

**STUDI PENGGUNAAN METODE ANALISIS BERBASIS UV-
Vis *SPECTROSCOPY* UNTUK MEMBEDAKAN KOPI LUWAK
ASLI DAN KOPI CAMPURAN LUWAK-ROBUSTA SECARA
CEPAT**

(Skripsi)

Oleh
Fipit Novi Handayani



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

STUDI PENGGUNAAN METODE ANALISIS BERBASIS UV-Vis SPECTROSCOPY UNTUK MEMBEDAKAN KOPI LUWAK ASLI DAN KOPI CAMPURAN LUWAK-ROBUSTA SECARA CEPAT

Oleh

Fipit Novi Handayani

Keunikan pengolahan dan cita rasa kopi luwak menyebabkan harga kopi ini lebih tinggi dibandingkan kopi lainnya. Permintaan konsumen yang terus meningkat dan jumlah produksi yang tidak menentu menyebabkan petani melakukan banyak hal untuk memenuhi kebutuhan konsumen, diantaranya dengan fermentasi buatan. Terkadang petani mengambil jalan pintas dengan cara mencampurkan dengan kopi bervarietas rendah. Penelitian ini bertujuan untuk membangun model yang dapat mengidentifikasi dan mengklasifikasi kopi asli Luwak dan kopi campuran Luwak Robusta, kemudian model yang sudah dibangun tersebut akan diuji. Bahan yang digunakan adalah 100% kopi Luwak dan kopi Luwak yang dicampur kopi Robusta dengan perbandingan pencampuran 90%: 10%, 80%: 20%, 70%: 30%, 60%: 40%, dan 50%: 50%. Pada penelitian ini model dibangun dan diprediksi menggunakan metode *soft independent modeling of class analogy* (SIMCA) dengan taraf signifikan 10%, kemudian digunakan untuk menghitung tingkat akurasi (AC), sensitivitas (S), spesifisitas (SP), dan *false alarm rate* (FP)

menggunakan perhitungan *confusion matrix*. Dari proses Hotelling T2 ellipse 95 sampel yang dapat digunakan, dan didapatkan dua model bangunan untuk kopi Luwak asli (SLWK) dan kopi campuran Luwak Robusta (SLWKR). Dari uji model didapat nilai akurasi (AC) 48,48%, sensitivitas (S) 50,00%, spesifisitas (SP) 33,33%, dan false alarm rate (FP) 66,67%.

Kata Kunci : Kopi Luwak, Robusta, UV-vis spectroscopy, Permodelan, Validasi .

ABSTRACT

STUDIY ON THE USE OF UV-VIS SPECTROSCOPY BASED ANALYTICAL METHOD TO DISCRIMINATE BETWEEN AUTHENTIC CIVET COFFEE AND BLEND CIVET-ROBUSTA COFFEE QUICKLY

By

Fipit Novi Handayani

The uniqueness of processing and taste of civet coffee causes the price of coffee is higher than the other coffee. Consumer demand is increasing and the number of erratic production caused farmers do little to meet the needs of consumers, including by artificial fermentation. Sometimes farmers take a shortcut by mixing with coffee varieties of low. This study aims to develop a model that able to identify and classify the authentic Civet coffee and blend Civet-Robusta coffee, then the developed model will be tested. Materials used are 100% authentic Civet coffee and blend Civet-Robusta coffee with a blend ratio 90%: 10%, 80%: 20%, 70%: 30%, 60%: 40%, and 50%: 50%. In this study, the model was develop and predicted using soft independent modeling of class analogy (SIMCA) method with a significance level of 10%. The SIMCA data was used to calculate the level of accuracy (AC), sensitivity (S), specificity (SP), and the false alarm rate (FP) using the formula of confusion matrix. A number of 95 samples was used best on Hotelling T2 ellipse, and obtained two building models for the authentic Civet

coffee (SLWK) and blend Civet-Robusta coffee (SLWKR). The following values can be obtained from the SIMCA result: accuracy (AC) 48,48%, sensitivity (S) 50,00%, specificity (SP) 33,33%, and the false alarm rate (FP) 66,67%.

Keywords: Civet Coffee, Robusta Coffee, UV-vis spectroscopy, Modeling, Validation

**STUDI PENGGUNAAN METODE ANALISIS BERBASIS UV-Vis
SPECTROSCOPY UNTUK MEMBEDAKAN KOPI LUWAK ASLI DAN
KOPI CAMPURAN LUWAK-ROBUSTA SECARA CEPAT**

Oleh

Fipit Novi Handayani

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul

**: STUDI PENGGUNAAN METODE ANALISIS
BERBASIS UV-Vis *SPECTROSCOPY* UNTUK
MEMBEDAKAN KOPI LUWAK ASLI DAN KOPI
CAMPURAN LUWAK-ROBUSTA SECARA CEPAT**

Nama

: Fipit Novi Handayani

NPM

: 1214071034

Program Studi

: Teknik Pertanian

Fakultas

: Pertanian

MENYETUJUI,

1. Komisi Pembimbing

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Diding Suhandy, S.TP, M. Agr.
NIP:19780303 200112 1 001

Winda Rahmawati, S.TP, M.Sc, M.Si
NIP:19890520 201504 2 001

MENGETAHUI

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian,

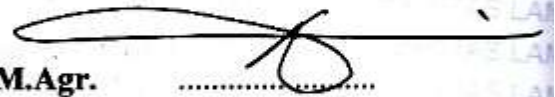
Dr. Ir. Agus Harvanto, M.P
NIP: 19650527 199303 1 002

MENGESAHKAN

I. Tim Penguji

Ketua

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



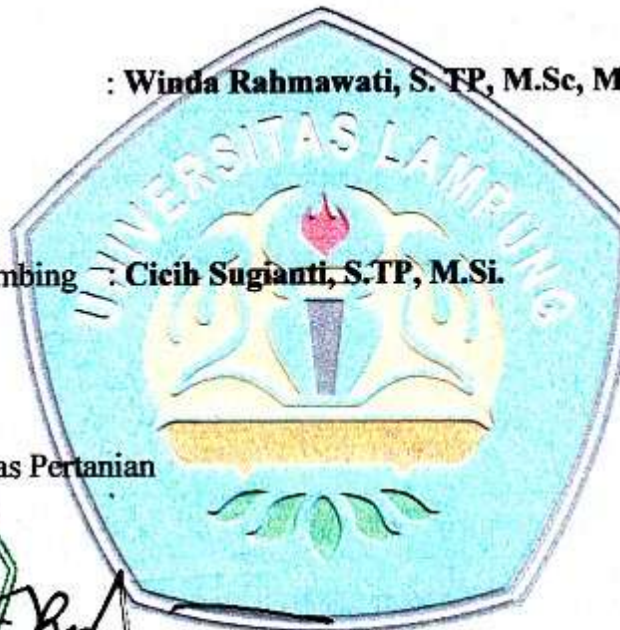
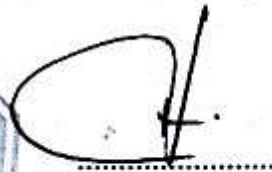
Sekretaris

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



Penguji

Bukan Pembimbing : Cicih Sugianti, S.TP, M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP: 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 05 Desember 2016

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Fipit Novi Handayani NPM 1214071034. Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) Dr. Diding Suhandy, S.TP.,M.Agr dan 2) Winda Rahmawati, S.TP.,M.Sc.,M.Si berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

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

Bandar Lampung, Desember 2016
Yang membuat pernyataan



Fipit Novi Handayani
NPM. 1214071034

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kotabumi, Lampung Utara pada tanggal 23 November 1994, sebagai putri pertama dari dua bersaudara pasangan Bapak Tumino dan Ibu Maryani.

Pendidikan Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN 3 Kelapa Tujuh Kotabumi pada tahun 2006, Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama (SLTP) diselesaikan di SLTPN 10 Kotabumi pada tahun 2009, Sekolah Menengah Umum (SMU) diselesaikan di MAN Kotabumi pada tahun 2012 dan pada tahun 2012 pula penulis diterima sebagai mahasiswa di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri Jalur Undangan (SNMPTN Undangan). Selama masa studi penulis juga aktif di organisasi PERMATEP pada periode 2013-2014 sebagai Bendahara Bidang Dana dan Usaha.

Pada tahun 2015, penulis melaksanakan kegiatan Praktik Umum selama 30 hari di Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (BALITTRI), Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat dengan judul “ **Mempelajari Proses Pengolahan Kopi Di Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (BALITTRI) Sukabumi Jawa Barat**”. Pada tahun 2016 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 60 hari di Desa Tanjung Mas Makmur, Mesuji Timur, Mesuji

Dengan nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang

Dengan penuh rasa syukur kupersembahkan karya kecilku ini sebagai wujud cinta kasih dan baktiku untuk kedua orang tuaku tercinta, Bapak Ibuku atas segala kasih sayang perhatian serta doa yang selalu kalian berikan untuk ku dan selalu mengiringi setiap langkah serta setiap hembusan nafasku. Kalian lah yang membuatku mampu menjalani semua ini. Yang selalu berusaha membuatku dewasa dan mandiri meskipun bagi kalian aku tetap gadis kecil yang akan terus dalam pengawasan kalian

Untuk adikku tersayang Salbia Warohma, atas keceriaan keharmonisan pengertian kasih sayang pelukan hangat perlindungan yang selalu terjalin indah

Untuk almamater yang selalu aku banggakan

Serta untuk seseorang yang akan menjadi imam dalam hidupku kelak

SANWACANA

Terima kasih yang tak terhingga serta rasa syukur kehadiran ALLAH SWT yang telah memberikan kemudahan, melimpahkan rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Dan tak henti-hentinya Shalawat teriring salam senantiasa tercurah kepada junjungan umat Rasulullah SAW. Skripsi ini berjudul “**Studi Penggunaan Metode Analisis Berbasis Uv-Vis Spectroscopy Untuk Membedakan Kopi Luwak Asli Dan Kopi Campuran Luwak Robusta Secara Cepat**” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ibuku tercinta serta adikku tersayang atas segala perhatian kasih sayang yang telah diberikan, dukungan motivasi dan doa yang selalu mengiringi disetiap langkah kecil dalam kehidupanku;
2. Bapak Dr. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr., selaku Pembimbing Utama atas kesediannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam prses penyelesaian skripsi ini;
3. Ibu Winda Rahmawati, S.TP., M.Sc., M.Si., selaku Pembimbing Kedua yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan serta saran pengarahan selama penyusunan skripsi ini;

4. Ibu Cicih Sugianti, S.TP., M.Si., selaku Penguji Utama terimakasih untuk masukan dan saran-sarannya dalam penyusunan skripsi ini;
5. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian;
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian;
7. Rekan-rekan satu penelitian Novia Fratiwi, Riri Iriani, dan Arion Oktora;
8. Sahabat-sahabatku Rumpi Yuni Kurnia Fitri, Sindya Nirwana, Risa Inggit Pramitha, Retno Ayu Maulinda, Juppy Damay Lantika, Melaurent Oktavina Renata, Dahlia Rara Rosyali, Anita Tri Handayani;
9. Adik ku satu kamar selama tiga tahun Amalia Fauziah;
10. Sahabatku Kartinia Sari, Yosef Cahya Febrianto, Bayu Titis Nolo terimakasih untuk bantuannya selama ini;
11. Seluruh rekan-rekan Teknik Pertanian 2012 yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terimakasih atas kebersamaan kalian;
12. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis.

Penulis berdoa semoga segala bantuan yang diberikan mendapatkan balasan dari ALLAH SWT. Akhirnya penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan dan sedikit harapan semoga skripsi ini dapat bermanfaat. Amin

Bandar Lampung,

Penulis

Fipit Novi Handayani

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kopi Luwak (Civet coffee)	5
2.2 Kopi Robusta	7
2.3 UV-Vis spectroscopy	7
2.4 Teknik Kemometrika	10
III. METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.2 Bahan dan Alat	16
3.2.1 Bahan Penelitian	16
3.2.2 Alat Penelitian	16

3.3	Prosedur Penelitian	17
3.3.1	Proses Mengekstrak Kopi	17
3.3.2	Proses Pengukuran Spektra	19
3.3.3	Proses Analisis Data	22
3.4	Diagram Alir Penelitian	22
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1	Proses Pemilihan Sampel Menggunakan PCA	25
4.2	Membangun dan Menguji Model Menggunakan Analisis SIMCA	30
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1	Kesimpulan	37
5.2	Saran	38
	DAFTAR PUSTAKA	39
	LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel	<u>Teks</u>	Halaman
1. Confusion Matrix		14
2. Komposisi Sampel		17
3. Klasifikasi SIMCA		33
4. Hasil Confusion Matrix Model		34

Lampiran

5. PCA Seluruh Sampel Kopi	Error! Bookmark not defined.
6. PCA 95 Sampel Kopi	Error! Bookmark not defined.
7. SIMCA Model Asli	Error! Bookmark not defined.
8. SIMCA Model Campuran	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar	<u>Teks</u>	Halaman
1. Tester Kopi		2
2. Sampel Bubuk Kopi		3
3. Cara kerja UV-Vis <i>spectrophotometer</i>		9
4. Proses Mengekstrak dan Mengencerkan Kopi		18
5. Hasil Ekstraksi Kopi		18
6. Penyetingan Alat		19
7. Tampilan Tabular pada UV-Vis <i>Spectroscopy</i>		21
8. Diagram Alir Mengekstrak Kopi		23
9. Diagram Alir Pengukuran Spektra		24
10. Tampilan Layar Sebelum Program Dijalankan		25
11. Tampilan Layar Sebelum Program Dijalankan		26
12. UV-Vis Spektrum 100 sampel		27
13. UV-Vis Spektrum 6 sampel panjang gelombang 200-350 nm		27
14. PCA 100 Sampel		28
15. PCA 95 Sampel		29
16. Model SIMCA (a) dan (b)		31

Lampiran

17. Grafik Hasil Pada UV-Vis Spectroscopy **Error! Bookmark not defined.**
18. Data Tabular dari UV-Vis Spectroscopy **Error! Bookmark not defined.**

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu komoditas ekspor penting dari Indonesia, dan merupakan salah satu hasil komoditi perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi diantara tanaman perkebunan lainnya serta berperan sebagai devisa negara. Lampung merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki hasil kopi dengan rasa dan aroma yang khas dibandingkan dengan kopi dari daerah lainnya.

Di Indonesia terdapat dua jenis kopi yang umum dibudidayakan yaitu kopi Robusta dan kopi Arabika. Selain dua jenis kopi tersebut diproduksi juga kopi Luwak, kopi Luwak tidak didapat dari jenis tanaman kopi tertentu namun berasal dari buah kopi yang dikonsumsi oleh hewan Luwak atau Musang (*Paradoxurus hermaproditus*). Karena proses pengolahan yang unik serta cita rasa yang khas kopi Luwak memiliki harga yang cukup fenomenal diantara jenis kopi lainnya yaitu Rp.700.000,00/kg biji sangrai kopi Luwak Robusta dibandingkan harga biji sangrai kopi Robusta Rp.100.000,00/kg (Nurhayat, 2013). Meskipun memiliki harga yang cukup tinggi namun permintaan kopi Luwak terus meningkat.

Banyak cara digunakan untuk memenuhi keterbatasan persediaan kopi Luwak ini yaitu dengan cara fermentasi buatan. Namun tidak jarang produsen yang nakal memalsukan atau mencampur kopi Luwak ini dengan kopi biasa dengan kualitas rendah untuk memenuhi permintaan konsumen. Pengoplosan atau pencampuran kopi Luwak terjadi pada tiga bentuk yaitu, bentuk biji (*green coffee bean*), yang kedua biji kopi yang telah disangrai (*roasted bean*), dan biji kopi Luwak yang telah digiling/ bubuk (*ground bean*). Pemalsuan pada kopi dibagi menjadi dua jenis yaitu: 1. kopi dicampur dengan bahan non kopi, 2. kopi dengan varietas kualitas tinggi (mahal) dicampurkan dengan kopi kualitas rendah (murah).

Pengoplosan atau pencampuran kopi sangat sulit diidentifikasi apabila biji kopi telah disangrai atau sudah dalam bentuk bubuk. Ada beberapa metode yang digunakan perusahaan dalam mengidentifikasi keaslian kopi antara lain dengan *human sensory* dan metode *image processing*. Metode *human sensory* mengandalkan indra penciuman, pengecap, dan indra penglihatan dalam menentukan kualitas kopi yang mereka gunakan. Namun metode ini memiliki kelemahan, yakni tergantung dengan *tester* dalam mengidentifikasi kopi sehingga disaat *tester* tersebut sakit tidak ada yang bisa menggantikan karena identifikasi harus konsisten dan objektif.



Gambar 1. Tester Kopi (Taroepjatjeka, 2013)

Yang kedua menggunakan metode *image proccesing*, metode ini biasanya digunakan untuk kopi yang masih berupa biji yang belum disangrai. Kopi yang sudah disangrai umumnya memiliki warna yang relatif sama, begitupun dengan biji kopi yang sudah berbentuk bubuk yang warnanya sama akan sulit untuk diidentifikasi menggunakan *image processing* seperti pada Gambar 2. Oleh sebab itu digunakan metode yang berbeda untuk dapat menganalisis keaslian kopi menggunakan metode optik UV-Vis.



Gambar 2. Sampel Bubuk Kopi

Perlu adanya metode baru untuk mendeteksi keaslian kopi Luwak, yang lebih cepat, ekonomis, mudah serta memiliki hasil yang akurat. Untuk itu pada penelitian ini menggunakan UV-Vis *spectroscopy* sebagai cara untuk mendeteksi adanya pencampuran pada bubuk kopi Luwak. UV-Vis *spectroscopy* merupakan alat yang umum digunakan di laboratorium, proses ekstraksi tidak membutuhkan biaya yang mahal karena dapat menggunakan air sebagai pelarutnya, efisiensi waktu, serta hasil yang akurat dalam penggunaan analisa rutin. Secara singkat prinsip kerja UV-Vis menggunakan panjang gelombang tertentu untuk mengetahui absorbansi sampel.

Sudah banyak peneliti yang menggunakan alat ini untuk mengklasifikasi pangan dan analisis kandungan pangan contohnya alat ini digunakan untuk mengetahui kandungan kafein dalam kopi (Maramis dkk, 2013) namun belum ada yang menggunakan alat ini untuk mengidentifikasi keaslian kopi Luwak. Metode analisis menggunakan UV-Vis menghasilkan pola yang tepat dalam mengidentifikasi kopi Brazil dan kopi Brazil campuran, sehingga dapat diklasifikasikan dan dibedakan pola hasil penerapan PCA ke UV-Vis spektrophotometer dari seluruh sampel yang digunakan (Souto *et al*, 2015).

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

- a. Membangun model yang mampu mengidentifikasi dan mengklasifikasi kopi Luwak asli dan kopi campuran Luwak Robusta
- b. Menguji model yang dibangun untuk proses klasifikasi kopi Luwak asli dan kopi campuran Robusta

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- a. Memberikan kepastian dan legalitas keaslian kopi Luwak
- b. Memberikan kepuasan konsumen atas keaslian produk kopi Luwak
- c. Meningkatkan pendapatan produsen kopi Luwak

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kopi Luwak (*Civet coffee*)

Kopi merupakan salah satu tanaman perkebunan yang banyak tumbuh di Indonesia. Kopi diduga berasal dari Ethiopia sebuah negara yang berada di Benua Afrika. Kopi masuk ke Indonesia pada awal tahun 1700an yang dibawa oleh bangsa Belanda, saat ini hampir di seluruh wilayah Indonesia terdapat tanaman kopi (Pangabea, 2011). Tidak dipungkiri bahwa Indonesia salah satu negara penghasil kopi dengan kualitas tinggi dan harga jual yang cukup tinggi di pasaran salah satunya adalah kopi Luwak. Lampung merupakan salah satu daerah penghasil kopi, tepatnya di Kabupaten Lampung Barat kopi luwak banyak dibudidayakan.

Di Indonesia terdapat dua jenis kopi yang umum dibudidayakan yaitu kopi Robusta dan kopi Arabika. Selain dua jenis kopi tersebut diproduksi juga kopi Luwak, kopi Luwak ini tidak didapat dari jenis tanaman kopi tertentu namun berasal dari buah kopi yang dikonsumsi oleh hewan Luwak atau Musang (*Paradoxurus hermaphrodites*). Hewan Luwak adalah hewan yang memiliki insting alamiah dalam memilih dan memakan buah kopi dengan tingkat

kematangan optimum dengan membuka kulit luarnya luwak mengonsumsi biji dan lendir kopi (Hadipernata dan Nugraha, 2012).

Melalui fermentasi di dalam pencernaan Luwak menyebabkan kopi Luwak memiliki cita rasa dan aroma yang khas. Proses tersebut yang memberikan perubahan komposisi kimia pada biji kopi, yaitu pembentukan senyawa prekursor citarasa seperti asam organik, asam amino, dan gula sehingga mampu meningkatkan cita rasa kopi menjadi lebih berbeda dari kopi pada umumnya (Lin, 2010). Keistimewaan cita rasa ini diakibatkan oleh kandungan protein yang rendah serta kandungan lemak yang tinggi menyebabkan peningkatan kualitas cita rasa kopi Luwak dibandingkan kopi biasa sehingga kopi Luwak semakin diminati dan dicari keberadaannya.

Asal usul kopi Luwak yang unik dan cita rasa yang khas membuat kopi ini semakin digemari oleh penikmat kopi serta permintaannya meningkat meskipun dengan harga yang fenomenal kopi ini tetap menjadi kopi yang sangat diminati oleh penikmat kopi baik di Indonesia maupun di dunia. Semakin tinggi permintaan menyebabkan produksi kopi Luwak tidak cukup dengan kopi luwak hasil fermentasi hewan Luwak saja, salah satu alternatif yang digunakan adalah dengan menggunakan mikroba probiotik yang hidup dalam perut hewan Luwak. Hasil fermentasi basah yang dilakukan dengan mengisolasi mikroba probiotik dari organ pencernaan Luwak menghasilkan kopi yang memiliki cita rasa dan aroma yang hampir menyamai kopi hasil pencernaan hewan Luwak (Subaidi, 2016).

2.2 Kopi Robusta

Kopi Robusta adalah salah satu jenis kopi yang banyak dibudidayakan di Indonesia, hampir di seluruh wilayah Indonesia memiliki kopi jenis ini. Kopi robusta memiliki tekstur yang lebih kasar dibandingkan kopi jenis lainnya, aromanya lebih pekat, kadar kafein akan cenderung meningkat ketika elevasi tempat tumbuh kopi Robusta semakin tinggi (Towaha dkk, 2014). Kopi Robusta banyak disenangi dan ditanam karena lebih mudah beradaptasi dibandingkan dengan kopi Arabika. Karakteristik biji kopi Robusta yaitu, rendemen kopi Robusta lebih tinggi 20-22% dibanding Arabika, lebih bulat, dan tebal.

Meskipun banyak yang membudidayakan kopi Robusta, tetapi kopi Robusta memiliki harga yang relatif lebih rendah dibandingkan harga kopi Luwak. Penyebab perbedaan harga disebabkan lebih mahalnya biaya produksi kopi Luwak dengan kopi Robusta. Dalam produksi kopi Luwak, hewan Luwak memerlukan perawatan dari segi kesehatan, pakan, kandang dan kenyamanan yang harus selalu diperhatikan agar dapat menghasilkan kopi Luwak dengan kualitas yang baik hal ini termasuk dalam biaya produksi kopi Luwak.

2.3 UV-Vis *spectroscopy*

Spectrophotometer sesuai dengan namanya terdiri dari spectro dan fotometer. Spektro menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi. UV-Vis *spectroscopy* adalah alat yang umum digunakan khususnya yang berbasis serapan untuk mendeteksi transmitan atau absorban

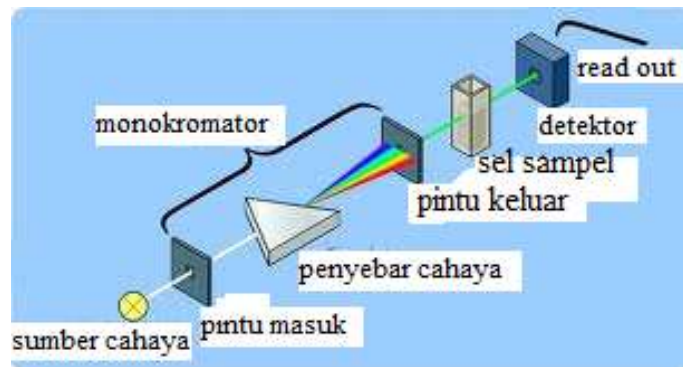
cahaya yang melewati suatu material, dengan gelombang cahaya tertentu (Skoog *et al*, 2013), untuk keperluan menganalisis menggunakan sampel homogen (larutan). Setiap objek yang berbeda tentunya akan menghasilkan panjang gelombang dari hasil pemantulan cahaya yang berbeda pula. Komponen spektro antara lain, 1. Sumber radiasi , 2. Wadah sampel, 3. Monokromotor , 4. Detektor , dan 5. Rekorder.

Alat ini banyak digunakan diberbagai bidang penelitian, dan termasuk alat standar yang harus ada di Laboratorium karena harganya yang murah serta cara kerja alat ini mudah dan cepat. Kemudahan dalam menggunakan alat ini adalah sampel dapat langsung digunakan tanpa adanya preparasi, namun sampel yang digunakan haruslah sampel yang jernih, transparan dan tidak keruh sehingga data yang didapat maksimal.

Prinsip kerja spektroskopi UV-Vis menggunakan cahaya sebagai tenaga yang mempengaruhi substansi senyawa yang menimbulkan cahaya. Cahaya yang digunakan merupakan foton yang bergetar dan menjalar secara lurus dan merupakan tenaga listrik dan magnet yang keduanya saling tegak lurus. Cara kerja alat ini yaitu:

- a. Sinar dari sumber cahaya diteruskan menuju monokromotor
- b. Cahaya dari monokromotor diarahkan terpisah melalui sampel dengan sebuah cermin berotasi
- c. Detektor menerima cahaya dari sampel secara bergantian dan berulang, dan memproses sinyal listrik yang datang,

- d. Setelah diproses hasil yang didapat diolah dengan program yang telah dipersiapkan.



Gambar 3. Cara kerja UV-Vis *spectrophotometer* (Al razi, 2012)

Cahaya yang diserap diukur sebagai absorbansi (A) sedangkan cahaya yang dihamburkan diukur sebagai transmittansi (T), dinyatakan dengan hukum lambert-beer atau Hukum Beer, berbunyi:

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

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

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 ($\text{ml g}^{-1} \text{cm}^{-1}$)

b : tebal kuvet (cm)

C : konsentrasi (gram/100ml)

2.4 Teknik Kemometrika

Kemometrika adalah ilmu yang menggunakan matematika, statistik, logika formal dalam merancang suatu prosedur eksperimental untuk memberikan informasi yang relevan dalam menganalisis (Hopke, 2003). Teknik kemometrika yang umum digunakan dalam penelitian mencakup pengolahan data, data hasil pengukuran akan dibangun model persamaan menggunakan PCA (*principal component analysis*). PCA adalah sebuah teknik untuk membangun variable-variable baru yang merupakan kombinasi linear dari variable-variable asli dan merupakan teknik standar dalam membangun pola model suatu ekstraksi. Pembangunan klasifikasi bertujuan untuk membedakan jenis hasil ekstraksi seperti membangun rumah untuk masing-masing hasil sesuai dengan kandungannya. Variable-variable baru disebut sebagai *principle component* (PC) dan nilai-nilai bentukan dari varible ini disebut sebagai *principle component score* (PCs).

Principal component analysis (PCA) adalah kombinasi linier dari variabel awal yang secara geometris kombinasi linier ini merupakan sistem koordinat baru yang

diperoleh dari rotasi semula. Perhitungan pada PCA didasarkan pada perhitungan nilai eigen dan vektor eigen yang menyatakan penyebaran data dari suatu dataset. Tujuan dari PCA adalah untuk mereduksi data yang ada menjadi lebih sedikit tanpa harus kehilangan informasi yang ada dalam data awal. Dengan menggunakan PCA data yang tadinya sebanyak n variabel akan direduksi menjadi k variabel baru (principle component) dengan jumlah k lebih sedikit dari jumlah n , dan hanya dengan menggunakan k principle component akan menghasilkan nilai yang sama dengan menggunakan n variabel (Johnson dan Wichern, 2007).

Dalam buku Johnson dan Wichern (2007) perhitungan analisa dengan menggunakan PCA secara garis besar adalah sebagai berikut :

1. Data-data yang didapat terkadang memiliki perbedaan skala yg cukup mencolok. Satu data berkisar antara 10^{-1} , sementara lainnya bernilai 10^2 . Perbedaan skala ini akan menyebabkan ketidaksimetrisan persebaran (variance) data. Oleh sebab itu, data-data tersebut mesti distandardisasikan dengan cara seperti berikut:

$$X_{\text{baru}} = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$$

2. Hitung matriks kovarian dengan menggunakan persamaan :

$$\text{variance}(x, x) = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(x_i - \bar{x})}{N-1}$$

$$\text{covariance}(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{N-1}$$

3. Hitung nilai eigen dengan persamaan :

$$\det[A - \lambda I] = 0$$

Dimana : A : kovarian matriks

λ : eigen value

I : identity matriks

Dari persamaan di atas, jumlah *eigenvalue* akan sebanyak jumlah variable yang terlibat. Kemudian, *eigenvector* dihitung dengan menyelesaikan persamaan di bawah:

$$[A - \lambda I]X = 0$$

X = *eigenvector* untuk *eigenvalue* yang digunakan.

Meskipun PCA merupakan teknik pengenalan pola *nonsupervised*, namun sering digunakan untuk mengklasifikasikan data. PCA dapat menjadi alternatif yang memadai untuk data variabilitas antara kelompok yang mendominasi.

Pembentukan dan pengujian model yang dibangun menggunakan program SIMCA (*soft independent modeling of class analogy*), SIMCA juga termasuk ke dalam PCA namun memiliki tingkat sensitifitas pembacaan data yang tinggi (*supervised*). Prosedur yang digunakan untuk mengimplementasikan SIMCA adalah dengan melakukan pemisahan PCA pada setiap kelas di data set, dan dalam jumlah yang memadai komponen utama dipertahankan ke untuk sebagian besar variasi data dalam setiap kelas. Klasifikasi di SIMCA dibuat dengan membandingkan varians residual dari sampel dengan rata-rata residual varians dari sampel tersebut yang membentuk kelas. Perbandingan ini memberikan ukuran langsung dari kesamaan sampel untuk kelas tertentu dan dapat dianggap sebagai ukuran *goodness of fit* dari sampel untuk model kelas tertentu (Lavine, 2009)

Keuntungan penggunaan SIMCA dalam mengklasifikasikan data:

- a. Hanya ditugaskan untuk kelas yang memiliki probabilitas tinggi. Jika varians residual sampel melebihi batas atas untuk setiap kelas dalam dataset, sampel tidak akan direpresentasikan dalam kumpulan data.
- b. Beberapa kelas dalam kumpulan data mungkin tidak dipisahkan dengan baik. Oleh sebab itu sampel mungkin ditugaskan untuk dua atau lebih kelompok atau model.
- c. SIMCA sensitif terhadap kualitas data yang digunakan untuk menghasilkan model komponen utama masing-masing kelas pada training set. Variabel dengan kekuatan pemodelan rendah dan daya diskriminatif rendah biasanya dihapus dari analisis karena mereka hanya berkontribusi suara untuk model komponen utama.

Kekurangan penggunaan SIMCA apabila menggunakan dua model A dan B:

- a. Sampel data aktual masuk ke dalam model A
- b. Sampel data aktual masuk ke dalam model B
- c. Sampel data aktual masuk ke dalam model A dan model B
- d. Sampel data aktual tidak dapat terdeteksi dan tidak masuk kedua-duanya

Hasil yang didapat dalam pengujian ini kemudian digunakan untuk menghitung tingkat akurasi, sensitivitas, spesivitas dan *false alarm rate* menggunakan perhitungan *confusion matrix*.

Menurut Lavine (2009) *confusion matrix* adalah suatu metode perhitungan yang digunakan untuk menghitung akurasi pada data mining. Data mining sendiri secara sederhana adalah ekstraksi pola yang menarik dari data dalam jumlah yang besar. Cara kerja data mining adalah untuk memprediksi apa yang akan terjadi dengan teknik pemodelan. Pemodelan di sini dimaksudkan sebagai kegiatan untuk

membangun sebuah model yang telah diketahui jawabannya, untuk kemudian diterapkan pada situasi yang akan dicari jawabannya.

Kemudian dari hasil perhitungan akan diketahui bahwa pembangunan model dapat digunakan atau tidak dapat digunakan dalam membedakan kopi Luwak asli dan kopi Luwak campuran berdasarkan presentase yang didapat.

Tabel 1. *Confusion Matrix*

	Class A(actual)	Class B (actual)
Class A (<i>assigned by classifier</i>)	a	b
Class B (<i>assigned by classifier</i>)	c	d

(Lavine, 2009)

dengan rumus:

$$\text{Akurasi (AC)} : \frac{a+d}{a+b+c+d} \times 100\%$$

$$\text{Sensitivitas (S)} : \frac{d}{b+d} \times 100\%$$

$$\text{Spesifisitas (SP)} : \frac{a}{a+c} \times 100\%$$

$$\text{False alarm rate (FP)} : \frac{c}{c+a} \times 100\%$$

Keterangan :

a : jumlah sampel dari kelas A yang masuk ke dalam model A

b : jumlah sampel dari kelas A yang masuk ke dalam model B

c : jumlah sampel dari kelas B yang masuk ke dalam model A

d : jumlah sampel dari kelas B yang masuk ke dalam model B

Nilai yang didapat dari perhitungan di atas menunjukkan persentasi tingkat akurasi, sensitivitas, spesifisitas, dan *false alarm rate* dalam menguji model yang telah dibangun.

Akurasi menunjukkan nilai keakuratan dari model yang dibuat, semakin tinggi nilai akurasi maka model yang dibuat semakin baik. Persentase sensitivitas menunjukkan kemampuan model untuk bisa menolak sampel yang bukan kelasnya, semakin tinggi persentase sensitivitas model maka model tersebut semakin mengenali karakteristik sampel. Spesifisitas merupakan kemampuan model untuk mengarahkan sampel ke kelas yang benar, sama halnya dengan sensitivitas semakin tinggi persentase spesifisitas maka model tersebut semakin baik dalam mengenali karakteristik sampel. Persentase false alarm rate menunjukkan tingkat kesalahan model yang dibuat, semakin rendah persentase false alarm rate maka model tersebut semakin baik dalam mengenali karakteristik sampel

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei – Juni 2016 di Laboratorium Rekayasa Bioproses Pasca Panen Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bubuk kopi Luwak dan bubuk kopi Robusta yang diperoleh dari produsen kopi di daerah Liwa Lampung Barat, Provinsi Lampung.

3.2.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah, Ayakan *Tyler MEINZER II* dengan mesh ukuran 50 (*297 mikro meter*), timbangan analitik, termometer, *heater*, *rubber bulb*, pipet tetes ukuran 25 ml dan 1 ml, *Cimarec Stirrer S130810-33 (4x4 inch)*, kertas saring, corong, gelas *erlenmeyer* 50 ml, gelas ukur,

aluminium foil, tisu, GENESYS 10S UV-Vis *spectrophotometer* (Thermo Electron Scientific Instruments, USA), flas disk, kuvet, dan alat tulis.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Proses Mengekstrak Kopi

Penelitian ini menggunakan 100 sampel kopi, sebelum dilakukan pengambilan spektra pada kopi, bubuk kopi terlebih dahulu ditimbang sebanyak 1 gram dengan komposisi kopi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Sampel

Sampel	Luwak (g)	Robusta (g)	Jumlah (g)	Keterangan
SLWK 1-50	1	0	1	Asli
SALWKR 51 – 60	0,9	0,1	1	Campuran
SALWKR 61 – 70	0,8	0,2	1	Campuran
SALWKR 71 – 80	0,7	0,3	1	Campuran
SALWKR 81 – 90	0,6	0,4	1	Campuran
SALWKR 91 – 100	0,5	0,5	1	Campuran

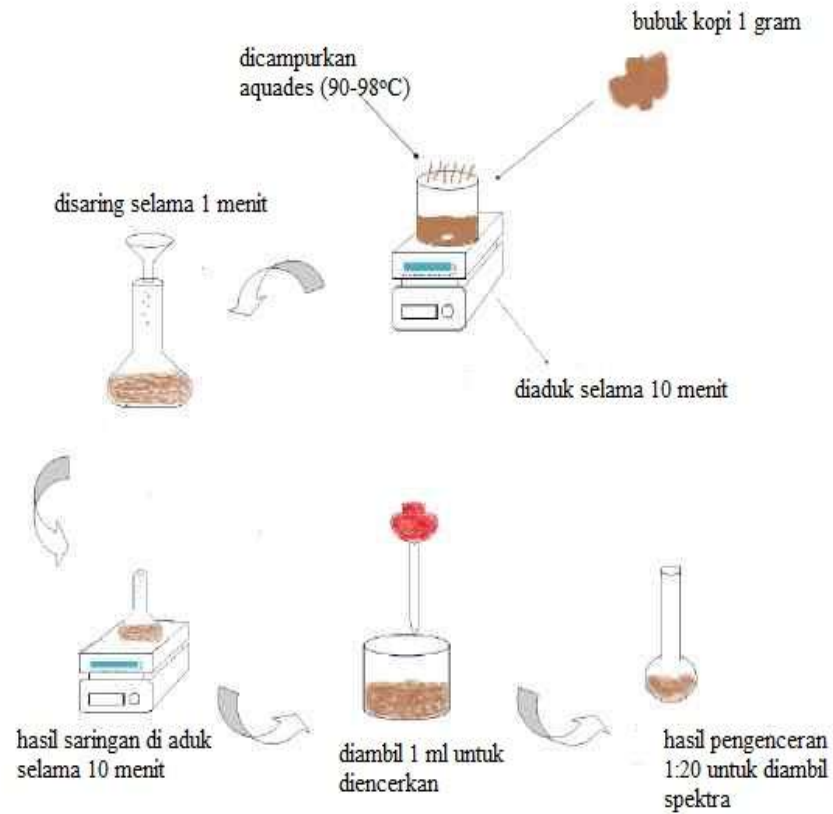
Keterangan :

SLWK 1-50 : Sampel Luwak Asli Tanpa Pencampuran
 SALWKR 51 - 60 : Sampel Campuran Luwak 90% dan Robusta 10%
 SALWKR 61 - 70 : Sampel Campuran Luwak 80% dan Robusta 20%
 SALWKR 71 - 80 : Sampel Campuran Luwak 70% dan Robusta 30%
 SALWKR 81 - 90 : Sampel Campuran Luwak 60% dan Robusta 40%
 SALWKR 91 - 100 : Sampel Campuran Luwak 50% dan Robusta 50%

Setelah ditimbang kopi diseduh dengan 50 ml aquades dengan suhu 90-98 °C.

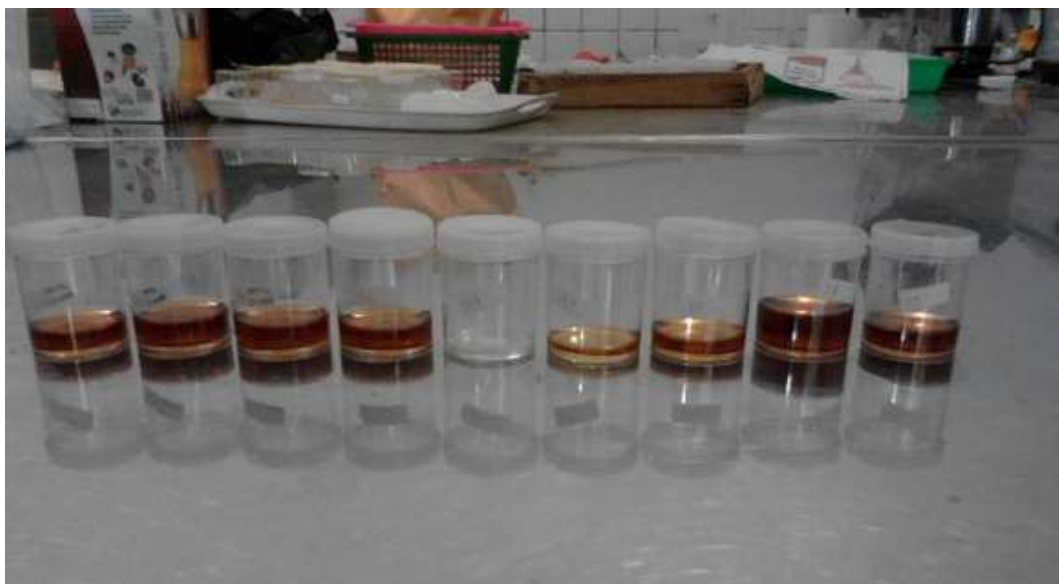
Dilakukan pengadukan selama 10 menit menggunakan *stirrer* dengan kecepatan 350 rpm, kemudian disaring selama 1 menit menggunakan kertas saring. Hasil saringan kopi sambil diaduk dengan kecepatan 125 rpm sambil menunggu suhu mencapai 24-27 °C (suhu ruang) sebelum diencerkan. Pengenceran dilakukan

dengan perbandingan 1 : 20 ml (Souto *et al*, 2015), maksudnya 1 ml ekstrak kopi ditambahkan 20 ml aquades.



Gambar 4. Proses Mengekstrak dan Mengencerkan Kopi

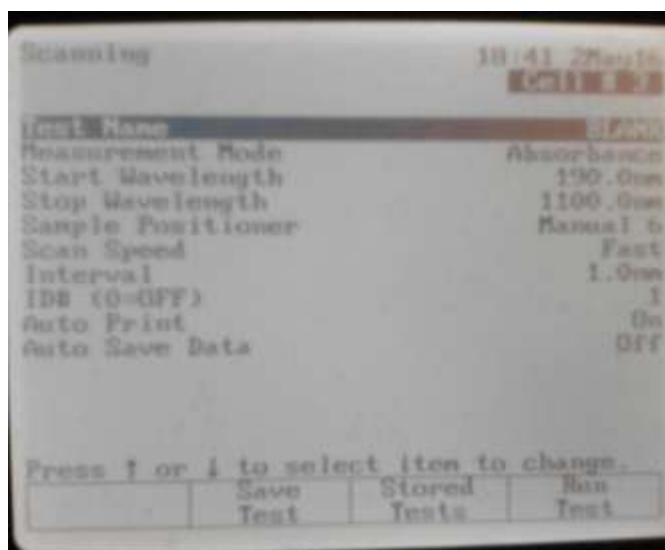
Hasil ekstraksi seperti dapat dilihat seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Ekstraksi Kopi

3.3.2 Proses Pengukuran Spektra

Setelah diencerkan hidupkan alat GENESYS 10 UV-Vis *spectrophotometer*, kemudian masukan blank dan sampel ke dalam kuvet sebanyak 2 ml (gambar hasil pengenceran dapat dilihat pada Lampiran 2. Gambar 31). Letakan kuvet ke dalam holders sistem dengan susunan yang sesuai dengan posisi yang telah ditentukan alat UV-Vis *spectrophotometer*. Setting alat sesuai dengan kebutuhan penelitian pada penelitian ini penyetingan seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Penyetingan Alat

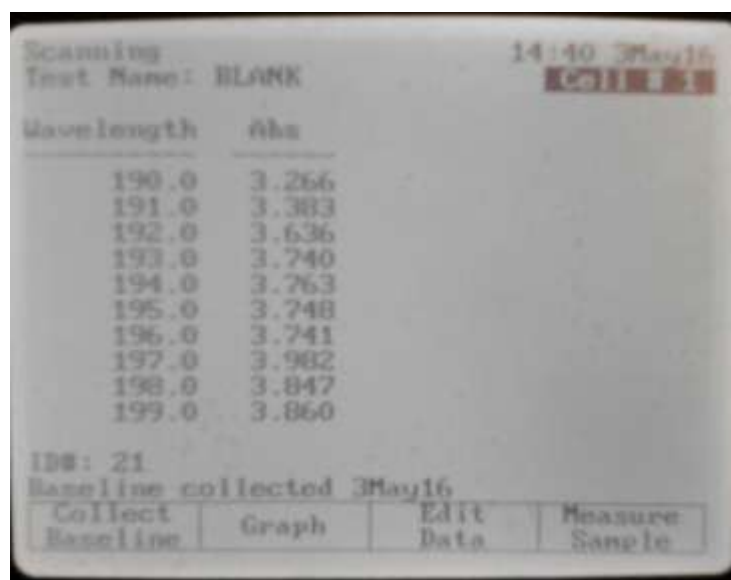
Setelah dilakukan pengaturan klik tombol *Run Test*, kemudian *collect baseline* pertama kali alat akan mulai bekerja untuk mengidentifikasi blank tunggu prosesnya hingga 100%. Setelah itu pilih sampel sesuai dengan peletakan di dalam alat spektra secara manual tekan tombol *measure sampel* tunggu hingga proses 100%, selama proses berlangsung dilarang untuk membuka tutup wadah sampel. Metode ini dikatakan cepat karena pada proses pengambilan data spektra dibutuhkan waktu dua menit empat puluh satu detik untuk blank dan untuk sampel kopi dibutuhkan waktu dua menit pada proses pengambilan data spektra. Lebih

hemat waktu dibandingkan dengan cara konvensional yang memerlukan waktu lama untuk mengidentifikasi kopi.

Setelah proses mencapai 100% alat ini akan menimbulkan suara sebagai tanda bahwa proses telah selesai data grafik pada layar, tekan tombol tabular maka akan muncul data dalam bentuk *tabular* di layar monitor alat spektra. Tekan edit sampel, pilih *save test to the USB drive* tekan enter. Masukkan nama sampel dengan menekan tombol *add character*, kemudian tekan tombol *accept name* tunggu hingga proses *working* selesai untuk melanjutkan ke sampel selanjutnya. Lakukan berulang hingga seluruh sampel selesai dikerjakan. Pastikan USB telah terpasang pada alat spektra dengan benar. Setelah selesai kuvet blank dan sampel di keluarkan dari spektra bersihkan dan simpan kuvet ditempatnya, matikan alat dengan menekan tombol *turn off* pada bagian belakang alat dan cabut kabel dari aliran listrik.

Pada tahap ini pengambilan spektra menggunakan panjang gelombang 190-1100 nm dan dalam satu sampel akan menghasilkan 910 data. Cara kerja alat ini adalah cahaya yang dihasilkan gelombang listrik akan diteruskan menuju monokromotor, monokromotor adalah piranti optis yang memancarkan berkas dari sumber cahaya yang berkesinambungan sesuai dengan gelombang yang diinginkan. Cahaya dari monokromotor ini kemudian akan diteruskan melalui cermin yang berotasi ke detektor. Detektor akan memberikan respon terhadap radiasi pada berbagai macam panjang gelombang yang telah ditentukan secara bergiliran dan berulang. Sinyal dari detektor akan diproses serta diubah menjadi nilai-nilai yang kemudian dapat dilihat dan diolah sesuai dengan kebutuhannya.

Sampel akan disinari dengan panjang gelombang tertentu yang akan memberikan gambaran atau hasil berupa spektra yang direkam oleh detektor dalam bentuk tabular dan grafik. Informasi ini diperoleh dari intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi. Pada penelitian ini spektra diambil menggunakan alat GENESYS 10S UV-Vis *spektrophotometer* (Thermo Electron Scientific Instruments, USA). Dengan panjang gelombang yang digunakan 190-1100 nm. Spektra yang diperoleh direkam oleh detektor dan disimpan ke dalam USB, data yang tersimpan berupa data tabular yang dapat dibaca dalam program *Microsoft Excel*.



The image shows a handheld device screen displaying a table of data. At the top, it says 'Scanning' and 'Test Name: BLANK'. The date and time '14:40 3May16' are in the top right. The table has two columns: 'Wavelength' and 'Abs'. Below the table, it says 'ID#: 21' and 'Baseline collected 3May16'. At the bottom, there are four buttons: 'Collect', 'Graph', 'Edit', and 'Measure', with 'Baseline', 'Data', and 'Sample' written below them respectively.

Wavelength	Abs
190.0	3.266
191.0	3.383
192.0	3.636
193.0	3.740
194.0	3.763
195.0	3.748
196.0	3.741
197.0	3.982
198.0	3.847
199.0	3.860

Gambar 7. Tampilan Tabular pada UV-Vis Spectroscopy

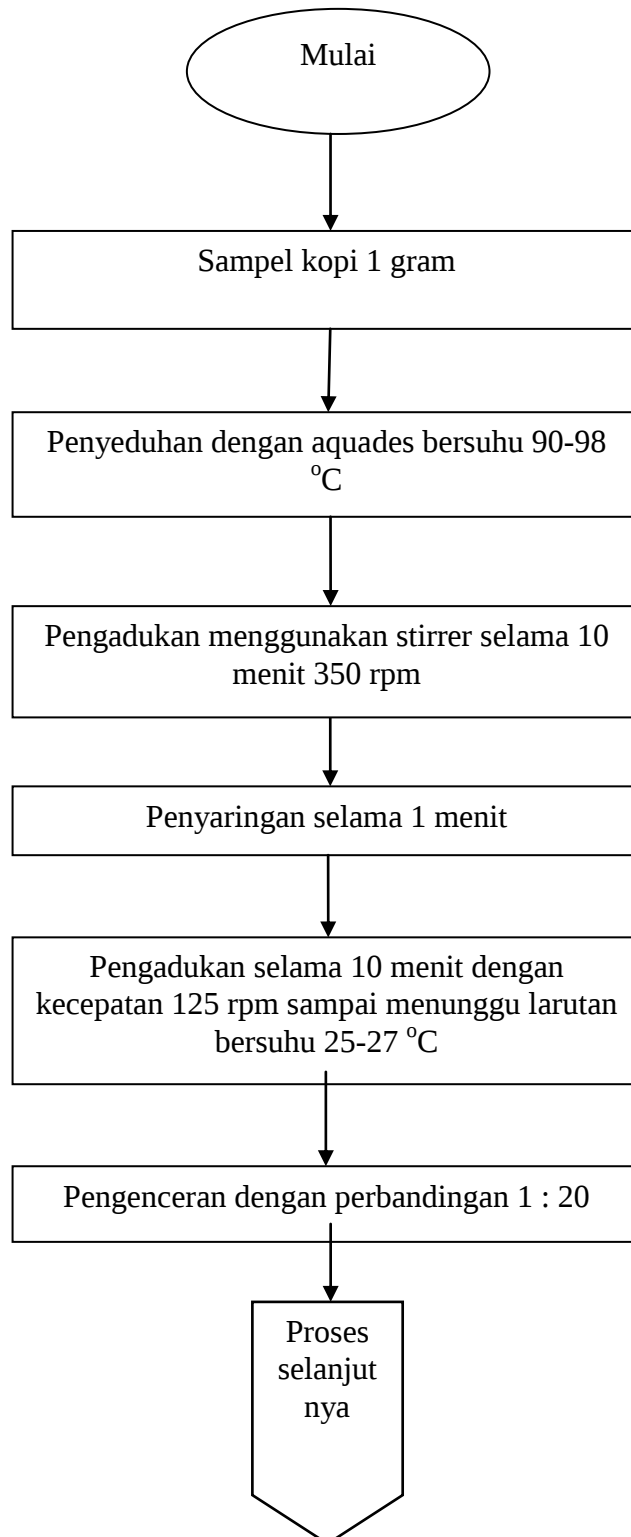
Tampilan data tabular pada Gambar 7 hasil pengukuran spektra ekstrak kopi, untuk menyimpan data tekan tombol *edit data* kemudian *save data* ketik nama yang akan digunakan. Untuk melanjutkan pengukuran pada sampel lainnya dengan menekan tombol *measure sample* maka akan secara otomatis melakukan pengukuran spektra pada sampel selanjutnya. Untuk data yang telah disimpan kemudian diolah menggunakan perangkat lunak *The Unscrambler* versi 9.8.

3.3.3 Proses Analisis Data

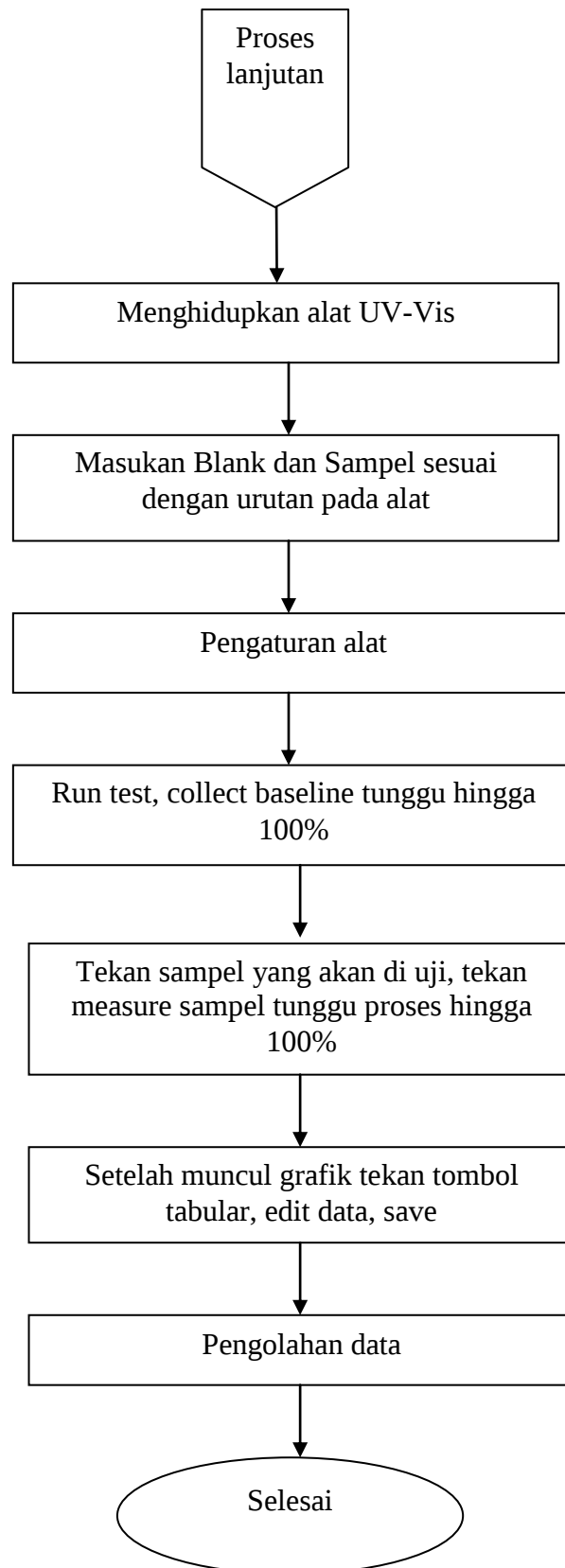
Analisis data meliputi membangun dan menguji model untuk mengidentifikasi kopi Luwak dan kopi Robusta. Semua sampel dikelompokkan menjadi dua yaitu sampel untuk membangun model dan menguji model. Pembangunan model ini membutuhkan 25 sampel asli kopi Luwak dan 30 sampel kopi campuran Luwak dan Robusta. Pembangunan model yang akan menunjukkan perbedaan antara kopi asli dan kopi campuran sehingga saat uji berlangsung sampel yang diuji akan otomatis masuk ke dalam model yang telah ditentukan. Setelah proses pembangunan program selesai kemudian hasilnya diuji. Pengujian dilakukan menggunakan program yang memiliki tingkat sensitifitas yang lebih tinggi yaitu SIMCA (*soft independent modeling of class analogy*). Penentuan klasifikasi dan model menggunakan 20 data kopi Luwak asli dan 20 data campuran kopi Luwak Robusta yang hasilnya diuji apakah data yang dihasilkan dapat sesuai dengan yang diharapkan. Sehingga model untuk kopi Luwak dan kopi campuran Luwak Robusta dapat dibedakan, dan akan dihitung tingkat keberhasilannya menggunakan rumus *confusion matrix*.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Untuk diagram alir mengekstrak kopi dapat dilihat pada Gambar.8 dan untuk diagram alir pengukuran spektra dapat dilihat pada Gambar.9 di bawah ini :



Gambar 8. Diagram Alir Mengekstrak Kopi



Gambar 9. Diagram Alir Pengukuran Spektra

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari 100 sampel yang ada setelah proses *Hotelling T2 ellipse* hanya 95 sampel yang dapat digunakan. Dengan pembagian 45 sampel kopi Luwak asli dan 50 sampel kopi campuran Luwak Robusta. Dua puluh lima sampel kopi Luwak asli digunakan untuk membangun model asli dan tiga puluh sampel kopi campuran Luwak Robusta digunakan untuk membangun model Campuran, dengan nilai varians 84% PC1, 6% PC2 untuk model Asli dan 82% PC1, dan 11% PC2 untuk model Campuran.
2. Prediksi model menggunakan klasifikasi SIMCA (*soft independent modeling of class analogy*) menggunakan dua puluh sampel kopi Luwak asli dan dua puluh sampel kopi campuran Luwak Robusta dengan signifikan 10% didapatkan nilai akurasi (AC) 48,48%, sensitivitas (S) 50%, spesivitas (SP) 33,33%, dan *false alarm rate* (FP) 66,67%.

5.2 Saran

Dalam proses ekstraksi pencampuran kopi Luwak perlu adanya variasi pada jenis kopi pencampurnya, apabila menggunakan kopi dengan jenis yang sama persentase pencampuran lebih diperbanyak agar terlihat perbedaannya. Serta perlu adanya analisis yang lebih sensitif untuk proses pengujian model yang dibangun.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Razi, Z. 2012. Spectrofotometer UV-Vis. Diunduh dari <http://zaidanalrazi.blogspot.co.id> pada hari Rabu 30/04/2016.
- Hadipernata, M., dan S. Nugraha. 2012. Identifikasi Fisik, Kimia dan Mikrobiologi Biji Kopi Luwak Artificial. *Prosiding Seminar Nasional Insentif Riset Sinas*. Hlm.117-121.
- Hanifah, N., dan Kurniawati. 2013. Pengaruh Larutan Alkali dan Yeast Terhadap Kadar Asam, Kafein, dan Lemak Pada Proses Pembuatan Kopi Fermentasi. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri-UNDIP*. 2(2): 162-168.
- Hopke, P.K. 2003. *The Evolution of Chemometrics*. Analytica Chimica Acta 500. Elsevier. New York. Hlm: 365-377.
- Johnson dan Wichern. 2007. *Applied Multivariate Statistical Analysis 6TH*. Pearson Prentice Hall. New Jersey. hlm 430-450
- Lavine, B. K. 2009. Statistical Discriminant Analysis. Dalam B. Walczak, R. Tauler, & S. Brown (Eds.), *Comprehensive chemometrics*. Elsevier. Amsterdam pp. 519-528.
- Lavine, B. K. 2009. Validation of Classifier. Dalam B. Walczak, R. Tauler, & S. Brown (Eds.), *Comprehensive chemometrics*. Elsevier. Amsterdam pp. 587-599.
- Lin, C. C. 2010. Approach of improving coffee industry in Taiwan promote quality of coffee bean by fermentation. *The Journal of International Management Studies*. 5 (1): 154-159.
- Maramis, R.K., G. Citraningtyas., dan F. Wehantouw. 2013. Analisis Kafein Dalam Kopi Bubuk Di Kota Manado Menggunakan Spektrofotometer UV-VIS. *PHARMACON*. 2(4): 122-128.
- Nurhayat, W. 2013. 5 Fakta Unik Tentang Kopi Luwak Indonesia. Diunduh dari <http://m.detik.com> pada hari Rabu 31/08/2016.

- Taroepratjeka, A. 2013. Mau Coffee Cupping Apa Coffee Testing. Diunduh dari <http://ngaleueutkopi.wordpress.com> pada hari Rabu 30/04/2016.
- Towaha, J., A. Aunillah., E.H. Purwanto., dan H. Supriadi. 2014. Pengaruh Elevasi dan Pengolahan Terhadap Kandungan Kimia dan Cita Rasa Kopi Robusta Lampung. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar* 1(1): 57-62.
- Pangabean, E. 2011. *Buku Pintar Kopi*. PT. Agro Media Pustaka. Jakarta. hlm 2-5.
- Skoog, Douglas A., Donald M. West., F. James Holler., and Stanley R. Crouch. 2013. *Fundamentals of Analytical Chemistry*. 9TH. Cengage Learning. (e-book) Part V. USA. hlm 722-760.
- Souto, U. T. C. P., M.F, Barbosa., H.V, Dantas., A.S, Pontes., W.S, Lyra., P.H.G.D, Diniz., M.C.U, Araujo., and E.C, Silva. 2015. Identification of Adulteration in Ground Roasted Coffees Using UV-Vis spectroscopy and SPAD-LDA, LWT- *Food Science and Technology* 30: 1-5.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2015.04.003>
- Subaidi. 2016. Kopi Specialty, Kopi Luwak Probiotik. Diunduh dari <http://bbp2tp.litbang.pertanian.go.id> pada hari Jumat 27 Mei 2016
- Wirawan, I. N. T., dan I. Eksistyanto. 2015. Penerapan Naive Bayes Pada Intrusion Detection System Dengan Diskritisasi Variabel. *JUTI*. 13(2): 182-189.