

**KLASIFIKASI KOPI ORGANIK GHALKOFF DENGAN LAMA
FERMENTASI 0, 2, DAN 4 HARI MENGGUNAKAN *UV-VISIBLE*
SPECTROSCOPY DAN METODE SIMCA**

(Skripsi)

Oleh

DIMAS SIHANJAYA

1914071017



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

ABSTRAK

KLASIFIKASI KOPI ORGANIK GHALKOFF DENGAN LAMA FERMENTASI 0, 2, DAN 4 HARI MENGGUNAKAN *UV-VISIBLE* *SPECTROSCOPY* DAN METODE SIMCA

Oleh

DIMAS SIHANJAYA

Kopi termasuk ke dalam salah satu produk pertanian pada perkebunan yang berperan penting dalam perekonomian Indonesia. Pada tahun 2011 ekspor kopi mencapai 23,59 %. Proposisi nilai ekspor kopi yang besar mencerminkan bahwa produk kopi layak dijadikan sebagai salah satu komoditas terpenting Indonesia. Kopi yang akan digunakan pada penelitian ini berasal dari PT. Ghaly Roelies Indonesia yang biasa disebut dengan Kopi Ghalkoff. Kopi Ghalkoff yang digunakan pada penelitian ini adalah kopi Ghalkoff organik yang sudah melalui proses fermentasi. Fermentasi sangat berpengaruh terhadap kadar kafein dan nilai pH pada kopi. Nilai pH akan semakin menurun apabila proses fermentasi yang dilakukan itu semakin lama.

Sampel yang digunakan berjumlah 150 sampel yaitu, 50 sampel F0, 50 sampel F2, dan 50 sampel F4. Sebelum dilakukan pengambilan spektra, beberapa yang harus dilakukan yaitu penimbangan sampel, masing masing sampel ditimbang dengan berat 1 gram. Kemudian ekstraksi kopi, pengenceran kopi dengan aquades dengan menggunakan perbandingan 1 : 50, pengadukan, kemudian dilakukan pengambilan spektra menggunakan UV-Vis spektroskopi tipe *benchtop* dan membuat model serta mengujinya dengan metode PCA dan

SIMCA. Hasil pengujian PCA menggunakan data *original* diperoleh jumlah nilai PC kumulatif pada F0 sebesar 98%, nilai PC kumulatif pada F2 sebesar 98%, dan nilai PC kumulatif pada F4 sebesar 99%. Hasil akurasi data original pada model SIMCA F0 + F2, F0+F4, dan F2 +F4 diperoleh jumlah nilai sebesar 100%, hasil sensitivitas sebesar 100%, dan hasil spesifisitas sebesar 100%. Hasil PCA terbaik diperoleh dengan cara perbaikan spektra menggunakan *pretreatment smoothing moving average 5 segment* dengan nilai PC kumulatif pada F0 sebesar 99%, PC kumulatif pada F2 sebesar 99%, dan PC kumulatif pada F4 sebesar 100%. Hasil akurasi pada model SIMCA F0 + F2, F0+F4, dan F2 +F4 diperoleh jumlah sebesar 100%, hasil sensitivitas sebesar 100%, dan hasil spesifisitas sebesar 100%. Kemudian, hasil nilai *absorbans*, akurasi, sensitivitas dan spesifitas model SIMCA pada sampel kopi F0, F2, dan F4 dapat digunakan sebagai acuan atau referensi untuk melakukan pengecekan apabila terdapat pemalsuan produk yang mengatasnamakan kopi Ghalkoff secara ilegal dan juga diharapkan proses klasifikasi ini dapat dijadikan sebagai salah satu cara untuk menjaga *Quality control* pada produk kopi Ghalkoff.

Kata kunci: Klasifikasi, Kopi Ghalkoff, Kopi Fermentasi, UV-Vis spektroskopi, PCA, SIMCA.

ABSTRACT

CLASSIFICATION OF ORGANIC GHALKOFF COFFEE WITH FERMENTATION OF 0, 2 AND 4 DAYS USING UV-VISIBLE SPECTROSCOPY AND SIMCA METHOD

By

DIMAS SIHANJAYA

Coffee is one of the agricultural products on plantations which plays an important role in the Indonesian economy. In 2011 coffee exports reached 23.59%. The large value proposition of coffee exports reflects that coffee products deserve to be one of Indonesia's most important commodities. The coffee that will be used in this research comes from PT. Ghaly Roelies Indonesia which is usually called Ghalkoff Coffee. The Ghalkoff coffee used in this research is organic Ghalkoff coffee which has gone through a fermentation process. Fermentation greatly influences the caffeine content and pH value of coffee. The Ph value will decrease the longer the fermentation process is carried out.

The samples used were 150 samples, namely, 50 F0 samples, 50 coffee samples F2, and coffee samples F4. Before taking the spectra, several things must be done, namely weighing the samples, each sample is weighed with a weight of 1 gram. Then extract the coffee, dilute the coffee with distilled water using a ratio of

1:50, stir, then take the spectra using Benchtop type UV-Vis spectroscopy and make a model and test it using the PCA and SIMCA methods. The results of the PCA test using original data showed that the cumulative PC value at F0 was 98%, the cumulative PC value at F2 was 98%, and the cumulative PC value at F4 was 99%. The original data accuracy results for the SIMCA F0 + F2, F0 + F4, and F2 + F4 models obtained a total value of 100%, a sensitivity result of 100%, and a specificity result of 100%. The best PCA results were obtained by improving the spectra using 5 segment smoothing moving average pretreatment with a cumulative PC value at F0 of 99%, cumulative PC at F2 of 99%, and cumulative PC at F4 of 100%. The original data accuracy results for the SIMCA F0 + F2, F0+F4, and F2 +F4 models obtained a total value of 100%, a sensitivity result of 100%, and a specificity result of 100%. Then, the results of the SIMCA model accuracy, sensitivity and specificity on F0, F2 and F4 coffee samples can be used as a reference or reference to check if there is illegal counterfeiting of products in the name of Ghalkoff coffee and it is also hoped that this classification process can be used as a way to maintain quality control on Ghalkoff coffee products.

Keywords: *Classification, Ghalkoff's Coffee, Fermented Coffee, UV-Vis spectroscopy, PCA, SIMCA*

**KLASIFIKASI KOPI ORGANIK GHALKOFF DENGAN LAMA
FERMENTASI 0, 2, DAN 4 HARI MENGGUNAKAN *UV-VISIBLE*
SPECTROSCOPY DAN METODE SIMCA**

**Oleh
Dimas Sihanjaya**

Skripsi

**Sebagai salah satu syarat mencapai gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **KLASIFIKASI KOPI ORGANIK GHALKOFF
DENGAN LAMA FERMENTASI 0, 2, DAN 4
HARI MENGGUNAKAN UV-VISIBLE
SPECTROSCOPY DAN METODE SIMCA**

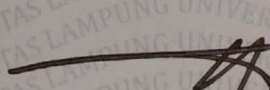
Nama Mahasiswa : **Dimas Sihanjaya**

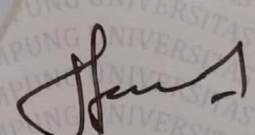
Nomor Pokok Mahasiswa : **1914071017**

Program Studi : **Teknik Pertanian**

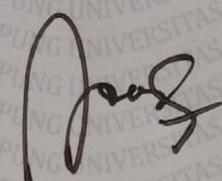
Fakultas : **Pertanian**




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


Dr. Ir. Tamrin, M.S.
NIP. 196212311987031030

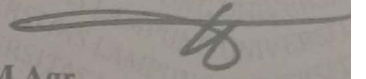
Ketua Jurusan Teknik Pertanian


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

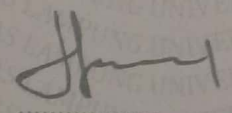
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

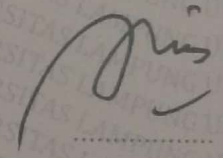
Ketua : Prof. Dr.Agr.Sc. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr



Sekretaris : Dr. Ir. Tamrin, M.S.



Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Warji, S.T.P., M.Si., IPM.



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 14 Maret 2024

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Dimas Sihanjaya** dengan NPM 1914071017, dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) **Prof. Dr. Agr. Sc. Diding Suhandy, S.T.P., M.Agr.** dan 2) **Dr. Ir. Tamrin, M.S.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

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

Bandar Lampung, 16 April 2024
Yang membuat pernyataan,



Dimas Sihanjaya
NPM. 1914071017

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Hargomulyo, Kecamatan Sekampung, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung pada tanggal 10 Februari 2001. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Sihono dan Ibu Sutarsih. Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SDN 2 Hargomulyo dan lulus pada tahun 2013.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 2 Sekampung dan lulus pada tahun 2016 serta pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di MAN 1 Metro pada tahun 2019. Tahun 2019, penulis terdaftar sebagai salah satu mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi SNMPTN. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) sebagai Anggota Kehormatan periode 2019-2020, anggota UKM Bola Voli UNILA dan pernah menjabat sebagai Anggota UKM Koperasi Mahasiswa (KOPMA) Unila tahun 2020/2021.

Pada tanggal 10 Januari sampai 12 Februari 2022, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode 1 tahun 2023 di Desa Braja Caka, Kecamatan Way Jepara, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung. Kemudian, pada bulan Juni sampai Agustus 2022, penulis melakukan kegiatan Praktik Umum (PU) di UPTD Balai Perlindungan Tanaman Perkebunan Tegineneng Lampung dengan judul “Mempelajari Cara Mengembangbiakan Jamur *Beuvaria Bassiana* di UPTD Balai Perlindungan Tanaman Perkebunan Tegineneng Lampung”.

Persembahkan

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, serta kesehatan, kemudahan dan kelancaran dalam setiap langkah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini

Karya ini ku persembahkan untuk :

Kedua Orang Tua

Ayahku Sihono dan Ibuku Sutarsih yang telah selalu mengupayakan segala yang dimiliki baik berupa materi, tenaga, pikiran serta doa demi keberhasilanku

Keluargaku

Adikku Vaza Sihannizar dan Kakek dan Nenekku serta keluarga besarku yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat yang tiada henti.

Serta

“Kepada Almamater Tercinta”

Teknik Pertanian Universitas Lampung 2019

SANWANCANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ini. Sholawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. yang kita nantikan syafaat nya di akhirat kelak. Skripsi dengan judul **“KLASIFIKASI KOPI ORGANIK GHALKOFF DENGAN LAMA FERMENTASI 0, 2, DAN 4 HARI MENGGUNAKAN UV-VISIBLE SPECTROSCOPY DAN METODE SIMCA”** merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini banyak terjadi kesalahan dan kekurangan. Sehingga penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan semua pihak yang telah memberikan bantuan, doa, dukungan, dan bimbingan serta arahan dalam penyelesaian skripsi ini. Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian yang telah membantu dalam administrasi skripsi.
2. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Dr. Agr. Sc. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr., selaku Dosen Pembimbing Utama penulis selama menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Pertanian, yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, menyemangati dan memberikan saran dalam proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Ir. Tamrin, M.S. selaku pembimbing kedua sekaligus Pembimbing Akademik (PA) penulis yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan

5. arahan dalam menyelesaikan skripsi ini, serta motivasi dan dorongannya selama penulis menempuh pendidikan ini.
6. Bapak Dr. Ir. Warji, S.T.P., M.Si., IPM., selaku dosen pembahas yang telah memberikan saran dan masukan sebagai perbaikan selama penulis menyusun skripsi ini.
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya.
8. Bapak Khairullah, S.T., M. MP., selaku direktur PT. Ghaly Roelies yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam pelaksanaan penelitian.
9. Kedua orang tuaku Bapak Sihono dan Ibu Sutarsih, Adikku Vaza Sihannizar, atas semua doa, kasih sayang, dukungan dan nasihat yang telah diberikan. Terima kasih banyak.
10. Teman-teman seperjuangan skripsi Wahyudi dan Kholis atas kerja samanya selama penelitian berlangsung.
11. Teman-teman seperjuangan Teknik Pertanian 2019 dan sahabat - sahabat dari gerald yang telah memberikan semangat, dukungan dan bantuannya selama menempuh pendidikan.
12. Terima kasih teruntuk mahasiswi dengan NPM 2054071012 yang telah banyak memberikan bantuan baik berupa waktu, pikiran maupun tenaga.
13. Terakhir namun bukan yang akhir, saya ingin berterima kasih kepada diri saya sendiri, karena sudah percaya dengan diri sendiri, untuk melakukan kerja keras ini, untuk tidak pernah berhenti, dan terima kasih karena sudah menjadi diri saya setiap saat.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan Bapak, Ibu, serta rekan-rekan yang telah membantu, dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat di masa yang akan datang. Aamiin.

Bandarlampung, 16 April 2024

Dimas Sihanjaya
NPM. 1914071017

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL.....	iv
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.....	5
1.5. Batasan Masalah.....	5
1.6. Hipotesis Penelitian.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Kopi.....	7
2.2. Fermentasi.....	8
2.3. <i>UV-Visible Spectroscopy</i>	10
2.4. Ekstraksi.....	13
2.5. Metode Kemometrika.....	14
2.5.1. <i>Principal Component Analysis (PCA)</i>	15
2.5.2. <i>Metode Soft independent Modelling of Class Analogy (SIMCA)</i>	15
2.6. Matriks Konfusi.....	16
2.7. <i>ROC (Receiver Operator Characteristic)</i>	17

III. METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1. Waktu dan Tempat	19
3.2. Alat dan Bahan.....	19
3.3. Prosedur Penelitian.....	19
3.3.1. Persiapan Alat dan Bahan	20
3.3.2. Ekstraksi Kopi.....	23
3.3.3. Pengambilan Spektra Menggunakan Spektrometer	24
3.3.4. Membangun dan Menguji Model	25
3.3.5. Analisis Data.....	25
3.3.6. <i>Principal Component Analysis</i> (PCA).....	25
3.3.7. <i>Pre - Treatment</i>	32
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1. Analisis Spektra Kopi Organik Ghalkoff Dengan Fermentasi 0, 2, Dan 4 Hari	35
4.2. Hasil <i>Principal Component Analysis</i> (PCA) Data Original.....	37
4.3. Hasil <i>X-loadings</i> untuk Spektra Original	38
4.4. Model SIMCA dengan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm	39
4.5. Klasifikasi Menggunakan Data Spektra Original.....	41
4.6. Analisis <i>Preprocessing</i> pada Spektra Original	51
4.7. Analisis Spektra Kopi Ghalkoff Menggunakan Spektra <i>Moving Average 5 Segment</i>	65
4.8. Hasil <i>Principal Component Analysis</i> (PCA) Menggunakan Spektra <i>Moving Average 5 Segment</i> Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	66
4.9. Hasil <i>X-loadings</i> Menggunakan Spektra <i>Moving Average 5 Segment</i> Panjang 190-1100 nm.	67
4.10. Model SIMCA Dengan Menggunakan Spektra <i>Moving Average 5 Segment</i> Panjang 190-1100 nm.	68
4.11. Klasifikasi Model SIMCA Menggunakan Spektra <i>Moving Average 5 Segment</i>	70

V. KESIMPULAN	80
5. Kesimpulan	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	84

DAFTAR TABEL

Tabel	<i>Teks</i>	Halaman
Tabel 1.	Panjang gelombang cahaya.....	11
Tabel 2.	Matriks Konfusi.	16
Tabel 3.	Kriteria Tabel AUC.....	17
Tabel 4.	Komposisi Bahan Sampel Yang Diuji.	23
Tabel 5.	Matriks Konfusi dari Model SIMCA F0 dan Model SIMCA F2 Menggunakan Spektra Original.	42
Tabel 6.	Hasil Tingkat Spesifisitas dan Sensitivitas pada Hasil Klasifikasi F0 dengan F2 Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm pada Beberapa Level.	44
Tabel 7.	Matriks Konfusi dari Model SIMCA F0 dan Model SIMCA F4 Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	46
Tabel 8.	Hasil Tingkat Spesifisitas dan Sensitivitas pada Hasil Klasifikasi F0 dengan F2 Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.	47
Tabel 9.	Matriks Konfusi dari Model SIMCA F0 dan Model SIMCA F4 Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm....	48
Tabel 10.	Hasil Tingkat Spesifisitas dan Sensitivitas pada Hasil Klasifikasi F0 dengan F2 Menggunakan Spektra Original pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	50
Tabel 11.	Hasil Pre-Treatment spektra original menggunakan SIMCA F0 + F2 pada beberapa Pre-Treatment	51
Tabel 12.	Hasil Pre-Treatment spektra Original menggunakan SIMCA F0 + F4 pada beberapa Pre-Treatment	54

Tabel 13. Hasil Pre-Treatment spektra Original menggunakan SIMCA F0 + F2 pada beberapa Pre-Treatment di panjang gelombang <i>UV-Visible</i>	61
Tabel 14. Matriks Konfusi dari Model SIMCA F0 dan Model SIMCA F2 dengan <i>Moving Average 5 Segment</i> pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	70
Tabel 15. Hasil Tingkat Spesifisitas dan Sensitivitas pada Hasil Klasifikasi F0 dengan F2 Menggunakan Spektra <i>Moving Average 5 Segment</i> pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.	72
Tabel 16. Matriks Konfusi dari Model SIMCA F0 dan Model SIMCA F4 dengan Spektra <i>Moving Average 5 Segment</i> Pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.	74
Tabel 17. Hasil Tingkat Spesifisitas dan Sensitivitas pada Hasil Klasifikasi F0 dengan F4 Menggunakan Spektra <i>Moving Average 5 Segment</i> pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.	75
Tabel 18. Matriks Konfusi dari Model SIMCA F2 dan Model SIMCA F4 dengan Spektra <i>Moving Average 5 Segment</i> pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.	77
Tabel 19. Hasil Tingkat Spesifisitas dan Sensitivitas pada Hasil Klasifikasi F2 dengan F4 Menggunakan <i>Moving Average 5 Segment</i> men pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.	78
Tabel 20. Klasifikasi model SIMCA F0 + F2 data <i>Original</i>	85
Tabel 21. Klasifikasi model SIMCA F0 + F4 data <i>Original</i>	86
Tabel 22. Klasifikasi model SIMCA F2 + F4 data <i>Original</i>	87
Tabel 23. Klasifikasi model SIMCA F0 + F2 data <i>Moving Average 5 Segment</i>	88
Tabel 24. Klasifikasi model SIMCA F0 + F4 data <i>Moving Average 5 Segment</i>	89
Tabel 25. Klasifikasi model SIMCA F2 + F4 data <i>Moving Average 5 Segment</i>	90
Tabel 26. Glosarium (Suhandy dan Yulia, 2019)	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
Gambar 1.	<i>UV-Vis Spectroscopy</i>	11
Gambar 2.	Sketsa Prinsip Kerja <i>UV-Vis Spectrometer</i>	13
Gambar 3.	Diagram Alir Prosedur Penelitian	20
Gambar 4.	Penyangraian Kopi	21
Gambar 5.	Penggilingan Kopi.....	21
Gambar 6.	Pengayakan Kopi.....	22
Gambar 7.	Penimbangan sampel kopi.....	22
Gambar 8.	Pengadukan Sampel.	24
Gambar 9.	Penyaringan Sampel.....	24
Gambar 10.	Langkah Memasukkan Data Dari Microsoft Excel ke <i>The Unscrambler 10.4</i>	26
Gambar 11.	Cara Transpose Data Pada <i>The Unscrambler 10.4</i>	26
Gambar 12.	Kolom Kategori Variable.	27
Gambar 13.	Menu Edit Set.....	28
Gambar 14.	Menu Analisis PCA Pada <i>The Unscrambler 10.4</i>	28
Gambar 15.	Mengisi Category Name Variable.....	29
Gambar 16.	Mengisi Kolom KALVALPRED Dengan Label 1111122233. ...	30
Gambar 17.	Menyortir Kolom KALVALPRED.....	31
Gambar 18.	Hasil Pengelompokan KALVALPRED.	31
Gambar 19.	Sampel Kopi F0, F2, Dan F4.....	35

Gambar 20. Grafik Nilai Rata-Rata Absorbans Spektra <i>Original</i>	36
Gambar 21. Hasil Perhitungan PCA Menggunakan Spektra <i>Original</i>	38
Gambar 22. Grafik <i>X-Loadings</i> Hasil 150 Data Menggunakan Spektra <i>Original</i>	39
Gambar 23. Model SIMCA Sampel F0 Menggunakan Spektra <i>Original</i>	40
Gambar 24. Model SIMCA Sampel F2 Menggunakan Spektra <i>Original</i>	40
Gambar 25. Model SIMCA Sampel F4 Menggunakan Spektra <i>Original</i>	41
Gambar 26. <i>Plot Coomans</i> Hasil Klasifikasi Model SIMCA F0 + F2 (<i>Original</i>).....	43
Gambar 27. Kurva ROC Klasifikasi F0 Dengan F2 Menggunakan Spektra <i>Original</i> Pada Panjang Gelombang 190-1100 Nm.	45
Gambar 28. <i>Plot Coomans</i> Hasil Klasifikasi Model SIMCA F0 + F4 (<i>Original</i>).....	46
Gambar 29. Kurva ROC Klasifikasi F0 Dan F4 Menggunakan Spektra <i>Original</i>	48
Gambar 30. <i>Plot Coomans</i> Hasil Klasifikasi Model SIMCA F2 + F4 (<i>Original</i>).....	49
Gambar 31. Kurva ROC Klasifikasi F2 Dengan F4 Menggunakan Spektra <i>Original</i>	50
Gambar 32. Grafik Nilai Rata-Rata Spektra Menggunakan Spektra Hasil Transformasi Dengan <i>Moving Average 5 Segment</i>	65
Gambar 33. Hasil Perhitungan PCA Menggunakan Spektra <i>Moving Average 5 Segment</i>	66
Gambar 34. Grafik <i>X-Loadings</i> Hasil PCA Dengan Menggunakan Spektra <i>Moving Average 5 Segment</i>	67
Gambar 35. Model SIMCA F0 Spektra dengan Menggunakan Spektra <i>Moving Average 5 Segment</i>	68
Gambar 36. Model SIMCA F2 Spektra dengan Menggunakan Spektra <i>Moving Average 5 Segment</i>	69
Gambar 37. Model SIMCA F4 Spektra dengan Menggunakan Spektra <i>Moving Average 5 Segment</i>	69
Gambar 38. <i>Plot Coomans</i> Hasil Klasifikasi Model SIMCA F0 Dengan SIMCA F2 Menggunakan <i>Moving Average 5 Segment</i>	71

Gambar 39. Kurva ROC Hasil Klasifikasi F0 Dengan F2 Menggunakan Spektra <i>Moving Average 5 Segment</i>	73
Gambar 40. <i>Plot Coomans</i> Hasil Klasifikasi Model SIMCA F0 Dengan SIMCA F4 Menggunakan <i>Moving Average 5 Segment</i>	75
Gambar 41. Kurva ROC Hasil Klasifikasi F0 dengan F4 Menggunakan Spektra <i>Moving Average 5 Segment</i>	76
Gambar 42. <i>Plot Coomans</i> Hasil Klasifikasi Model SIMCA F2 dengan F4 Menggunakan <i>Moving Average 5 Segment</i>	78
Gambar 43. Kurva ROC Hasil Klasifikasi F2 Dengan F4 Menggunakan Spektra <i>Moving Average 5 Segment</i>	79
Gambar 44. Proses pengenceran kopi.	92
Gambar 45. Proses pengambilan spektra.	92
Gambar 46. Proses ekstraksi kopi.	93
Gambar 47. Proses pemanasan aquades.....	93
Gambar 48. Tampilan spektra pada alat <i>UV-VIS</i> tipe <i>bentchop</i>	94
Gambar 49. Alat yang digunakan untuk penelitian.....	94

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kopi termasuk produk pertanian pada perkebunan yang memiliki peranan yang penting dalam perekonomian di Indonesia. Pada tahun 2011 ekspor kopi mencapai 23,59 %. Nilai ekspor kopi yang cukup besar menunjukkan bahwa produk kopi layak dijadikan sebagai salah satu komoditas terpenting Indonesia (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2013). Di Indonesia, kopi memiliki kualitas yang baik dan beragam. Selain itu, perkebunan kopi di Indonesia memiliki peluang besar untuk meningkatkan pendapatan negara. Oleh karena itu, sudah sepatutnya perkebunan kopi ini terus dikembangkan agar lebih dikenal lebih luas lagi hingga skala internasional. Dengan adanya peluang tersebut, para pelaku di industri kopi harus melakukan usaha untuk menyamakan kualitas kopi lokal. Setelah semua industri kopi punya standar pengolahan kopi yang sama, maka merekalah yang akan didorong untuk menyuplai ke kedai-kedai kopi, sehingga penggunaan kopi lokal akan berkembang (Rahma, 2020). Di Indonesia, kopi memiliki kontribusi yang penting terhadap ekspor di sektor perkebunan.

Ada dua jenis tanaman kopi yakni arabika dan robusta. Arabika adalah kopi tradisional dan dianggap paling enak rasanya. Sementara itu robusta merupakan kopi yang memiliki kadar kafein yang lebih tinggi dibandingkan dengan arabika dan kopi robusta dapat dikembangkan dalam lingkungan di mana arabika tidak dapat tumbuh. Sekarang ini banyak tanaman kopi yang diolah secara organik proses pertumbuhannya, yang sering disebut dengan kopi organik.

Pengelolaan tanaman kopi organik ini menggunakan pupuk organik. Pupuk organik merupakan pupuk yang terdiri dari dekomposisi bahan-bahan organik atau proses perombakan senyawa yang kompleks menjadi senyawa yang sederhana dengan bantuan mikroba. Pupuk organik merupakan jenis pupuk yang memiliki komposisi dari sisa-sisa organisme hidup, baik sisa tanaman maupun sisa hewan. Pupuk organik terdiri dari unsur-unsur hara baik makro maupun mikro yang dibutuhkan oleh tanaman agar dapat tumbuh dengan subur. Beberapa jenis pupuk yang termasuk pupuk organik adalah pupuk kandang, pupuk hijau, kompos dan pupuk guano (Handayani, 2016). Pemberian pupuk organik terhadap tanaman mampu membantu memperbaiki pertumbuhan dan produktivitas tanaman kopi. Hal ini karena pemberian pupuk organik memiliki peranan besar dalam mendukung perbaikan sifat fisik, biologi, dan sifat kimia tanah, serta meningkatkan ketersediaan hara dalam tanah.

Kopi yang akan digunakan pada penelitian ini berasal dari PT. Ghaly Roelies Indonesia yang biasa disebut dengan Kopi Ghalkoff. Kopi Ghalkoff merupakan produk kopi yang dihasilkan dari proses pemupukan dan perlakuan menggunakan pupuk khusus, yakni pupuk Ghaly Organik. Pupuk yang digunakan pada tanaman kopi ini tidak mengandung pestisida dan pupuk kimia. Kopi Ghalkoff yang digunakan pada penelitian ini adalah kopi Ghalkoff organik yang sudah melalui proses fermentasi. Fermentasi sangat berpengaruh terhadap kadar kafein dan nilai pH pada kopi. Nilai PH akan semakin menurun apabila proses fermentasi yang dilakukan itu semakin lama. Suhu juga memiliki peran penting dalam cepat atau lambatnya laju proses fermentasi pada biji kopi (Dokumentasi Wawancara saat Praktik Umum) .

Berdasarkan latar belakang di atas, kopi fermentasi ini memiliki kadar kafein yang lebih rendah tanpa mengurangi cita rasanya dan jenis kopi ini memiliki beberapa manfaat yang baik untuk kesehatan. Pengolahan kopi fermentasi ini sudah dilakukan di PT. Ghaly Roelies Indonesia. Di PT. Ghaly Roelies Indonesia ini telah dilakukan pengolahan kopi fermentasi dengan lama waktu fermentasi 0, 2, 4, 7, 9, 12, 17 hari. Dan dari perbedaan lama fermentasi tersebut kopi kopi

fermentasikan pun memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Selama ini proses klasifikasi kopi fermentasi Ghalkoff berdasarkan lama fermentasi hanya dibedakan dengan menggunakan jasa seorang ahli yang paham mengenai kopi dengan metode *Human Sensory* tanpa menggunakan bantuan teknologi. Pada metode *Human Sensory* tersebut dirasa memiliki keterbatasan dan rentan terjadi kesalahan (*human error*) apabila metode tersebut digunakan terus menerus tanpa bantuan teknologi. Selain itu, kopi ghalkoff ini dirasa rentan mengalami pemalsuan produk yang dilakukan oleh oknum - oknum yang tidak bertanggung jawab. Oleh karena itu, pada penelitian ini diusulkan penggunaan teknologi *UV-Visible Spectroscopy* dan metode SIMCA guna mengklasifikasi kopi organik ghalkoff dengan lama fermentasi 0, 2, dan 4 hari. Diharapkan proses klasifikasi ini dapat dilakukan agar dapat mendapat data nilai absorbansi yang nantinya dapat digunakan sebagai acuan atau referensi untuk melakukan pengecekan apabila terdapat pemalsuan produk yang mengatasnamakan kopi Ghalkoff secara ilegal dan juga diharapkan proses klasifikasi ini dapat dijadikan sebagai salah satu cara untuk menjaga *Quality control* pada produk kopi Ghalkoff.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang mendasari penelitian ini mengacu pada tingginya tingkat konsumsi masyarakat Indonesia terhadap minuman kopi, sedangkan minuman kopi itu sendiri memiliki kadar kafein yang cukup tinggi yang kurang baik untuk kesehatan manusia apabila dikonsumsi secara terus menerus. Kemudian, ditemukanlah kopi yang memiliki kadar kafein yang lebih rendah tanpa mempengaruhi aroma dan cita rasa kopi itu sendiri yakni kopi organik fermentasi. Pada praktek yang telah di PT. Ghaly Roelies Indonesia proses pengolahan kopi fermentasi masih dilakukan menggunakan penilaian dari seorang ahli kopi menggunakan metode *Human Sensory* yang mana dirasa terjadi kesalahan atau ketidakakuratan pada penilaian (*human error*) apabila penilaian tersebut dilakukan secara terus menerus tanpa adanya bantuan suatu teknologi. Di sisi lain, produk kopi Ghalkoff ini rentan mengalami pemalsuan oleh oknum – oknum yang tidak bertanggung jawab. Oleh karena itu, pada penelitian ini diusulkan

penggunaan teknologi *UV-Vis Spectroscopy* dan metode SIMCA guna mengklasifikasikan kopi organik Ghalkoff dengan lama fermentasi 0, 2, dan 4 hari dan diharapkan proses klasifikasi ini dapat dilakukan agar dapat mendapat data nilai absorbansi yang nantinya dapat digunakan sebagai acuan atau referensi untuk melakukan pengecekan apabila terdapat pemalsuan produk yang mengatasnamakan kopi Ghalkoff secara ilegal dan juga diharapkan proses klasifikasi ini dapat dijadikan sebagai salah satu cara untuk menjaga *quality control* pada produk kopi Ghalkoff. Selama ini penggunaan teknologi *UV-Vis Spectroscopy* sudah teruji penguasaannya. Hal ini ditunjukkan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Suhandy *et al.*, (2021), untuk Klasifikasi Kopi Liberika Tunggal Jambi dan Kopi Liberika Probolinggo dengan Metode SIMCA. Suhandy *et al.*, (2019), untuk Klasifikasi Kopi Bubuk Spesialti Kalosi dan Toraja Menggunakan *UV-Visible Spectroscopy* dan metode *PLS-DA*. Suhandy *et al.*, (2018), untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel kopi bubuk pada proses diskriminasi kopi dekafeinasi menggunakan metode *Ultraviolet-Visible Spectroscopy* dan *PLS-DA*. Nugroho (2022), untuk mendiskriminasikan kopi luwak ternak dan kopi luwak liar menggunakan *UV-Visible Spectroscopy* dan metode SIMCA. Laskarwati (2021), Penggunaan Teknologi *UV-Visible Spectroscopy* dan Metode SIMCA untuk Membedakan Tiga Kultivar Kopi Arabika Java Preanger (*Sigarar Utang, Typical Dan Yellow Bourbon*) dengan Pengolahan Biji Basah. Wardhana (2022), Penggunaan Teknologi *UV-Visible Spectroscopy* Dan Metode SIMCA Untuk Membedakan Kopi Arabika *Preanger Kultivar Typical* Dengan Pengolahan Madu Dan Kering. Sehingga penggunaan teknologi *UV-Visible Spectroscopy* sudah teruji.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengklasifikasikan kopi organik Ghalkoff dengan fermentasi 0, 2, dan 4, hari menggunakan teknologi *UV-Vis Spectroscopy* dan metode SIMCA.

2. Menggunakan data spektra dari hasil penggunaan teknologi *UV-Vis Spectroscopy* dan metode SIMCA terhadap kopi organik Ghalkoff dengan fermentasi 0, 2, dan 4, hari sebagai acuan atau referensi apabila terdapat pemalsuan produk yang mengatasnamakan kopi Ghalkoff secara ilegal dan juga untuk dijadikan sebagai salah satu cara untuk menjaga *Quality Control* pada produk kopi Ghalkoff.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:.

1. Memberikan informasi bagaimana teknologi *UV-Visible Spectroscopy* dengan metode SIMCA mampu mengklasifikasikan kopi organik Ghalkoff dengan fermentasi 0, 2, dan 4, hari.
2. Menjadikan data spektra dari hasil penggunaan teknologi *UV-Vis Spectroscopy* dan metode SIMCA terhadap kopi organik Ghalkoff dengan fermentasi 0, 2, dan 4, hari sebagai acuan atau referensi untuk melakukan pengecekan apabila terdapat pemalsuan produk yang mengatasnamakan kopi Ghalkoff secara ilegal dan juga untuk dijadikan sebagai salah satu cara untuk menjaga *quality control* pada produk kopi Ghalkoff..

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini tidak melakukan uji kadar kafein, kadar asam dan kandungan kimia kopi lainnya.
2. Bahan penelitian hanya melingkupi pada kopi organik Ghalkoff dengan fermentasi 0, 2, dan 4 hari.
3. Penelitian hanya sebatas mengklasifikasikan dari data pengolahan SIMCA dan hasil absorbans.

4. Sampel kopi pada penelitian ini merupakan sampel kopi robusta organik yang sudah melalui proses fermentasi yang diperoleh dari PT. Ghally Rhoelies Indonesia

1.6. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini yaitu teknologi *UV-Vis Spectroscopy* dapat menunjukkan klasifikasi dari kopi organik Ghalkoff dengan fermentasi 0, 2, dan 4 hari.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kopi

Di Indonesia, kopi merupakan jenis tanaman perkebunan yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan merupakan tanaman yang sudah lama dibudidayakan. Kopi (*Coffea sp*) menjadi salah satu komoditi yang unggul dan memiliki banyak keunggulan salah satunya adalah nilai tambah pada sisi ekonomi yang cukup menjanjikan daripada komoditi pertanian lainnya. Kopi juga menjadi salah satu tumpuan dalam perolehan devisa negara sekaligus sebagai sumber mata pencaharian bagi para petani (Rahardjo, 2012). Selain itu, kopi juga merupakan salah satu komoditas negara tropis yang menjadi andalan untuk diperjualbelikan antar negara di dunia serta menjadi kontributor pada sejumlah jumlah ekspor komoditi tropis. Tingginya minat dunia akan kopi ini disebabkan oleh keunikan rasa kopi yang dimiliki dan dibarengi dengan filosofi, biografi, sejarah, dan kepentingan ekonomi yang dimiliki oleh komoditi kopi (Ayelign dan Sabally, 2013).

Kopi Ghalkoff adalah produk yang dihasilkan melalui proses pemupukan dan perlakuan dengan hanya menggunakan 100% pupuk Ghaly organik, tanpa tambahan pestisida dan pupuk kimia. Pupuk ghaly organik terbukti mampu memenuhi hara NPK pada tanaman kopi secara menyeluruh. Teknologi Ghalkoff digunakan untuk memperbaiki mutu biji kopi dengan teknik fermentasi menggunakan rekayasa mikroorganisme/ bakteri enzimatik tertentu (selulolitik,

proteolitik, xylanolytic), sehingga kopi yang dihasilkan memiliki kandungan unsure-unsur dengan kadar tertentu dan citarasanya disukai oleh kalangan luas. Kopi Ghalkoff diolah menggunakan biji kopi organik robusta Lampung dari kebun binaan, dan diproses menggunakan teknologi fermentasi yaitu menggunakan mikroba khusus yang memproduksi enzim proteolitik yang mampu meningkatkan kualitas kopi menjadi *grand premium* serta membuat citarasa efek luwak yang terjamin halal, nikmat, dan higienis. Teknologi Ini juga dapat menurunkan *caffeine* sehingga dapat meningkatkan kenikmatan kopi lampung yang sesungguhnya, sertabermanfaat untuk pengobatan, vitalitas, rileksasi, dan kebugaran. Kopi yang dihasilkan cenderung padat, Akan menimbulkan rasa alami dari kopi, selain itu Produksi dan panen kopi akan terus meningkat dan Kesuburan tanah akan selalu terjaga. Batang dari kopi ghalkoff tidak perlu melakukan pemangkasan karena berbeda dengan penggunaan pupuk kimia yaitu ranting dari biji kopi akan sangat mudah rontok dan batang tanaman kopi tidak bisa meninggi batangnya hanya sebatas 1 meter saja, tetapi jika menggunakan pupuk organik ranting/batangnya tidak mudah rontok dan bisa mempercepat pertumbuhan sampai dengan 3 meter dan menjaga unsur hara tetap baik dengan tidak merusak ekosistem dari tanah, proses pemangkasan juga akan merusak proses regenerasi dari tanaman kopi tersebut dan akan mengurangi produksi kopi

2.2. Fermentasi

Menurut KBBI, fermentasi ialah penguraian senyawa metabolik organik oleh mikroorganisme yang kemudian menghasilkan energi yang berlangsung dengan kondisi anaerobik dan dengan pembebasan gas. Kopi melalui proses fermentasi agar mendapatkan mutu kualitas yang baik dengan harga yang tinggi. Menurut (Novita *et al.*, 2010), fermentasi yang terdapat pada metode olah basah untuk mereduksi lapisan lendir (*mucilage layer*) buah kopi yang dilakukan lebih singkat (< 36 jam) ternyata mampu meningkatkan mutu tanpa merusak lapisan biji kopi. Menurut Tarigan dan Towaha (2017), fermentasi pada kopi berfungsi mengurai lapisan lendir (*mucilage*) pada biji kopi secara lebih cepat sehingga mudah dibersihkan, sekaligus menghilangkan mikroorganisme yang ada pada

permukaannya. Suhu berperan meningkatkan tingkat keasaman suatu kopi (Nugroho, 2022). Kombinasi metode pengupasan secara mekanis, waktu fermentasi yang lebih singkat serta upaya pemisahan biji matang, belum matang dan terlalu matang melahirkan konsep pengolahan semi basah yang mampu mempersingkat waktu pengolahan sekaligus mempertahankan mutu kopi.

Melalui metode fermentasi, senyawa kompleks kafein akan terpecah menjadi asam klorogenat sehingga senyawa kafein menjadi bebas dan akan lebih mudah terlarut dalam air. Hal ini sesuai dengan Tawali et al., (2018) yang menyatakan bahwa esterifikasi menyebabkan terjadinya pemecahan senyawa kompleks menjadi asam klorogenat. Senyawa kafein menjadi bebas dengan ukuran dan berat molekulnya menjadi kecil sehingga menjadi lebih mudah bergerak berdifusi melewati dinding sel dan larut dalam air. Semakin lama waktu fermentasi maka senyawa kafein yang terkandung dalam biji kopi akan semakin banyak terlarut dengan pelarut. Semakin lama waktu fermentasi maka akan semakin banyak asam klorogenat yang terbentuk sehingga rasa kopi akan semakin asam, semakin lama waktu fermentasi maka tingkat kesukaan terhadap warna semakin meningkat dan aroma semakin menurun. Hal ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh Wilujeng dan Wikandari (2013) bahwa adanya reaksi pencokelatan secara enzimatik seiring dengan lamanya fermentasi, semakin lama fermentasi maka warna kopi akan semakin coklat sehingga berpengaruh terhadap warna setelah penyangraian berlangsung

Terdapat 2 cara untuk melakukan proses fermentasi, pertama dengan cara merendam biji kopi dalam air bersih. Kedua menumpuk biji kopi basah dalam bak semen atau bak kayu, kemudian atasnya ditutup dengan wadah atau karung goni yang harus selalu dibasahi. Lamanya proses fermentasi sekitar 12 – 36 jam tergantung pada keadaan lingkungannya. Proses ini bergantung pada suhu yang diberikan agar kualitas yang dihasilkan oleh kopi bernilai tinggi. Suhu dan lamanya waktu fermentasi sangat mempengaruhi proses fermentasi, sehingga pada proses fermentasi terbentuklah senyawa-senyawa kimia yang dapat

mempengaruhi tingkat keasamaan pada biji kopi atau Green Bean. Menurut Wardhana (2022), Suhu fermentasi memberikan pengaruh yang nyata pada kadar air, kadar asam, kadar kafein aroma dan warna pada biji kopi al tersebut sesuai dengan hasil percobaan perlakuan suhu 280°C, 290°C, 320°C, dan 340°C di mana semakin tinggi perlakuan suhu kadar keasamaan semakin meningkat.

Biji kopi yang digunakan untuk penelitian ini adalah biji kopi yang dipilih pada proses fermentasi di PT. Ghaly Roelies Indonesia yaitu biji kopi pilihan, yakni biji kopi robusta organik. Setelah biji kopi selesai dipilih kemudian biji kopi dikeringkan dan dikupas dari kulitnya menggunakan mesin pulper lalu bisa untuk lanjut ke tahap fermentasi. Terdapat beberapa lama waktu fermentasi di PT. Ghaly Roelies Indonesia yakni 2 hari, 4 hari, 7 hari, 9 hari, 12 hari dan 17 hari. Proses fermentas di PT. Ghaly Roelies Indonesia dilakukan di dalam drum selama beberapa hari sesuai kebutuhan yang diinginkan. Untuk tahapan fermentasi yang pertama ditimbang dahulu biji kopi yang akan difermentasi lalu dimasukkan ke dalam drum setelah itu ditambah mikroba untuk proses fermentasi. Setelah itu kopi diaduk rata agar semua cairan atau mikroba tercampur dengan biji kopi robusta tersebut. Kemudian tunggu selamdua hari atau sesuai kebutuhan yang diinginkan.

2.3. *UV-Visible Spectroscopy*

UV-Visible Spectroscopy merupakan alat yang digunakan pada proses analisis terhadap berbagai unsur dengan kadar rendah baik secara kuantitatif maupun kualitatif (Noviarty dan Anggraini, 2014). Secara kualitatif, *UV-Visible Spectroscopy* dijelaskan berdasarkan puncak-puncak yang terdapat pada hasil spektrum dan panjang gelombang dari unsur tertentu, sedangkan penentuan kuantitatif didasarkan pada nilai absorbansi hasil unsur spektrum senyawa yang kompleks.

UV-Visible Spectroscopy memiliki fungsi dalam mendapatkan sinar melalui sebuah alat ukur intensitas cahaya berupa panjang gelombang dan F0tometer yang

telah diabsorpsi. Penggunaan absorbansi pada *UV-Visible Spectroscopy* dapat dimanfaatkan sebagai alat untuk menganalisis zat kimia secara kualitatif dan kuantitatif. Pengukuran dengan menggunakan alat ini menghasilkan spektrum, sehingga jumlah absorbansi atau serapan dapat diketahui dari sampel (Sistesya dan Sutanto, 2013).



Gambar 1. *UV-Vis Spectroscopy*

UV-Visible Spectroscopy memiliki prinsip kerja sesuai dengan hukum Beer-Lambert yakni ketika seberkas cahaya melewati larutan dengan panjang gelombang tertentu, sebagian cahaya disebarkan dan setengahnya diserap oleh larutan. (Dwi Warono, 2021)

Cahaya tampak disebut cahaya tampak karena ketika panjang gelombang cahaya yang berbeda dipisahkan (misalnya dengan prisma), cahaya dapat divisualisasikan sebagai warna. Cahaya merambat ketika foton dan foton bergerak dalam gelombang. Panjang gelombang cahaya yang dapat divisualisasikan oleh manusia ditabulasikan di bawah ini.

Tabel 1. Panjang gelombang cahaya.

Warna cahaya	Panjang gelombang	Warna gratis
Ungu	390-450 nm	Kuning
Biru	450-495 nm	Oranye
Hijau	495-570 nm	Merah
Kuning	570-590 nm	Ungu

Warna cahaya	Panjang gelombang	Warna gratis
Oranye	590-620 nm	Biru
Merah	620-750 nm	Hijau

Warna komplementer juga penting ketika membahas persepsi warna suatu objek. Jika suatu benda memantulkan semua warna cahaya tetapi menyerap warna kuning, maka mata akan mempersepsikan benda tersebut sebagai warna ungu yang merupakan warna komplementer kuning. Warna suatu benda ditentukan oleh panjang gelombang cahaya yang diserap dan dipantulkan benda tersebut.

Secara umum *UV-Vis Spectroscopy* memiliki enam komponen utama yaitu sumber radiasi, kuvet, monokromator, detektor, penguat, dan perekam.

1. Sumber radiasi

Sumber radiasi yang dipakai untuk penelitian ini yakni lampu Xenon. Lampu Xenon ini menjadi sumber pemancaran cahaya dengan mode *discontinuos* yakni lampu dapat memancarkan cahaya hanya pada saat pengukuran cahaya. Lampu ini dapat mencakup panjang gelombang dari 200nm sampai 1100 nm. Kelebihan dari penggunaan lampu xenon ini adalah tidak diperlukannya pemanasan alat untuk memastikan stabilitasnya dan lampu ini memiliki daya tahan yang lebih lama dibandingkan dengan lampu konvensional (Sugianti *et al.*, 2016)

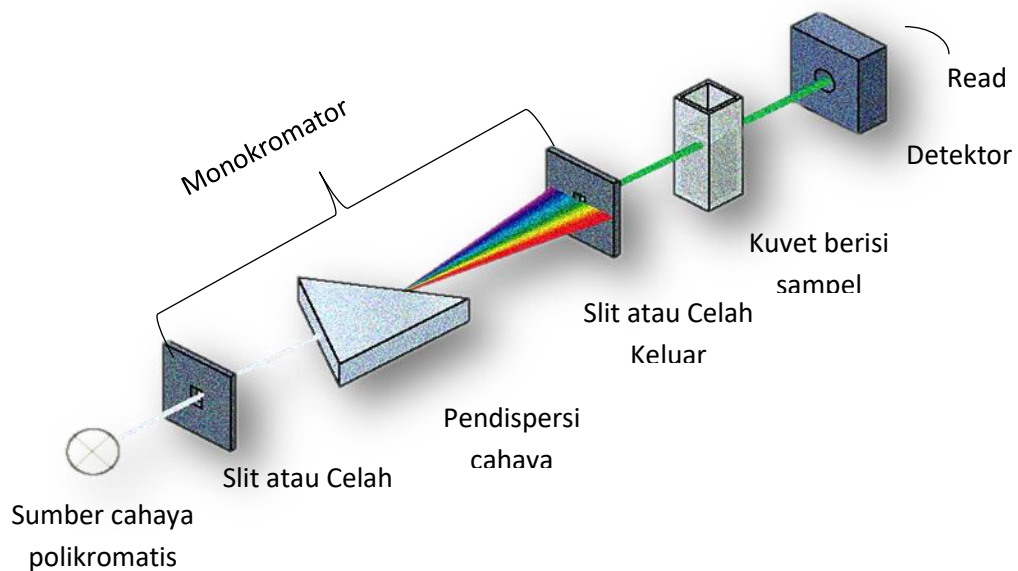
2. Kuvet

Kuvet yang digunakan pada *UV-Vis Spectroscopy* merupakan jenis kuvet kuarsa yang tidak berwarna, kuvet ini mampu melewatkan radiasi di daerah ultraviolet.

3. Monokromator

Monokromator ini berfungsi menjadi selektor terhadap panjang gelombang dengan cara mengubah cahaya yang bersumber dari cahaya polikromatis menjadi cahaya monokromatis. Monokromator memiliki dua jenis, yaitu penggunaan prisma dan penggunaan kisi sebagai penyebar cahaya.

- a. Prinsip kerja monokromator yang berbentuk prisma yakni, saat cahaya sedang melewati dua media yang berbeda maka cahaya dibelokkan. Besarnya defleksi bergantung pada indeks bias yang bervariasi dengan panjang gelombang yang berbeda. Monokromator prisma ini biasanya digunakan dalam spektrofotometer *single beam*.
 - b. Monokromator kisi berfungsi sebagai pengubah atau generator defleksi panjang gelombang dengan mengatur jarak antar celah atau sudut datangnya cahaya. Kisi monokromator jenis ini biasanya digunakan pada jenis spektrofotometer *double beam*.
4. Detektor
- Fungsi dari detektor yakni merespon cahaya dengan menggunakan berbagai panjang gelombang. Bagian alat ini mengubah cahaya menjadi sinyal listrik, yang kemudian ditampilkan pada *display* dalam bentuk angka digital. Pada penelitian ini, detektor yang digunakan adalah *dual silicon photodiode* (Si)



Gambar 2. Sketsa Prinsip Kerja UV-Vis Spectrometer (Apratiwi,2016)

2.4. Ekstraksi

Menurut Handayani (2016) air dapat melarutkan senyawa aktif biologis lebih banyak dari pada etanol, sehingga cocok digunakan sebagai pelarut dalam

pembuatan ekstrak kopi. Proses ekstraksi ini sendiri merupakan istilah untuk proses ekstrak terhadap senyawa tertentu dan menggunakan pelarut yang sesuai. Metode ekstraksi tergantung terhadap polaritas suatu senyawa yang akan diekstrak. Prinsip kerja dari ekstraksi sendiri yakni pelarut polar akan digunakan untuk melarutkan senyawa polar dan juga melarutkan senyawa non polar. Senyawa pelarut bergantung pada kelarutan sampel uji. Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi kopi menggunakan *aquades* pada proses pengenceran yang akan dijelaskan pada metode penelitian.

2.5. Metode Kemometrika

Kemometrika merupakan ilmu yang dapat menghubungkan hasil pengukuran pada sistem kimia dengan data matematika dan statistik, dengan Fokus pada ekstraksi informasi. Teknik kemometrika merupakan teknik analisis *multivariant* yang dapat digunakan untuk memperoleh informasi. Informasi tersebut dapat berupa otentifikasi, identifikasi, dan diskriminasi sampel yang mirip. Kemometrika berhubungan dengan data *multivariat*, yang dihasilkan dari mengukur banyak variabel dalam sampel yang sama (Gandjar dan Rohman, 2018). Analisis *multivariant* adalah salah satu metode yang digunakan dalam menyederhanakan data variabel yang banyak dengan menjadikan variabel baru yang lebih ringkas namun dapat memuat sebagian besar data dari data penting yang terdapat pada variabel sebelumnya. Pengujian statistik *multivariant* adalah metode yang digunakan dalam menganalisis data yang diperoleh dari pengukuran kimia secara singkat. Pengujian ini dapat mempermudah proses pembuatan model. Dengan terciptanya satuan model matematis, nilai yang sulit diukur secara langsung menjadi dapat diprediksi. Metode yang termasuk dalam golongan analisis kemometrika ini yaitu PCA dan SIMCA.

Spektra yang diperoleh melalui absorban dari alat *UV-Visible spectroscopy* terlihat sangat kompleks, sehingga penafsiran data spektra menjadi cukup sulit. Oleh sebab itu, diperlukan metode PCA dan SIMCA guna mempermudah penafsiran data *multivariat* tersebut. Metode PCA dan SIMCA dapat diolah menggunakan *software* yaitu *the Unscrambler*. Tujuan dari penggunaan

perangkat lunak ini yakni untuk mempermudah analisis data *multivariant* dan membangun model eksperimen. *Software* ini dapat membuat bentuk klasifikasi sampel yang tidak diketahui ke dalam berbagai kategori. Kategori sampel baru yang sesuai dengan model yang telah ditetapkan, akan segera dikenali (Wardhana, 2022).

2.5.1. Principal Component Analysis (PCA)

Principal Component Analysis (PCA) adalah metode penyederhanaan data dengan cara melakukan *Pre-Treatment* linier untuk membentuk sistem koordinat baru dengan jumlah perubahan terbesar. PCA ini dapat digunakan untuk mengurangi ukuran data tanpa menghilangkan karakteristik data secara signifikan. Metode ini mengubah sebagian besar variabel asli kumpulan variabel yang lebih kecil (Ardiansyah, 2013). Plot umum yang digunakan ketika menggunakan PCA yaitu plot *score*, plot *loading* yang sesuai sebagai garis spektral, dan plot nilai eigen yang diurutkan.

2.5.2. Metode Soft independent Modelling of Class Analogy (SIMCA)

Dengan menggunakan metode SIMCA ini diharapkan dapat mengklasifikasi sampel yang diuji sebagaimana berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Suhandy *et al.*, (2018) yang membahas tentang diskriminasi kopi lanang menggunakan *UV-Visible spectroscopy* dan metode SIMCA. Dalam jurnalnya beliau menggunakan metode *Soft Independent Modelling Of Class Analogy* (SIMCA) yang dalam penggunaannya membagi metode SIMCA menjadi dua kelompok. SIMCA menggunakan standar deviasi dari residual sebagai ukuran atau kriteria untuk klasifikasi sampel. Oleh karena itu, setiap kelas memiliki model SIMCA tertentu dengan batasan standar deviasi residual sebagai panduan untuk menilai apakah sampel yang dievaluasi termasuk kelas tertentu atau sebaliknya. Dari hasil penelitian beliau didapat hasil klasifikasi, performansi kedua model SIMCA kopi lanang dan kopi biasa sangat memuaskan dengan nilai 100% untuk parameter *accuracy*, *sensitivity* dan *specificity*. Berdasarkan dasar penelitian tersebut peneliti juga menggunakan

metode yang sama agar mendapatkan hasil yang dapat mendiskriminasi kelas dari kopi Luwak ternak dan kopi Luwak liar.

SIMCA adalah metode analisis *multivariant* terawasi yang digunakan untuk menguji kekuatan diskriminasi dan klasifikasi sampel. Metode klasifikasi ini didasarkan pada pembuatan model PCA untuk setiap kelas dan mengklasifikasikan setiap sampel dari setiap model PCA. *Output* dari metode SIMCA berupa tabel klasifikasi yang menginformasikan sampel diklasifikasikan masuk kedalam kelas atau tanpa kelas. Dalam pembuatan model SIMCA diperlukan sampel dibagi menjadi tiga bagian yaitu untuk kalibrasi, validasi dan prediksi. Kalibrasi didapatkan dari sampel kopi yang akan digunakan untuk membuat model SIMCA, validasi merupakan sampel yang digunakan untuk mengecek kembali model yang digunakan, dan prediksi adalah sampel kopi yang akan digunakan untuk menguji model yang diperoleh dari sampel kalibrasi dan validasi (Nugroho, 2022).

2.6. Matriks Konfusi

Konfusi matriks merupakan tabel yang digunakan untuk mencatat semua hasil pekerjaan klasifikasi, yang didapatkan melalui proses - proses pengolahan SIMCA. Terdapat beberapa luaran pada rumus konfusi matriks, berupa spesifitas, sensitivitas, akurasi dan *fals alarm rate* (Lavine, 2009). Tabel konfusi matriks ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.Matriks Konfusi.

	Kelas A (ModelSIMCA A)	Kelas B (ModelSIMCA B)
Kelas A (aktual)	A	B
Kelas B (aktual)	C	D

$$\text{a) Akurasi (AC)} = \frac{a+d}{a+b+c+d} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{b) Sensitivitas (S)} = \frac{d}{b+d} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{c) Spesifisitas (SP)} = \frac{a}{a+c} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{d) Error} = \frac{b+c}{a+b+c+d} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

a : Sampel kelas A yang masuk ke dalam kelas A

b : Sampel kelas B yang masuk ke dalam kelas A

c : Sampel kelas A yang masuk ke dalam kelas B

d : Sampel kelas B yang masuk ke dalam kelas B

Nilai dari perhitungan menampilkan persentasi dari tingkat akurasi, sensitivitas, spesifisitas, dan *false alarm rate* pada pengujian yang telah dilakukan. Akurasi menggambarkan tingkat ketelitian, sedangkan sensitivitas merupakan kemampuan menunjukkan perbedaan terhadap sampel, dan spesifisitas yaitu kemampuan membedakan sampel pada kelasnya.

2.7. ROC (Receiver Operator Characteristic)

Kurva ROC pertama kali digunakan teknisi radar dan insinyur listrik untuk mendeteksi musuh di medan perang yakni pada perang dunia ke II, yang selanjutnya disebut sebagai *teF0* deteksi sinyal. Analisis ROC lebih lanjut telah diperkenalkan di bidang yang relatif baru seperti pembelajaran mesin dan penambangan data. Parameter keakuratan pengujian diagnostik menggunakan AUC disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Tabel AUC.

Nilai	Keterangan
0,90 – 1,00	Klasifikasi sangat baik
Nilai	Keterangan
0,80 – 0,89	Klasifikasi baik

0,70 – 0,79	Klasifikasi cukup
0,60 – 0,69	Klasifikasi buruk
0,50 – 0,59	Klasifikasi salah

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2023 sampai dengan bulan Januari tahun 2024. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca Panen (RBPP) yang berada di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

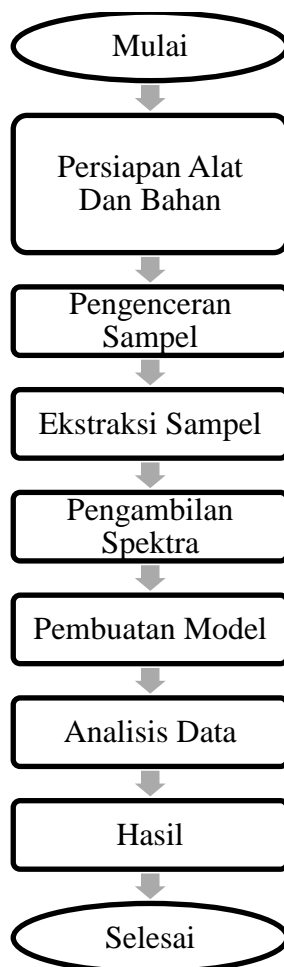
3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini itu *mesh 40, rubber bulb, cuvet, UV-Vis spectroscopy, beaker glass, aluminium foil, ayakan tyler meinzer II, botol semprot, botol transparan, labu erlenmeyer 50 ml, termometer, timbangan digital, pemanas air, kertas saring, pengaduk, toples, spatula, pipet ukur (1 ml, 2 ml, 25 ml), corong plastic dan gelas ukur*. Bahan yang digunakan yaitu aquades, tissue, kopi robusta organik Ghalkoff bubuk yang berasal dari PT. Ghaly Roelies Indonesia, dengan sampel kopi fermentasi 0 hari (F0), fermentasi 2 hari (F2), dan fermentasi 4 hari (F4).

3.3. Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan untuk mengklasifikasikan sampel Kopi Organik Ghalkoff fermentasi dengan menggunakan *UV-Vis Spectroscopy* dengan tipe genesis 10s. Tahapan dari penelitian ini dapat dilihat dari diagram alir Gambar 3, yakni persiapan alat dan bahan, ekstraksi Kopi Organik Ghalkoff fermentasi. Selanjutnya untuk pengenceran kopi dengan *software The Unscrambel versi 10.4*. Model dalam kalibrasi dilakukan dengan 2 cara, yaitu PCA dan SIMCA,

kemudian dilanjutkan membangun dan menguji model supaya dapat memahami klasifikasi sampel kopi seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Prosedur Penelitian

3.3.1. Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dipersiapkan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Persiapan alat

Persiapan ini meliputi proses pengecekan terhadap alat-alat yang akan digunakan, memastikan bahwa alat yang telah dipilih bisa dipergunakan dengan baik dalam proses pelaksanaan penelitian agar penelitian berjalan dengan maksimal.

2. Penyangraian Kopi

Penyangraian merupakan salah satu dari rangkaian proses pada pengolahan kopi guna menurunkan tingkat kadar air pada bahan serta untuk membantu pembentukan cita rasa dan juga aroma pada biji kopi. Untuk sampel kopi ini sendiri disangrai menggunakan tingkat penyangraian *medium roast* dengan rentang suhu sekitar 200°C selama 20 menit seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Penyangraian Kopi

3. Penggilingan Kopi

Tahap penggilingan pada kopi ini bertujuan untuk memperkecil ukuran biji kopi menggunakan mesin kopi yakni *Coffe Grinder Sayota* yang memiliki daya sebesar 180 watt dengan tipe SCG 178. Kegiatan ini memiliki tujuan untuk mempermudah proses ekstraksi sampel kopi yang digunakan pada penelitian ini. Proses pada tahap ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Penggilingan Kopi

4. Pengayakan

Pengayakan dilakukan untuk menghasilkan kopi bubuk yang halus dan untuk menghasilkan ukuran partikel yang seragam. Proses pengayakan ini dilakukan menggunakan ayakan dengan jenis *Tyler Meiner II* yang memiliki ukuran mesh 40. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengayakan Kopi.

5. Penimbangan

Proses penimbangan ini dilakukan dengan cara menguji sampel sebanyak 1 gram pada setiap sampel dan setiap ulangan agar menghasilkan berat bobot yang sama. Proses penimbangan seperti yang dilakukan pada Gambar 7.



Gambar 7. Penimbangan sampel kopi

Komposisi sampel ulangan dari ketiga jenis kopi yang digunakan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi Bahan Sampel Yang Diuji.

Nama Sampel	Nomor Sampel	Komposisi Bahan
F0	1-50	1 gram kopi robusta ghalkoff F0
F2	1-50	1 gram kopi robusta ghalkoff fermentasi 2 hari
F4	1-50	1 gram kopi robusta ghalkoff fermentasi 4 hari

Keterangan :

F0 : Sampel original

F2 : Sampel fermentasi 2 hari

F4 : Sampel fermentasi 4 hari

3.3.2. Ekstraksi Kopi

Pengujian bubuk kopi yang digunakan harus melewati proses ekstraksi. Proses ini mengubah sampel kopi yang berbentuk bubuk menjadi sebuah larutan, proses ekstraksi ini bertujuan supaya dapat dilakukan pengujian menggunakan alat spektrometer. Ekstraksi kopi ini dilakukan dengan menggabungkan setiap 1 gram kopi sampel dengan 50 ml aquades dengan suhu 90-98°C.

1. Pembuatan Larutan

Bubuk sampel uji harus ditimbang terlebih dahulu ke dalam gelas ukur dan digunakan sebagai larutan sebelum diuji dengan spektrometer menggunakan sampel yang dilarutkan dalam 50 ml aquades pada suhu 90-98°C.

2. Pengadukan

Proses pengadukan dilakukan menggunakan pengaduk model S130810-33 (tegangan 220-240 volt, pelat atas ukuran 4x4, kecepatan pengadukan 6 (350 rpm) dan diaduk selama kurang lebih 10 menit sampai larutan kopi sudah homogen. Pengaduk ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengadukan Sampel.

3. Penyaringan

Setelah proses pelarutan dan pengadukan, selanjutnya sampel disaring dengan menggunakan kertas saring agar ampas kopi dan ekstrak kopi dapat dipisahkan. Proses penyaringan sampel ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Penyaringan Sampel.

4. Pengenceran

Setelah proses penyaringan, sampel yang sudah disaring kemudian di aduk kembali menggunakan *magnetic stirrer* selama kurang lebih 10 menit. Setelah itu, sampel dimasukkan ke dalam UV-Vis untuk proses pengambilan data spektra.

3.3.3. Pengambilan Spektra Menggunakan Spektrometer

Hasil ekstrak kopi yang sudah diencerkan setelah itu dimasukkan ke dalam kuvet 2 ml. Kuvet kemudian dimasukkan ke dalam *holding system* dan selanjutnya

diukur nilai absorbansinya selama 2 menit. Sampel rangkap dari masing-masing rangkap tiga diambil dengan spektroskopi UV-Vis, kemudian ditempatkan dalam sistem pemegang, dan diukur absorbansinya selama 2 menit.

3.3.4. Membangun dan Menguji Model

Software Unscrambler versi 10.4 yang digunakan pada penelitian ini berfungsi untuk melakukan pengujian terhadap model pada nilai absorbansi yang terukur menggunakan metode SIMCA.

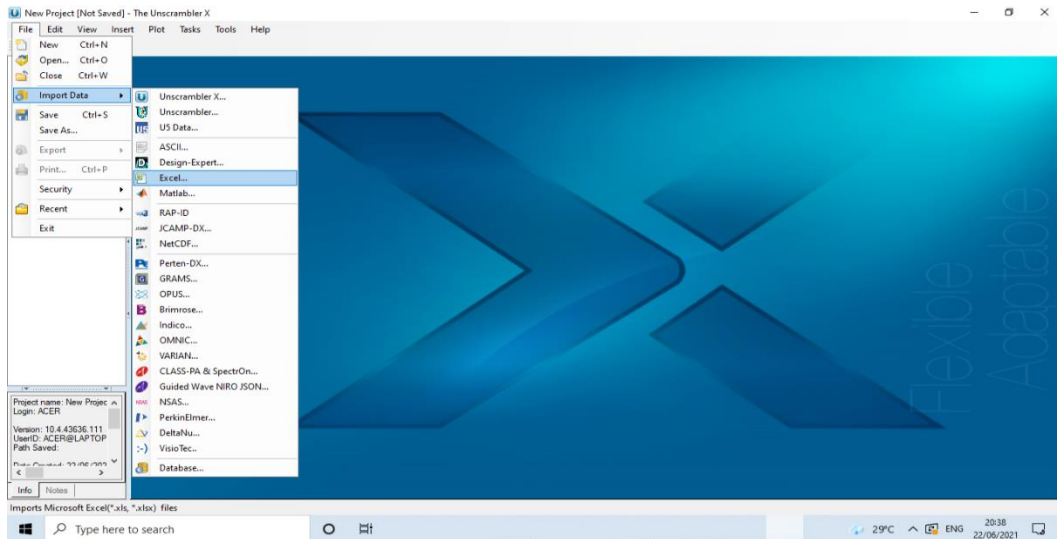
3.3.5. Analisis Data

Identifikasi terhadap pola pada sampel memerlukan analisis data menggunakan tools berupa software *The Unscrambler* versi 10.4. Model yang digunakan adalah *Soft Independent Modeling of Class Analogy* (SIMCA) dan metode *Principal Component Analysis* (PCA). kemudian Excel menjalankan fase pembersihan data untuk menghapus data yang tidak lengkap. Tahapan ini dilakukan supaya data yang sebenarnya dapat diperoleh selama analisis. Nilai yang hilang dapat diganti dengan rata-rata variabel untuk melengkapi data yang tidak lengkap. Data lengkap dapat diproses oleh *Unscrambler* versi 10.4. Untuk mencari grafik spektra dari nilai absorbansi yang diperoleh dari memblok nilai absorbansi, klik menu grafik dan pilih menu garis, kemudian analisa data dengan metode SIMCA dan PCA untuk mencari spektranya. Setelah itu, buat nilai absorbansi dengan memblok nilai absorbansi dengan mengklik menu grafik dan memilih menu garis.

3.3.6. Principal Component Analysis (PCA)

Pada penelitian ini, *UV-Vis* digunakan untuk mengumpulkan data sebanyak 150 sampel dari sampel F0, F2, dan F4. Setelah mendapatkan data absorbansi dari semua sampel kopi, langkah selanjutnya adalah menggabungkannya ke dalam file *Microsoft Excel 2010*. Setelah menggabungkan file, analisis dilakukan menggunakan aplikasi *The Unscrambler 10.4*. Tahapan menganalisis data sampel

menggunakan *The Unscrambler* adalah pada *the Unscrambler 10.4* melalui menu *File - Import Data - Excel*. Kemudian pilih file *Excel* yang digunakan pada *Folder* gambar 10.



Gambar 10. Langkah Memasukkan Data Dari *Microsoft Excel* Ke *The Unscrambler 10.4*.

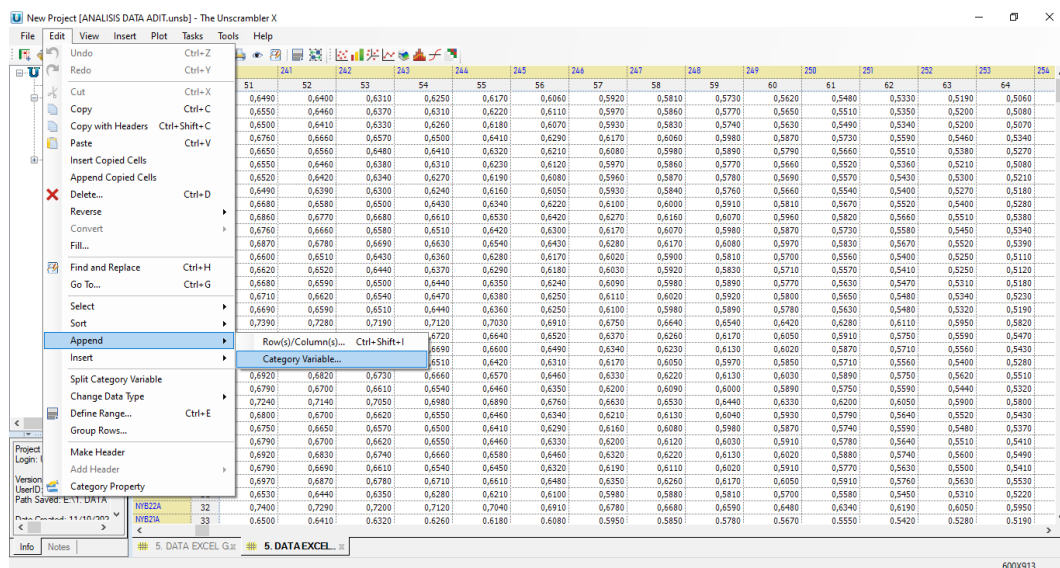
Setelah data muncul di jendela aplikasi, Sebelum melakukan analisis, data yang akan digunakan harus diubah menggunakan menu *Task - Transform - Transpose* gambar 11.

 The image shows the main data window of 'The Unscrambler X' software. The window title is 'New Project [1 - SAMPAI SIMCA NORMAL SG 9 (NEW).unsb] - The Unscrambler X'. The data is presented in a grid with columns labeled DIMAS_BLA_S1 through DIMAS_BLA_S17 and rows labeled 1A through 17A. The values in the cells are numerical, ranging from -5.0000 to 5.0000. The 'Task - Transform - Transpose' menu is visible in the top right corner of the software interface.

	DIMAS_BLA_S1	DIMAS_BLA_S2	DIMAS_BLA_S3	DIMAS_BLA_S4	DIMAS_BLA_S5	DIMAS_BLA_S6	DIMAS_BLA_S7	DIMAS_BLA_S8	DIMAS_BLA_S9	DIMAS_BLA_S10	DIMAS_BLA_S11	DIMAS_BLA_S12	DIMAS_BLA_S13	DIMAS_BLA_S14	DIMAS_BLA_S15	DIMAS_BLA_S16	DIMAS_BLA_S17
1A	1	-4.0000	5.0000	5.0000	5.0000	5.0000	7.0000	6.0000	6.0000	7.0000	7.0000	6.0000	7.0000	6.0000	6.0000	6.0000	6.0000
1B	2	1.0000	-2.0000	-1.0000	-2.0000	0.0000	1.0000	1.0000	2.0000	2.0000	2.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1C	3	-2.0000	-3.0000	-1.0000	-3.0000	-1.0000	0.0000	-1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-2.0000	-2.0000
1D	4	2.0000	2.0000	3.0000	1.0000	3.0000	4.0000	5.0000	5.0000	5.0000	5.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000
1E	5	2.0000	4.0000	3.0000	1.0000	4.0000	4.0000	2.0000	5.0000	3.0000	5.0000	2.0000	2.0000	3.0000	3.0000	4.0000	4.0000
1F	6	-1.0000	0.0000	-1.0000	-4.0000	-2.0000	-1.0000	0.0000	-1.0000	-2.0000	-1.0000	-1.0000	-1.0000	-2.0000	-1.0000	-2.0000	-2.0000
1G	7	1.0000	1.0000	1.0000	0.0000	-1.0000	-1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.0000	-1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
1H	8	-2.0000	-1.0000	1.0000	-3.0000	0.0000	-2.0000	0.0000	-1.0000	1.0000	-2.0000	-1.0000	-1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1I	9	-2.0000	-1.0000	-3.0000	-4.0000	-2.0000	-2.0000	-2.0000	-1.0000	-1.0000	-2.0000	-1.0000	-1.0000	-1.0000	-1.0000	-2.0000	-2.0000
1J	10	1.0000	2.0000	0.0000	1.0000	-2.0000	-1.0000	0.0000	0.0000	-1.0000	2.0000	-2.0000	-1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1K	11	-1.0000	1.0000	0.0000	-4.0000	0.0000	0.0000	-1.0000	-1.0000	-1.0000	-1.0000	-2.0000	-2.0000	-1.0000	-1.0000	-1.0000	-1.0000
1L	12	0.0000	1.0000	-3.0000	-2.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	-1.0000	-1.0000	3.0000	1.0000	-1.0000	-1.0000	-1.0000	-1.0000	-1.0000
1M	13	-2.0000	-4.0000	-2.0000	-6.0000	-3.0000	-3.0000	-3.0000	-3.0000	-3.0000	-3.0000	-2.0000	-1.0000	-1.0000	-1.0000	-3.0000	-3.0000
1N	14	2.0000	-3.0000	-4.0000	-6.0000	-2.0000	-2.0000	-3.0000	-1.0000	-1.0000	1.0000	3.0000	-3.0000	-3.0000	-3.0000	-2.0000	-1.0000
1O	15	1.0000	-1.0000	0.0000	0.0000	-1.0000	2.0000	0.0000	1.0000	0.0000	2.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-1.0000	-1.0000
1P	16	-1.0000	-2.0000	0.0000	-2.0000	1.0000	-1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-2.0000	0.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1Q	17	-2.0000	2.0000	-2.0000	-3.0000	-3.0000	-1.0000	1.0000	1.0000	0.0000	-1.0000	-1.0000	-1.0000	-1.0000	-2.0000	2.0000	2.0000
1R	18	-2.0000	-3.0000	-3.0000	-4.0000	-2.0000	0.0000	1.0000	1.0000	-1.0000	-1.0000	-1.0000	-1.0000	-1.0000	-1.0000	0.0000	0.0000
1S	19	1.0000	1.0000	2.0000	1.0000	1.0000	5.0000	2.0000	4.0000	3.0000	2.0000	4.0000	3.0000	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000
1T	20	-1.0000	-2.0000	-4.0000	-5.0000	-2.0000	-4.0000	-1.0000	-2.0000	-1.0000	-1.0000	-2.0000	-1.0000	-1.0000	-2.0000	-2.0000	-1.0000
1U	21	-2.0000	-3.0000	-4.0000	-6.0000	-2.0000	-2.0000	-4.0000	-3.0000	-3.0000	-3.0000	-2.0000	-3.0000	-2.0000	-2.0000	-2.0000	-2.0000
1V	22	-2.0000	-3.0000	-4.0000	-6.0000	-2.0000	-2.0000	-4.0000	-3.0000	-3.0000	-3.0000	-2.0000	-2.0000	-2.0000	-2.0000	-2.0000	-2.0000
1W	23	-1.0000	0.0000	-1.0000	-4.0000	-2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1X	24	-2.0000	-4.0000	-2.0000	-1.0000	-1.0000	2.0000	0.0000	4.0000	1.0000	2.0000	2.0000	0.0000	2.0000	2.0000	1.0000	1.0000
1Y	25	-1.0000	-1.0000	0.0000	-2.0000	-2.0000	0.0000	1.0000	2.0000	2.0000	3.0000	2.0000	1.0000	2.0000	2.0000	2.0000	2.0000
1Z	26	0.0000	-3.0000	-2.0000	-3.0000	-1.0000	0.0000	1.0000	3.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1AA	27	-1.0000	0.0000	0.0000	-2.0000	1.0000	1.0000	-1.0000	1.0000	1.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1AB	28	0.0000	-1.0000	0.0000	-2.0000	-2.0000	1.0000	1.0000	2.0000	1.0000	1.0000	1.0000	-1.0000	-1.0000	-1.0000	3.0000	1.0000
1AC	29	-3.0000	-2.0000	-4.0000	-2.0000	0.0000	-3.0000	-2.0000	0.0000	-1.0000	-2.0000	-1.0000	-1.0000	-1.0000	-4.0000	-4.0000	-2.0000
1AD	30	-4.0000	-5.0000	-4.0000	-5.0000	-1.0000	-2.0000	-2.0000	-1.0000	-1.0000	-4.0000	-3.0000	-4.0000	-5.0000	-4.0000	-5.0000	-3.0000
1AE	31	-7.0000	-7.0000	-5.0000	-3.0000	-3.0000	-5.0000	-4.0000	-2.0000	-1.0000	-4.0000	-5.0000	-4.0000	-5.0000	-4.0000	-4.0000	-4.0000
1AF	32	-2.0000	-5.0000	-1.0000	-4.0000	-2.0000	0.0000	1.0000	3.0000	0.0000	-1.0000	-1.0000	-1.0000	-1.0000	0.0000	0.0000	-2.0000
1AG	33	-4.0000	-5.0000	-3.0000	-2.0000	-5.0000	-3.0000	-2.0000	-2.0000	-2.0000	-2.0000	-2.0000	-3.0000	-3.0000	-4.0000	-4.0000	-2.0000

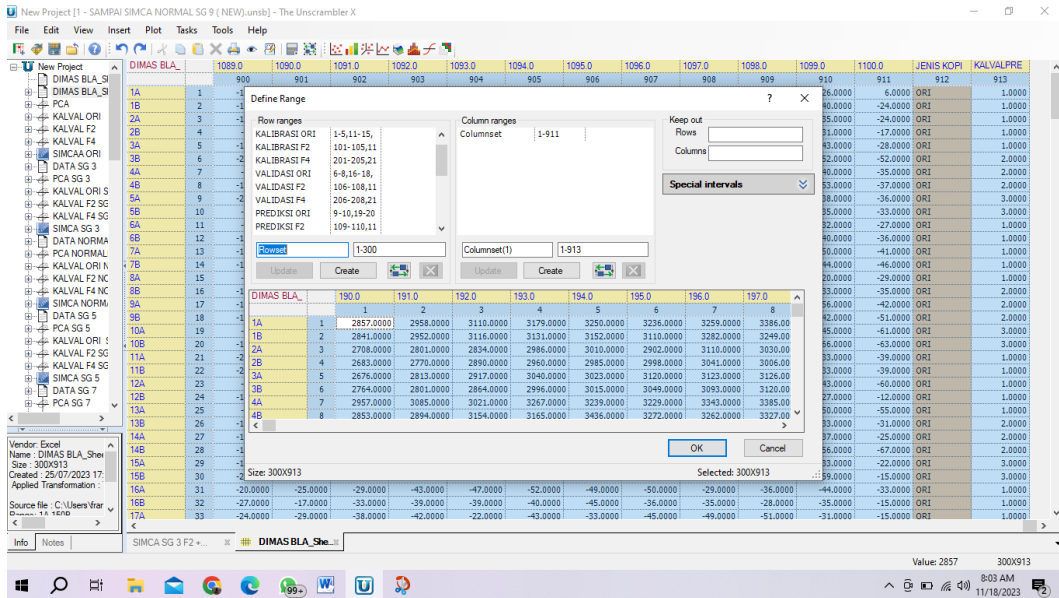
Gambar 11. Cara *Transpose* Data Pada *The Unscrambler 10.4*.

Menghitung nilai PCA di *The Unscrambler 10.4* harus melewati beberapa tahapan terlebih dahulu, yaitu klik menu Edit, kemudian pilih Add, lalu pilih *categorical variable*, setelah itu masukkan “JENIS KOPI” untuk nama *variable categorical*, dan pilih Next. Masukkan , F0, F2, dan F4 untuk nama *Layer*.



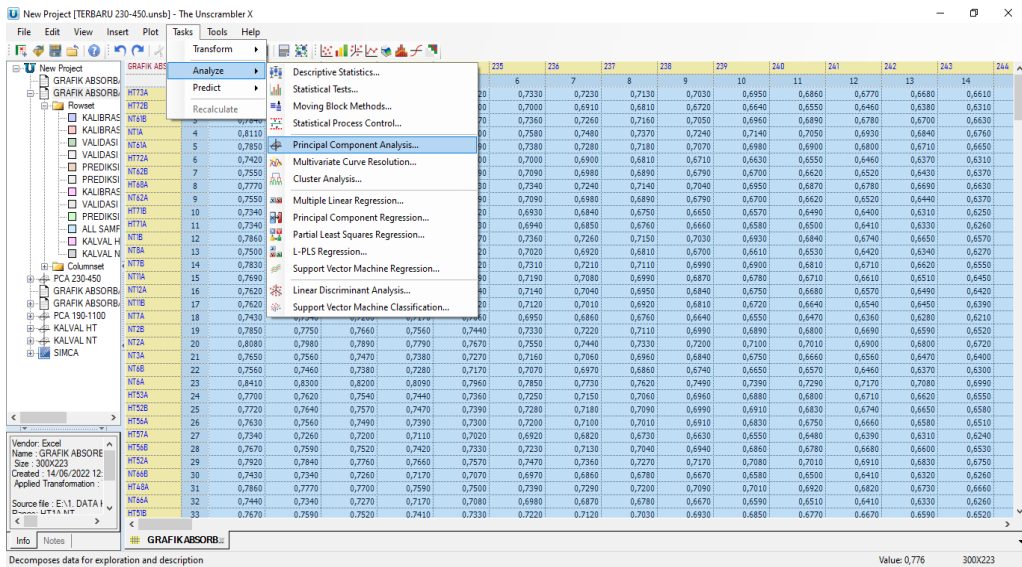
Gambar 12. Kolom Kategori *Variable*.

Setelah itu, silahkan klik kolom JENIS KOPI dan isi pada setiap baris sesuai dengan jenis kopinya. Sebelum data dapat dianalisis dengan PCA, data harus dikelompokkan berdasarkan sampel dan kategori variabel. Untuk sampel kopi, pilih menu *Modify*, lalu *Edit to Group*, kemudian masukkan semua sampel di *sample set*, dan semua variabel di *variable set*. Tampilan menu edit ditunjukkan pada gambar 13.



Gambar 13. Menu Edit Set.

Setelah itu pilihlah menu Tasks, lalu pilih PCA, lalu klik *Test Set Validation*, pilih *Set Up*, dan kemudian simpan set validasi data yang dimasukkan untuk menganalisis data menggunakan metode PCA seperti pada gambar 14.



Gambar 14. Menu Analisis PCA Pada The Unscrambler 10.4

Setelah perhitungan pada PCA selesai, kemudian lakukan pengklasifikasian menggunakan SIMCA. Menganalisa data multivariat untuk menguji kemampuan dalam menyeleksi dan mengklasifikasi sampel dapat menggunakan metode SIMCA. Penggunaan metode SIMCA akan membantu dalam proses pemisahan sampel secara akurat. Pembuatan model SIMCA dilakukan setelah melakukan pembuatan model PCA pada semua sampel. Model SIMCA terdiri dari tiga bagian, yaitu kalibrasi, validasi, dan prediksi.

Kalibrasi dan validasi memiliki fungsi yakni untuk mengembangkan dan mengkonfirmasi model. Sedangkan sampel prediksi dipakai untuk mengevaluasi model yang dikembangkan. Tahapan dalam mengelompokkan sampel yaitu dengan membuka aplikasi *The Unscrambler 10.4*, selanjutnya import data file *Microsoft Excel* yang akan dikelompokkan. Melakukan *transpose* data yang akan dikelompokkan dengan cara klik *Task-Transform-Transpose*. Langkah berikutnya adalah memberi nama pada data yang digunakan dengan cara klik *Edit-Append-Category Variabel*. Selanjutnya pada *Category Variable* diisi dengan “Jenis Kopi” dan dimasukkan jenis sampel F0, F2, dan F4 seperti pada gambar 15.

The screenshot displays a data matrix in The Unscrambler 10.4. The columns represent different samples, labeled from 1089.0 to 1100.0, and are grouped under categories like DIMAS BLA, KALVAL F0, F2, F4, and SIMCA SG. The 'JENIS KOP' column contains categorical labels such as ORI, F0, F2, and F4. The matrix shows numerical values for each sample across various variables.

Sample ID	1089.0	1090.0	1091.0	1092.0	1093.0	1094.0	1095.0	1096.0	1097.0	1098.0	1099.0	1100.0	JENIS KOP	KALVALPRE
1A	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	ORI	1,0000
2A	-19,0000	-20,0000	-34,0000	-36,0000	-25,0000	-46,0000	-24,0000	-39,0000	-49,0000	-40,0000	-40,0000	-24,0000	ORI	1,0000
3A	-13,0000	-28,0000	-32,0000	-34,0000	-24,0000	-21,0000	-41,0000	-45,0000	-44,0000	-53,0000	-35,0000	-24,0000	ORI	1,0000
4A	-9,0000	-23,0000	-28,0000	-20,0000	-26,0000	-33,0000	-22,0000	-25,0000	-42,0000	-46,0000	-31,0000	-17,0000	ORI	1,0000
5A	-13,0000	-26,0000	-29,0000	-39,0000	-47,0000	-20,0000	-44,0000	-42,0000	-34,0000	-24,0000	-43,0000	-28,0000	ORI	1,0000
6A	-22,0000	-29,0000	-38,0000	-39,0000	-34,0000	-32,0000	-57,0000	-45,0000	-26,0000	-48,0000	-52,0000	-52,0000	ORI	2,0000
7A	-8,0000	-17,0000	-20,0000	-30,0000	-23,0000	-12,0000	-31,0000	-26,0000	-11,0000	-30,0000	-40,0000	-35,0000	ORI	2,0000
8A	-12,0000	-28,0000	-32,0000	-37,0000	-25,0000	-37,0000	-34,0000	-34,0000	-42,0000	-43,0000	-35,0000	-37,0000	ORI	2,0000
9A	-22,0000	-30,0000	-47,0000	-56,0000	-41,0000	-40,0000	-49,0000	-48,0000	-43,0000	-35,0000	-38,0000	-36,0000	ORI	3,0000
10A	-5,0000	-20,0000	-17,0000	-34,0000	-9,0000	-2,0000	-28,0000	-21,0000	-25,0000	-21,0000	-35,0000	-33,0000	ORI	3,0000
11A	-9,0000	-26,0000	-22,0000	-35,0000	-26,0000	-22,0000	-33,0000	-27,0000	-41,0000	-29,0000	-32,0000	-27,0000	ORI	1,0000
12A	-11,0000	-20,0000	-14,0000	-34,0000	-28,0000	-8,0000	-33,0000	-14,0000	-22,0000	-15,0000	-40,0000	-36,0000	ORI	1,0000
13A	-16,0000	-38,0000	-32,0000	-45,0000	-33,0000	-22,0000	-49,0000	-46,0000	-43,0000	-39,0000	-59,0000	-41,0000	ORI	1,0000
14A	-12,0000	-22,0000	-38,0000	-57,0000	-43,0000	-27,0000	-31,0000	-31,0000	-36,0000	-35,0000	-44,0000	-46,0000	ORI	1,0000
15A	-7,0000	3,0000	-1,0000	-20,0000	-15,0000	-25,0000	-3,0000	-12,0000	-7,0000	-13,0000	-20,0000	-29,0000	ORI	1,0000
16A	-11,0000	0,0000	-1,0000	-16,0000	-12,0000	-9,0000	-9,0000	0,0000	-20,0000	-28,0000	-33,0000	-35,0000	ORI	2,0000
17A	-11,0000	-3,0000	-10,0000	-29,0000	-22,0000	-23,0000	-10,0000	-11,0000	-22,0000	-32,0000	-56,0000	-42,0000	ORI	2,0000
18A	-12,0000	-8,0000	-5,0000	-31,0000	-19,0000	-14,0000	-20,0000	-19,0000	-27,0000	-26,0000	-42,0000	-51,0000	ORI	2,0000
19A	-5,0000	-16,0000	-10,0000	-27,0000	-31,0000	-34,0000	-31,0000	-28,0000	-32,0000	-57,0000	-45,0000	-61,0000	ORI	3,0000
20A	-10,0000	-19,0000	-20,0000	-35,0000	-33,0000	-22,0000	-38,0000	-43,0000	-37,0000	-60,0000	-66,0000	-63,0000	ORI	3,0000
21A	-20,0000	-22,0000	-12,0000	-35,0000	-16,0000	-26,0000	-17,0000	-26,0000	-38,0000	-44,0000	-33,0000	-39,0000	ORI	1,0000
22A	-20,0000	-22,0000	-12,0000	-35,0000	-16,0000	-26,0000	-17,0000	-26,0000	-38,0000	-44,0000	-33,0000	-39,0000	ORI	1,0000
23A	-6,0000	-12,0000	-8,0000	-26,0000	-29,0000	-26,0000	-15,0000	-19,0000	-36,0000	-64,0000	-43,0000	-60,0000	ORI	1,0000
24A	-18,0000	-14,0000	-24,0000	-19,0000	-24,0000	-16,0000	-32,0000	-23,0000	-23,0000	-34,0000	-27,0000	-12,0000	ORI	1,0000
25A	-9,0000	-13,0000	-19,0000	-44,0000	-27,0000	-31,0000	-26,0000	-31,0000	-31,0000	-48,0000	-50,0000	-55,0000	ORI	1,0000
26A	-19,0000	-27,0000	-24,0000	-41,0000	-51,0000	-33,0000	-41,0000	-29,0000	-46,0000	-23,0000	-33,0000	-31,0000	ORI	2,0000
27A	-19,0000	-29,0000	-38,0000	-43,0000	-31,0000	-43,0000	-36,0000	-49,0000	-45,0000	-26,0000	-37,0000	-25,0000	ORI	2,0000
28A	-16,0000	-15,0000	-23,0000	-37,0000	-38,0000	-35,0000	-25,0000	-24,0000	-37,0000	-50,0000	-56,0000	-67,0000	ORI	2,0000
29A	-13,0000	-18,0000	-27,0000	-25,0000	-14,0000	-35,0000	-38,0000	-35,0000	-41,0000	-37,0000	-33,0000	-22,0000	ORI	3,0000
30A	-29,0000	-22,0000	-39,0000	-45,0000	-32,0000	-53,0000	-53,0000	-47,0000	-46,0000	-48,0000	-59,0000	-15,0000	ORI	3,0000
31A	-20,0000	-25,0000	-29,0000	-43,0000	-47,0000	-52,0000	-49,0000	-50,0000	-29,0000	-36,0000	-44,0000	-33,0000	ORI	1,0000
32A	-27,0000	-17,0000	-33,0000	-39,0000	-39,0000	-40,0000	-45,0000	-36,0000	-35,0000	-28,0000	-35,0000	-15,0000	ORI	1,0000
33A	-24,0000	-29,0000	-38,0000	-42,0000	-22,0000	-43,0000	-33,0000	-45,0000	-49,0000	-51,0000	-31,0000	-15,0000	ORI	1,0000

Gambar 15. Mengisi Category Name Variable.

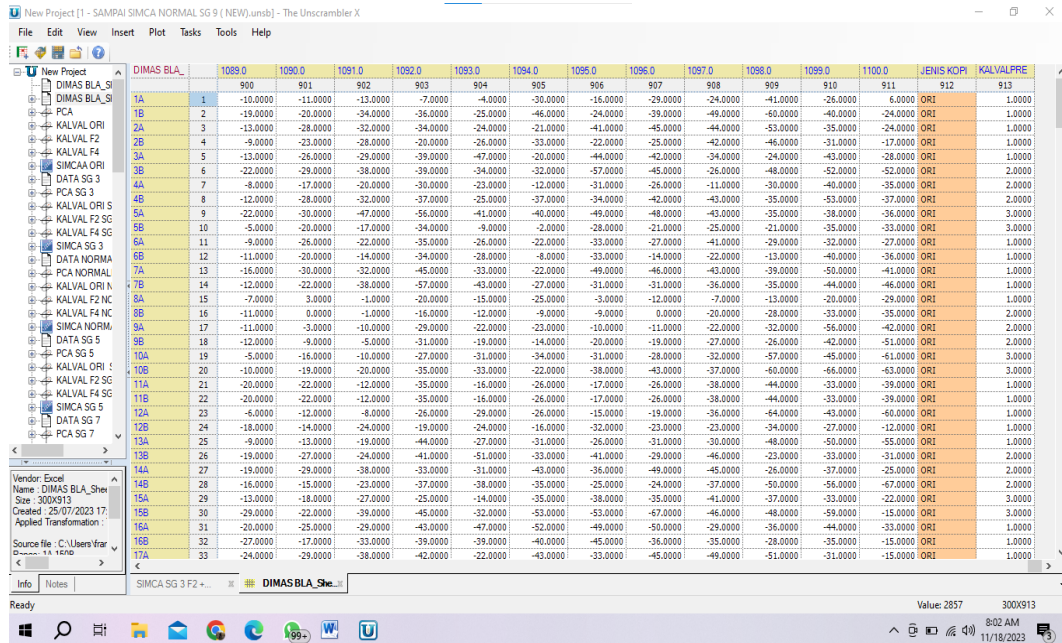
Setelah mengisi *Category Variable* tersebut, blok kolom Jenis Kopi kemudian Klik *append - Row(s)* - pilih 1 - ok. Selanjutnya pada kolom baru, isi dengan nama KALVALPRED dan diisi dengan label 111122233. Angka Satu (sebanyak lima) pada label untuk mengelompokkan data kalibrasi. Angka dua (sebanyak tiga) pada label untuk mengelompokkan data validasi. Angka tiga (sebanyak dua) pada label untuk mengelompokkan data prediksi gambar 16.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data structure:

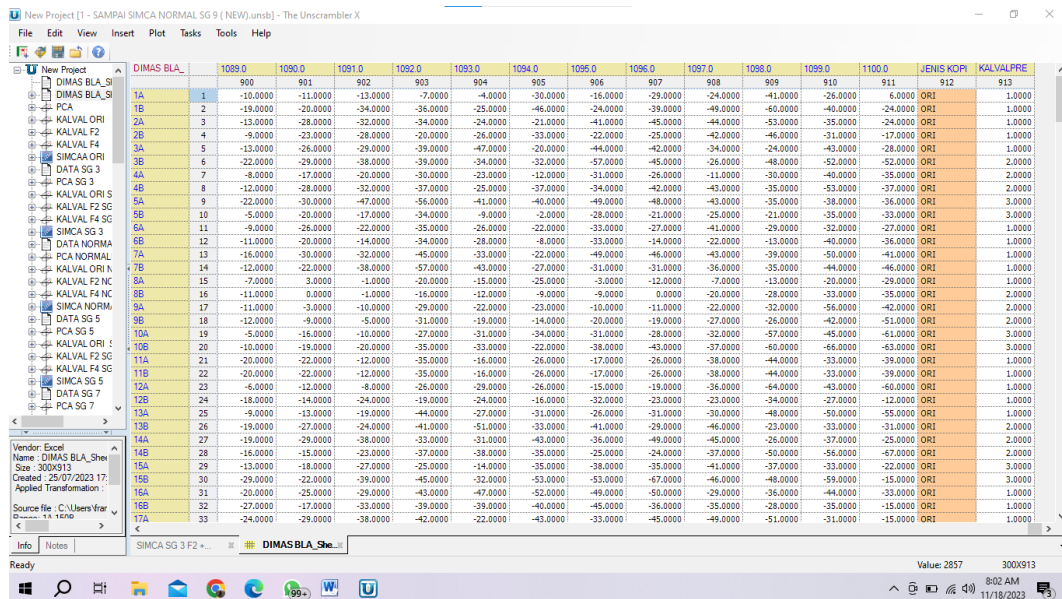
DIMAS_BLA	1089.0	1090.0	1091.0	1092.0	1093.0	1094.0	1095.0	1096.0	1097.0	1098.0	1099.0	1100.0	JENIS KOP	KALVALPRED
71A	1	-10.0000	-11.0000	-13.0000	-7.0000	-4.0000	-30.0000	-16.0000	-29.0000	-24.0000	-41.0000	-26.0000	6.0000 ORI	1.0000
71B	2	-19.0000	-20.0000	-34.0000	-36.0000	-25.0000	-46.0000	-24.0000	-39.0000	-49.0000	-60.0000	-24.0000	ORI	1.0000
72A	3	-13.0000	-28.0000	-32.0000	-34.0000	-24.0000	-21.0000	-41.0000	-45.0000	-44.0000	-53.0000	-35.0000	ORI	1.0000
72B	4	-9.0000	-23.0000	-28.0000	-20.0000	-26.0000	-33.0000	-22.0000	-25.0000	-42.0000	-46.0000	-31.0000	ORI	1.0000
73A	5	-13.0000	-26.0000	-29.0000	-39.0000	-47.0000	-20.0000	-44.0000	-42.0000	-34.0000	-24.0000	-43.0000	ORI	1.0000
73B	6	-22.0000	-29.0000	-38.0000	-39.0000	-34.0000	-32.0000	-57.0000	-45.0000	-26.0000	-48.0000	-52.0000	ORI	2.0000
74A	7	-8.0000	-17.0000	-20.0000	-30.0000	-23.0000	-12.0000	-31.0000	-26.0000	-11.0000	-30.0000	-40.0000	ORI	2.0000
74B	8	-12.0000	-28.0000	-32.0000	-37.0000	-25.0000	-37.0000	-34.0000	-42.0000	-43.0000	-35.0000	-37.0000	ORI	2.0000
75A	9	-22.0000	-36.0000	-47.0000	-56.0000	-41.0000	-40.0000	-49.0000	-48.0000	-43.0000	-35.0000	-36.0000	ORI	3.0000
75B	10	-5.0000	-20.0000	-17.0000	-34.0000	-9.0000	-2.0000	-28.0000	-21.0000	-25.0000	-21.0000	-35.0000	ORI	3.0000
76A	11	-9.0000	-26.0000	-22.0000	-35.0000	-26.0000	-22.0000	-33.0000	-27.0000	-41.0000	-29.0000	-32.0000	ORI	1.0000
76B	12	-11.0000	-20.0000	-14.0000	-34.0000	-28.0000	-8.0000	-33.0000	-14.0000	-22.0000	-13.0000	-36.0000	ORI	1.0000
77A	13	-16.0000	-30.0000	-32.0000	-45.0000	-33.0000	-22.0000	-49.0000	-46.0000	-43.0000	-39.0000	-50.0000	ORI	1.0000
77B	14	-12.0000	-22.0000	-38.0000	-57.0000	-43.0000	-27.0000	-31.0000	-31.0000	-36.0000	-35.0000	-44.0000	ORI	1.0000
78A	15	-7.0000	3.0000	-1.0000	-20.0000	-15.0000	-25.0000	-3.0000	-12.0000	-7.0000	-13.0000	-20.0000	ORI	1.0000
78B	16	-11.0000	0.0000	-1.0000	-16.0000	-12.0000	-9.0000	-9.0000	0.0000	-20.0000	-28.0000	-33.0000	ORI	2.0000
79A	17	-11.0000	-3.0000	-10.0000	-29.0000	-22.0000	-23.0000	-10.0000	-11.0000	-22.0000	-32.0000	-56.0000	ORI	2.0000
79B	18	-12.0000	-9.0000	-5.0000	-31.0000	-19.0000	-14.0000	-20.0000	-19.0000	-27.0000	-26.0000	-42.0000	ORI	2.0000
70A	19	-5.0000	-16.0000	-10.0000	-27.0000	-31.0000	-34.0000	-31.0000	-28.0000	-32.0000	-37.0000	-45.0000	ORI	3.0000
70B	20	-10.0000	-19.0000	-20.0000	-35.0000	-33.0000	-22.0000	-38.0000	-43.0000	-37.0000	-60.0000	-66.0000	ORI	3.0000
71A	21	-20.0000	-22.0000	-12.0000	-35.0000	-16.0000	-26.0000	-17.0000	-26.0000	-38.0000	-44.0000	-33.0000	ORI	1.0000
71B	22	-20.0000	-22.0000	-12.0000	-35.0000	-16.0000	-26.0000	-17.0000	-26.0000	-38.0000	-44.0000	-33.0000	ORI	1.0000
72A	23	-6.0000	-12.0000	-8.0000	-26.0000	-29.0000	-26.0000	-15.0000	-19.0000	-36.0000	-64.0000	-43.0000	ORI	1.0000
72B	24	-18.0000	-14.0000	-24.0000	-19.0000	-24.0000	-16.0000	-32.0000	-23.0000	-23.0000	-34.0000	-27.0000	ORI	1.0000
73A	25	-9.0000	-13.0000	-19.0000	-44.0000	-27.0000	-31.0000	-26.0000	-31.0000	-30.0000	-48.0000	-50.0000	ORI	1.0000
73B	26	-19.0000	-27.0000	-24.0000	-41.0000	-51.0000	-33.0000	-41.0000	-28.0000	-46.0000	-23.0000	-53.0000	ORI	2.0000
74A	27	-19.0000	-29.0000	-38.0000	-33.0000	-31.0000	-43.0000	-36.0000	-49.0000	-45.0000	-26.0000	-37.0000	ORI	2.0000
74B	28	-16.0000	-15.0000	-23.0000	-37.0000	-38.0000	-35.0000	-25.0000	-24.0000	-37.0000	-50.0000	-56.0000	ORI	2.0000
75A	29	-13.0000	-18.0000	-27.0000	-25.0000	-14.0000	-35.0000	-38.0000	-35.0000	-41.0000	-37.0000	-22.0000	ORI	3.0000
75B	30	-29.0000	-22.0000	-39.0000	-45.0000	-32.0000	-53.0000	-67.0000	-46.0000	-48.0000	-59.0000	-15.0000	ORI	3.0000
76A	31	-20.0000	-25.0000	-29.0000	-43.0000	-47.0000	-52.0000	-49.0000	-56.0000	-29.0000	-36.0000	-33.0000	ORI	1.0000
76B	32	-27.0000	-17.0000	-33.0000	-39.0000	-39.0000	-46.0000	-45.0000	-36.0000	-35.0000	-28.0000	-35.0000	ORI	1.0000
77A	33	-24.0000	-29.0000	-38.0000	-42.0000	-22.0000	-43.0000	-33.0000	-45.0000	-49.0000	-51.0000	-31.0000	ORI	1.0000

Gambar 16. Mengisi Kolom KALVALPRED Dengan Label 111122233.

Selanjutnya kolom KALVALPRED diblok semua dan klik *Edit-Sort-Ascending*. Kolom ini dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Menyortir Kolom KALVALPRED.



Gambar 18. Hasil Pengelompokan KALVAPRED.

Gambar 18 merupakan tahapan terakhir pada SIMCA yaitu pengelompokan KALVAPRED untuk memperoleh 60 sampel kalibrasi, 40 sampel validasi dan 20 sampel prediksi.

3.3.7. Pre - Treatment

Pre-Treatment digunakan agar dapat meminimalisir efek *noise* dan interferensi gelombang pada data spektra yang dihasilkan, sehingga model yang dibangun lebih akurat dan stabil. Sebelum dilakukannya pengembangan model analisis, data spektra *F0* harus diolah terlebih dahulu dengan menggunakan tahapan *Pre-Treatment* baik data kalibrasi dan prediksi (Sukarye, 2018). Dibawah ini merupakan beberapa *Pre-Treatment* yang bisa digunakan agar spektra yang diperoleh menjadi lebih baik (Prieto dan Zolessi, 2017).

a. Smoothing Moving Average

Smoothing moving average adalah perlakuan yang dipakai untuk mengeliminasi data yang *Noise*.

Berikut persamaan dalam metode *smoothing moving average*.

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

Keterangan :

S_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

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

b. First and Second Derivative

First and second derivative atau *Savitzky Golay derivative* adalah cara untuk meningkatkan kualitas dan menghilangkan spektrum latar belakang. *Derivative* dapat memperjelas hasil puncak dan lembah hasil spektra absorbans pada data NIRS. *First and second derivative* adalah cara lama yang digunakan pada

spektroskopi dan cara kerjanya dengan menampilkan informasi yang tersembunyi dengan mudah dari hasil spektrum.

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

Keterangan:

- X_j : nilai terbaik berdasarkan kriteria nilai kuadrat terkecil
- J : mewakili indeks yang berjalan dari data koordinat dalam matriks data
- C_j : integrasi pembulatan (sama dengan satu),
- N : (faktor normalisasi) jumlah total bilangan bulat.

c. *Standard Normal Variate (SNV)*

SNV adalah metode dalam mentransformasi efek *scatter* dari *spektrum* hilang dengan cara memusatkan dan menentukan skala individual. Kegunaan dari SNV yaitu untuk menghapus gangguan multi aplikasi pada pelebaran dan pembesaran partikel (Firmansyah, 2019) . Rumus dalam perhitungan *standard normal variate* yaitu sebagai berikut.

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

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

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

d. *Multiplicative Scatter Correction (MSC)*

Metode MSC adalah cara untuk mengurangi *amplification dan offset* karena disebabkan NIRS spektrum. Cara kerja MSC yaitu dengan memutari semua

spektrum hingga dapat mengidentifikasi kecocokan satu sama lainnya hingga seakurat mungkin seperti standar spektrum (Kusumaningrum et al., 2018). Spektrum yang didapatkan kemudian dilakukan persamaan linear dengan rumus berikut.

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

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

Keterangan

- $X_{(i,MSC)}$: Nilai dari spektrum yang dikoreksi (matriks data).
- X_{org} : Nilai dari spektra asli
- \bar{x}_j : Nilai dari spektrum rata-rata
- e_i : Nilai error
- a_i : Nilai intersep
- b_i : Nilai slope
- i : Indeks sampel
- j : Indeks panjang gelombang

V. KESIMPULAN

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan data yang didapat dari alat *UV-Visible Spectroscopy* Hasil pengujian PCA menggunakan data *original* diperoleh jumlah nilai PC kumulatif pada F0 sebesar 98%, nilai PC kumulatif pada F2 sebesar 98%, dan nilai PC kumulatif pada F4 sebesar 99%. Hasil PCA terbaik diperoleh dengan cara perbaikan spektra menggunakan *pretreatment smoothing moving average 5 segment* dengan nilai PC kumulatif pada F0 sebesar 99%, PC kumulatif pada F2 sebesar 99%, dan PC kumulatif pada F4 sebesar 100%. Model SIMCA yang dibangun mampu mengklasifikasikan kelas sampel F0, F2, dan F4 berdasarkan daya serap cahaya (*absorbans*) pada masing-masing sampel.
2. Hasil klasifikasi model SIMCA terbaik diperoleh dengan cara perbaikan spektra menggunakan *pretreatment smoothing moving average 5 segment* dengan nilai akurasi pada model SIMCA F0 + F2, F0+F4, dan F2 +F4 sebesar 100%, hasil sensitivitas sebesar 100%, dan hasil spesifisitas sebesar 100%. Hasil evaluasi nilai akurasi, sensitivitas, dan spesifitas model SIMCA pada sampel kopi F0, F2, dan F4 dapat digunakan sebagai acuan atau referensi untuk melakukan pengecekan apabila terdapat pemalsuan produk yang mengatasnamakan kopi Ghalkoff secara ilegal dan juga proses klasifikasi ini dapat dijadikan sebagai salah satu cara untuk menjaga *quality control* pada produk kopi Ghalkoff.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, R. F. (2013). *Pengenalan Pola Tanda Tangan dengan Menggunakan Metode Principal Component Analysis (PCA)*. Skripsi. Universitas Dian Nuswantoro.
- Ayalign, A., and Sabally, K. (2013). *Determination of Chlorogenic Acids (CGA) in Coffee Beans using HPLC*. American Journal of Research Communication, 1(2).
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2013). *Pedoman Teknis Pemberdayaan Perkebunan Tanaman Rempah dan Penyegar Tahun 2013*.
<https://ditjenbun.pertanian.go.id/2013/>.
- Dwi, W. S. (2021). *Unjuk Kerja Spektrofotometer untuk Analisa Zat Aktif Ketoprofen*. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 195.
- Gandjar, I. G., and Rohman, A. (2018). *Spektroskopi Molekuler untuk Analisis Farmasi*. Gadjah Mada University Press.
- Handayani, F. N. (2016). *Studi Penggunaan Metode Analisis Berbasis UV-Vis Spectroscopy untuk Membedakan Kopi Luwak Asli dan Kopi Campuran Luwak-Robusta Secara Cepat*. Skripsi. Universitas Lampung.
- Kusumaningrum, D., Lee, H., Lohumi, S., Mo, C., Kim, M. S., and Cho, B. K. (2018). Non-Destructive Technique For Determining The Viability Of Soybean (Glycine Max) Seeds Using Ft-Nir Spectroscopy. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 98(5). <https://doi.org/10.1002/jsfa.8646>
- Laskarwati, M. (2021). *Penggunaan Teknologi UV-Visible Spectroscopy dan Metode SIMCA untuk Membedakan Tiga Kultivar Kopi Arabika Java Preanger (Sigarar Utang, Typical dan Yellow Bourbon) dengan Pengolahan Biji Basah*. Skripsi. Universitas Lampung.
- Lavine, B. K. (2009). *Comprehensive chemometrics : Chemical and Biochemical Data Analysis*. Elsevier, Amsterdam. 3: 587-599.
- Maramis, R.K., G. Citraningtyas., dan F. Wehantouw. (2013). *Analisis Kafein Dalam Kopi Bubuk di Kota Manado Menggunakan Spektrofotometer UV-VIS*. Jurnal Ilmiah Farmasi-UNSRAT. 2(4): 122–128.

- Noviarty, N., dan Anggraini, D. (2014). *Analisis Neodimium Menggunakan Metoda Spektrofotometri Uv-Vis*. Pengelolaan Instalasi Nuklir, 11.
- Novita, E., Syarief, R., Noor, E., dan Mulato, D. S. (2010). *Peningkatan Mutu Biji Kopi Rakyat dengan Pengolahan Semi Basah Berbasis Produksi Bersih (Smallholder Coffee Bean Quality Improvement with Semi Wet Processing Based On Clean Production)*. Jurnal Agroteknologi, 4(01).
- Nugroho, G. P. (2022). *Diskriminasi Kopi Luwak Ternak dan Kopi Luwak Liar Menggunakan UV-Visible Spectriscopy dan Metode SIMCA*. Skripsi. Universitas Lampung.
- Nurchahyo, B. (2015). *Identifikasi dan Autentikasi Meniran (Phyllanthus Niruri) Menggunakan Spektrum Ultraviolet Tampak dan Kemometrika*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Prieto, D., and Zolessi, F. (2017). *Functional Diversification of the Four MARCKS Family Members in Zebrafish Neural Development*. Journal of experimental zoology. Part B, Molecular and developmental evolution, 138(1–2), 119–138.
- Rahardjo, P. (2012). *KOPI (Panduan Budi Daya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta)*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rahma. (2020). *Jadi Penghasil Terbesar ke-4 di Dunia, Mengapa Indonesia Masih Impor Kopi?* <https://www.liputan6.com/bisnis/read/4235379/jadi-penghasil-terbesar-ke-4-di-dunia-mengapa-indonesia-masih-impor-kopi>.
- Rismawati, S. (2019). *Identifikasi Kandungan Kafein dan Warna RGB pada Kopi dengan Variasi Sangrai*. Skripsi. Universitas Jember. Jawa Barat. 56 hlm.
- Sistesya, D., dan Sutanto, H. (2013). *Sifat Optis Lapisan ZnO:Ag yang Dideposisi di atas Subtrat Kaca Menggunakan Metode Chemical Soluttion Deposition (CSD) dsn Aplikasinya pada Degradasi Zat Warna Methylene Blue*. Youngster PHysics Journal (Vol. 1, Nomor 4).
- Sugianti, C., Apratiwi, N., Suhandy, D., Telaumbanua, M., Waluyo, S., dan Yulia, M. (2016). *Studi Penggunaan UV-VIS Spectroscopy untuk Identifikasi Campuran Kopi Luwak dengan Kopi Arabika*. Jurnal Teknik Pertanian Lampung, 5(31).
- Suhandy, D., dan Yulia, M. (2019). *Tutorial Analisis Data Spektra Menggunakan The Unscrambler*. Graha Ilmu.
- Suhandy, D., dan Yulia, M. (2021). *Uji Keaslian Kopi Bubuk Spesialti Arabika Gayo Aceh Menggunakan Spektroskopi UV dan Kemometrika*. agritech, 41(1), 58. <https://doi.org/10.22146/agritech.56451>.
- Suhandy, D., Yulia, M., Ogawa, Y., dan Kondo, N. (2018). *Diskriminasi Kopi Lanang Menggunakan UV-Visible Spectroscopy dan Metode SIMCA*. Agritech, 37(4). <https://doi.org/10.22146/agritech.12720>

- Sukarye, K. (2018). *Studi Penggunaan Uv-Vis Spectroscopy dan Metode Simca untuk Membedakan Kopi Bubuk Berdasarkan Umur Simpan*. Skripsi. Universitas Lampung.
- Tarigan, E., dan Towaha, J. (2017). *Penyangraian Biji Terhadap Karakter Fisikokimia Kopi Robusta Effects of Fruit Maturity , Bean Fermentation and Roasting Time on PHysico- Elsera Br Tarigan and Juniaty Towaha*. Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar, 4(3).
- Tawali, A. B., Abdullah, N., dan Wiranata, D. B. S. (2018). *The Influence of Fermentation Using Bacteria Lactic Acid Yoghurt to the Flavor of Coffe Robusta (Coffea robusta)*. Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal, 1(1), 90–97. <https://doi.org/10.20956/canrea.v1i1.26>
- Vercellis,C.(2009). *Business Intelligence Data Mining and Optimization for Decisios Making*. A Jhon Wiley And Sons, Ltd., Publication, United Kingdom. 420 hlm.
- Wardhana, M. A. (2022). *Penggunaan Teknologi UV-Visible Spectoscopy dan Metode SIMCA untuk Membedakan Kopi Arabika Preanger Kultivar Typica dengn Pengolahan Madu dan Kering*. Skripsi. Universitas Lampung.
- Wilujeng, A. A. T., dan Wikandari, P. R. (2013). *Pengaruh Lama Fermentasi Kopi Arabika (Coffea Arabica) dengan Bakteri Asam Laktat Lactobacillus Plantarum B1765 Terhadap Mutu Produk*. UNESA Journal of Chemistry, 2(3), 1–10.
- Yulia, M., Ningtyas, K. R., dan Suhandy, D. (2021). *Penggunaan UV-Vis Spektroskopi dan Kemometrika untuk Uji Keaslian Kopi Codot Lampung*. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia, 26(4), 479–489. <https://doi.org/10.18343/jipi.26.4.479>