

**STUDI PENGGUNAAN TEKNOLOGI *UV-VIS SPECTROSCOPY* DAN
KEMOMETRIKA UNTUK MENGIDENTIFIKASI PEMALSUAN KOPI
ARABIKA DAN ROBUSTA SECARA CEPAT**

(Skripsi)

Oleh
RIRI IRIANI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

STUDY ON THE USE OF *UV-VIS SPECTROSCOPY* TECHNOLOGY AND CHEMOMETRICS TO QUICKLY IDENTIFY THE FALSIFICATION OF ARABICA AND ROBUSTA COFFEES

Oleh

Riri Iriani

There are two popular coffees in Indonesia, namely Arabica and Robusta coffees. Arabica coffee has a better quality than Robusta do. This research aimed to identify the purity of Arabica coffee and Robusta as mixture ingredient, by using technology of UV-VIS spectroscopy and multivariate analysis, with a method of *soft independent modelling of class analogy (SIMCA)* and *principal component analysis (PCA)*

The research was conducted using coffee powder with size 0,297 mm (50 mesh). The research used 100 samples; sample 1-50 (1 g of Arabica), sample 51-60 (0,8 g of Arabica and 0,2 g of Robusta), sample 61-70 (0,7 g of Arabica and 0,3 g of Robusta), sample 71-80 (0,6 g of Arabica and 0,4 g of Robusta) sample 81-90 (0,5 g of Arabica and 0,5 g of Robusta), sample 91-100 (0,4 g of Arabica and 0,6 g of Robusta).

The result of classification showed that method of PCA and SIMCA are able to classify the mixture of pure Arabica. PC1 explained 77% various datas, and PC2 explained 10% various datas, whilst from data classification SIMCA obtained the precentage score on accuracy 56%, sensitivity58%, and specificity 0%

Kata kunci : Arabica coffee, Robusta coffee, PCA, SIMCA, UV-Vis Spectroscopy

ABSTRAK

STUDI PENGGUNAAN TEKNOLOGI *UV-VIS SPECTROSCOPY* DAN KEMOMETRIKA UNTUK MENGIDENTIFIKASI PEMALSUAN KOPI ARABIKA DAN ROBUSTA SECARA CEPAT

Oleh

Riri Iriani

Tanaman kopi yang berkembang di Indonesia terdiri atas kopi Arabika dan Robusta. Kopi Arabika memiliki kualitas yang tinggi dibandingkan Robusta. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kemurnian kopi Arabika murni dan kopi Robusta sebagai bahan campurannya dengan mengguarkan teknologi UV-Vis spectroscopy dan analisis multivariat dengan metode *soft independent modelling of class analogy* (SIMCA) dan *principal component analysis* (PCA).

Pengujian dilakukan pada bubuk kopi yang berukuran 0,297 mm (mesh 50). Sampel yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 100 sampel dengan perbandingan campuran yang terdiri dari sampel 1-50 (masing-masing 1 g kopi Arabika), sampel 51-60 (0,8 g Arabika dan 0,2 g Robusta), sampel 61-70 (0,7 g Arabika dan 0,3 g Robusta), sampel 71-80 (0,6 g Arabika dan 0,4 g Robusta), sampel 81-90 (0,5 g Arabika dan 0,5 g Robusta) dan sampel 91-100 (0,4 g Arabika dan 0,6 g Robusta).

Hasil klasifikasi menunjukkan metode PCA dan SIMCA mampu mengidentifikasi campuran kopi Arabika murni. PC1 menjelaskan 77% keragaman data dan PC2 menjelaskan 10% keragaman data. Sedangkan untuk klasifikasi data diperoleh nilai persentase untuk nilai akurasi sebesar 56%, sensitivitas 58% , dan nilai spesifisitas 0%.

Kata kunci : kopi Arabika, kopi Robusta, PCA, SIMCA, UV-Vis Spectroscopy

**STUDI PENGGUNAAN TEKNOLOGI *UV-VIS SPECTROSCOPY* DAN
KEMOMETRIKA UNTUK MENGIDENTIFIKASI PEMALSUAN KOPI
ARABIKA DAN SECARA CEPAT**

Oleh

RIRI IRIANI

Skripsi

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

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

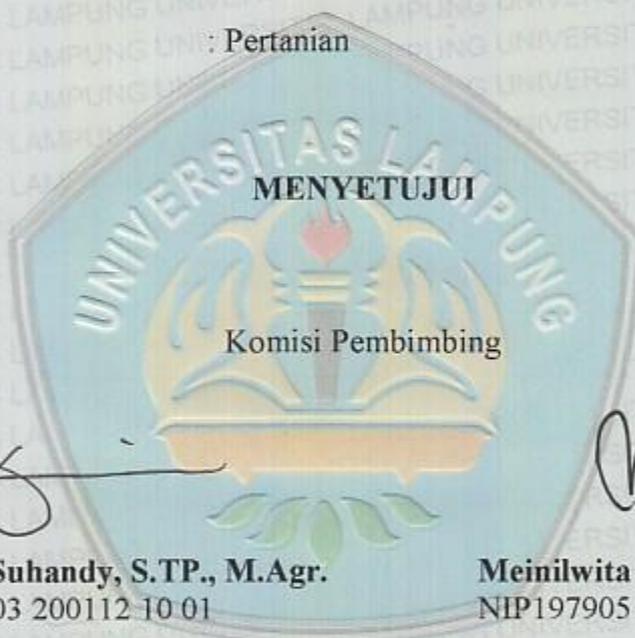
Judul Skripsi : **STUDI PENGGUNAAN TEKNOLOGI *UV-VIS SPECTROSCOPY* DAN KEMOMETRIKA UNTUK MENDENTIFIKASI PEMALSUAN KOPI ARABIKA DAN ROBUSTA SECARA CEPAT**

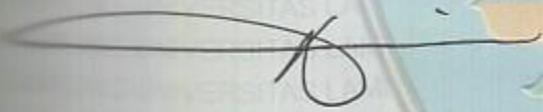
Nama Mahasiswa : **Riri Iriani**

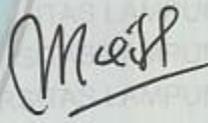
Nomor Pokok Mahasiswa : 1214071064

Jurusan : Teknik Pertanian

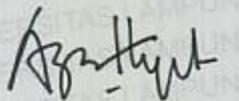
Fakultas : Pertanian




Dr. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr.
NIP 19780303 200112 10 01


Meinilwita Yulia, S.TP., M.Agr.Sc.
NIP19790514 200812 20 01

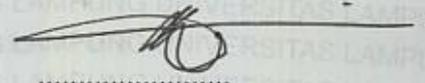
Ketua Jurusan Teknik Pertanian


Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
NIP 19650527 199303 10 02

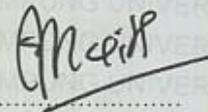
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

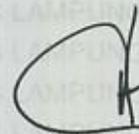
Ketua : Dr. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr.



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

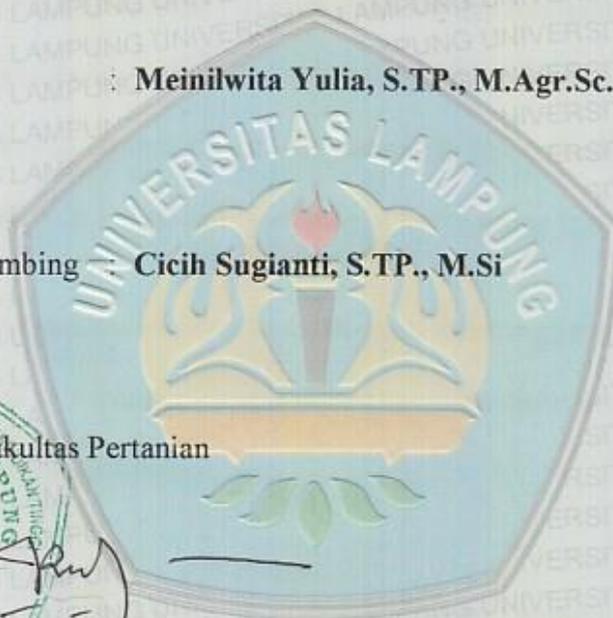


**Penguji
Bukan Pembimbing : Cicih Sugianti, S.TP., M.Si**



Dekan Fakultas Pertanian

Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 196110201986031002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 8 Desember 2016

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Riri Iriani NPM 1214071064. Dengan ini menyatakan bahwa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) Dr. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr. dan 2) Meinilwita Yulia, S.TP., M.Agr.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, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukan 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, 8 Desember 2016

Yang membuat pernyataan



(Riri Iriani)
NPM. 1214071064

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Baturaja, kecamatan Baturaja Timur, kabupaten Ogan Komering Ulu (OKU) Sumatera Selatan pada tanggal 01 Mei 1994, anak ke-2 dari 3 bersaudara keluarga dari Bapak Syukur Djoko Prayitno, S.T. dan Ibu Asnawati. Penulis menyelesaikan pendidikan mulai dari Pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) di TK Shandy Putra Baturaja diselesaikan pada tahun 2000. Sekolah Dasar di SD Al-Azhar 1 Bandarlampung diselesaikan pada tahun 2006, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 4 Bandarlampung diselesaikan pada tahun 2009, Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 5 Bandarlampung diselesaikan pada tahun 2012. Tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa S1 Teknik Pertanian di Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN Undangan.

Selama menjadi Mahasiswa penulis pernah menjadi asisten dosen Kekuatan Bahan Teknik. Tahun 2014 penulis lolos dalam Program Kreativitas Mahasiswa (PKM-K) sebagai anggota tim. Penulis juga aktif pada organisasi tingkat jurusan yaitu Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) menjadi Bendahara Bidang Keprofesian (KEPROF) pada periode 2013 – 2014, menjabat sebagai Anggota Bidang Keprofesian (KEPROF) pada periode 2014-2015, dan

Agricultural Engineering English Club (AEEC) sebagai ketua organisasi pada periode 2013-2015. Bulan Juli – Agustus 2015 penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balitri) dengan judul **“Mempelajari Proses Pengolahan dan Teknik Pengemasan Kopi di Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balitri) Sukabumi Jawa Barat”**. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik pada Bulan Januari – Maret 2016 di Desa Labuhan Batin, kecamatan Way Serdang, kabupaten Mesuji. Penulis berhasil mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S.TP.) S1 Teknik Pertanian pada tahun 2016 dengan menghasilkan skripsi yang berjudul **“Studi Penggunaan Teknologi *UV-Vis Spectroscopy* dan Kemometrika Untuk Mengidentifikasi Pemalsuan Kopi Arabika dan Robusta Secara Cepat”**.



Segala Puji bagi Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang.
Segala puji bagi Allah atas nilai-Nya yang tidak dapat diuraikan, nikmat dan
anugrah-Nya yang tidak dapat terhitung serta ilmunya-Nya yang tidak dapat
dibatasi oleh apapun.

Kupersembahkan karya kecil ini untuk :

Kedua orang tuaku tercinta

Syukur Djoko Prayitno, S.T. (Ayah) dan Asnawati (Mama)

Kakakku Meita Sekar Sari, S.Pd., M.Si.Ak, adekku Wiwiek Agustina, dan seluruh
keluarga yang telah memberikan dukungan, dan doa.

Sahabat-sahabat terbaikku.

Serta

Almamater Tercinta Universitas Lampung

Teknik Pertanian

TEKTAN 2012

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir perkuliahan dalam penyusunan skripsi ini. Sholawat teriring salam semoga selalu tercurah kepada syuri tauladan Arbi Muhammad SAW dan keluarga serta para sahabatnya. Amin.

Skripsi yang berjudul “**Studi Penggunaan Teknologi *UV-Vis Spectroscopy* dan Kemometrika Untuk Mengidentifikasi Pemalsuan Kopi Arabika dan Robusta Secara Cepat**” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S.TP) di Universitas Lampung.

Penulis memahami dalam penyusunan skripsi ini begitu banyak cobaan, suka dan duka yang dihadapi, armun berkat ketulusan doa, semangat, bimbingan, motivasi, dan dukungan orang tua serta berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Maka pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing, memotivasi dan memberikan saran selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini.

2. Meinilwita Yulia, S.TP., M.Agr.Sc., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan berbagai masukan dan bimbingannya dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Cicih Sugianti, S.TP., M.Si., selaku pembahas yang telah memberikan saran dan masukan sebagai perbaikan selama penyusunan skripsi ini.
4. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.S., selaku Dekan Fakultas Pertanian yang telah membantu dalam administrasi skripsi ini.
5. Dr. Ir. Agus Haryanto, M.S., selaku ketua Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung
6. Ayahanda (Syukur Djoko Prayitno, S.T.), Ibunda (Asnawati), kakaku (Meita Sekar Sari, S.Pd., M.Si.Ak), dan adikku (Wiwiek Agustina) tercinta yang telah memberikan kasih sayang, dukungan moral, material dan doa.
7. Teman-teman seperjuangan TEKTAN 12 yang telah memberikan semangat.
8. Rekan-rekan penelitian seperjuangan, Novia Pratiwi, Fipit Novi Handayani, Yuni Kurnia Fitri dan Arion Oktora yang telah membantu selama penelitian
9. Sahabat-sahabat terbaiku yang telah membantu selama penelitian.

Bandar Lampung, 8 Desember 2016

Penulis

Riri Iriani

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kopi	5
2.1.1 Sejarah Tanaman Kopi	5
2.1.2 Taksonomi dan Morfologi Tanaman Kopi	6
2.1.3 Proses Pengolahan Kopi	8
2.1.4 Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>).....	9
2.1.5 Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i> . L).....	10
2.2 <i>UV-Vis Spectroscopy</i>	11
2.3 Kemometrika	12
2.3.1 <i>Principal Component Analysis (PCA)</i>	13
2.3.2 <i>Soft Independent Modelling of Class Analogy (SIMCA)</i> ..	14
2.3.3 <i>Confusion Matrix</i>	14
2.4 Ekstraksi	15
III. METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Tempat.....	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Prosedur Penelitian	17
3.3.1. Persiapan Alat dan Bahan.....	18

3.3.2. Ekstraksi Kopi	20
3.3.3. Pengambilan Spektra dengan Spektrofotometer.....	21
3.3.4. Membuat dan Menguji Model	23
3.5 Analisis Data.....	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Efek Perbedaan Ukuran Partikel Berdasarkan Nilai Absorbansinya	24
4.2 Analisis Data Diskriminasi Menggunakan PCA (<i>Unsupervised</i>)	25
4.3 Analisis Data Diskriminasi Menggunakan Metode SIMCA	
(<i>Supervised</i>)	28
V. KESIMPULAN.....	34
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Halaman
1.	Persyaratan Kondisi Iklim dan Tanah yang Optimum untuk Kopi.....	10
2.	Confusion Matrix	15
3.	Kode dan komposisi sampel.....	17
4.	Klasifikasi SIMCA.....	31
5.	<i>Confusion Matrix</i>	32
<i>Lampiran</i>		
6.	Data absorbansi sampel kopi pada panjang gelombang 190-400 nm	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	Spektrum Gelombang Elektromagnetik (Lillesand dan Kiefer, 2008)	12
2.	Prosedur Penelitian.....	18
3.	Mesin <i>coffee grinder</i>	18
4.	Sampel kopi yang dibungkus alumunium foil setelah proses penimbangan..	19
5.	(a). Hasil ekstrak kopi dan (b) Hasil pengenceran ekstrak kopi dengan	20
6.	Prosedur ekstrak kopi	21
7.	Prosedur Penggunaan <i>UV-Vis Spectroscopy</i>	22
8.	Hasil data tabular pada <i>UV-VIS spectroscopy</i>	23
9.	Hasil spektra dengan panjang gelombang 190-500 nm pada ukuran mesh yang berbeda	25
10.	Nilai spektra sampel kopi pada panjang gelombang 200-400 nm	26
11.	<i>Score Plot</i> PCA 100 sampel kopi (<i>non-adulteration</i> dan <i>adulteration</i>)	27
12.	Membangun model kopi Arabika asli menggunakan metode SIMCA	29
13.	Membangun model kopi Arabika campuran menggunakan metode SIMCA	30
Lampiran		
14.	Sampel kopi bubuk jenis Robusta	40

15. Sampel kopi bubuk Arabika..... 40

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Sahat (2015), kopi menjadi salah satu tanaman perkebunan yang penting dan memiliki nilai ekonomis tinggi. Produksi kopi merupakan penyokong perekonomian melalui basis produksi bahan bahan mentah dan basis penyerapan tearga kerja. Menurut Kemenperin (2016) mencatat, sumbangan pemasukan devisa dari ekspor produk kopi olahan mencapai USD 356,79 juta pada tahun 2015 atau meningkat 8 persen dibanding tahun sebelumnya dan menempatkan Indonesia sebagai produsen kopi terbesar keempat secara global, setelah Brazil, Vietnam, dan Kolombia.

Kopi merupakan salah satu hasil pertanian yang disearngi banyak orang karena dapat diolah menjadi minuman yang memiliki aroma dan rasanya yang nikmat, serta berpotensi sebagai obat-obatan dan penahan rasa kantuk (Panggabean, 2011). Kopi jenis Arabika, Robusta, dan liberika merupakan jenis kopi yang terdapat di Indonesia. Akan tetapi, kopi yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah kopi jenis Arabika dan Robusta (Indrawanto *dkk*, 2010).

Kegiatan pemalsuan pangan di Indonesia semakin banyak dilakukan khususnya untuk komoditas kopi. Pemalsuan adalah upaya perubahan tampilan makanan yang secara sengaja dilakukan dengan cara menambah atau mengganti bahan

makanan dengan tujuan meningkatkan penampilan makanan untuk memperoleh keuntungan yang sebesar-besarnya sehingga hal tersebut memberikan dampak buruk pada konsumen. Menurut Briandet, *et.al.* (1996) harga kopi Arabika jauh lebih tinggi dibandingkan dengan Robusta.

Pemalsuan pada bahan pangan khususnya kopi dapat merugikan konsumen maupun produsen. Untuk mengidentifikasi pemalsuan kopi kita dapat menggunakan mata (visual), namun hal tersebut hanya dapat digunakan untuk membedakan kopi dalam bentuk biji kopi yang telah disangrai. Mengidentifikasi pemalsuan dalam bentuk bubuk tidak mudah dikarenakan tampilan warna kopi yang sama sehingga memerlukan metode-metode khusus. Adapun metode yang telah berhasil untuk membedakan antara kopi Arabika dan Robusta dengan mengguarkan metode *multivariate statistical* atau PCA (*principal component analysis*) (Jolliffe, 1986).

Selain itu juga penggunaan metode kemometrika yaitu berupa SIMCA (*soft independent modelling of class analogy*) dan PCA (*principal component analysis*) diterapkan untuk mempermudah mengklasifikasikan data antara *adulteration* dan *non adulteration*. *Adulteration* (campuran) yang dimaksud yaitu campuran antara kopi Arabika dan kopi Robusta, sedangkan *non adulteration* (murni) yaitu kopi Arabika tanpa adanya campuran. Bahan yang digunakan sebagai campuran pada penelitian ini yaitu kopi Robusta. Berdasarkan penelitian sebelumnya, menurut Souto *et al* (2015) penggunaan teknologi *UV-Vis spectroscopy* dan kemometrika sangat baik untuk mengidentifikasi pemalsuan kopi, namun varietas yang digunakan pada penelitiannya berasal dari Brazil. Berdasarkan hal tersebut

penelitian ini menggunakan *UV-Vis spectroscopy* untuk mendapatkan nilai spektranya dan kemometrika (SIMCA dan PCA) digunakan untuk mengolah data spektranya dengan menggunakan bahan kopi Arabika dan Robusta yang berasal dari Lampung Barat (Liwa) untuk mengidentifikasi adanya pemalsuan produk kopi yang dilakukan oleh produsen yang ingin mendapatkan keuntungan besar tanpa mementingkan kualitas produknya.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah

1. Membangun model klasifikasi yang mampu mengidentifikasi dan mengklasifikasikan kopi Arabika murni dan kopi Arabika dengan campuran kopi Robusta menggunakan PCA
2. Menguji model yang dibangun untuk klasifikasi kopi Arabika murni dan kopi Arabika dengan campuran kopi Robusta menggunakan SIMCA.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah

1. Agar penggunaan kemometrika dan *UV-Vis spectroscopy* dapat mengidentifikasi pemalsuan kopi Arabika dengan bahan lain secara cepat
2. Menciptakan perdagangan kopi bubuk yang bebas dari pemalsuan dan tidak merugikan konsumen.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang dapat diambil bahwa dengan penggunaan teknologi *UV-Vis spectroscopy* dan penggunaan kemometrika khususnya SIMCA (*soft independent modelling of class analogy*) dapat mengidentifikasi pemalsuan pada kopi Arabika dengan campuran bahan kopi Robusta.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kopi

Kopi merupakan jenis minuman penyegar yang biasanya disajikan dalam keadaan paars atau dingin. Minuman ini merupakan hasil olahan biji kopi yang dipanggang dan kemudian diseduh. Kopi mengandung senyawa kafein yang tinggi. Kopi dinilai berdasarkan citarasa yang dimiliki kopi tersebut, bukan dari bentuk fisiknya. Penanganan pascapanen yang baik dapat menjaga citarasa yang dimiliki kopi sehingga dapat menghasilkan kopi berkualitas (Hayati, 2013).

2.1.1 Sejarah Tanaman Kopi

Pada abad ke-19, minuman kopi sangat populer di seluruh dunia dan mulai menjadi gaya hidup masyarakat. Bahkan di Amerika, kopi menjadi minuman tradisional yang tepat untuk berbincang-bincang di pagi hari, siang hari, dan malam hari. Pada tahun 1700-an, tanaman kopi mulai dibudidayakan di Indonesia. Tanaman kopi jenis Arabika merupakan tanaman kopi yang pertama kali dibudidayakan di Indonesia, khususnya Pulau Jawa. Namun pada Tahun 1896, penyakit karat daun (*coffee leaf rust*) yang ditemukan di Srilangka menyerang dan mengakibatkan penurunan produktivitas tanaman kopi (Panggabean, 2011).

Tanaman kopi jenis Liberika tidak resisten terhadap *Hemileia Vastatrik* sehingga memiliki produktivitas yang lebih rendah dari tanaman kopi jenis Arabika.

Produksi tanaman kopi jenis Liberika yang diperdagangkan secara internasional tidak mencapai 1 % dari jumlah kopi seluruhnya. Tahun 1900-an, kopi jenis Robusta mulai dibudidayakan untuk menggantikan jenis tanaman kopi sebelumnya. Di Pulau Jawa, tanaman kopi jenis Robusta dapat tumbuh dengan baik dan lebih resisten terhadap serangan *Hemileia Vastatrik* (Anshori, 2014).

2.1.2 Taksonomi dan Morfologi Tanaman Kopi

Klasifikasi tanaman kopi (*Coffea* sp.) menurut Rahardjo (2012) adalah sebagai berikut :

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

Menurut AAK (1988), tanaman kopi merupakan tanaman semak belukar yang berkeping dua (dikotil), sehingga memiliki perakaran tunggang. Perakaran ini

hanya dimiliki jika tanaman kopi berasal dari bibit semai atau bibit sambung (okulasi) yang batang bawahnya berasal dari bibit semai. Sebaliknya, tanaman kopi yang berasal dari bibit setek, cangkok atau okulasi yang batang bawahnya berasal dari bibit setek tidak memiliki akar tunggang, sehingga relatif mudah rebah. Menurut Panggabean (2011), tanaman kopi memiliki lima jenis cabang yaitu cabang primer, sekunder, reproduktif, cabang balik, dan cabang kipas. Daun tanaman kopi hampir memiliki perwatakan yang sama dengan tanaman kakao yang lebar dan tipis, sehingga dalam budidayanya memerlukan tanaman naungan. Bagian pinggir daun kopi bergelombang dan tumbuh pada cabang, batang, serta ranting.

Menurut AAK (1988), letak daun pada cabang *plagiotrop* terletak pada satu bidang, sedangkan pada cabang *orthotrop* letak daun berselang seling. Tanaman kopi mulai berbunga setelah berumur sekitar dua tahun. Bunga tanaman ini tersusun dalam kelompok yang tumbuh pada buku-buku cabang tanaman dan memiliki mahkota yang berwarna putih serta kelopak yang berwarna hijau. Buah kopi mentah berwarna hijau dan ketika matang akan berubah menjadi warna merah. Buah kopi terdiri atas daging buah dan biji. Daging buah terdiri atas tiga bagian yaitu lapisan kulit luar (*eksokarp*), lapisan daging buah (*mesokarp*), dan lapisan kulit tanduk (*endokarp*) (AAK, 1988). Kulit tanduk buah kopi memiliki tekstur agak keras dan membungkus sepanjang biji kopi. Daging buah ketika matang mengandung lendir dan senyawa gula yang rasanya manis (Panggabean, 2011).

2.1.3 Proses Pengolahan Kopi

Buah kopi yang telah matang (berwarna merah) darii pohon kopi harus dikupas untuk mendapatkan biji kopi. Biji kopi kemudian dikeringkan sebelum dapat dipanggang. Pengolahan buah kopi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara kering (*dry process*) dan secara basah (*wet process*). Pengolahan buah kopi secara kering (*dry process*) dalam praktiknya banyak dilakukan oleh petani kecil, terutama di daerah yang sulit air karena petani tidak memiliki alat pengupas buah kopi (*pulper*). Langkah-langkah dasarnya adalah pembersihan dan penyortiran, pengeringan, dan pengelupasan (Rahardjo, 2012).

Pengolahan buah kopi secara basah (*wet process*) merupakan cara pengolahan yang umumnya dilakukan oleh perusahaan besar perkebunan negara maupun swasta. Pengolahan kopi secara basah pada umumnya menghasilkan kualitas biji kopi yang lebih baik dibandingkan pengolahan buah kopi secara kering.

Pengelupasan biasanya dilakukan dengan bantuan *pulper*. Cara pengolahan buah kopi yang dilakukan sesuai standar akan menghasilkan kualiti fisik dan cita rasa biji kopi yang maksimal. Kualitas citarasa kopi merupakan perpaduan antara kualitas bahan baku serta cara pengolahan buah kopi yang baik (Rahardjo, 2012).

Sebelum dinikmati sebagai minuman, kopi terlebih dahulu mengalami beberapa tahapan proses. Tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Pemanggangan, yaitu dengan memanggang (*roast*) biji kopi hijau yang mempengaruhi rasa dan mengubah biji kopi secara fisik dan secara kimiawi. Terjadi penurunan berat dalam proses ini tetapi terjadi peningkatan volume.

- b. Penyimpanan, yaitu setelah dipanggang kemudian biji harus disimpan dengan baik untuk memelihara rasa segarnya. Proses penyimpanan yang paling penting adalah kondisi dingin dan kedap udara. Udara, embun, cahaya, dan panas adalah faktor lingkungan yang penting memelihara kesegaran serbuk kopi.
- c. Persiapan, yaitu kopi sebelum dinikmati terlebih dahulu digiling dan dimasak. Kopi dapat dimasak dengan beberapa cara yaitu direbus, direndam, atau dengan mengguarkan tekanan udara.
- d. Penghidangan, yaitu setelah kopi dimasak, kopi dapat dihidangkan dengan berbagai cara misalnya langsung disajikan, disaring, ataupun dicampur dengan gula, susu, atau krim. Hidangan kopi dapat berbeda-beda tergantung dari campuran yang menyertainya atau bentuk penyajiannya (panas atau dingin) (Rahardjo, 2012).

2.1.4 Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

Kopi Robusta dan kopi Arabika merupakan jenis tanaman kopi yang ditanam di Indonesia. Kopi Robusta mempunyai persyaratan tumbuh yang berbeda dengan kopi Arabika. Kopi Robusta sangat cocok ditanam pada dataran rendah dengan ketinggian 300 – 600 dpl, sedangkan kopi Arabika cocok ditanam pada dataran yang lebih tinggi. Penanaman kopi Robusta pada dataran yang lebih tinggi dapat mengganggu pertumbuhan tanaman dan menyebabkan penurunan produktifitas hasil pertanian (BBPPTP, 2008).

Kopi Robusta ini lebih tahan terhadap cendawan *Hemileia Vastatrix* dan memiliki produksi yang tinggi dibandingkan kopi Liberika. Akan tetapi, citarasa yang

dimiliki oleh kopi Robusta ini tidak sebaik dari kopi jenis Arabika, sehingga dalam pasar internasional kopi jenis ini memiliki indeks harga yang rendah dibandingkan kopi jenis Arabika (Indrawanto *dkk*, 2010).

Tabel 1. Persyaratan Kondisi Iklim dan Tanah yang Optimum untuk Kopi

Syarat Tumbuh	Kopi Robusta	Kopi Arabika
Iklim		
Tinggi tempat	300 - 600 m dpl (diatas permukaan laut)	700 -1.400 m dpl (diatas permukaan laut)
Suhu udara harian	24 - 30°C	15 - 24°C
Curah hujan rata-rata	1.500-3.000 mm/tahun	2.000-4.000 mm/tahun
Jumlah bulan kering	1-3 bulan/tahun	1 - 3 bulan/tahun
Tanah		
pH tanah	5,5 - 6,5	5,3 - 6,0
Kandungan bahan organik	minimal 2%	minimal 2%
Kedalaman tanah efektif	> 100 cm	>100 cm
Kemiringan tanah	40%	40%

Sumber: Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian (2008).

2.1.5 Kopi Arabika (*Coffea arabica*. L)

Kopi Arabika merupakan kopi yang paling pertama masuk ke Indonesia. Kopi ini dapat tumbuh pada ketinggian optimum sekitar 1000 sampai 1200 m dpl. Semakin tinggi lokasi penanaman, citarasa yang dihasilkan oleh bijinya semakin baik. Selain itu, kopi jenis ini sangat rentan pada penyakit karat daun yang disebabkan oleh cendawan *Hemilela Vastatrix*, terutama pada ketinggian kurang dari 600 sampai 700 m dpl. Karat daun ini menyebabkan produksi dan kualitas biji kopi menjadi turun (Indrawanto *dkk*, 2010). Ciri-ciri dari tanaman kopi Arabika yaitu, tinggi pohon mencapai 3 meter, cabang primernya rata-rata mencapai 123 cm, sedangkan ruas cabangnya pendek, batangnya tegak, bulat, percabangan monopodial, permukaan batang kasar, warna batangnya kuning keabu-abuan. Kopi Arabika juga memiliki kelemahan yaitu, rentan

terhadap penyakit karat daun oleh jamur HV (*Hemileia Vastatrix*), oleh karena itu sejak muncul kopi Robusta yang tahan terhadap penyakit HV, dominasi kopi Arabika mulai tergantikan (Prastowo *dkk*, 2010). Kopi Arabika cenderung menimbulkan aroma *fruity* karena adanya senyawa aldehid, asetaldehida, dan propanal (Wang, 2012). Kadar kafein biji mentah kopi Arabika lebih rendah dibandingkan biji mentah kopi Robusta, kandungan kafein kopi Arabika sekitar 1,2 % (Spinale *et al*, 1990).

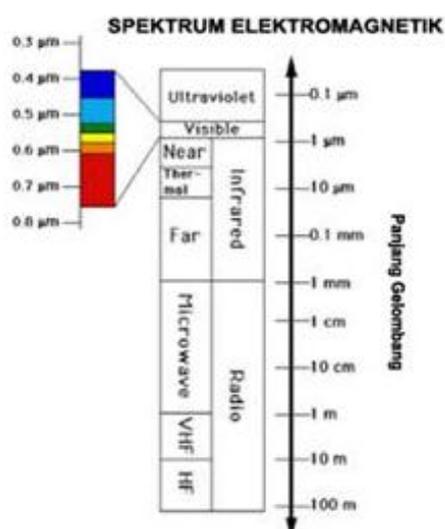
2.2 UV-Vis Spectroscopy

Spektrofotometer UV-Vis adalah satu alat yang umum digunakan terutama berbasis serapan, yaitu dengan mengukur nilai serapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh suatu atom atau molekul. Spektroskopi UV-Vis merupakan radiasi elektromagnetik panjang gelombang 160 sampai 780 nm (Skoog *et al*, 2004).

Spektrofotometri merupakan suatu metoda analisa yang didasarkan pada pengukuran serapan sinar monokromatis oleh suatu lajur larutan berwarna pada panjang gelombang spesifik dengan menggunakan monokromator prisma atau kisi difraksi dengan detektor fototube. Benda bercahaya seperti matahari atau bohlam listrik memancarkan spektrum yang lebar terdiri atas panjang gelombang. Panjang gelombang yang dikaitkan dengan cahaya tampak itu mampu mempengaruhi selaput pelangi mata manusia dan karenanya menimbulkan kesan subyektif akan ketampakan (*vision*). Dalam analisis secara spektrofotometri terdapat tiga daerah panjang gelombang elektromagnetik yang digunakan, yaitu

daerah UV (200 – 380 nm), daerah *visible* (380 – 700 nm), daerah inframerah (700 – 3000 nm) (Khopkar, 1990).

Penyerapan sinar tampak dan ultraviolet oleh suatu molekul akan menghasilkan transisi di antara tingkat energi elektronik molekul tersebut. Transisi tersebut pada umumnya antara orbital ikatan atau orbital pasangan bebas serta orbital bukan ikatan atau orbital anti ikatan (Sudjadi, 1983).



Gambar 1. Spektrum Gelombang Elektromagnetik (Lillesand dan Kiefer, 2008)

2.3 Kemometrika

Metode kemometrika adalah multi disiplin ilmu yang melibatkan statistik multivariat pemodelan matematika dan informasi teknologi, khususnya diterapkan pada data kimia. Analisis multivariat adalah cara untuk meringkas data variabel dengan menciptakan variabel baru yang mengandung sebagian besar informasi. Variabel-variabel baru kemudian digunakan untuk pemecahan masalah dan tampilan yaitu klasifikasi hubungan dan mengontrol grafik. PCA (*principal component analysis*) adalah sebuah transformasi linier yang biasa digunakan pada

kompresi data. PCA juga merupakan teknik yang umum digunakan untuk menarik fitur-fitur dari data pada sebuah skala berdimensi tinggi. PCA memproyeksikan data ke dalam *subspace*. Teknik PCA dapat mengurangi dimensi dari data tanpa menghilangkan informasi penting dari data tersebut (Yves, 2007).

2.3.1 *Principal Component Analysis (PCA)*

PCA (*principal component analysis*) merupakan suatu teknik untuk mengurangi jumlah peubah dalam suatu matrik data. Prinsip PCA yaitu mencari komponen utama yang merupakan kombinasi linier dari peubah asli. Penggunaan PCA pada umumnya untuk mengaplikasikan sampel menjadi grup yang umum, mendeteksi adanya pencilan (*outliers*), melakukan pemodelan data, serta menyeleksi peubah untuk klasifikasi maupun untuk pemodelan komponen-komponen utama ini dipilih demikian rupa sehingga komponen utama memiliki variasi terbesar dalam set data, sedangkan komponen utama yang kedua tegak lurus terhadap komponen utama pertama dan memiliki variasi terbesar. Kedua komponen utama ini pada umumnya digunakan sebagai bidang proyeksi utama pemeriksaan visual data multivariat (Miller dan Miller, 2000).

Metode SIMCA menggunakan PCA untuk menggambarkan kumpulan data.

Tujuan PCA yaitu membuat sebuah pengurangan jumlah peubah yang menjelaskan aktivitas biologis atau sifat kimia ke dalam peubah independen yang lebih kecil. Hal ini dapat dicapai melalui analisis dari matrik korelasi dari sifat biologi dan kimia (Jensen, 1999).

2.3.2 *Soft Independent Modelling of Class Analogy (SIMCA)*

Soft independent modeling of class analogy (SIMCA) merupakan teknik analisis multivariat terawasi yang digunakan untuk menguji kekuatan diskriminasi dan klasifikasi sampel. SIMCA digunakan untuk menetapkan sampel ke dalam kelas yang tersedia dengan tepat. Metode klasifikasi ini didasarkan pada pembuatan model PCA untuk masing-masing kelas dan mengklasifikasikan setiap sampel pada masing-masing model PCA. Hasil luaran dari SIMCA berupa tabel klasifikasi dimana sampel dapat terklasifikasikan dalam satu, beberapa kelas, atau tidak terklasifikasikan ke dalam kelas manapun (Nurchahyo, 2015).

2.3.3 *Confusion Matrix*

Menurut Lavine (2009), *confusion matrix* yaitu merupakan tabel pencatat hasil kerja klasifikasi dari pengolahan menggunakan SIMCA. Rumus *confusion matrix* memiliki beberapa keluaran yaitu akurasi, spesifitas, dan sensitivitas. Akurasi adalah ketepatan dari model yang dibuat, dimana a adalah nomor sampel dari kelas A yang masuk di kelas A aktual, sedangkan d adalah nomor sampel dari kelas B yang masuk ke ke kelas B aktual, b adalah nomor sampel dari kelas A yang masuk ke kelas B aktual, dan c adalah nomor sampel dari kelas B yang masuk ke kelas A aktual. Sensitivitas adalah menunjukkan kemampuan model untuk bisa menolak sampel yang bukan kelasnya. Spesifisitas adalah kemampuan model untuk mengarahkan sampel untuk masuk ke dalam kelas secara benar.

Tabel 2. Confusion Matrix

	Kelas A (aktual)	Kelas B (aktual)
Kelas A (hasil model SIMCA A)	a	b
Kelas B (hasil model SIMCA B)	c	d

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

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

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

Keterangan :

a : Sampel kelas A yang masuk ke dalam kelas A

b : Sampel kelas B yang masuk ke dalam kelas A

c : Sampel kelas A yang masuk ke dalam kelas B

d : Sampel kelas B yang masuk ke dalam kelas B

Kelas A : Kelas sampel kopi campuran (*Adulteration*)

Kelas B : Kelas sampel kopi murni (*Non-Adulteration*)

2.4 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan istilah yang digunakan untuk mengambil senyawa tertentu dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Metode ekstraksi tergantung pada polaritas senyawa yang akan diekstraksi. Prinsipnya adalah *like dissolve like*, yaitu pelarut polar akan melarutkan senyawa nonpolar akan melarutkan senyawa nonpolar. Pemilihan pelarut yang akan digunakan juga bergantung pada sifat kelarutan zat terlarut tersebut (Khopkar, 1990).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2016 sampai Juni 2016 bertempat di Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pascapanen (RBPP) Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *UV-Vis spectroscopy* jenis *Genesys 10s UV-Vis* diproduksi oleh (*thermo fisher scientific*), *thermometer*, *cuvet*, *rubber bulb*, timbangan analitik, ayakan *tyler meinzer II* dengan mesh nomor (20,30,40,50,70 dan 100), *magnetic stirrer chimArec series S130810-33* (4 x 4 *inch*), mesin *coffee grinder* dengan *brand* sayota yang memiliki daya 180 watt tipe SCG 178, pipet ukur (1 ml, 2 ml dan 25 ml), gelas ukur, labu erlemeyer 50 ml, labu ukur, rak tabung, pemanas air, corong plastik, komputer, toples, tisu, kertas tempel, kertas saring, *aluminium foil* dan alat tulis. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah akuades, biji kopi Arabika dan Robusta yang berasal dari Lampung Barat (Liwa).

Tabel 3. Kode dan komposisi sampel

Kode Sampel	AR/A	Komposisi
S 1-50	AR	1 g B
S 51-60	A	0,8 g B + 0,2 g R
S 61-70	A	0,7 g B + 0,3 g R
S 71-80	A	0,6 g B + 0,4 g R
S 81-90	A	0,5 g B + 0,5 g R
S 91-100	A	0,4 g B + 0,6 g R

Keterangan :

S = sampel kopi

A = *adulteration* (campuran)

AR = *non-adulteration* (asli)

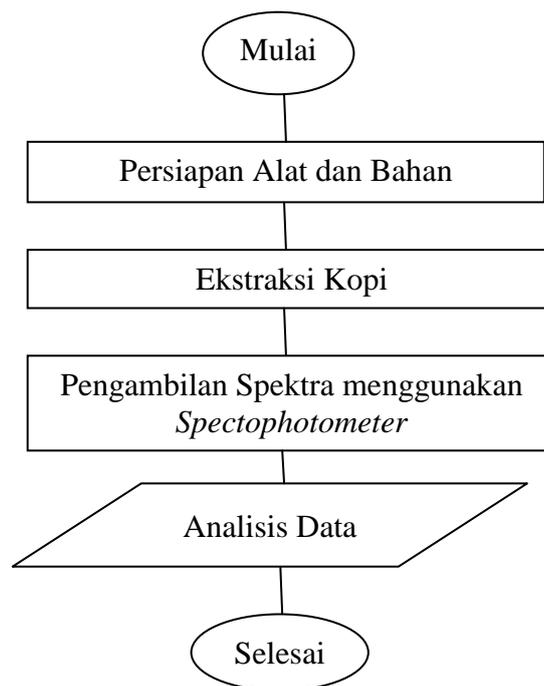
B = kopi Arabika

R = kopi Robusta

g = gram

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi pemalsuan kopi Arabika dengan kopi lain yaitu kopi Robusta dan mengguarkan *Uv-Vis Spectroscopy* jenis *Genecsis 10s UV-Vis*. Tahap-tahap penelitian secara ringkas disajikan pada Gambar 2. Pembuatan ekstraksi menggunakan bahan kopi Arabika dan kopi Robusta sebagai bahan campurannya meliputi persiapan bahan, dilanjutkan proses ekstraksi, *strirrer*, dan proses pengambilan spektra selanjutnya membangun dan menguji model untuk membedakan kopi Arabika asli dengan kopi Arabika campuran dengan menggunakan *The Unscrambler* versi 9,8 dan selanjutnya dianalisis kemometrik menggunakan metode SIMCA dan PCA.



Gambar 2. Prosedur Penelitian

3.3.1. Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan Bahan Penelitian :

1. Penggilingan

Penggilingan kopi dilakukan untuk mengubah bentuk dari biji kopi menjadi kopi bubuk dengan menggunakan mesin *coffee grinder* dengan *brand* sayota yang memiliki daya 180 watt tipe SCG 178. Hal tersebut dilakukan untuk memudahkan pada saat proses ekstraksi.



Gambar 3. Mesin *coffee grinder*

2. Pengayakan

Pengayakan dilakukan untuk mendapatkan ukuran yang seragam dari partikel kopi. Kopi diayak menggunakan ayakan *tyler meinzer II* dengan ukuran mesh 20, 30, 40, 50, 70 dan 100 yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil ayakan ukuran mesh 50 (0,297 mm) dikarenakan diantara ukuran mesh tersebut mesh 50 memiliki nilai absorbansi yang tertinggi dan memiliki bobot hasil yang lebih besar dibandingkan yang lain. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu ayakan *tyler meinzer II*. Keseragaman partikel kopi akan berpengaruh terhadap hasil ekstraksi kopi.

3. Penimbangan

Setelah proses pengayakan, kopi akan ditimbang sebanyak 1 g untuk setiap sampel. Perbandingan campuran bahan untuk sampel no 1–50 (1 g kopi Arabika), sampel nomor 51–60 (0,8 g Arabika dan 0,2 g Robusta), sampel nomor 61 – 70 (0,7 g luwak dan 0,3 g Arabika), sampel nomor 71 – 80 (0,6 g Arabika dan 0,4 Robusta), sampel 81 – 90 (0,5 g Arabika dan 0,5 g Robusta), sampel 90 – 100 (0,4 g Arabika dan 0,6 g Robusta). Hasil penimbangan sampel ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Sampel kopi yang dibungkus alumunium foil setelah proses Penimbangan

3.3.2. Ekstraksi Kopi

Tahap-tahap pembuatan ekstraksi kopi ditunjukkan pada Gambar 6.

1. Pecampuran Bahan

Pencampuran bahan yang telah ditimbang (sampel kopi) dengan akuades dengan suhu $90 - 98^{\circ}\text{C}$ sebanyak 50 ml.

2. Pengadukan (*Stirrer*)

Bahan yang telah di campur dengan akuades kemudian diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer chimArec series S130810-33 (4 x 4 inch)* selama 10 menit untuk menghomogenkan campuran bahan

4. Penyaringan

Penyaringan dilakukan untuk memisahkan ampas kopi dengan hasil ekstrak kopi dengan menggunakan kertas saring.

5. Pengenceran

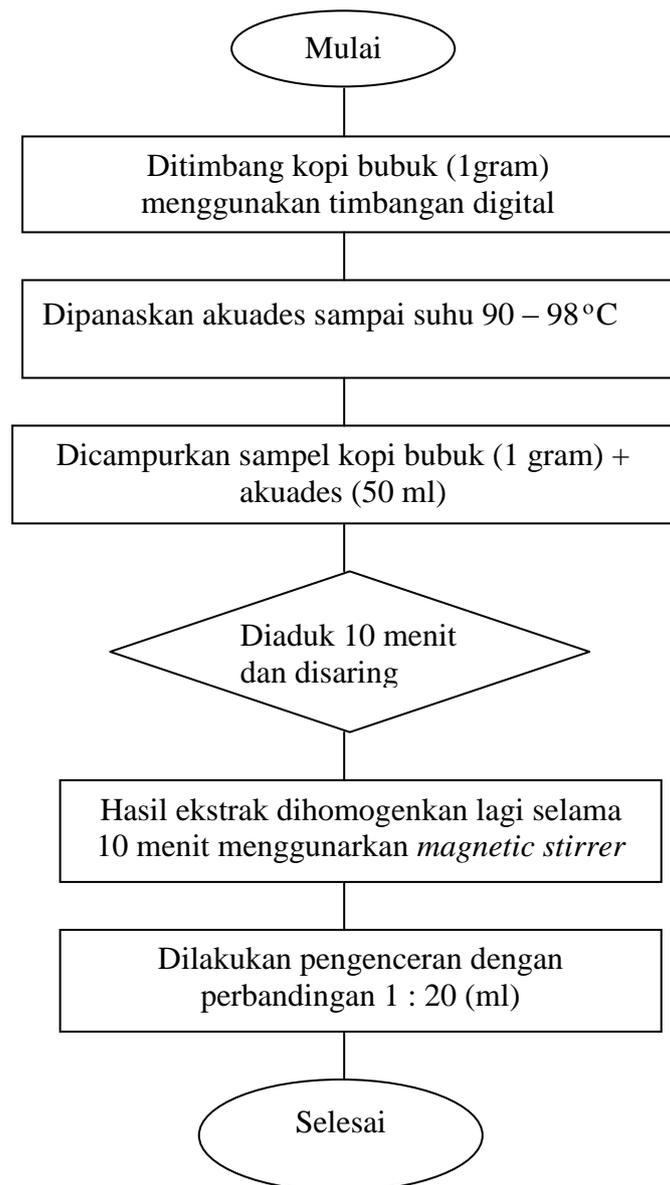
Hasil ekstrak kopi dibiarkan hingga mencapai suhu 27°C , selanjutnya dilakukan pengenceran dengan perbandingan 1 : 20 (ekstrak kopi : air) dapat dilihat pada Gambar 5.



(a) Hasil ekstrak kopi

(b) Hasil pengenceran (1:20)

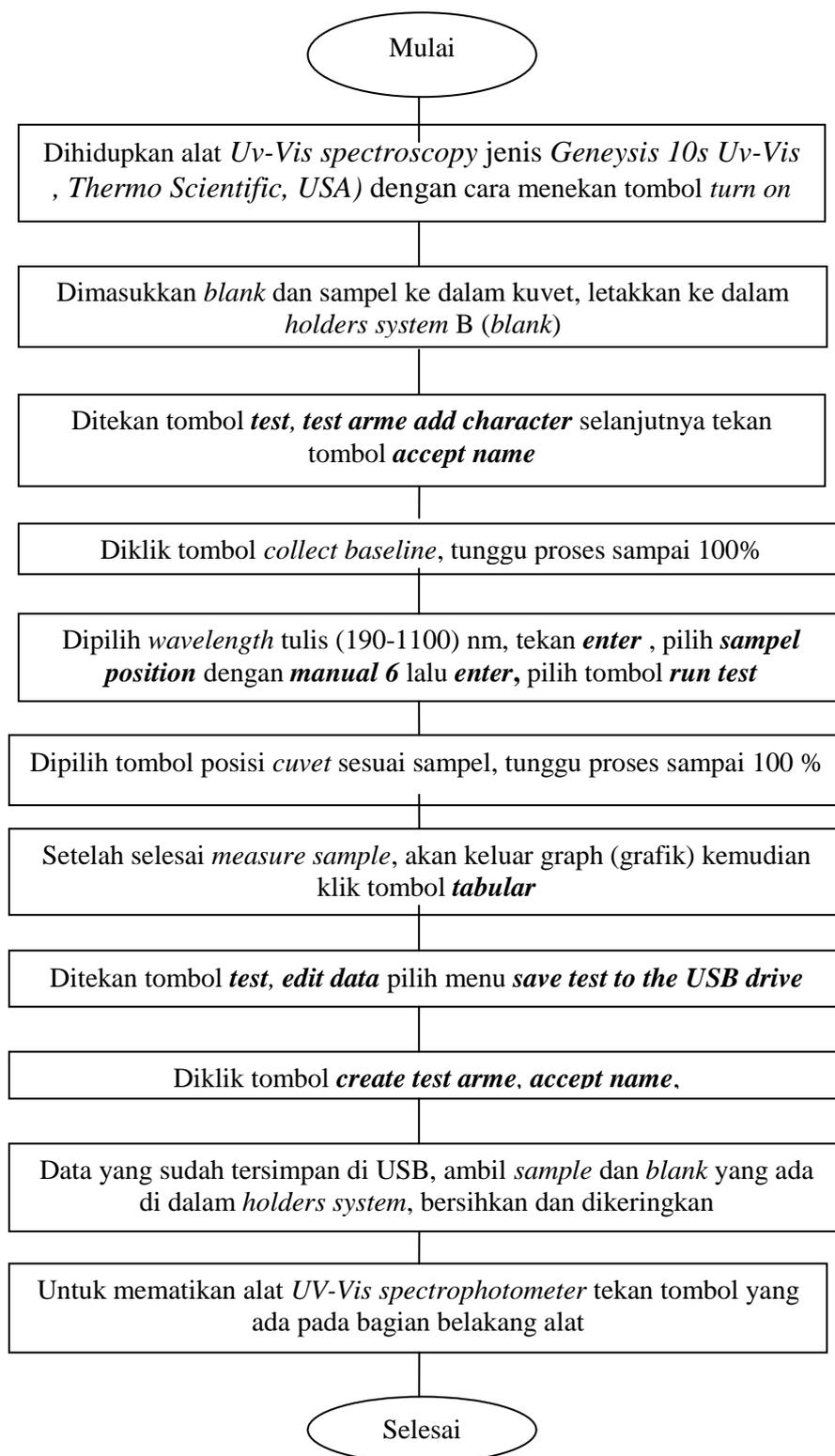
GambAR 5. (a). Hasil ekstrak kopi dan (b) Hasil pengenceran ekstrak kopi dengan perbandingan (1:20)



Gambar 6. Prosedur ekstrak kopi

3.3.3. Pengambilan Spektra dengan Spektrofotometer

Tahap-tahap pengambilan spektra dengan spektrofotometer ditunjukkan pada Gambar 7 . Pengambilan spektra dengan alat *spectrophotometer* yaitu sampel yang telah diencerkan dimasukkan kedalam kuvet sebanyak 2 ml selanjutnya dimasukkan dalam *holders system* dan diambil nilai absorbansi.



Gambar 7. Prosedur Penggunaan UV-Vis Spectroscopy

3.3.4. Membuat dan Menguji Model

Tahap-tahap membuat dan menguji model dilakukan dengan mengguarkan nilai absorbansi yang didapatkan dari alat *spectrophotometer* seperti pada Gambar 8, kemudian data tersebut diguarkan untuk membuat dan menguji model dengan perangkat lunak *the unscrambler* versi 9.8 (CAMO AS, Norwegia) menggunakan SIMCA dan PCA.

Wavelength	Abs
190.0	2.888
191.0	3.045
192.0	3.063
193.0	3.247
194.0	3.466
195.0	3.394
196.0	3.413
197.0	3.525
198.0	3.623
199.0	3.583

IDB: 1
Baseline collected 26Apr16
Collect Graph Measure
Baseline Sample

Gambar 8. Hasil data tabular pada *UV-VIS spectroscopy*

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh darii sampel tersebut yang diambil spectra nya pada alat *uv-vis spectroscopy* jenis *geneysis 10s uv-vis* diproduksi oleh (*thermo fisher scientific*) kemudian data yang didapatkan disimpan menggunakan USB. Data yang didapatkan kemudian dipindahkan ke dalam *excel*. Setelah itu data tersebut diolah dengan menggunakan *software the unscramble* versi 9.8 (CAMO AS, Norwegia) dengan metode kemometrika SIMCA dan PCA untuk membuat klasifikasi antara *adulteration* (campuran) dan *non-adulteration* (murni).

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan,

1. Hasil analisis PCA memberikan informasi PC1 menunjukkan nilai keseragaman data sebesar 77% dan PC2 menunjukkan nilai keseragaman data sebesar 10%, sehingga, semua PC dapat menjelaskan keseragaman data sebesar 87% untuk keseluruhan data. 35 sampel kopi Arabika murni yang digunakan untuk membangun model asli dan 25 sampel kopi Arabika campuran yang digunakan untuk membangun model campuran. Nilai yang didapatkan yaitu 88% PC1 dan 5% PC2 untuk model murni, sedangkan untuk model campuran yaitu 79% PC1 dan 11% PC2.
2. Berdasarkan pengujian model menggunakan metode SIMCA dengan menggunakan 15 sampel kopi Arabika asli dan 25 sampel kopi Arabika campuran dengan taraf kepercayaan 10%, diperoleh nilai akurasi sebesar 56%, sensitivitas 58% dan spesifisitas sebesar 0%. Nilai yang didapat menunjukkan model mengelompokkan sampel dengan tidak baik.

5.2 Saran

Saran dari penulis yaitu dilakukan pengujian dengan jumlah sampel kopi lebih banyak dengan tingkat perbandingan campuran yang lebih besar dan ketepatan dalam pencampuran, untuk mengkuantifikasi konsentrasi kopi robusta yang dicampurkan dengan menggunakan teknik kemometrika seperti regresi PLS (*Partial Least Squares*).

DAFTAR PUSTAKA

- AAK. 1988. *Budidaya Tanaman Kopi*. Kanisius. Jakarta. 118 hlm.
- Anshori, M.F. 2014. Analisis Keragaman Morfologi Koleksi Tanaman Kopi Arabika dan Robusta Balai Penelitian Tanaman Industri Dan Penyegar Sukabumi. *Skripsi*. Insitut Pertanian Bogor. Bogor. 54 hlm.
- Antari, P.D. 2016. Spektrofotometri UV-Vis Reflektans dan Kemometrika Sebagai Teknik Klasifikasi Spesimen Jaringan Kanker Serviks dan Normal. *Skripsi*. Insitut Pertanian Bogor. Bogor. 36 hlm
- Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. 2008. *Teknologi Budidaya Kopi Poliklonal*. Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian. 22 hlm.
- Briandet, R., Kemsley, E. K., dan Willson, R. H. 1996 . Discrimiartion of Arabica and Robusta in Instan Coffee by Fourier Transform Infrared Spectroscopy and Chemometrics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 44:170-174.
- Citrasari, A.P. 2015. Penentuan Adulterasi Daging Babi pada Nugget Ayam Menggunakan NIR dan Kemometrika. *Skripsi*. Universitas Jember. Malang. 49 hlm.
- Hayati, N. 2013. Analisis Kepuasan dan Loyalitas Pelanggan di Warung Kopi Rawa Sakti Banda Aceh. *Skripsi*. Insitut Pertanian Bogor. Bogor. 70 hlm.
- Indrawanto, C., Kamawati, E., Munarso., Prastowo, S.J., Rubijo, B., Siswanto. 2010. *Budidaya dan Pascapanen Kopi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor. 75 hlm.
- Jensen, F.1999. *Introduction to Computational Chemistry*. John Wiley and Sons. New York. USA. 812 hlm.
- Jolliffe, I. T. 1986. *Principal Component Analysis 2nd ed*. Springer-Verlag. New York. 513 hlm.
- Kautsar, A. 2012. Diferensiasi Asal Geografis Kunyit (*Curcuma Domestica* Val) Menggunakan Fotometer Portable dan Analisis Kemometrik. *Skripsi*. Universitas Pakuan. Bogor. 52 hlm.

- Kementerian Perindustrian (Kemenperin), 2016. *Indonesia Ditargetkan Jadi Eksporir Utama Kopi Sangrai di Dunia*.
<http://www.kemenperin.go.id/artikel/16145/Indonesia-ditargetkan-jadi-eksportir-utama-kopi-sangrai-di-dunia>. Diakses pada tanggal 2 Oktober 2016.
- Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta. 216-217 hlm.
- Lavine, B.K. 2009. Validation of classifiers. In: Walczak, B., Tauler, R., and Brown, S. (eds.). *Comprehensive Chemometric : Chemical and Biochemical Data Analysis Volume III*. Elsevier. Oxford. 587-599.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., Chipman, J.W., 2008. *Remote Sensing and Image Interpretation (Sixth Edition)*. John Wiley & Sons, Inc., New York. 722 hlm.
- Miller, J.N. dan Miller, J.C. 2000. *Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry*, 4th Edition. Pearson Education. Harlow. 271 hlm.
- Nurchahyo, B. 2015. Identifikasi Dan Autentifikasi Meniran (*Phyllanthus niruri*) Menggunakan Spektrum Ultraviolet-Tampak Dan Kemometrika. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 41 hlm.
- Panggabean, E. 2011. *Buku Pintar Kopi*. Agro Media Pustaka. Jakarta. 240 hlm
- Prastowo, B., E. Karmawati, Rubiyono, Siswanto, C., Indrawanto, dan S. J. Munarso. 2010. *Budidaya dan Pascapanen Kopi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor. 62 hlm.
- Rahardjo Pudji. 2012. *Kopi*. Penebar Swadaya. Jakarta. 212 hlm
- Sahat, S.F. 2015. Analisis Pengembangan Kopi Ekstrak Sebagai Upaya Diversifikasi Ekspor Kopi di Indonesia. *Thesis*. Insitut Pertanian Bogor. Bogor. 80 hlm.
- Sanchez, A.M., Carmona, M., Zalacain, A., Carot, J.M., Alonso, G.L. 2008. Rapid Determination of Crocetin Esters and Picrocrocin From Saffron Spice (*Crocus sativus* L.) Using UV-Visible Spectrophotometry for Quality Control. *Journal Agriculture Food Chem.* 56 : 3167-3175.
- Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., Crouch, S. R. 2004. *Fundamentals of Analytical Chemistry*. Tomson. Toronto. 1176 hlm.
- Souto, U. T. C. P., Barbosa, M. F., Dantas, H. V., Pontes, A. S., Lyra, W. S., Diniz, P. H. G. D., Araujo, M. C. U., and Silva, E. C. 2015. Identification of Adulteration In Ground Roasted Coffees Using UV-Vis Spectroscopy and SPA-LDA. *LWT-Food Science and Technology*. 63(2):1037-1041.

- Spillane, J. J. 1990. *Komoditas Kopi dan Perannya Dalam Perekonomian Indonesia*. Kansius. Yogyakarta. 268 hlm.
- Sudjadi. 1983. *Penentuan Struktur Senyawa Organik*. Ghalia. Jakarta. 287 hlm.
- Wang, N. 2012. Physicochemical Changes of Coffee Beans During Roasting. *Thesis*. Master of Science University of Guelph. Ontario. Canada. 82 hlm.
- Yves Roggo. 2007. A Review of Near Infrared Spectroscopy and Chemometrics In Pharmaceutical Technologies. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 44 : 683–700.