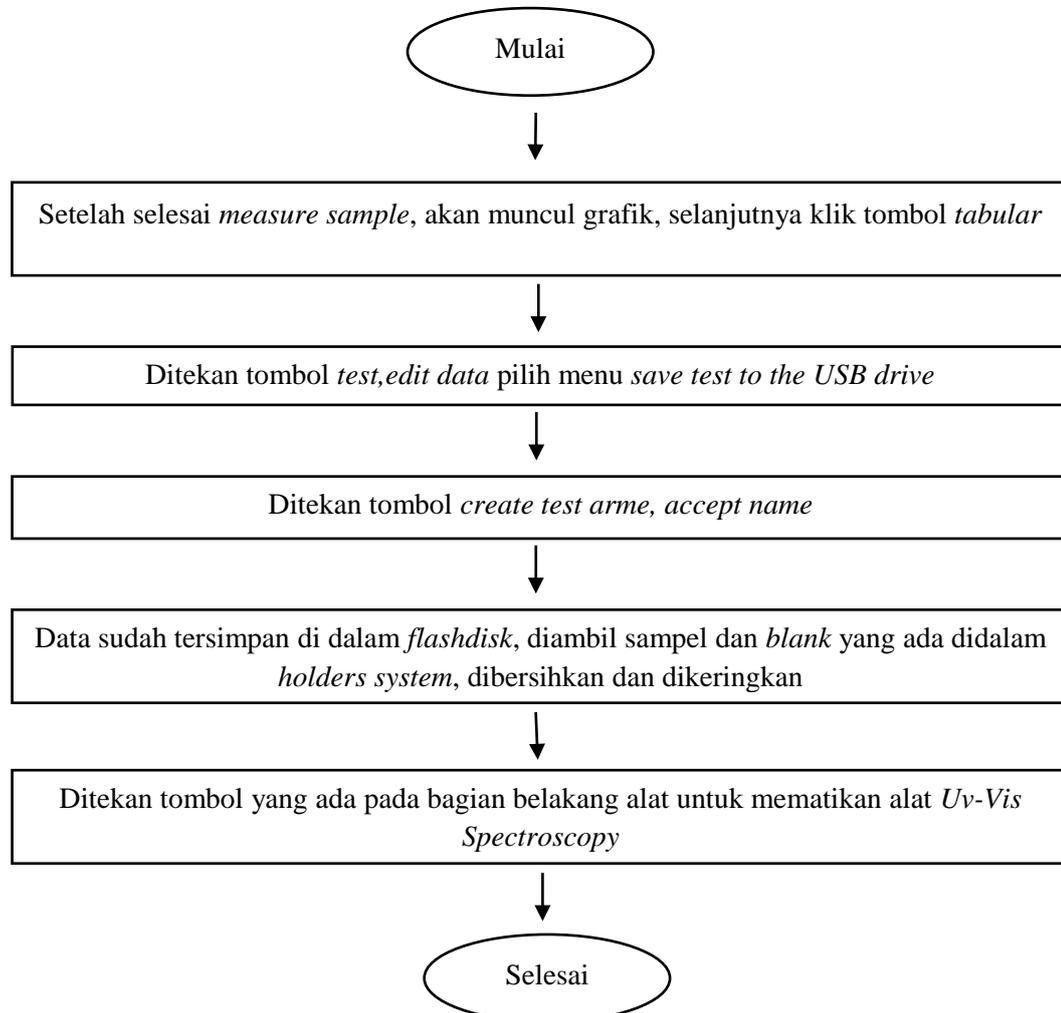


Gambar 9. Diagram Alir Tahapan Ekstraksi Kopi

3.3.2 Pengambilan *Spektra* Menggunakan *Spektrofotometer*

Setelah didapatkan hasil ekstrak kopi yang telah diencerkan dengan perbandingan 1;70, selanjutnya dimasukkan kedalam *kuvet* sebanyak 2 ml. setelah itu *kuvet* di masukkan ke dalam *UV-Vis* dan di letakkan pada tempat atau pengait yang telah tersedia dengan posisi *kuvet* untuk bagian sisi yang bening atau transparan berada didepan. Setelah dirasa sudah tepat maka selanjutnya dilakukan proses pencarian spektra untuk mendapatkan nilai absorbans. Proses pencarian nilai absorban memakan waktu selama 2 menit atau

sampai proses selesai. Setiap sample dilakukan proses pencarian spektra sebanyak 2 kali. Proses pencarian spektra dapat di lihat pada Gambar berikut:



Gambar 10. Prosedur Penggunaan *UV-Vis Spectroscopy* (Sambudi, 2018).

3.3.3 Membangun dan Menguji Model

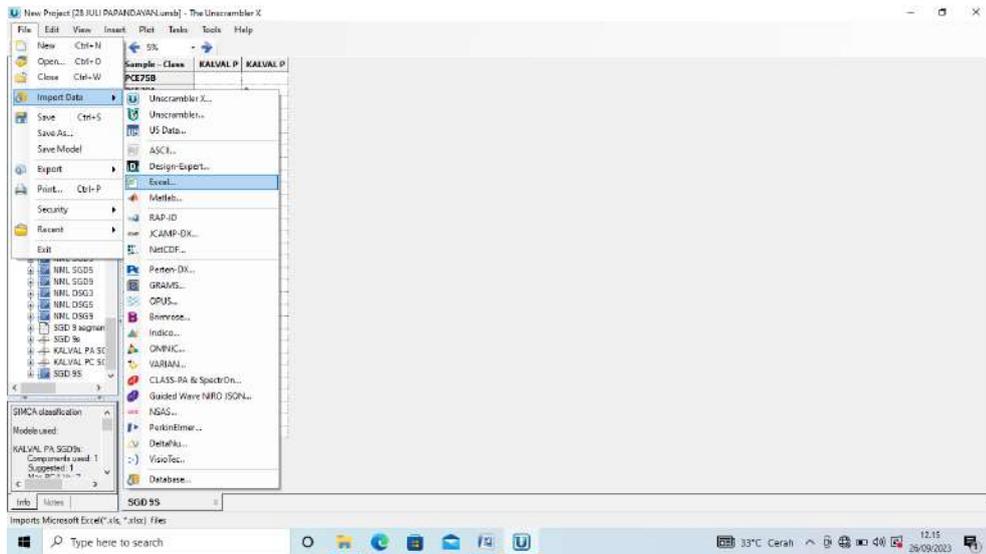
The Unscrambler versi 10.4 adalah sebuah perangkat lunak yang akan digunakan untuk membangun dan menguji model dengan metode *SIMCA* berdasarkan nilai *absorbansi* yang telah didapatkan.

3.3.4 Analisis Data

Data yang didapatkan menunjukkan yang kurang baik, yaitu terjadi *spectrum* tumpang tindih. Sehingga harus dilakukan pengolahan data secara analisis *multivariat* untuk mendapatkan prediksi konsentrasi dari masing-masing kopi luwak dalam campuran (Hendrati dkk, 2017).

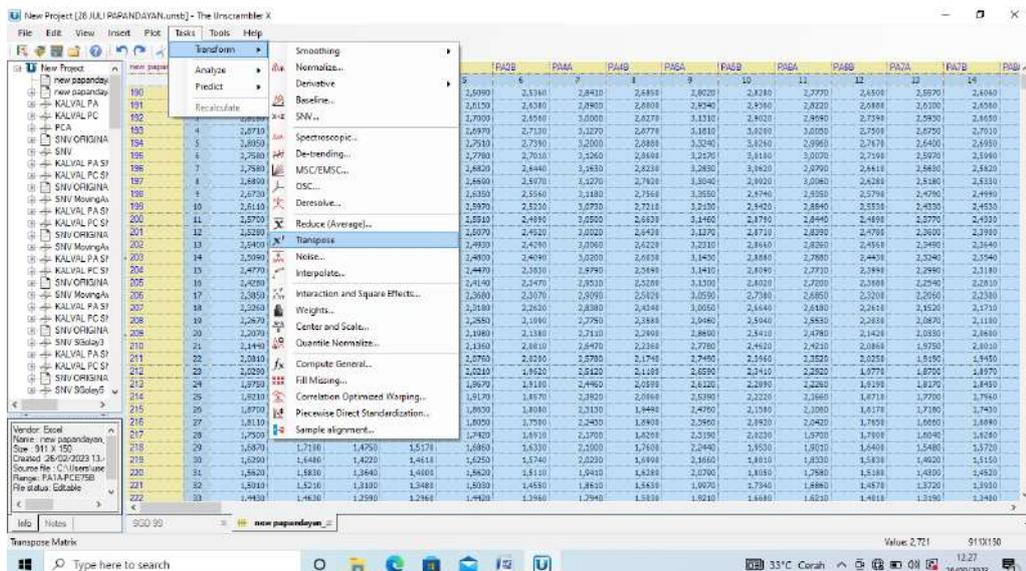
Semua data yang telah tersimpan pada *flashdisk* harus dipindahkan ke *Ms. Excel*. Selanjutnya dilakukan pembersihan data yang bertujuan untuk melihat apakah ada data yang hilang atau tidak lengkap. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan data yang sebenarnya pada saat analisis data. Apabila terdapat data yang hilang, maka harus mengganti nilai yang hilang dengan rata-rata dari nilai *variable*. Data yang sudah lengkap dapat diolah dengan menggunakan program *The Unscrambler* versi 10.4 (Apratiwi, 2016).

Tahapan selanjutnya adalah analisis data, pada proses ini data harus dipindahkan terlebih dahulu ke program *The Unscrambler* dengan cara membuka aplikasi *The Unscrambler* terlebih dahulu, kemudian klik menu *file* lalu pilih *import* data, selanjutnya pilih *format excel* untuk memasukkan *file Microsoft excel 2003* yang akan dianalisis seperti pada gambar berikut,



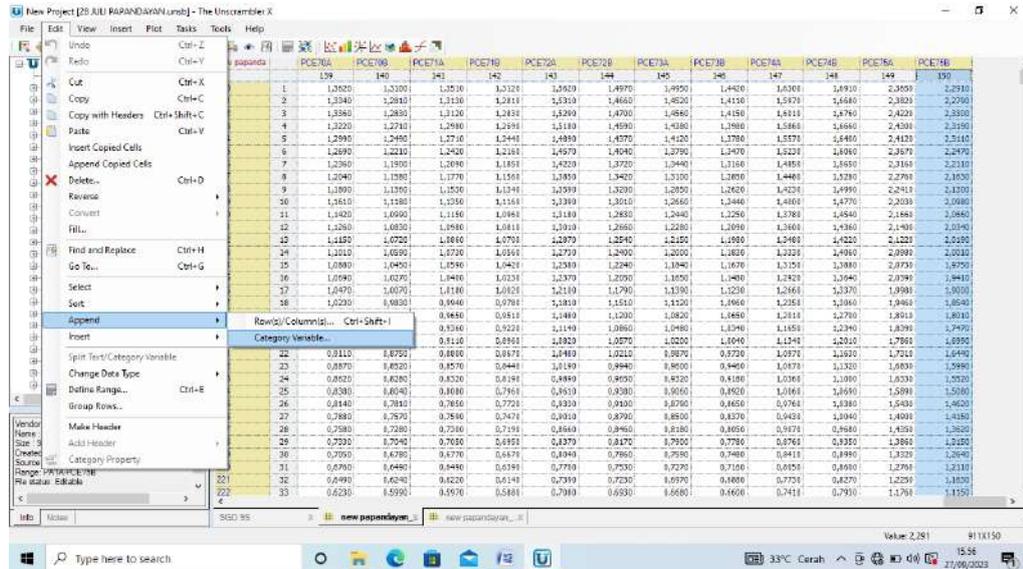
Gambar 11. Cara Memindahkan Data dari *Microsoft Excel 2003* ke Aplikasi *The Unscrambler 10.4*

Setelah data berhasil dipindah dan terlihat pada layar *The Unscrambler 10.4*, kemudian data di *transpose* dengan cara klik menu tasks pilih *transform* kemudian pilih *transpose* seperti pada gambar berikut,



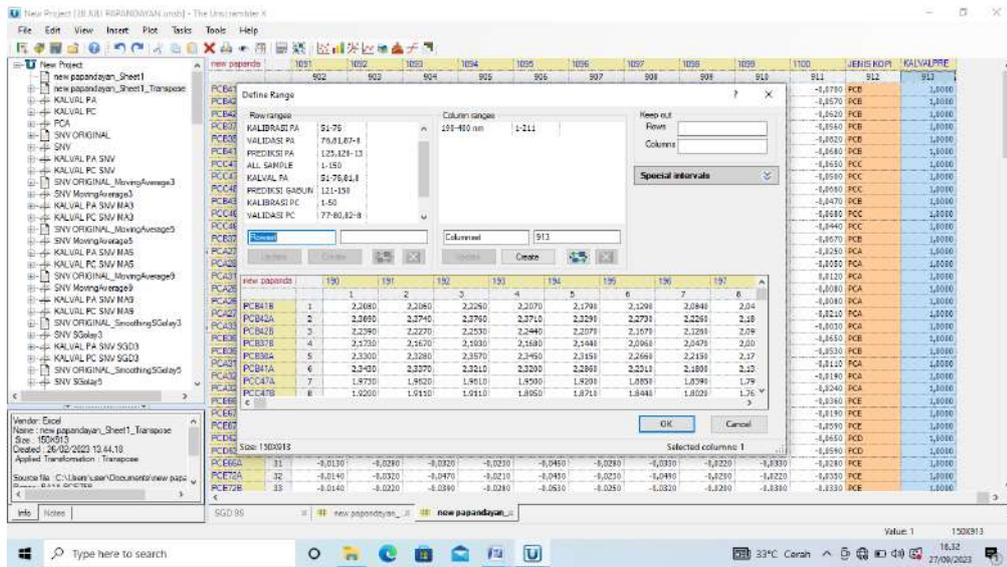
Gambar 12. Cara *Transpose* Data pada *The Unscrambler 10.4*

Sebelum dilakukan perhitungan nilai PCA pada *The Unscrambler*, harus dilakukan beberapa tahapan terlebih dahulu dengan klik menu *Edit* pilih *Append* pilih *Category Variable*, kemudian isi *Category Variable Name* dengan “JENIS KOPI” setelah itu pilih *Next* dan isi *Level Name* dengan PA, PC10%, PC20%, PC30%, PC40%, PC50%, CA, CC10% CC20%, CC30%, CC40% dan CC50%.



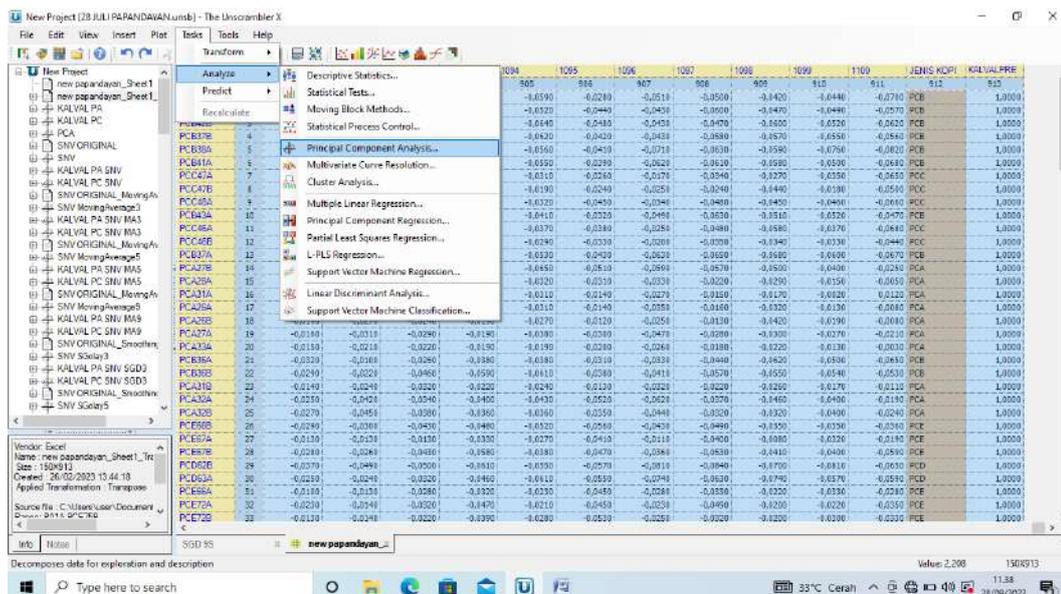
Gambar 13. Membuat Kolom *Category Variable*

Kemudian pilih kolom JENIS KOPI dan isi semua *sample* sesuai dengan jenis kopi. Sebelum dilakukan analisis data dengan PCA, data harus dikelompokkan terlebih dahulu sesuai dengan *Category Sample* dan *Variable*. Proses pengelompokkan *sample* kopi dilakukan dengan cara klik menu *Modify* pilih *edit-set* kemudian isi *sample set* dengan *all sample* dan *variable set* dengan *all variable*.



Gambar 14. Tampilan menu *Edit-set*

Kemudian data dianalisis dengan menggunakan *PCA* dengan cara diblok terlebih dahulu data yang akan dianalisis kemudian klik menu *tasks* pilih *Principal Component Analysis* setelah itu klik *validasi test set*, lalu pilih *setup* dan diisi dengan data validasi sampel, seperti yang terlihat pada gambar,



Gambar 15. Tampilan Menu pada *Principal Componen Analysis* pada *The Unscrambler 10.4*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Hasil analisis PCA pada data spektra original sampel PA dan CA yaitu memiliki nilai PC1 dan PC2 menunjukkan hasil varians data yaitu 100%. Dan hasil analisis PCA pada data spectra dengan perbaikan *Savitzky-Golay Smoothing* 9 segmen sampel PA dan CA mempunyai nilai yang sama yaitu sebesar 100%.
2. Hasil bangun model SIMCA PA dan PC pada spectra original kopi asli nilai PC1 dan PC2 sebesar 100% dan nilai PC1 dan PC2 model SIMCA kopi campuran adalah sebesar 100%. Pada data spectra perbaikan diperoleh nilai terbaik yaitu pada *Savitzky-Golay Smoothing* 9 segmen, pada sampel kopi asli nilai PC1 dan PC2 model SIMCA adalah sebesar 100%. Sedangkan pada sampel kopi campuran nilai PC1 dan PC2 sebesar 100%.
3. Hasil kurva ROC klasifikasi sampel PA dan PC, data spectra original diperoleh nilai AUC terbaik pada level 0,1%, 0,5%, 1%, 5%, 10% dan 25%. Dapat dilihat bahwa tingkat nilai spesifisitas dari masing-masing level sangat bervariasi mulai dari 0,86 sampai 0,91 memperlihatkan bahwa klasifikasi tergolong baik. Sedangkan pada spectra perbaikan *Savitzky-Golay Smoothing* 9 segmen nilai AUC terbaik pada level 5%, 10% dan 25% yaitu sebesar 1,0

menunjukkan bahwa klasifikasi tergolong sangat baik. Pada kurva ROC sampel CA dan CC, data spektra original pada tingkatan level 0,1%, 0,5%, 1%, 5% dan 10% dinilai kurang baik, sedangkan pada yingkatan level 25% dinilai sangat baik karena mempunyai nilai sebesar 0,93. Pada *spectra* perbaikan *Savitzky-Golay Smoothing* 9 segmen, nilai AUC terbaik pada tingkatan level 10% dan 25% yaitu sebesar 1,0 dan menunjukkan bahwa klasifikasi tergolong sangat baik.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, pada penelitian selanjutnya diharapkan untuk melakukan penelitian lanjutan terkait perbedaan kandungan kimia dari kopi luwak Papandayan dan kopi luwak Cikuray serta dapat juga dilakukan pencampuran bahan lain seperti kulit kopi atau bahan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Apratiwi, N. 2016. *Studi Penggunaan UV-Vis Spectroscopy Untuk Identifikasi Campuran Kopi Luwak dengan Kopi Arabika*.(Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Citasari, D. 2015. *Penentuan Adulterasi Daging Babi pada Nugget Ayam Menggunakan NIR dan Kemometrika (Skripsi)*. Universitas Jember. Jember.
- Hendrati, D.,Mutalib, A., Pratiwi,M., Fauzia,R,P. 2017.*Penggunaan Kombinasi Metode Spektrofotometri Ultraviolet-Visible Dan Analisis Multivariat Untuk Analisis Kandungan Unsur Tanah Jarang Kelompok Sedang*. Vol 5. No 1. Hal 43-49
- Hopke, P.K. 2003. *The Evolution of Chemometrics: Analytica Chimica Acta 500*. Elsevier.New York. Hlm: 365-377.
- Krishnakumar, H; N.K. Balasubramanian dan M.Balakrishnan (2002). *Sequential pattern of behavior in the common palm civet Paradoxurus hermaphrodites (Pallas)*. International Journal of Comparative Psychology, 15, 303—311.
- Marcone, M. F. 2004. *Composition and properties of Indonesian palm civet coffee (kopi luwak) and Ethiopian civet coffee*. Food Research International, 37, 901—902.
- Panggabean, E. 2011. *Buku Pintar Kopi*. Agro Media Pustaka. Jakarta
- Prasmatiwi, F.E., Irham, A. Suryantini, dan Jamhari. 2010. *Analisis Keberlanjutan Usahatani Kopi di Kawasan Hutan Kabu-paten Lampung Barat dengan Pendekatan Nilai Ekonomi Lingkungan*.Pelita Perkebunan. 26(1):65-80.
- Sambudi, S. 2018. *Identifikasi Keaslian Kopi Robusta Dekafenisasi Menggunakan Teknologi UV-VIS Spectroscopy dan Kemometrika*.(Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., Crouch, S. E. 2004. *Fundamentals of Analytical Chemistry*. Tomson. Toronto.
- Suhandy, D., Yulia, M., Ogawa, Y., & Kondo, N. (2013). *Prediction of l-ascorbic acid using FTIRATR terahertz spectroscopy combined with interval partial*

least squares (iPLS) regression. Engineering in Agriculture, Environment and Food, 6(3): 111–117. [https://doi.org/10.1016/S1881-8366\(13\)80020-1](https://doi.org/10.1016/S1881-8366(13)80020-1).

Suhandy, D dan Yulia. 2019. *Tutorial Analisis Data Spektra Menggunakan The Unscrambler*. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Syamsulbahri. 1985. *Bercocok Tanam Tanaman Perkebunan Tahunan*. Gadjah Mada Press. Yogyakarta.

Yulia, M., Iriani, R., Suhandy, D., Waluyo, S., Sugianti, C. 2017. *Studi Penggunaan Uv-Vis Spectroscopy Dan Kemometrika Untuk Mengidentifikasi Pemalsuan Kopi Arabika Dan Robusta Secara Cepat*. *Jurnal Teknik Pertanian*. Vol 6. No 1. Hal 43-52.

Wahyuni, E., Karim, A., dan Anhar, A. 2012. *Analisis Citarasa Kopi Arabika Organik Pada Beberapa Ketinggian Tempat dan Cara Pengolahannya Di Dataran Tinggi*. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*. Banda Aceh. 2(2).

Zahrok, H. 2019. *Studi Penggunaan Metode Analisis Berbasis Uv-Vis Spektroskopi dan Metode SIMCA untuk membedakan Kopi Codot Asli dan Kopi Codot Campuran*. (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung.