

**STUDI PENGGUNAAN SPEKTRA DATA DI DAERAH ULTRAVIOLET
VISIBLE DAN METODE PLS-DA UNTUK DISKRIMINASI BEBERAPA
KOPI SPESIALTI INDONESIA**

(Skripsi)

Oleh

MAGDALENA TYAS PRATIWI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRACT

THE STUDIES ON THE USE OF SPECTRA DATA IN ULTRAVIOLET VISIBLE REGION AND PLS-DA METHOD FOR DISCRIMINATION OF SOME INDONESIAN SPECIALTY COFFEES

By

MAGDALENA TYAS PRATIWI

The aim of the research was to distinguish the types of specialty coffee (Gayo coffee, Kintamani coffee, and Wamena coffee) based on optical properties using UV-Vis Spectroscopy. The research was conducted from May to June 2017. The composition of the material used in each sample in this research was 1 gram with 50 samples in total for Gayo, Kintamani, and Wamena. Spectral data for each sample were acquired twice. After obtaining absorbance data, the next step was to combine absorbance data from Gayo, Kintamani, and Wamena coffee samples into Microsoft Excel which will be analyzed by using The Unscrambler version 9.2 software.

The total 300 absorbance data were processed using Principal Component Analysis (PCA) method to obtain factor values from Principal Component (PC). Then, the calibration and validation model were developed using Partial Least Square Discriminant Analysis (PLS-DA) method. The model was evaluated using several parameters such as R^2 , RMSEC, RMSECV, and RMSEP. The result of calibration and validation showed that the samples were successfully

differentiated using UV-Vis Spectroscopy which Gayo-Kintamani has R^2_{Cal} value of 0,94 and R^2_{Val} value of 0,85, Gayo-Wamena has R^2_{Cal} value of 0,14 and R^2_{Val} value of 0,11, Kintamani-Wamena has R^2_{Cal} value of 0,95 and R^2_{Val} value of 0,93, and Gayo-Kintamani-Wamena has R^2_{Cal} value of 0,11 and R^2_{Val} value of 0,09. The prediction that was resulted from Gayo-Kintamani with R^2_{Pred} value of 0,92, Gayo-Wamena with R^2_{Pred} value of 0,17, Kintamani-Wamena with R^2_{Pred} value of 0,94, and Gayo-Kintamani-Wamena with R^2_{Pred} value of 0,13. Meanwhile, the samples of Gayo-Wamena and Gayo-Kintamani-Wamena can not be distinguished because Gayo and Wamena coffees have the same type of soil that is ultisol.

Keywords : *coffee, UV-Vis Spectroscopy, Principal Component Analysis (PCA), Partial Least Square Discriminant Analysis (PLS-DA)*

ABSTRAK

STUDI PENGGUNAAN SPEKTRA DATA DI DAERAH ULTRAVIOLET *VISIBLE* DAN METODE PLS-DA UNTUK DISKRIMINASI BEBERAPA KOPI SPESIALTI INDONESIA

Oleh

MAGDALENA TYAS PRATIWI

Penelitian ini bertujuan untuk membedakan jenis kopi spesialti (kopi Gayo, Kintamani, dan Wamena) berdasarkan sifat optik menggunakan *UV-Vis Spectroscopy*. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juni 2017. Komposisi bahan yang digunakan pada setiap sampel dalam penelitian ini yaitu 1 gram dengan jumlah sampel sebanyak 50 sampel untuk setiap jenis kopi Gayo, Kintamani, dan Wamena. Setiap sampel diambil data spektra sebanyak 2 kali. Setelah didapatkan data absorban, langkah selanjutnya yaitu menggabungkan data absorban dari sampel kopi Gayo, Kintamani, dan Wamena ke dalam *Microsoft Excel* yang kemudian akan diolah menggunakan *software The Unscrambler* versi 9.2.

Data absorban dari 300 sampel diolah menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA) untuk mendapatkan nilai faktor dari *Principal Component* (PC). Setelah itu, model kalibrasi dan validasi dibangun menggunakan metode PLS-DA. Selanjutnya dilakukan evaluasi model menggunakan beberapa parameter seperti R^2 , RMSEC, RMSECV, dan RMSEP.

Hasil dari kalibrasi dan validasi menunjukkan bahwa sampel yang berhasil dibedakan dengan menggunakan *UV-Vis Spectroscopy* yaitu sampel Gayo-Kintamani dengan nilai R^2_{Cal} sebesar 0,94 dan R^2_{Val} sebesar 0,85, sampel Gayo-Wamena dengan nilai R^2_{Cal} sebesar 0,14 dan R^2_{Val} sebesar 0,11, sampel Kintamani-Wamena dengan nilai R^2_{Cal} sebesar 0,95 dan R^2_{Val} sebesar 0,93, dan sampel Gayo-Kintamani-Wamena dengan nilai R^2_{Cal} sebesar 0,11 dan R^2_{Val} sebesar 0,09. Sedangkan untuk sampel Gayo-Kintamani dengan nilai R^2_{Pred} sebesar 0,92, Gayo-Wamena dengan nilai R^2_{Pred} sebesar 0,17, Kintamani-Wamena dengan nilai R^2_{Pred} sebesar 0,94, dan Gayo-Kintamani-Wamena dengan nilai R^2_{Pred} sebesar 0,13 dapat dikatakan tidak berhasil dibedakan karena kopi Gayo dan Wamena memiliki jenis tanah yang sama yaitu ultisol.

Kata Kunci : kopi, *UV-Vis Spectroscopy*, *Principal Component Analysis (PCA)*, *Partial Least Square Discriminant Analysis (PLS-DA)*

**STUDI PENGGUNAAN SPEKTRA DATA DI DAERAH ULTRAVIOLET
VISIBLE DAN METODE PLS-DA UNTUK DISKRIMINASI BEBERAPA
KOPI SPESIALTI INDONESIA**

Oleh

Magdalena Tyas Pratiwi

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
2017**

Judul Skripsi

: **STUDI PENGGUNAAN SPEKTRA DATA DI DAERAH ULTRAVIOLET VISIBLE DAN METODE PLS-DA UNTUK DISKRIMINASI BEBERAPA KOPI SPESIALTI INDONESIA**

Nama Mahasiswa

: *Magdalena Tyas Pratiwi*

Nomor Pokok Mahasiswa : 1314071036

Jurusan

: Teknik Pertanian

Fakultas

: Pertanian



Menyetujui

1. **Komisi Pembimbing**

[Signature]

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

[Signature]

Winda Rahmawati, S.TP., M.Si., M.Sc.
NIP. 19890520 201504 1 001

2. **Ketua Jurusan Teknik Pertanian**

[Signature]

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

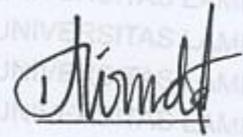
Ketua

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



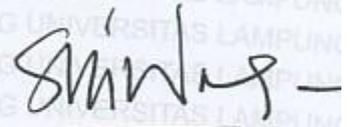
Sekretaris

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



Penguji

Bukan Pembimbing: Sri Waluyo, S.TP., M.Si., Ph.D.



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP. 19611020 198603 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 19 Desember 2017

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Magdalena Tyas Pratiwi NPM 1313071036

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

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

Bandar Lampung, 18 Januari 2018

Yang Membuat Pernyataan



Magdalena Tyas Pratiwi
Magdalena Tyas Pratiwi
NPM. 1314071036

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Metro pada tanggal 08 Mei 1995, putri kedua dari dua bersaudara, dari keluarga Bapak Hubertus Carwan dan Ibu Cicilia Sumasni.

Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) di TK Xaverius Metro diselesaikan pada tahun 2001.

Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Xaverius

Metro pada tahun 2007. Sekolah Menengah Pertama

(SMP) di SMP Xaverius Metro diselesaikan pada tahun 2010. Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Kristen 1 Metro diselesaikan pada tahun 2013.

Tahun 2013, penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur tes Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswi, penulis terdaftar aktif di Unit Kegiatan Mahasiswa Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) sebagai Anggota Bidang Pengabdian Masyarakat (Peng-Mas) pada periode 2014/2015 dan sebagai Sekretaris Bidang Penelitian dan Pengembangan (Lit-Bang) pada periode 2015/2016. Penulis juga pernah menjadi Asisten Dosen Matematika Teknik, Alat dan Mesin Pasca Panen, Teknik Pendinginan, Manajemen Tenaga dan Mesin Pertanian, Mesin dan Peralatan Pengolahan Hasil Pertanian.

Tanggal 18 Januari-18 Maret 2016, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kampung Karya Makmur, Kecamatan Penawar Aji, Kabupaten Tulang Bawang selama 60 hari kerja dengan tema ***“Implementasi Keilmuan dan Teknologi Tepat Guna dalam Pemberdayaan Masyarakat dan Pembentukan Karakter Bangsa melalui Penguatan Fungsi Keluarga (POSDAYA)”***. Tanggal 18 Juli-18 Agustus 2016, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) selama 30 hari kerja di PT. Perkebunan Nusantara VIII Unit Kebun Gedeh, Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat dengan tema ***“Mempelajari Proses Pengemasan, Penyimpanan, dan Pengiriman Teh Hitam Orthodox di PT. Perkebunan Nusantara VIII Unit Kebun Gedeh, Cianjur, Jawa Barat”***.

Bapa, kuserahkan diriku ke dalam tangan-Mu. Lakukanlah atas diriku apa yang Kaukehendaki. Apapun yang Kauperbuat, aku bersyukur kepada-Mu. Aku siap untuk segalanya. Biarlah hanya kehendak-Mu yang terlaksana dalam diriku dan dalam semua ciptaan-Mu.

Stulah, Ya Tuhan, yang kuharapkan, tiada yang lain. Ke dalam tangan-Mu kuserahkan nyawaku; kepada-Mu kupersembahkan hidupku dengan segenap cinta yang membara dalam hatiku, sebab aku mencintai-Mu, ya Tuhan. Oleh karena itu kuberikan diriku, kuserahkan diriku ke dalam tangan-Mu, tanpa syarat, dan dengan kepercayaan tanpa batas, sebab Engkau adalah Bapaku. Amin.

“Bersukacitalah senantiasa. Tetaplah berdoa. Mengucap syukurilah dalam segala hal, sebab itulah yang dikehendaki Allah di dalam Kristus Yesus bagi kamu”. (1 Tesalonika 5:16-18)

“Janganlah hendaknya kamu kuatir tentang apapun juga, tetapi nyatakanlah dalam segala hal keinginan-Mu kepada Allah dalam doa dan permohonan dengan ucapan syukur”. (Filipi 4:6)

“Aku hendak bersyukur kepada-Mu selama-lamanya, sebab Engkau lah yang bertindak, karena nama-Mu baik, aku hendak memasyhurkanNya di depan orang-orang yang Kau kasih!”.
(Mazmur 52:9)

“Nyanyikanlah mazmur bagi Tuhan, hai orang-orang yang dikasihinya, dan persembahkanlah syukur kepada nama-Nya yang kudus”.
(Mazmur 30:4)

Belajar dari kemarin, hidup untuk sekarang, berharap untuk besok.
Hal yang paling penting adalah jangan berhenti bertanya.
-Albert Einstein-

Banyak kegagalan dalam hidup, mereka tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah.
-Thomas Alva Edison-

*Duji syukur pada Tuhan Yesus atas segala berkat, rahmat, kasih, anugerah,
serta ilmu yang sangat bermanfaat hingga tiada batas.*

*Sebagai wujud ungkapan rasa cinta, kasih sayang, dan kesungguhan ku
persembahkan karya kecilku teruntuk :*

Keluargaku tercinta

Bapakku Hubertus Parwan

Ibuku Picilia Sumasni

Kakakku Brigpol Filianus Eko Saputro

Mbakku Angela Merici, A. Md. Keb.

Adikku Dionisius Jovan Pratama dan Dorotea Flanola

Serta

Almamater Tercinta Universitas Lampung

Teknik Pertanian 2013

SANWACANA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir perkuliahan dalam penyusunan skripsi ini yang berjudul **“Studi Penggunaan Spektra Data di Daerah Ultraviolet *Visible* dan Metode PLS-DA untuk Diskriminasi Beberapa Kopi Spesialti Indonesia”**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian di Universitas Lampung.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, bimbingan, dan arahan dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi.

Dalam kesempatan ini ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Dr. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, memberikan masukan, bimbingan, dan saran selama penelitian hingga penyusunan skripsi;
2. Ibu Winda Rahmawati, S.TP., M.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan, masukan, dan saran dalam penyusunan skripsi ini;

3. Ibu Cicih Sugianti, S.TP., M.Si. selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan kritik dan saran pada saat Seminar Usul Penelitian;
4. Bapak Sri Waluyo, S.TP., M.Si., Ph.D. selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan kritik dan saran dalam proses penyusunan skripsi ini;
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
6. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P. selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
7. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas pengetahuan, arahan, bimbingan, dan bantuan yang telah diberikan selama ini;
8. Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan penelitian ini yang merupakan bagian dari penelitian yang didanai oleh Kemenristek Dikti melalui Hibah Penelitian Strategis Nasional Institusi (PSNI) Tahun 2018;
9. Bapakku Hubertus Carwan, Ibuku Cicilia Sumasni, Kakakku Brigpol Filianus Eko Saputro, Mbakku Angela Merici, A.Md. Keb., Adikku Dionisius Jovan Pratama dan Dorotea Flanola, serta semua keluarga yang telah memberikan moral dan materil, doa serta motivasi untuk penyelesaian skripsi ini;
10. Teman-teman seperjuanganku angkatan 2013, Adetiya Apriyani, Aditya Hari Prabowo, Agung Pratama, Ahmad Syahabudin, Annie Widya Subagya, An'nisa Nur Rachmawaty, Aprilia Mulyani, Bayu Anugerah,

Burhanuddin J. A., Danesta Ayu Saputri, Devira Ayu Widya Mustika, Dodi Setiawan, Dyah Isworo, Esa Filorenchi Pakpahan, Erick Desrianto Munthe, Eriko Aditama, Faisal Ahmad Noval, Fanya Alfacia Arafat, Fatkhul Rohman, Feri Yanto, Galih Pratama, Haposan Simorangkir, Hendri Setiawan, Japen H. Sigiuro, Julianto, Kholifira Masoyogie, Komang Suarme, M. Adita Putra, Muhammad Agung Hardiyanto, Nasrullah, Posmaria Mei Siska Sinaga, Rafiko Ferilino, Randi Anggit Wibisono, Ridho Al-Akbar Gustam, Riko Masda Putra, Riyan Wahyudi, Rizky Hendra Wijaya, Ryandi Kurniawan, Sapta Adi Prasetya, Septian Trisaputra, Sofyan Sambudi, Stefani Silvi Agustin, Wahyu Ratnaningsih, Wisnu Bayu Wardana, yang selalu menjadi motivasi dan dorongan dalam menjalankan kuliah, terima kasih atas kebersamaan dan bantuannya selama ini;

11. Teman-temanku Geng's Kopi Erick, Galih, Riyan, Septian, dan Sofyan yang sudah membantu selama penelitian berlangsung;
12. Seluruh keluarga besar Jurusan Teknik Pertanian angkatan 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, dan 2017.

Semoga Tuhan membalas semua kebaikan Bapak, Ibu, serta rekan-rekan sekalian. Dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua pihak di masa yang akan datang.

Bandar Lampung, 18 Januari 2018

Penulis,

Magdalena Tyas Pratiwi

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	5
1.3 Hipotesis.....	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kopi (<i>Coffea</i> sp.).....	7
2.2 Jenis-jenis Kopi Spesialti	9
2.2.1 Kopi Gayo (Aceh).....	9
2.2.2 Kopi Kintamani (Bali)	10
2.2.3 Kopi Wamena (Papua).....	13
2.3 Spektrofotometri Ultraviolet <i>Visible</i>	14
2.3.1 Teori Spektrofotometri Ultraviolet <i>Visible</i>	14
2.3.2 Peralatan untuk Spektrofotometri	15
2.3.3 Prinsip Kerja Spektrofotometri	17
2.4 Kemometrika.....	18
2.4.1 <i>Partial Least Square</i> (PLS).....	18
2.4.2 <i>Partial Least Square Discriminant Analysis</i> (PLS-DA).....	20
2.4.3 Evaluasi Model PLS-DA	21

III. METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Waktu dan Tempat	24
3.2 Alat dan Bahan	24
3.3 Prosedur Persiapan Bahan	25
3.3.1 Pengayakan	25
3.3.2 Penimbangan	26
3.3.3 Pembuatan Larutan	27
3.3.4 Pengadukan	27
3.3.5 Penyaringan	28
3.3.6 Pengenceran	28
3.3.7 Pengambilan Spektra Menggunakan Spektrofotometer	29
3.3.8 Membangun dan Mengevaluasi Model	29
3.4 Diagram Alir	30
3.4.1 Prosedur Penelitian	30
3.4.2 Prosedur Ekstraksi Kopi	31
3.4.3 Prosedur Penggunaan <i>Genesys 10 UV-Vis Spectroscopy</i>	32
3.4.4 Prosedur Pengolahan Data	33
3.5 Analisis Data	34
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Analisis Spektra	35
4.2 Proses Diskriminasi Tidak Terbimbing (<i>Unsupervised</i>) dengan Menggunakan Metode <i>Principal Component Analysis</i> (PCA)	41
4.3 Proses Diskriminasi Terbimbing (<i>Supervised</i>) dengan Menggunakan Metode <i>Partial Least Square Discriminant Analysis</i> (PLS-DA)	45
4.3.1 Membangun Model	46
4.3.2 Evaluasi Model	55
V. KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	70

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Terminologi Statistik Terapan yang Digunakan untuk Mengevaluasi Persamaan Kalibrasi	22
2. Komposisi Bahan	26
3. Kualitas Model Hasil Kalibrasi dan Validasi	47
4. Pedoman untuk Memberikan Interpretasi Koefisien Korelasi	48
5. Kinerja Model Hasil Prediksi	56
6. Nilai <i>Principal Component</i> (PC) 300 Sampel	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Biji kopi Gayo.....	10
2. Biji kopi Kintamani.....	12
3. Biji kopi Wamena.....	14
4. Unsur-unsur dalam spektrofotometer.....	16
5. Pengayakan.....	25
6. Penimbangan.....	26
7. Pembuatan larutan.....	27
8. Pengadukan.....	27
9. Penyaringan.....	28
10. Pengenceran.....	28
11. Pengambilan spektra menggunakan spektrofotometer.....	29
12. Prosedur penelitian.....	30
13. Prosedur ekstraksi kopi.....	31
14. Prosedur pengolahan data.....	33
15. Tampilan layar sebelum program dijalankan.....	37
16. Data yang akan diolah menggunakan <i>The Unscrambler</i> versi 9.2.....	38
17. <i>UV-Visible</i> spektrum 10 sampel.....	39
18. <i>UV-Visible</i> spektrum 10 sampel dari panjang gelombang 190-400 nm.....	40
19. Hasil PCA 300 sampel menggunakan <i>software</i>	43

20. PCA 300 sampel.....	44
21. Hasil kalibrasi dan validasi kopi Gayo-Kintamani.	49
22. Hasil kalibrasi dan validasi kopi Gayo-Wamena.	50
23. Hasil kalibrasi dan validasi kopi Kintamani-Wamena.....	51
24. Hasil kalibrasi dan validasi kopi Gayo-Kintamani-Wamena.....	52
25. Hasil kalibrasi dan validasi kelas Gayo.	53
26. Hasil kalibrasi dan validasi kelas Kintamani.	54
27. Hasil kalibrasi dan validasi kelas Wamena.....	55
28. Hasil prediksi kopi Gayo-Kintamani.	57
29. Hasil prediksi kopi Gayo-Wamena.	58
30. Hasil prediksi kopi Kintamani-Wamena.....	59
31. Hasil prediksi kopi Gayo-Kintamani-Wamena.....	60
32. Hasil prediksi kelas Gayo.....	61
33. Hasil prediksi kelas Kintamani.	62
34. Hasil prediksi kelas Wamena.	63
35. Tampilan awal <i>UV-Vis Spectroscopy</i>	79
36. Cara penggunaan <i>UV-Vis Spectroscopy</i>	79
37. Pengaturan awal di <i>scanning</i>	79
38. Tempat untuk meletakkan <i>cuvet</i>	80

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu hasil komoditi perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi dan berperan penting sebagai sumber devisa negara di antara tanaman perkebunan yang lainnya yaitu kopi. Kopi juga merupakan sumber penghasilan bagi masyarakat dan juga salah satu komoditas ekspor andalan Indonesia (Defitri, 2016). Selain itu, kopi merupakan minuman internasional dan digemari oleh bangsa-bangsa di seluruh dunia yang sudah menjadi bagian dari kehidupan manusia sehari-hari. Saat ini, kopi merupakan salah satu bahan perdagangan penting dunia dan melibatkan jaringan perdagangan antar bangsa dari negara-negara berkembang ke negara-negara maju yang merupakan konsumen utama (Fahmi *et al*, 2013).

Ekspor biji kopi Indonesia mengalami peningkatan sebesar 15,99 % pada tahun 2013 dengan nilai devisa mencapai 1.166.179 US\$ (Rosita *et al*, 2016). Untuk produksi kopi pada tahun 2016 mencapai 650.000 ton sedangkan Indonesia dapat mengekspor kopi sebanyak 400.000 ton (1,36 miliar dollar AS). Luas areal perkebunan kopi Indonesia mencapai 1,2 juta hektar dengan persentase 96 % perkebunan kopi milik rakyat dan 4 % milik perkebunan swasta dan pemerintah (PTP Nusantara). Akan tetapi luas areal yang menghasilkan tanaman kopi yang

produktif hanya mencapai 920 ha atau sekitar 77 %. Luas tanam mencapai 2,33 juta untuk rumah tangga petani kecil dengan skala 1-1,5 ha. Jumlah pendapatan petani kopi per tahun mencapai Rp 9 juta/ha/tahun untuk jenis kopi robusta sedangkan kopi arabika mencapai Rp 19 juta/ha/tahun (Saragih, 2010).

Tujuan ekspor kopi utama Indonesia yaitu negara yang menjadi anggota MEE (Masyarakat Ekonomi Eropa), negara kawasan Amerika khususnya Amerika Serikat serta negara kawasan Asia seperti Jepang, Singapura, Korea, dan Malaysia (AEKI, 2005). Kopi yang dijual di dunia adalah kombinasi dari biji yang dipanggang dari dua varietas pohon kopi dan ada juga yang sudah dalam bentuk sangrai maupun bubuk.

Cita rasa yang dihasilkan dari masing-masing kopi spesialti berbeda-beda. Kopi Gayo terasa lebih pahit dengan tingkat keasaman rendah namun memiliki aroma yang sangat tajam dan gurih pada setiap tegukan. Kopi Kintamani memiliki cita rasa buah-buahan yang asam dan segar karena kopi ini ditanam bersamaan dengan tanaman lain seperti sayuran dan buah jeruk serta memiliki rasa yang lembut.

Kopi Wamena memiliki cita rasa yang ringan, lembut, tekstur kopinya hampir tidak memiliki ampas dan keharuman tajam yang nikmat, tingkat keasaman yang rendah (dapat dilihat dari letak geografis dan struktur tanah tempat kopi itu tumbuh), ditanam secara organik karena tidak menggunakan bahan-bahan kimia yang memengaruhi kopi yang akan dihasilkan. Kopi Lampung memiliki ciri khas berwarna hitam pekat, aroma pahitnya cukup kuat, berkafein paling tinggi, dan memiliki sedikit rasa asam.

Permasalahan yang ditemui dalam perdagangan kopi spesialti yaitu ketidakmampuan untuk meningkatkan produktivitas usaha tani dan kendala teknik serta manajemen yang dihadapi petani untuk memenuhi standar perusahaan dan pasar internasional serta tidak tersedia dan tidak efektifnya peran penyuluhan. Upaya yang harus dilakukan yaitu mampu mengelola sumber daya untuk keberhasilan produksi, mempertahankan kualitas lingkungan dan melestarikan lahan, pertumbuhan areal tanam, pertumbuhan produksi, pertumbuhan pendapatan wilayah, pangsa komoditas kopi, serta potensi penyerapan tenaga kerja.

Perbaikan kualitas kopi dinilai lebih penting dilakukan saat ini mengingat kondisi pasar kopi dunia yang semakin kompetitif. Bagi konsumen, kualitas kopi tidak dapat dilepaskan dari cita rasanya yang baik. Beragam produk kopi spesialti kemudian bermunculan seiring tuntutan konsumen yang semakin tinggi terhadap salah satu variabel mutu kopi tersebut. Istilah kopi spesialti ditujukan untuk daerah penghasil kopi dengan perkebunan yang spesifik, ketinggian tanam, varietas yang dikembangkan, proses pengolahan, serta cita rasa yang dihasilkan kopi. Beberapa contoh jenis kopi spesialti terkenal asal Indonesia adalah kopi Gayo, kopi Lintang, kopi Java, kopi Toraja, kopi Kintamani, kopi Bajawa, kopi Wamena, dan kopi luwak. Di tingkat dunia, laju permintaan kopi spesialti jauh lebih tinggi dibanding laju konsumsi kopi secara keseluruhan.

Prospek kopi semakin menjanjikan dengan semakin luasnya pasar, namun sering kali petani tidak mendapatkan keuntungan dari nilai tambah kopi yang telah diolah. Hal ini disebabkan ekspor kopi arabika mentah (biji) harganya lebih murah dibandingkan kopi arabika yang sudah diolah. Permintaan terhadap kopi

Arabika olahan sekarang sudah mulai meningkat, dan supaya petani tetap mendapatkan nilai tambah dari kopi Arabika yaitu dengan cara mengolah biji kopi Arabika tersebut menjadi produk siap saji (Fahmi *et al*, 2013).

Pada umumnya, kopi dikonsumsi oleh masyarakat dalam bentuk bubuk yang diseduh menggunakan air panas. Pengolahan kopi banyak dilakukan oleh masyarakat baik di industri kecil maupun besar yang dilakukan secara manual maupun mekanis. Produksi kopi bubuk dimulai dari proses penyangraian dan diakhiri dengan pengecilan ukuran, dimana penyangraian kopi bertujuan untuk mengembangkan rasa, aroma, warna, dan kadar air.

Penelitian ini dilakukan untuk membedakan jenis-jenis kopi karena dari bubuk kopi tersebut sudah kehilangan sifat fisik dan sulit untuk dibedakan. Oleh karena itu, cara membedakan kopi yang sudah menjadi bubuk dilihat dari aroma serta cita rasa kopi. Kopi yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Kopi Gayo (Aceh), Kopi Kintamani (Bali), dan Kopi Wamena (Papua) serta jenis kopi yang digunakan yaitu kopi Arabika. Dari ketiga macam kopi yang digunakan, dipilih dari kopi dengan harga yang terjangkau hingga cukup mahal untuk membedakannya. Kopi Gayo (Aceh) dan kopi Kintamani (Bali) masing-masing memiliki harga Rp 30.000,-/100 gram, kopi Wamena (Papua) memiliki harga yang cukup mahal yaitu Rp 55.000,-/100 gram, dan kopi Robusta Lampung memiliki harga Rp 27.000,-/100 gram. Setelah itu, kopi tersebut akan dibedakan berdasarkan sifat optik dengan menggunakan *UV-Vis Spectroscopy* untuk mendapatkan absorbansi data. Dari absorbansi data yang sudah didapat kemudian dianalisis dengan teknik kemometrik menggunakan analisis multivariat

(berpeubah banyak). Analisis multivariat merupakan salah satu teknik statistik yang digunakan untuk memahami struktur data dalam dimensi tinggi. Analisis multivariat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Partial Least Square Discriminant Analysis* (PLS-DA).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membedakan jenis-jenis kopi spesialti (kopi Gayo, kopi Kintamani, dan kopi Wamena) berdasarkan sifat optik menggunakan *UV-Vis Spectroscopy*.

1.3 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini yaitu kopi arabika dengan jenis Gayo (Aceh), Kintamani (Bali), dan Wamena (Papua) dapat dibedakan kandungan nilai spektranya menggunakan *UV-Vis Spectroscopy* dan metode PLS-DA.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Industri atau pemerintah sebagai pengendali hak konsumen agar dapat memberikan sistem perdagangan yang adil atau berkelanjutan supaya harga yang dipasarkan sama rata.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang pemalsuan kopi atau campuran yang terdapat pada kopi spesialti.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu proses diskriminasi hanya pada kopi bubuk untuk jenis kopi spesialti yaitu kopi Gayo, kopi Kintamani, dan kopi Wamena.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kopi (*Coffea* sp.)

Kopi (*Coffea* sp.) merupakan salah satu komoditas ekspor penting dari Indonesia. Data menunjukkan, Indonesia mengekspor kopi ke berbagai negara senilai US\$ 588.329.553,00 meskipun terdapat catatan impor senilai US\$ 9.740.453,00. Kopi termasuk tanaman yang menghasilkan sejenis minuman. Minuman tersebut diperoleh dari seduhan kopi dalam bentuk bubuk. Kopi bubuk adalah biji kopi yang telah disangrai, digiling atau ditumbuk hingga menyerupai serbuk halus (Hayati *et al*, 2012).

Kandungan yang terdapat dalam kopi antara lain air, kafein, *quinic acid* (rasa asam pada kopi), *ethyphenol* (bau atau aroma spesial pada kopi), *acetylmethylcarbino* (rasa kopi akan menjadi gurih), dan *dicaffeoylquinic acid* (mengandung antioksidan yang tinggi). Kandungan kadar air pada kopi akan mengalami penurunan karena sudah melewati tahapan pengeringan biji kopi. Kandungan kafein ini termasuk zat psikoaktif, apabila mengonsumsi kopi berlebihan dapat menyebabkan kanker dan gangguan tidur akut. Rata-rata satu cangkir kopi mengandung kafein sebesar 100 mg. Menurut Hayati *et al* (2012), syarat kadar kafein bubuk kopi arabika berkisar antara 0,1-1,2 %. Kandungan kafein biji kopi arabika berada pada rentang 0,8-1,4 % atau 0,6-1,9 % (Randriani *et al*, 2014).

Komponen biokimia pada kopi antara lain kafein, *trigonelline*, lemak, dan *chlorogenic acid* (CGA). Panjang gelombang pada kafein, *trigonelline*, dan *chlorogenic acid* (CGA) yaitu 278 nm, 266 nm, dan 324 nm (Gichimu *et al*, 2014). Kandungan *trigonelline* pada kopi arabika sebesar 1,1 % dan memiliki rata-rata antara 0,95-1,34 % (Gichimu *et al*, 2014). Rata-rata kandungan lemak pada kopi sebesar 12,45-18,41 % dan kandungan lemak yang terdapat pada biji kopi arabika hijau sebesar 15 % (Gichimu *et al*, 2014).

Sebelum kopi dipergunakan sebagai bahan minuman, terlebih dahulu dilakukan proses *roasting*. “*Flavor*” kopi yang dihasilkan selama proses *roasting* tergantung pada jenis kopi hijau yang dipergunakan. Cara pengolahannya yaitu penyangraian, penggilingan, penyimpanan, dan metode penyeduhannya. Cita rasa kopi akan ditentukan akhirnya oleh cara pengolahan di pabrik-pabrik.

Pembentukan aroma dan cita rasa kopi dapat dilihat dari proses penyangraian. Penyangraian biji kopi akan mengubah secara kimiawi kandungan-kandungan dalam biji kopi, disertai susut bobotnya, bertambah besarnya ukuran biji kopi, dan perubahan warna bijinya. Kopi biji setelah disangrai akan mengalami perubahan kimia yang merupakan unsur cita rasa yang lezat (Hayati *et al*, 2012). Komoditas kopi merupakan komoditas yang tetap bertahan di pasaran global dikarenakan daerah adaptasinya yang terbatas namun dibutuhkan oleh semua orang. Kopi yang mempunyai aroma dan rasa yang khas dikenal dengan nama kopi arabika, sehingga kopi ini mempunyai harga yang relatif tinggi.

Kopi arabika termasuk kopi spesialti yang umumnya tidak diproduksi dalam jumlah banyak dan ketersediaannya belum tentu ada sepanjang tahun. Karena,

kopi spesialti ditanam pada lahan-lahan yang biasanya memerhatikan faktor alam dan berbagai kondisi natural yang memengaruhinya. Kopi spesialti ditandai dengan menyertakan informasi tentang waktu sangrai sehingga tingkat kesegarannya lebih terjamin. Berbeda dengan kopi spesialti, kopi komersial selalu ada sepanjang tahun dan diproduksi dalam jumlah besar untuk memenuhi kebutuhan atau permintaan pasar yang tidak kalah besar. Kopi komersial cenderung tidak pernah mencantumkan tanggal *roasting* dan lebih sering disimpan dalam kemasan *vacuum-sealed* untuk membuatnya tahan disimpan dalam jangka waktu yang lama.

2.2 Jenis-jenis Kopi Spesialti

2.2.1 Kopi Gayo (Aceh)

Kopi Arabika Gayo (*Arabica Gayo Coffee*) adalah satu di antara komoditi ekspor unggulan Indonesia yang telah dikenal di pasar domestik dan internasional. Kopi Arabika Gayo di dataran tinggi Gayo pada umumnya adalah kopi arabika. Kopi arabika sangat cocok untuk tumbuh di dataran tinggi Gayo yang memiliki letak geografis antara 3°45'0"-4°59'0" LU dan 96°16'10"-97°55'10" BT. Wilayah didominasi ketinggian tempat di antara 900-1.700 meter di atas permukaan laut merupakan habitat yang ideal untuk budidaya kopi arabika. Ketinggian berpengaruh pada jumlah curah hujan yang turun serta suhu udara. Terdapat korelasi positif antara curah hujan dengan ketinggian dan korelasi negatif antara suhu dan ketinggian. Semakin tinggi suatu perkebunan kopi maka perkebunan tersebut memiliki curah hujan yang semakin banyak dan suhu yang semakin

dingin. Curah hujan di dataran tinggi Gayo yaitu 1.800 hingga 2.000 mm/tahun. Jenis tanah di dataran tinggi Gayo yaitu andisol, inceptisol, histosol, molisol, dan ultisol yang memiliki pH sedang (Asfirmanto *et al*, 2013).

Produksi kopi arabika Gayo mencakup lebih dari 90 % dari total produksi kopi di Provinsi Aceh (Ellyanti *et al*, 2012). Luas penanaman kopi arabika masing-masing di kabupaten di dataran tinggi Gayo yaitu Aceh Tengah (46.000 ha), Bener Meriah (37.000 ha), dan Gayo Lues (4.000 ha). Biji kopi Gayo dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Biji kopi Gayo.

2.2.2 Kopi Kintamani (Bali)

Kabupaten Bangli merupakan salah satu penghasil utama kopi tepatnya di Kecamatan Kintamani dimana kopi menjadi komoditas yang mendominasi dari sektor perkebunan karena memiliki daerah yang sangat cocok untuk pertumbuhan tanaman kopi. Daerah ini memiliki ketinggian 900 sampai dengan 1.600 meter di atas permukaan laut yang merupakan syarat tumbuh optimum untuk tanaman kopi. Total luas perkebunan di Kintamani yaitu 8.949 ha, dari luasan tersebut 5.656 ha diantaranya merupakan lahan pertanaman kopi dan sisanya 2.498 ha

tanaman cengkeh, 425 ha tanaman kelapa, dan 82 ha tanaman kakao. Curah hujan di dataran tinggi Kintamani yaitu 2.000 hingga 2.900 mm/tahun. Jenis tanah di dataran tinggi Kintamani yaitu andisol, regosol, dan inceptisol yang memiliki pH sedang (Asfirmanto *et al*, 2013).

Kopi yang diusahakan petani di Kintamani adalah kopi arabika yang merupakan salah satu sumber pendapatan bagi petani. Potensi mutu cita rasa kopi arabika dari Kintamani cukup baik dan ukuran bijinya besar-besar. Sebagian telah berhasil dipasarkan ke segmen spesial, demikian pula sebagian besar petani telah melaksanakan praktik budidaya yang baik tetapi cara pengolahan pasca panen sebagian besar secara kering sehingga memiliki mutu yang kurang baik. Kopi arabika Kintamani berpeluang untuk mendapatkan perlindungan Indikasi Geografis (IG) dengan dasar pertimbangan antara lain bermutu baik, masyarakat berhasrat untuk menjaganya, dikenal sebagai *geography coffee*, memiliki sejarah yang unik, agrosistem yang cocok untuk kopi arabika dan sistem pertaniannya homogen, ketinggian >1.000 meter dari permukaan laut, petani telah memiliki kelembagaan yang kuat (*subak abian*), manajemen pertanaman khas dan relatif homogen yang didasarkan pada pengetahuan tradisional, merupakan produk penyegar yang sangat dipengaruhi oleh alam dan budaya setempat, nama Bali sangat dikenal di sektor pariwisata khususnya sebagai sumber barang-barang unik (Arnawa *et al*, 2010).

Indikasi Geografis (IG) adalah suatu tanda yang menunjukkan daerah asal suatu barang yang karena faktor lingkungan geografis termasuk faktor alam, faktor manusia atau kombinasi dari kedua faktor tersebut dengan memberikan ciri dan

kualitas tertentu pada barang yang dihasilkan. Perlindungan Indikasi Geografis bertujuan untuk melindungi kekhasan tersebut dari pemalsuan atau pemanfaatan yang tidak seharusnya sekaligus memberi kesempatan dan perlindungan kepada masyarakat wilayah penghasil produk khas untuk mendapatkan manfaat yang maksimal dari produk khas tersebut (Yessiningrum, 2015).

Beberapa langkah yang perlu dilakukan untuk pengembangan agribisnis kopi arabika Kintamani adalah perbaikan mutu kopi biji (penanganan pasca panen) dan sistem pemasaran agar dapat masuk ke segmen pasar spesialti (*gaument, organic, fairtrade*), peningkatan produktivitas lahan melalui peningkatan produktivitas tanaman kopi, diversifikasi tanaman, diversifikasi dengan ternak, pengembangan industri hilir dan memberikan perlindungan hukum (HKI) terhadap produk khas daerah yang dalam hal ini yaitu kopi arabika Kintamani. Kopi Kintamani memiliki cita rasa asam bersih dari tingkat sedang sampai tinggi, rasa pahit yang rendah, bebas dari cacat cita rasa utama, serta mutu dan intensitas aroma yang kuat. Biji kopi Kintamani dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Biji kopi Kintamani.

2.2.3 Kopi Wamena (Papua)

Kopi arabika asal Wamena merupakan biji kopi yang memiliki kualitas unggul dan telah diekspor ke berbagai negara di dunia. Wilayah ini memiliki ketinggian diantara 1.200-1.800 meter di atas permukaan laut. Jenis tanah yang digunakan di dataran tinggi Wamena yaitu ultisol. Faktor lain yang mempengaruhi aroma, rasa, dan komposisi senyawa kimia kopi adalah cara pengolahan mulai dari pemetikan, fermentasi, pengeringan, penyimpanan, penyangraian, pengemasan hingga tahap penyajian. Aroma dan rasa kopi yang khas dihasilkan pada proses penyangraian (*roasting*). Aroma yang sangat kuat tercium ketika kopi disangrai dengan temperatur di atas 200°C namun proses penyangraian dapat menurunkan kadar asam klorogenat. Asam klorogenat merupakan salah satu senyawa fenol yang terkandung dalam kopi. Semakin gelap warna biji kopi sangrai, kadar asam klorogenat akan semakin berkurang dan semakin tinggi suhu penyangraian maka aktivitas antioksidannya semakin berkurang (Mangiwa, 2017).

Faktor lingkungan juga dapat mempengaruhi kualitas minuman kopi diantaranya ketinggian dan curah hujan (Gichimu *et al*, 2014). Perbedaan yang dapat dilihat dari komponen biokimia yaitu perbedaan lokasi yang menunjukkan bahwa lingkungan tumbuh memiliki efek yang kuat terhadap komposisi biokimia. Ketinggian juga memiliki korelasi positif antara kandungan kafein dengan ketinggian tetapi juga memiliki korelasi negatif antara kandungan lemak dan ketinggian. Gichimu *et al*, (2014) juga menemukan korelasi positif antara ketinggian dan kandungan kafein serta keasaman maka semakin tinggi tempat tumbuh, kafein juga akan semakin tinggi dan *chlorogenic acid* (CGA) serta

konsentrasi lemak meningkat maka ketinggian juga akan meningkat. Biji kopi Wamena dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar3. Biji kopi Wamena.

2.3 Spektrofotometri Ultraviolet *Visible*

2.3.1 Teori Spektrofotometri Ultraviolet *Visible*

Spektrofotometri serapan merupakan pengukuran suatu interaksi antara radiasi elektromagnetik dan molekul atau atom dari suatu zat kimia. Jangkauan panjang gelombang untuk daerah ultraviolet adalah 190-380 nm, daerah cahaya tampak 380-780 nm, daerah infra merah dekat 780-3.000 nm, dan daerah infra merah 2.500-4.000 nm (Ditjen POM, 1995 *dalam* Sirait, 2009).

Radiasi ultraviolet dan sinar tampak diabsorpsi oleh molekul organik aromatik, molekul yang mengandung elektron- π terkonjugasi dan atom yang mengandung elektron-n, menyebabkan transisi elektron di orbital terluarnya dari tingkat energi elektron dasar ke tingkat energi elektron tereksitasi lebih tinggi. Besarnya serapan radiasi tersebut sebanding dengan banyaknya molekul analit yang mengabsorpsi sehingga dapat digunakan untuk analisis kuantitatif (Satiadarma, 2004 *dalam* Sirait, 2009).

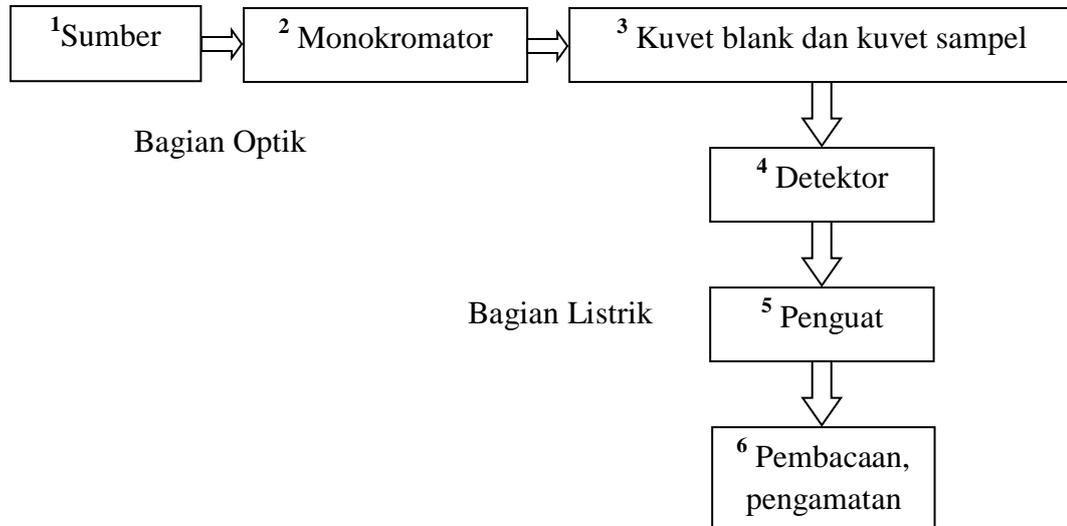
Hal-hal yang harus diperhatikan dalam analisis spektrofotometri ultraviolet yaitu absorbansi yang terbaca pada spektrofotometer hendaknya antara 0,2 sampai 0,6. Anjuran ini berdasarkan anggapan bahwa pada kisaran nilai absorbansi tersebut kesalahan fotometrik yang terjadi adalah paling minimal (Gandjar dan Rohman, 2007 dalam Sirait, 2009).

Pada spektrofotometri ini yang digunakan sumber sinar atau energi adalah cahaya tampak (*visible*). Ultraviolet *visible* termasuk spektrum elektromagnetik yang dapat ditangkap oleh mata manusia. Panjang gelombang sinar tampak adalah 380-780 nm sehingga semua sinar yang dapat dilihat oleh kita, baik itu putih, merah, biru, hijau, dan lain-lain selama dapat dilihat oleh mata maka sinar tersebut termasuk ke dalam sinar tampak (*visible*). Sumber sinar tampak yang umumnya dipakai pada spektro *visible* adalah lampu tungsten. Sampel yang dapat dianalisa dengan metode ini hanya sampel yang memiliki warna. Hal ini menjadi kelemahan tersendiri dari metode spektrofotometri *visible*. Oleh karena itu, untuk sampel yang tidak memiliki warna harus terlebih dulu dibuat berwarna dengan menggunakan reagen spesifik.

2.3.2 Peralatan untuk Spektrofotometri

Spektrofotometer adalah alat untuk mengukur transmitans atau serapan suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Alat ini terdiri dari spektrometer yang menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer sebagai alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi (Khopkar, 1990 dalam Sirait, 2009).

Unsur-unsur terpenting suatu spektrofotometer ditunjukkan secara skematik dalam gambar berikut :



Gambar 4. Unsur-unsur dalam spektrofotometer.

Berikut ini adalah uraian bagian-bagian spektrofotometer antara lain :

1. Sumber-sumber lampu; lampu deuterium digunakan untuk daerah UV pada panjang gelombang dari 190-350 nm, sementara lampu halogen kuarsa atau lampu tungsten digunakan untuk daerah *visible* (pada panjang gelombang antara 350-900 nm).
2. Monokromator; digunakan untuk memperoleh sumber sinar yang monokromatis. Alatnya dapat berupa prisma ataupun grating. Untuk mengarahkan sinar monokromatis yang diinginkan dari hasil penguraian.
3. Kuvet; pada pengukuran di daerah tampak, kuvet kaca atau kuvet kaca corex dapat digunakan, tetapi untuk pengukuran pada daerah UV kita harus menggunakan sel kuarsa karena gelas tidak tembus cahaya pada

daerah ini. Umumnya tebal kuvet adalah 10 mm, tetapi yang lebih kecil ataupun yang lebih besar dapat digunakan. Sel yang biasa digunakan berbentuk persegi, tetapi bentuk silinder dapat juga digunakan. Kuvet yang bertutup digunakan untuk pelarut organik. Sel yang baik adalah kuarsa atau gelas hasil leburan yang homogen.

4. Detektor; peranan detektor penerima adalah memberikan respon terhadap cahaya pada berbagai panjang gelombang.
5. Suatu amplifier (penguat) dan rangkaian yang berkaitan yang membuat *signal* listrik dapat untuk diamati.
6. Sistem pembacaan yang memperlihatkan besarnya *signal* listrik (Khopkar, 1990; Rohman, 2007 dalam Sirait, 2009).

2.3.3 Prinsip Kerja Spektrofotometri

Spektrum elektromagnetik dibagi dalam beberapa daerah cahaya. Panjang gelombang dalam suatu daerah akan diabsorpsi oleh atom atau molekul dan panjang gelombang cahaya yang diabsorpsi dapat menunjukkan struktur senyawa yang diteliti. Spektrum elektromagnetik meliputi suatu daerah panjang gelombang yang luas dari sinar gamma gelombang pendek berenergi tinggi sampai pada panjang gelombang mikro.

Spektrum absorpsi dalam daerah-daerah ultra ungu dan sinar tampak umumnya terdiri dari satu atau beberapa pita absorpsi yang lebar dan semua molekul dapat menyerap radiasi dalam daerah ultraviolet *visible*. Oleh karena itu, spektrum

tersebut mengandung elektron, baik yang dipakai bersama atau tidak, yang dapat dieksitasi ke tingkat yang lebih tinggi. Panjang gelombang pada waktu absorpsi terjadi tergantung pada bagaimana erat elektron terikat di dalam molekul.

Elektron dalam satu ikatan kovalen tunggal erat kaitannya dan radiasi dengan energi tinggi, atau panjang gelombang pendek, diperlukan eksitasinya.

Keuntungan utama metode spektrofotometri adalah bahwa metode ini memberikan cara sederhana untuk menetapkan absorban dengan kuantitas zat yang sangat kecil. Selain itu, hasil yang diperoleh cukup akurat yaitu angka yang terbaca langsung dicatat oleh detektor dan tercetak dalam bentuk angka digital ataupun grafik yang sudah diregresikan.

2.4 Kemometrika

Kemometrika merupakan aplikasi prosedur matematika untuk memproses, mengevaluasi, dan menginterpretasi data dalam jumlah yang besar atau banyak.

Kemometrik biasa digunakan untuk menemukan korelasi statistik antara data spektrum dan informasi yang telah diketahui dari suatu contoh. Metode ini memungkinkan penggunaan model analisis multivariat dalam penerapannya.

Model analisis multivariat adalah suatu model yang melibatkan lebih dari satu masukan (variabel X) untuk menghasilkan suatu efek tertentu (variabel Y).

2.4.1 *Partial Least Square (PLS)*

Partial Least Square (PLS) dikembangkan pertama kali oleh Wold sebagai metode umum untuk mengestimasi path model yang menggunakan konstruk laten

dengan *multiple* indikator. Pada tahun 1966, Herman Wold mempresentasikan dua prosedur iteratif menggunakan metode estimasi *least square* untuk single dan multikomponen model (Ghazali, 2008 *dalam* Kurnia, 2011). Pada dasarnya, Wold membangun model PLS untuk menguji teori yang lemah dan masalah pada asumsi normalitas distribusi data (Jogiyanto, 2009 *dalam* Kurnia, 2011).

PLS adalah metode regresi yang dapat digunakan untuk identifikasi faktor yang merupakan kombinasi variabel X sebagai prediktor dan variabel Y sebagai respon. PLS juga merupakan salah satu metode statistika SEM (*Structural Equation Modeling*) berbasis varian yang secara simultan dapat melakukan pengujian model pengukuran sekaligus pengujian model struktural (Jogiyanto, 2009 *dalam* Kurnia, 2011). Tujuan PLS adalah memprediksi pengaruh variabel X terhadap Y dan menjelaskan hubungan teoritikal di antara kedua variabel. PLS juga digunakan untuk memprediksi serangkaian variabel tak bebas dari variabel bebas (prediktor) yang jumlahnya sangat banyak, memiliki struktur sistematis linier atau non-linier, dengan atau tanpa data yang hilang, dan memiliki kolinearitas yang tinggi. Analisis *partial least square* (PLS) adalah teknik statistika multivariat yang melakukan perbandingan antara variabel dependen berganda dan variabel independen berganda. Model pengukuran digunakan untuk uji validitas dan reliabilitas, sedangkan model struktural digunakan untuk uji kasualitas (pengujian hipotesis dengan model prediksi).

Metode ini membentuk model dari variabel-variabel yang ada untuk membentuk serangkaian respons dengan menggunakan regresi kuadrat terkecil dalam bentuk matriks (Herve, 2003). Parameter-parameter dalam PLS sebagai metode kalibrasi

adalah *factors*, *loadings*, dan *scores*. Model PLS berdasar pada komponen utama dari data peubah bebas X dan data peubah tak bebas Y. Inti dari PLS adalah untuk menghitung nilai (*scores*) dari matriks X dan Y dan untuk membuat model regresi antara nilai-nilai tersebut (Dieterle, 2003).

2.4.2 Partial Least Square Discriminant Analysis (PLS-DA)

PLS-DA dapat dikatakan sebagai metode klasifikasi yang harus memiliki pengetahuan awal dari kelas sampel set. Model PLS-DA dikembangkan dari algoritma *partial least square* (PLS) regresi. PLS adalah kalibrasi multivariat yang memiliki hubungan langsung antara respon yang berperan dengan prediksi kualitatif dan kuantitatif. Langkah mendasar untuk membangun model PLS-DA adalah jumlah yang sesuai dari variabel laten. Biasanya dilakukan dengan menggunakan validasi silang sampel yaitu sampel dipisahkan ke dalam satu set validasi dan model yang akan dibangun. Kesalahan prediksi dapat dihitung dengan sampel yang dipisahkan menggunakan nomor yang berbeda dari variabel laten. Proses ini diulang sampai semua sampel sudah diprediksi. Nilai yang diperoleh oleh model PLS-DA adalah nomor yang diberikan, tidak membaca persis 0 atau 1. Oleh karena itu, perlu membangun nilai ambang batas untuk mendefinisikan batas-batas kelas (Almeida *et al*, 2012).

PLS-DA terdiri dari PLS regresi dimana variabel terikat y merupakan kategori yang mewakili sampel kelas misalnya dapat menjadi vektor dengan nilai dari -1 dan 1 dimana -1 merupakan masing-masing sampel milik kelas kontrol dan 1 mewakili masing-masing sampel milik kelas kasus (Szymanska *et al*, 2012).

PLS-DA cenderung untuk meningkatkan pemisahan antara dua kelompok sampel

yang dilakukan secara kuantitatif. Dua langkah yang sangat penting ketika membangun model PLS-DA yaitu pemilihan kompleksitas model yang optimal misalnya jumlah variabel laten yang optimal serta penilaian dari kualitas keseluruhan model tersebut. Dalam konteks PLS-DA, variabel laten perlu dioptimalkan sehingga jumlah variabel laten dapat digunakan untuk membangun model. Variabel laten merupakan variabel yang nilai kuantitatifnya tidak dapat diketahui secara tampak, untuk mengetahuinya dapat dilakukan cara analisis faktor. Sifatnya laten karena tidak ada nilai kuantitatifnya yang menunjukkan secara langsung. Model optimasi dan penilaian kualitas model yang harus dilakukan dalam skema silang validasi ganda karena penilaian kualitas model yang independen. Sampel yang digunakan dalam model penilaian tidak digunakan dalam optimasi model (kalibrasi), apabila kalibrasi model dilakukan dalam cara yang sama (Szymanska *et al*, 2012).

2.4.3 Evaluasi Model PLS-DA

Evaluasi dari kalibrasi SW-NIR *Spectroscopy* (*Short Wavelength Near Infrared Spectroscopy*) biasanya dihitung dengan menggunakan cara statistik. Hal yang harus dipertimbangkan adalah kualitas dari model kalibrasi yang harus sesuai dengan *standard error calibration* (SEC), *standard error prediction* (SEP), dan koefisien determinasi (R^2) antara data prediksi dan data aktual yang dihitung atau dicari. Model kalibrasi harus memiliki nilai SEC dan SEP yang rendah, nilai koefisien determinasi dan RPD yang tinggi, tetapi nilai selisih antara SEC dan SEP sekecil mungkin. Selisih SEC dan SEP yang terlalu besar menunjukkan bahwa dalam persamaan tersebut terlalu banyak faktor variabel yang terlibat

sehingga *noise* (kesalahan) pun ikut terlibat dalam persamaan kalibrasi tersebut (Gomez *et al.*, 2006). Beberapa terminologi statistik yang penting dan digunakan dalam analisis data dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Terminologi Statistik Terapan yang Digunakan untuk Mengevaluasi Persamaan Kalibrasi

Terminologi	Persamaan
JKG	$JKG = (n - 1)(s_y^2 - b^2 s_x^2)$
R	$R = \left\{ \frac{n \sum(x \times y) - [(\sum x) \times (\sum y)]}{\{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2] \times [n(\sum y^2) - (\sum y)^2]\}^{\frac{1}{2}}} \right\}^2 = b \frac{S_x}{S_y}$
R²	$R^2 = 1 - \frac{JKG}{(n - 1)s_y^2}$
$\frac{SEC}{SEP}$	$\frac{SEC}{SEP} = \left\{ \sum (x - y)^2 - \frac{\{[\sum(x-y)]^2\}}{N} - 1 \right\}^{\frac{1}{2}}$
Bias	$Bias = \frac{\sum(x - y)}{N}$
RPD	$RPD = \frac{SD_{valset}}{SEP}$

Sumber : Walpole, 2005.

Keterangan :

b : kemiringan (gradien)

S_x : galat (nilai *error*) dari nilai x

S_y : galat (nilai *error*) dari nilai y

JKG : jumlah kuadrat galat

x : nilai *reference*

y : nilai prediksi

N : jumlah sampel

R² : *the multiple coefficient of determination*

SEC : *standard error of calibration*

SEP : *standard error of prediction*

Bias : rata-rata selisih antara nilai *reference* dan nilai prediksi

RPD : rasio antara SEP dan standar deviasi (SD) dari set sampel validasi

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juni 2017 di Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Penanganan Pasca Panen, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Genesys 10 UV-Vis Spectroscopy*, *cuvet*, *mesh*, *rubber bulb*, *aluminium foil*, ayakan *Tyler Meinzer II*, *grinder* dengan daya 180 watt tipe SCG 178, *stirrer* model S130810-33 (*size* pelat atas 4x4, tegangan 220-240 volt, kecepatan pengadukan 6 (350 rpm), *beaker glass*, labu ukur 25 ml, erlenmeyer 50 ml, botol semprot, pemanas air, toples, botol transparan, termometer, timbangan digital, kertas saring, spatula, pipet ukur (2 ml dan 25 ml), gelas ukur, dan corong plastik. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu *tissue*, aquades, kopi robusta (Lampung) dan kopi arabika jenis Gayo (Aceh), Kintamani (Bali), dan Wamena (Papua).

3.3 Prosedur Persiapan Bahan

Pembuatan ekstraksi kopi dapat dilakukan melalui tahap-tahap berikut ini :

3.3.1 Pengayakan

Pengayakan dilakukan untuk mendapatkan ukuran yang seragam dari partikel kopi yang digunakan. Kopi diayak dengan menggunakan ayakan *Tyler Meinzer II* dengan mesh ukuran 20, 30, 50, 70, dan 80 serta sampel yang digunakan dalam pengujian yaitu sampel yang sudah melewati ukuran mesh 50. Pemilihan sampel uji yang sudah melewati ukuran mesh 50 didasarkan pada banyaknya bubuk kopi yang berada pada mesh tersebut. Gambar 5 menunjukkan bahwa proses pengayakan menggunakan ayakan *Tyler Meinzer II*.



Gambar 5. Pengayakan.

3.3.2 Penimbangan

Kopi yang digunakan sebagai sampel uji sebanyak 1 gram untuk setiap ulangan. Jumlah sampel ulangan dan komposisi campuran ketiga jenis kopi dapat dilihat pada Tabel 2. Proses penimbangan dapat dilihat pada Gambar 6.

Tabel 2. Komposisi Bahan

No Sampel	Komposisi Bahan
1-50	1 gram kopi Gayo
51-100	1 gram kopi Kintamani
101-150	1 gram kopi Wamena
151-160	0,9 gram kopi Gayo dan 0,1 gram kopi Lampung
161-170	0,8 gram kopi Gayo dan 0,2 gram kopi Lampung
171-180	0,7 gram kopi Gayo dan 0,3 gram kopi Lampung
181-190	0,6 gram kopi Gayo dan 0,4 gram kopi Lampung
191-200	0,5 gram kopi Gayo dan 0,5 gram kopi Lampung



Gambar 6. Penimbangan.

3.3.3 Pembuatan Larutan

Sampel untuk pengujian yang berupa bubuk harus dibuat larutan saat pengujian menggunakan alat spektrofotometer. Caranya yaitu sampel yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam gelas ukur dan dilarutkan dengan aquades sebanyak 50 ml pada suhu 90-98°C. Pembuatan larutan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pembuatan larutan.

3.3.4 Pengadukan

Pengadukan dilakukan menggunakan *stirrer* model S130810-33 (*size* pelat atas 4x4, tegangan 220-240 volt, kecepatan pengadukan 6 (350 rpm)), selama 10 menit untuk menghomogenkan larutan kopi. Proses pengadukan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengadukan.

3.3.5 Penyaringan

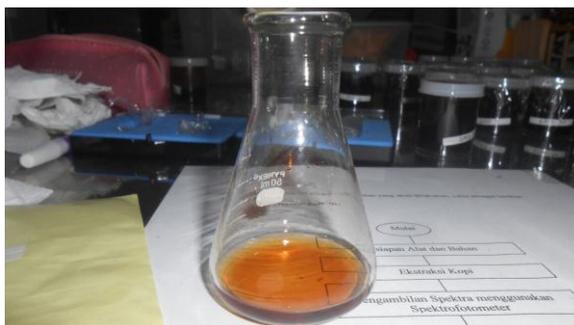
Sampel yang sudah terlarut dan homogen kemudian dilakukan penyaringan yang bertujuan untuk memisahkan ampas kopi dengan hasil ekstrak kopi. Proses penyaringan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Penyaringan.

3.3.6 Pengenceran

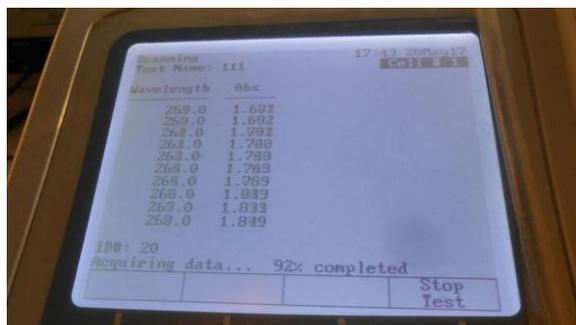
Ekstrak kopi yang dihasilkan pada langkah penyaringan kemudian didinginkan hingga mencapai suhu 27°C , selanjutnya dilakukan pengenceran dengan perbandingan 1 : 20. Proses pengenceran dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Pengenceran.

3.3.7 Pengambilan Spektra Menggunakan Spektrofotometer

Sampel yang telah diencerkan kemudian dimasukkan ke dalam *cuvet* sebanyak 2 ml. Selanjutnya dimasukkan dalam sistem holder dan diukur nilai absorbannya selama 2 menit. Proses pengambilan spektra dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Pengambilan spektra menggunakan spektrofotometer.

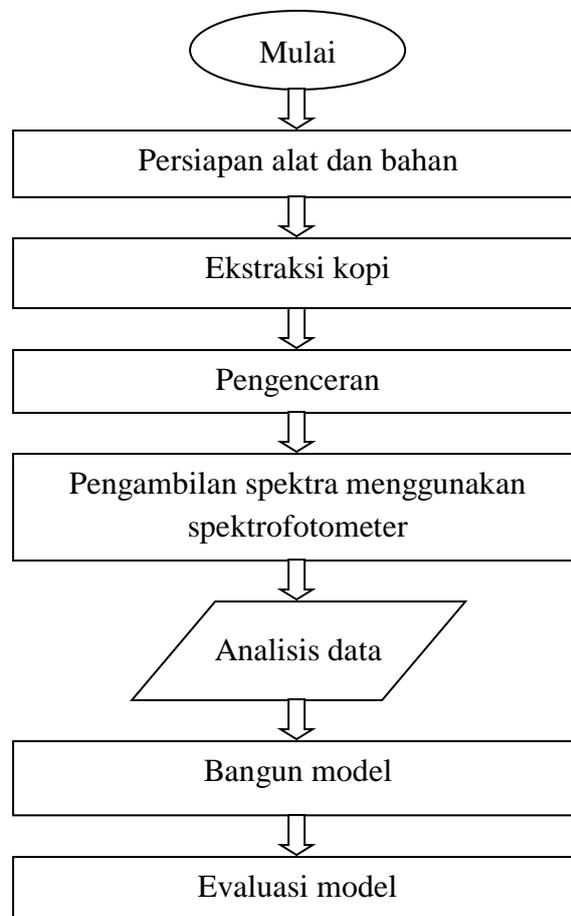
3.3.8 Membangun dan Mengevaluasi Model

Nilai absorban yang diambil tersebut selanjutnya akan dibangun dan dievaluasi model dengan perangkat lunak *The Unscrambler* versi 9.2 dengan metode PLS-DA.

3.4 Diagram Alir

3.4.1 Prosedur Penelitian

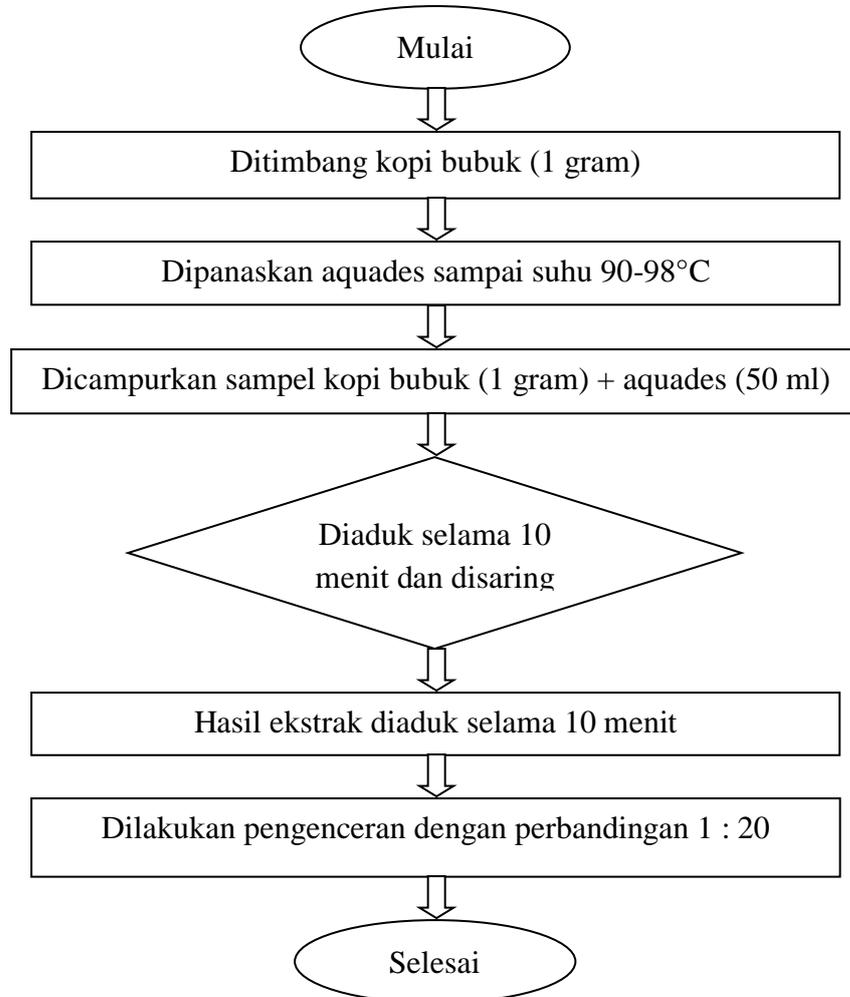
Prosedur penelitian dilakukan sesuai Gambar 12.



Gambar 12. Prosedur penelitian.

3.4.2 Prosedur Ekstraksi Kopi

Prosedur ekstraksi kopi dilakukan sesuai Gambar 13.



Gambar 13. Prosedur ekstraksi kopi.

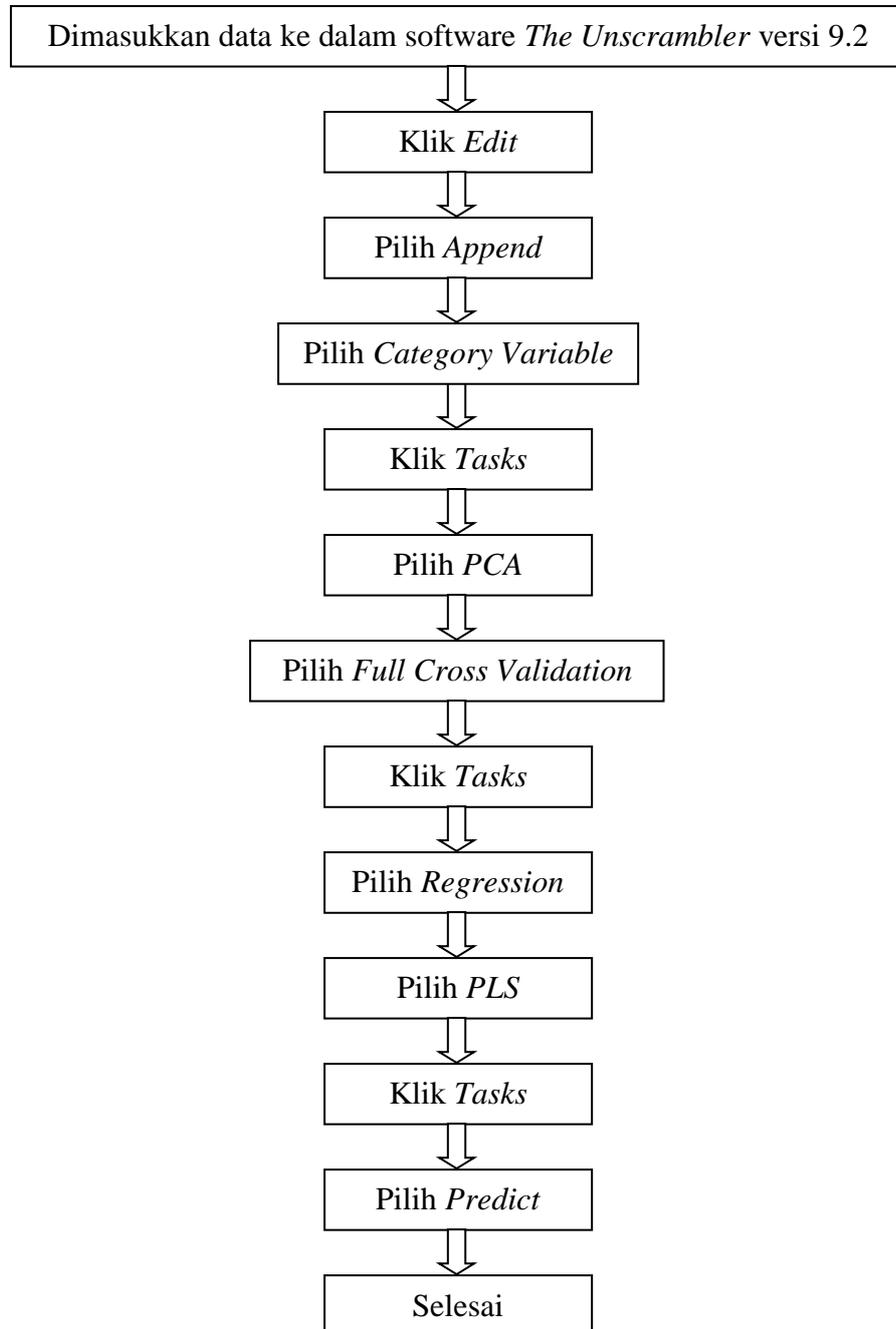
3.4.3 Prosedur Penggunaan Genesys 10 UV-Vis Spectroscopy

Prosedur penggunaan *UV-Vis Spectroscopy* dilakukan dengan cara :

1. Dihidupkan alat *Genesys 10 UV-Vis Spectroscopy* dengan cara ditekan tombol *turn on*.
2. Dimasukkan *blank* dan sampel ke dalam *cuvet*, diletakkan ke dalam *holders system B (blank)*.
3. Ditekan tombol *test* lalu dipilih *scanning* dan *enter*.
4. Ditekan tombol *test name* (ganti nama sesuai yang diinginkan), *add character*, dan ditekan tombol *accept name*.
5. Dipilih *measurement mode (absorbance)*, *start wavelength (190 nm)*, *stop wavelength (1.100 nm)*, *sample positioner (manual 6)*, *scan speed (fast)*, *interval (1 nm)*, *auto save data (off)*.
6. Setelah di-*setting* kemudian dipilih *run test*.
7. Diklik tombol *collect baseline*, ditunggu proses sampai 100 %.
8. Dipilih posisi *cuvet* sesuai sampel, ditunggu proses sampai 100 %.
9. Setelah selesai *measure sample*, akan keluar *graph* (grafik) kemudian diklik tombol *tabular*.
10. Ditekan tombol *test*, edit data dipilih menu *save test to the USB drive*.
11. Diklik tombol *create test name*, *accept name*.
12. Data sudah tersimpan di *USB*, ambil sampel dan *blank* yang ada di dalam *holder system*, bersihkan dan dikeringkan.
13. Untuk mematikan alat *UV-Vis Spectroscopy* tekan tombol yang ada pada bagian belakang alat.

3.4.4 Prosedur Pengolahan Data

Prosedur pengolahan data dilakukan sesuai Gambar 14.



Gambar 14. Prosedur pengolahan data.

3.5 Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mendeteksi pola sampel menggunakan perangkat lunak *The Unscrambler* versi 9.2. Model kalibrasi dan validasi dibangun menggunakan metode *partial least square discriminant analysis* (PLS-DA). Sebelum dilakukan analisa dengan metode PLS-DA, data yang tersimpan pada flashdisk dipindahkan ke Ms. Excel. Selanjutnya, dilakukan proses pembersihan data yang bertujuan untuk menghilangkan data yang tidak lengkap. Hal ini dilakukan agar pada saat analisa didapatkan data yang sebenarnya. Cara yang digunakan untuk melengkapi data yang hilang adalah dengan menggantikan nilai yang hilang dengan rata-rata dari variabel. Data yang sudah lengkap diolah menggunakan program *The Unscrambler* versi 9.2. Sebelum data dianalisis menggunakan metode PLS-DA, untuk mengetahui grafik spektrum dari nilai absorban yang diperoleh dapat dilakukan dengan cara memblok nilai absorban, klik menu *plot*, dan pilih menu *line*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu :

1. Hasil PCA menjelaskan bahwa PC 1 sebesar 77 % dan PC 2 sebesar 12 % dimana nilai PC 1 lebih besar dibandingkan PC 2 dan secara keseluruhan PC 1 dan PC 2 mampu menjelaskan 89 % keragaman data.
2. Nilai koefisien determinasi (R^2) dari model kalibrasi dan validasi memiliki tingkat hubungan yang sangat baik dan dapat berhasil dibedakan terdapat pada sampel Gayo-Kintamani dengan nilai R^2_{Cal} sebesar 0,94 dan R^2_{Val} sebesar 0,85 serta sampel Kintamani-Wamena dengan nilai R^2_{Cal} sebesar 0,95 dan R^2_{Val} sebesar 0,93.
3. Nilai koefisien determinasi (R^2) dari model prediksi memiliki tingkat hubungan yang sangat baik dan dapat berhasil dibedakan terdapat pada sampel Gayo-Kintamani dengan nilai R^2_{Pred} sebesar 0,92 dan sampel Kintamani-Wamena dengan nilai R^2_{Pred} sebesar 0,94.
4. Nilai koefisien determinasi untuk sampel Gayo-Wamena dan Gayo-Kintamani-Wamena tidak berhasil dibedakan baik untuk model kalibrasi, validasi, dan prediksi karena kopi Gayo dan Kopi Wamena memiliki jenis tanah yang sama yaitu ultisol.

5. Setelah didapatkan grafik spektra dari setiap sampel bahwa pada panjang gelombang daerah *visible* memiliki intensitas absorbansi yang sangat rendah dan yang digunakan dalam pengolahan data yaitu pada panjang gelombang daerah ultraviolet.

5.2 Saran

Saran yang perlu dilakukan untuk penelitian berikutnya yaitu menggunakan sampel kopi yang sama tetapi dengan menggunakan metode nonlinear yang berbeda seperti *Support Vector Machine*.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, M. R. de., Correa, D. N., Rocha, W. F. C., Scafi, F. J. O., dan Poppi, R. J. 2013. Discrimination between Authentic and Counterfeit Banknotes using Raman Spectroscopy and PLS-DA with Uncertainty Estimation. *J. of Microchemical.* 109: 170-177.
- Ardiansyah., Subiyanto, S., dan Sukmono, A. 2015. Identifikasi Lahan Sawah Menggunakan NDVI dan PCA pada Citra Landsat 8 (Studi Kasus : Kabupaten Demak, Jawa Tengah). *J. Geodesi.* 4 (4) : 316-324.
- Arifin, A. Z., dan Kurniati, W. D. S. 2017. Penggunaan Analisa Faktor untuk Klasifikasi Penginderaan Jauh Multispektral. Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Arnawa, I. K., Martiningsih, N. G. A. G. E., Budiasa, I. M., dan Sukarna, I. G. 2010. Peningkatan Kualitas dan Kuantitas Kopi Arabika Kintamani dalam Upaya Meningkatkan Komoditas Ekspor Sektor Perkebunan. *Majalah Aplikasi Ipteks Ngayah.* 1 (1) : 63-70.
- Asfirmanto, W. A., Nurlambang, T., dan Waryono, T. 2013. Pengaruh Kondisi Fisik dan Budidaya terhadap Kualitas Kopi di Kintamani dan Wamena. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia. Depok.
- Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia (AEKI). 2005. Statistik Kopi Tahun 2003-2005. AEKI. Jakarta.
- Defitri, Y. 2016. Pengamatan Beberapa Penyakit yang Menyerang Tanaman Kopi (*Coffea sp*) di Desa Mekar Jaya Kecamatan Betara Kabupaten Jabung Barat. *J. Media Pertanian.* 1 (2) : 78-84.
- Dieterle, F. 2003. Multianalyte Quantifications by Means of Integration of Artificial Neural Networks, Genetic Algorithms and Chemometrics for Time-Resolved Analytical Data. Diunduh dari http://www.frank-dieterle.de/phd/6_1.html pada 22 Juli 2016 (13:45).
- Ellyanti., Karim, A., dan H. Basri. 2012. Analisis Indikasi Geografis Kopi Arabika Gayo Ditinjau dari Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten. *J. Agrista.* 16 (2) : 46-61.

- Fahmi, M., Baihaqi, A., dan Kadir, I. A. 2013. Analisis Strategi Pemasaran Kopi Arabika ‘Bergendaal Koffie’ di Kabupaten Bener Meriah. *J. Agrisep*. 14 (1) : 28-35.
- Farhaty, N., dan Muchtaridi. 2017. Tinjauan Kimia dan Aspek Farmakologi Senyawa Asam Klorogenat pada Biji Kopi : Review. *Farmaka*. 4 (3) : 1-19.
- Gichimu, B. M., Gichuru, E. K., Mamati, G.E., dan Nyende, A.B. 2014. Biochemical Composition Within *Coffea arabica* cv. Ruiru II and Its Relationship with Cup Quality. *J. of Food Research*. 3 (3) : 31-44.
- Gomez, A. H., He, Y., dan Pereira, A.G. 2006. Nondestructive Measurement of Acidity, Soluble Solids and Firmness of Satsuma using Vis/NIR Spectroscopy Techniques. *J. of Food Engineering*. 77 : 313-319.
- Hayati, R., Marliah, A., dan Rosita, F. 2012. Sifat Kimia dan Evaluasi Sensori Bubuk Kopi Arabika. *J. Floratek*. 7 : 66-75.
- Hendro, G. M., Adji, T.B., dan Setiawan, N. A. 2012. Penggunaan Metodologi Analisa Komponen Utama (PCA) untuk Mereduksi Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penyakit Jantung Koroner. *Seminar Nasional “Science, Engineering, and Technology”*. 1-5.
- Herve, A. 2003. Partial Least Square (Regression). Diunduh dari <http://www.utdallas.edu/~herve/Abdi-PLS-pretty.pdf>. pada 30 Juli 2016 (08:10).
- Isnindar. Wahyuono, S., Widyarini, S., dan Yuswanto. 2016. Analisis Kandungan Kafein pada Ekstrak Buah Kopi Mentah dari Perkebunan Merapi Daerah Istimewa Yogyakarta Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis. *J. Ilmiah Farmasi PHARMACON*. 5 (2) : 187-190.
- Kurnia, N. 2011. Model Hubungan Tacit Knowledge dan Kinerja Individu pada Balai Riset dan Standardisasi Industri. (Skripsi). Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia. Depok.
- Mangiwa, S., Futwembun, A., dan Awak, P. M. 2017. Kadar Asam Klorogenat (CGA) dalam Biji Kopi Arabika (*Coffea arabica*) Asal Wamena, Papua. *J. Ilmiah Pendidikan Kimia “Hydrogen”*. 3 (2) : 313-317.
- Pratomo, D. S., dan Astuti, E. Z. 2015. Analisis Regresi dan Korelasi antara Pengunjung dan Pembeli terhadap Nominal Pembelian di Indomaret Kedungmundu Semarang dengan Metode Kuadrat Terkecil. Jurusan Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro. Semarang.

- Primanita, A., dan Anggraini, D. R. 2015. Pengenalan Wajah Menggunakan Principal Component Analysis dan Self Organizing Maps. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi*. 463-469.
- Randriani, E., Dani., dan Wardiana, E. 2014. Evaluasi Ukuran Biji Beras, Kadar Kafein, dan Mutu Cita Rasa Lima Kultivar Kopi Arabika. *J. TIDP*. 1 (1) : 49-56.
- Rizky, T. A., Saleh, C., dan Alimuddin. 2015. Analisis Kafein dalam Kopi Robusta (Toraja) dan Kopi Arabika (Jawa) dengan Variasi Siklus pada Sokletasi. *J. Kimia Mulawarman*. 13 (1) : 41-44.
- Rosita, R., Budiastara, I. W., dan Sutrisno. 2016. Prediksi Kandungan Kafein Biji Kopi Arabika Gayo dengan Near Infrared Spectroscopy. *J. Keteknik Pertanian*. 4 (2) : 179-186.
- Saragih, J. R. 2010. Kinerja Produksi Kopi Arabika dan Prakiraan Sumbangannya dalam Pendapatan Wilayah Kabupaten Simalungun. *J. VISI*. 18 (1) : 98-112.
- Sirait, R. A. 2009. Penerapan Metode Spektrofotometri Ultraviolet pada Penetapan Kadar Nifedipin dalam Sediaan Tablet. (Skripsi). Fakultas Farmasi, Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Szymanska, E., Saccenti, E., Smilde, A. K., dan Westerhuis, J. A. 2012. Double-check : Validation of Diagnostic Statistics for PLS-DA Models in Metabolomics Studies. *Metabolomics*. 8 : 3-16.
- Walpole, R. E. 2005. Pengantar Statistika Edisi ke-3. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 515 hlm.
- Yessiningrum, W. R. 2015. Perlindungan Hukum Indikasi Geografis sebagai Bagian dari Hak Kekayaan Intelektual. *J. IUS*. 3 (7) : 42-53.