

**STUDI KUANTIFIKASI PENCAMPURAN KOPI BUBUK  
DEKAF DAN NON-DEKAF MENGGUNAKAN  
UV-Vis *SPECTROSCOPY* DAN REGRESI PLS**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**GALIH PRATAMA**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

## **ABSTRAK**

### **STUDI KUANTIFIKASI PENCAMPURAN KOPI BUBUK DEKAF DAN NON-DEKAF MENGGUNAKAN UV-Vis *SPECTROSCOPY* DAN REGRESI PLS**

**Oleh**

**Galih Pratama**

Kopi merupakan suatu komoditas yang mengandung banyak kafein. Hal ini menyebabkan peneliti dan penikmat kopi berinisiatif untuk menurunkan kadar kafein pada kopi agar resiko yang didapat dari mengkonsumsi kopi berkurang. Kopi dekafeinasi adalah kopi rendah kafein yang memerlukan proses tambahan waktu dan biaya sehingga harganya cukup mahal. Mahalnya kopi dekafeinasi berakibat pada banyaknya pemalsuan pada produk kopi dekafeinasi. Kopi dekafeinasi biasanya dijual dalam bentuk bubuk dan sangat sulit membedakan kopi dekafeinasi dan non-dekafeinasi dengan mata. Untuk itu pada penelitian ini, UV-Vis *spectroscopy* diujicobakan untuk mendeteksi adanya pencampuran kopi dekafeinasi dengan kopi non-dekafeinasi.

Bahan yang digunakan setiap sampel adalah 1 gram, dengan jumlah sampel sebanyak 100 sampel dengan komposisi dekafeinasi : non-dekafeinasi = 10% : 90%, 20% : 80%, 30% : 70%, 40% : 60%, 50% : 50%, 60% : 40%, 70% : 30%, 80% : 20%, 90% : 10%, dan 100% dekafeinasi murni. Sebelum diukur menggunakan UV-Vis *spectroscopy* setiap 1 gram kopi dicampur dengan 50 ml aquades dengan

suhu 98°C kemudian dihomogenkan menggunakan *stirrer* selama 10 menit, lalu disaring menggunakan kertas saring dan untuk pengenceran ditambahkan aquades dengan perbandingan 1 : 20, kemudian dimasukkan ke dalam *cuvet* sebanyak 2 ml dan diukur menggunakan UV-Vis *spectroscopy*. Pada penelitian ini menggunakan metode regresi *partial least squares* (PLS) dengan program The Unscrambler versi 9.2. Untuk melakukan uji taraf kepercayaan dari model yang dibangun menggunakan perangkat lunak SPSS (*Statistical Package for the Social Science*) versi 19.

Persamaan kalibrasi terbaik diperoleh untuk tipe spektra *smoothing Savitzky-Golay* dan *SNV* pada panjang gelombang 250-450 nm. Persamaan ini memiliki nilai koefisien determinasi yaitu  $R_{kal}^2 = 0,99$  dan  $R_{val}^2 = 0,98$ , Nilai RPD = 6,61 dan faktor (F) = 2. Sedangkan nilai SEC = 2,1% dan SEP = 4,4% dengan selisih SEC dan SEP yang paling rendah yaitu 2,3%. Dengan uji beda dua sampel berpasangan pada taraf kepercayaan 95% dapat dibuktikan bahwa persentase kandungan kopi dekafeinasi aktual dan prediksi di dalam campuran kopi dekafeinasi dan non-dekafeinasi tidak berbeda nyata dan metode analisis berbasis UV-Vis *spectroscopy* dapat terbangun dengan baik.

**Kata Kunci :** Kopi dekafeinasi, Model kalibrasi, Regresi PLS, Uji keakuratan, UV-Vis *spectroscopy*.

## **ABSTRACT**

### **STUDY ON THE QUANTIFICATION OF DECAF AND NON- DECAF GROUND ROASTED COFFEE USING UV-VIS SPECTROSCOPY AND PLS REGRESSION**

**By**

**Galih Pratama**

Coffee is a commodity that contains a lot of caffeine. For this reason, researchers and coffee lover to take initiative in lowering levels of caffeine in coffee to reduce the risk of drinking coffee. Decaf coffee is a low-caffeine coffee that requires an extra process of time and cost so that the price of decaf coffee is quite expensive. The high price of decaf coffee has resulted in many counterfeits on decaf coffee products. Decaf coffee is usually traded in ground roasted and is very difficult to distinguish with the naked eyes. Therefore in this study, UV-Vis spectroscopy was used to detect the adulteration of decaf coffee with non-decaf coffee.

Each sample has 1 gram weight. Total sample used 100 samples. The composition of decaf and non-decaf = 10%: 90%, 20%: 80%, 30%: 70%, 40%: 60%, 50%: 50%, 60%: 40%, 70%: 30%, 80%: 20%, 90%: 10%, and 100% pure decaf, before UV-Vis spectroscopy measurements, an extraction procedure was conducted. In this extraction, the sample was added with 50 ml aquades (temperature 98°C) it

was followed by homogenizing the sampel using stirrer for 10 minute, then filtered using filter paper. The extracted sample was diluted with aquades at 1:20, then 2 ml of diluted sample was pipetted in to cuvet cell and measuring using UV-Vis spectroscopy. Partial least squares (PLS) regression was used to develop calibration model by using The Unscrambler version 9.2 program. To evaluate the confidence level and develop of model the SPSS (Statistical Package for the Social Science) version 19 was used.

The best calibration model was obtained for the Savitzky-Golay Smoothing and SNV spectra in the range of 250-450 nm. This model has the coefficient of determination  $R_{cal}^2 = 0,99$  and  $R_{val}^2 = 0,98$ , RPD = 6,61 and PLS factor (F) = 2. While SEC = 2,1% and SEP = 4, 4% with the lowest SEC and SEP difference of 2.3%. Using with paired t-test at 95% confidence level, it can be proved that actual and predicted percentage of decaf coffee content was not significantly different and UV-Vis spectroscopy based analysis method can be well established.

**Keywords:** Authenticity, Calibration model, Decaf coffee, PLS Regression, UV-Vis spectroscopy.

**STUDI KUANTIFIKASI PENCAMPURAN KOPI BUBUK  
DEKAF DAN NON-DEKAF MENGGUNAKAN  
UV-Vis *SPECTROSCOPY* DAN REGRESI PLS**

**Oleh**

**GALIH PRATAMA**

**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  
2018**

**Judul Skripsi** : **STUDI KUANTIFIKASI PENCAMPURAN KOPI  
BUBUK DEKAF DAN NON-DEKAF  
MENGUNAKAN UV-Vis SPECTROSCOPY DAN  
REGRESI PLS**

**Nama Mahasiswa** : **Galih Pratama**

**No. Pokok Mahasiswa** : 1314071026

**Jurusan** : Teknik Pertanian

**Fakultas** : Pertanian



**MENYETUJUI**

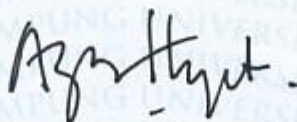
1. **Komisi Pembimbing**

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

**Meinilwita Yulia, S.TP., M.Agr. Sc.**  
NIP 19790514 200812 2 001

2. **Ketua Jurusan Teknik Pertanian**




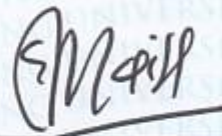
**Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.**  
NIP 19650527 199303 1 002



## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

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

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

Penguji  
Bukan Pembimbing : **Ir. Iskandar Zulkarnain, M.Si.** 

### 2. Dekan Fakultas Pertanian



  
**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**  
NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **06 Juni 2018**



## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Galih Pratama** NPM **1314071026** dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) **Dr. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr.** dan 2) **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 bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

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

Bandar Lampung, **31 Juli** 2018

Yang membuat pernyataan



(Galih Pratama)  
NPM.1314071026

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, pada hari Jumat, 01 September 1995, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Sugiono dan Ibu Yuni Maryati.

Penulis menempuh pendidikan di Taman Kanak-Kanak (TK) Beringin Raya sampai dengan tahun 2001, Sekolah Dasar di SDN 1 Beringin Raya pada tahun 2001 sampai dengan tahun 2007. Penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 14 Bandar Lampung pada tahun 2007 sampai dengan tahun 2010, dan melanjutkan sekolah menengah atas di SMAN 16 Bandar Lampung tahun 2010 sampai dengan tahun 2013. Kemudian pada tahun 2013, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN.

Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PTPN 7 Pematang Kiwah (PEWA), Natar, Lampung Selatan, pada bulan Juli – Agustus 2016 dan melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Karang Endah, Kecamatan Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah pada bulan Januari – Maret 2017.

## **PERSEMBAHAN**

**Alhamdulillahirobbil'aalamiin,**

**Dengan rasa syukur dan kerendahan hati kupersembahkan karya sederhana ini sebagai tanda cinta, kasih sayang, dan rasa terimakasihku kepada:**

**Kedua Orangtuaku**

**(Bapak Sugiono dan Ibu Yuni Maryati)**

**Yang senantiasa dengan penuh kesabaran telah membesarkan dan mendidikku dengan penuh perjuangan, memberikan motivasi, kasih sayang, dan doa terbaik untuk keberhasilanku**

**Adik -Adikku**

**(Pratiwi Lidyawati dan M. Irvan Maulana)**

**yang selalu mendoakan, memberikan dukungan, dan semangat kepadaku**

**Serta**

**Kupersembahkan juga skripsi ini untuk yang selalu bertanya**

**“kapan skripsimu selesai ?”**

## SANWACANA

Alhamdulillahirobbil alamin, puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul “**Studi Kuantifikasi pada Pencampuran Kopi Bubuk Dekaf dan Non-Dekaf Menggunakan UV-Vis Spectroscopy Dan Regresi PLS**” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S.TP) 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 Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P. selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung;

3. Bapak Dr. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, memberikan masukan, bimbingan, dan saran selama penelitian hingga penyusunan skripsi;
4. Ibu Meinilwita Yulia, S.TP., M.Agr. Sc . selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan, masukan, dan saran dalam penyusunan skripsi ini;
5. Bapak Ir. Iskandar Zulkarnain, M.Si.. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembahas yang telah Membimbing, Meluangkan Waktu, dan Memberi Masukan Selama Proses Perkuliahan Serta memberikan kritik dan saran dalam proses penyusunan skripsi ini;
6. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas pengetahuan, arahan, bimbingan, dan bantuan yang telah diberikan selama ini;
7. 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, Haposan Simorangkir, Hendri Setiawan, Japen H. Sigiro, Julianto, Kholfira Masoyogie, Komang Suarme, Magdalena Tyas Pratiwi, 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;

8. Teman-temanku Gengs Kopi Erick Desrianto Munthe, Septian Trisaputra, Riyan Wahyudi, Sofyan Sambudi, dan Magdalena Tyas Pratiwi yang sudah membantu selama penelitian berlangsung;
9. Seluruh keluarga besar Jurusan Teknik Pertanian angkatan 2012, 2014, 2015, 2016, dan 2017;
10. Kemeristekdikti yang telah memberi bantuan penelitian melalui hibah penelitian dosen pemula (PDP) tahun 2017;



## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	6
1.3 Manfaat Penelitian.....	6
1.4 Hipotesis .....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Kopi .....	7
2.2 Kopi Robusta ( <i>Coffea Robusta</i> ) .....	8
2.3 Kafein .....	10
2.4 Dekafeinasi .....	11
2.5 Regresi PLS ( <i>partial least squares</i> ) .....	12
2.6 Metode Pretreatment Spektrum .....	14
2.7 <i>UV-Vis Spectroscopy</i> .....	18
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	19
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	19
3.3 Prosedur Penelitian.....	20
3.3.1 Pengayakan .....	21

3.3.2 Penimbangan.....	21
3.3.3 Pembuatan Larutan .....	23
3.3.4 Pengadukan.....	23
3.3.5 Penyaringan .....	24
3.3.6 Pengenceran.....	25
3.3.7 Pengambilan Spektra Menggunakan Spektrometer.....	25
3.3.8 Membuat dan Menguji Model .....	26
3.4 Analisis Data .....	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Spektra Kopi Robusta Dekaf dan Non-Dekaf .....	29
4.2 Analisis Komponen Utama .....	33
4.3 Membangun Model Menggunakan Metode Regresi PLS .....	39
4.4 Validasi Persamaan .....	43
KESIMPULAN.....	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA .....	48
LAMPIRAN.....	51

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi Kimia dari Biji dan Bubuk Kopi Robusta.....	9
2. Komposisi Bahan .....	22
3. Terminologi Statistik Terapan yang Digunakan Untuk Mengevaluasi.....	28
4. Hasil Pengembangan Model .....	42
5. Nilai PC1 dan PC2 .....	53
6. Hasil Pada Spektra <i>Smoothing Savitzky-Golay</i> dan <i>SNV</i> Pada Panjang Gelombang 250-450 nm.....	58
7. Nilai `Konsentrasi Kopi Dekaf Aktual dan Prediksi Pada Spektra <i>Smoothing Savitzky-Golay</i> dan <i>SNV</i> dengan Panjang Gelombang 250-450 nm .....	63
8. Tingkat Kepercayaan 95% Pada Beda Dua Sampel Berpasangan.....	64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1 Overdosis Kafein (sumber : <a href="http://www.google.co.id">www.google.co.id</a> ).....	3
2. Perbedaan Visual Kopi Dekaf dan Non-Dekaf. ....	5
3. Kopi Robusta Dekaf dan Kopi Robusta Non-Dekaf. ....	8
4. Ilustrasi Penampang Melintang Buah Kopi (Panggabean, 2011). ....	9
5. Prosedur Penelitian.....	20
6. Proses Pengayakan .....	21
7. Proses Penimbangan .....	22
8. Proses Pembuatan Larutan .....	23
9. Proses Pengadukan Larutan .....	24
10. Proses Penyaringan .....	24
11. Proses Pengenceran.....	25
12. Proses Pengambilan Spektra .....	26
13. Spektra 200 Sampel kopi Pada Panjang Gelombang 190-1100 nm.....	30
14. Spektra Nilai Rata-Rata 10 Sampel Kopi Robusta Dekaf Dengan Kandungan Yang Berbeda Pada Panjang Gelombang 250 - 450 nm.....	31
15 Hasil Selisih Pada 10% Dekaf – 100% Dekaf Dikali 5 .....	33
16. Tampilan Kategori Variabel Pada Aplikasi <i>The Unscrambler</i> .....	34
17. Tampilan Edit Set Pada Aplikasi <i>The Unscrambler</i> .....	35
18. Tampilan Proses PCA Pada Aplikasi <i>The Unscrambler</i> .....	36
19. PCA Skor Plot Menggunakan Spektra Asli 200 Sampel Untuk PC1 dan PC2 .....	37

20. Nilai <i>Loading</i> PC1 dan PC2.....	38
21. Model Kalibrasi Menggunakan Tipe Spektra Smoothing <i>Savitzky-Golay</i> dan <i>SNV</i> Pada Panjang Gelombang 250-450 nm.....	40
22. Koefisien Regresi Smoothing <i>Savitzky-Golay</i> dan <i>SNV</i> Pada Panjang Gelombang 250-450 nm .....	43
23. <i>Scatter Plot</i> Antara Konsentrasi Kopi Robusta Dekaf Aktual dan Prediksi ...	44
24. Biji Kopi Robusta Dekaf.....	64
25. Biji Kopi Robusta Non-Dekaf.....	64
26. Kopi Bubuk Robusta Dekaf .....	65
27. Kopi Bubuk Robusta Non-Dekaf.....	65
28. Proses Memasukan <i>Cuvet</i> Pada UV-Vis <i>Spectroscopy</i> .....	66
29. Tempat Peletakan Sampel Pada Uv-Vis <i>Spectroscopy</i> .....	66
30. Grafik Hasil Absorbansi Uv-Vis <i>Spektroskopi</i> Pada Kopi Non-dekaf.....	67
31. Grafik Hasil Absorbansi Uv-Vis <i>Spektroskopi</i> Pada Kopi Dekaf.....	67

## I. PENDAHULUAN

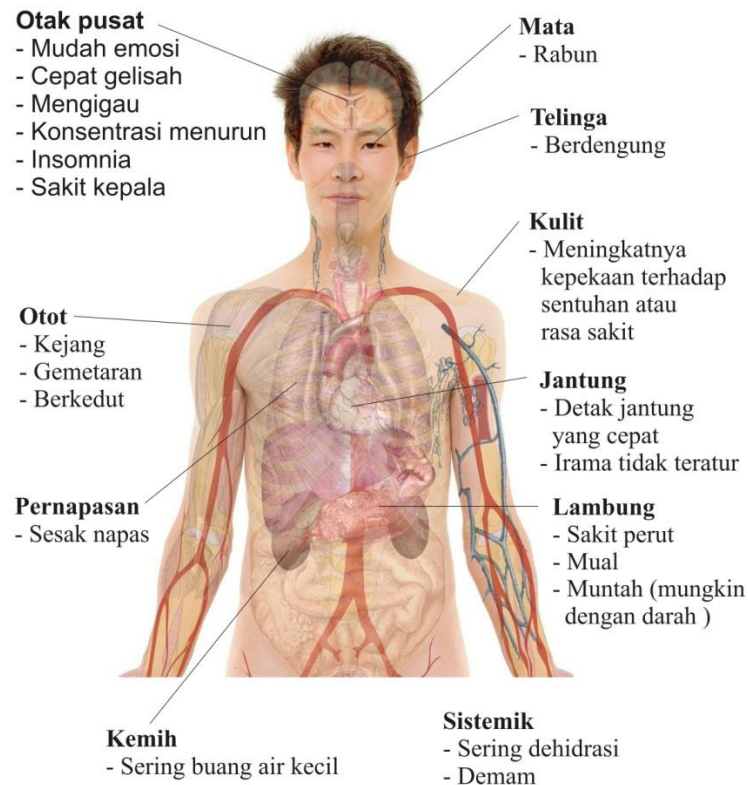
### 1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu kekayaan alam yang dimiliki oleh Indonesia. Indonesia dikenal sebagai negara penghasil kopi terbesar di dunia setelah Brazil, Vietnam, dan Columbia (ICO, 2015). Kopi merupakan komoditas perkebunan yang telah menguasai dunia. Kopi telah dibudidayakan sejak abad ke-15, hingga saat ini kopi merupakan salah satu minuman yang paling banyak dikonsumsi selain air putih dan teh, bahkan minum kopi pada zaman sekarang dianggap sebagai gaya hidup modern (Sofiana, 2011).

Kopi diminum oleh konsumen bukan sebagai sumber nutrisi melainkan sebagai minuman penyegar. Biji kopi secara alami mengandung berbagai jenis senyawa volatil seperti *aldehida*, *furfural*, *keton*, *alcohol*, *ester*, asam format, dan kafein. Kafein adalah senyawa alkaloid turunan *xantine* (basa Purin) yang secara alami banyak terdapat pada kopi. Pada biji kopi kafein yang terkandung berkisar 2,5%. Pada satu cangkir kopi dalam 100 ml mengandung 80-100 mg kafein, tergantung dari banyaknya kopi yang digunakan (Tjay dan Rahardja, 2007).



Kafein adalah salah satu jenis alkaloid yang banyak terdapat dalam biji kopi, daun teh, dan biji coklat. Kafein memiliki efek farmakologis yang bermanfaat secara klinis, seperti menstimulasi susunan syaraf pusat, relaksasi otot polos terutama otot polos bronkus dan stimulasi otot jantung. Berdasarkan efek farmakologis tersebut, kafein ditambahkan dalam jumlah tertentu ke minuman. Efek berlebihan (*over dosis*) mengkonsumsi kafein dapat menyebabkan gugup, gelisah, tremor, insomnia, hipertensi, mual dan kejang. Berdasarkan FDA (*Food Drug Administration*) dosis kafein yang diizinkan 100- 200 mg/hari (FDA, 2018). Sedangkan menurut SNI 01- 7152-2006 batas maksimum kafein dalam makanan dan minuman adalah 150 mg/hari dan 50 mg/sajian. Kafein sebagai stimulan tingkat sedang (*mild stimulant*) memang seringkali diduga sebagai penyebab kecanduan. Kafein hanya dapat menimbulkan kecanduan jika dikonsumsi dalam jumlah yang banyak dan rutin. Namun kecanduan kafein berbeda dengan kecanduan obat psikotropika, karena gejalanya akan hilang hanya dalam satu dua hari setelah konsumsi (Maramis dkk, 2013).



Gambar 1. Overdosis Kafein (sumber : [www.google.co.id](http://www.google.co.id)).

Gambar 1 menunjukkan efek negatif dari overdosis kafein pada setiap organ tubuh manusia. Kadar kafein yang sangat tinggi dapat berpengaruh pada kesehatan penikmat kopi maka peneliti dan penikmat kopi berinisiatif untuk menurunkan kadar kafein pada kopi agar resiko yang didapat dari penikmat kopi pun berkurang atau bahkan tidak ada efek sama sekali bagi tubuh. Kopi dapat dikatakan kopi dekaif jika sudah mengalami proses dekafeinasi dengan beberapa pengolahan kembali. Hal ini berpengaruh pada harga kopi yang telah diproses hingga kadar kafeinnya berkurang pada level dimana kafein tidak berbahaya bagi tubuh. Dikarenakan harga kopi dekaif cukup tinggi bila dibandingkan kopi non-dekaif, para produsen kopi berlomba-lomba membuat produk kopi dekaif dengan kualitas yang baik namun dalam beberapa kasus kopi yang ditawarkan kepada konsumen

tidak murni kopi dekafeinasi, para produsen mencampurkan atau mengoplos kopi dekafeinasi dan kopi non-dekafeinasi dengan campuran kadar kopi non-dekafeinasi yang lebih banyak, hal ini merupakan suatu kerugian bagi konsumen apalagi bagi peminat kopi yang memiliki toleransi rendah terhadap kadar kafein yg tinggi. Pengoplosan atau pencampuran kopi sangat sulit diidentifikasi apabila kopi tersebut telah disangrai dan sudah menjadi bubuk.

Ada beberapa cara yang dilakukan untuk menguji keaslian kopi dekafeinasi, pertama yaitu dengan metode *human sensori* yang dilakukan oleh manusia menggunakan indera. yaitu, mata, hidung, mulut, dan tangan. Selain itu menggunakan *image procesing* menggunakan Matlab, selain matlab metode yang sering digunakan yaitu NIRS (*Near infrared spectroscopy*) namun demikian teknik *spectroscopy* di daerah inframerah dekat melibatkan peralatan berupa *spectrometer* dan sumber cahaya (*light source*) yang tidak murah sehingga pengembangannya di Indonesia cukup terkendala, sedangkan metode analisis berbasis UV-Vis *spectroscopy* sangat potensial dikembangkan di Indonesia di mana alat yang digunakan merupakan salah satu alat *spectroscopy* yang sangat terjangkau dan saat ini tersedia hampir di seluruh laboratorium analisis standar (Suhandy, 2017).

Kelebihan lainnya dari UV-Vis *spectroscopy* adalah *green* teknologi yaitu metode yang ramah lingkungan dan mendeteksi dengan cepat bila dibandingkan dengan NIRS dan belum pernah ada pendeteksian konsentrasi kopi bubuk dekafeinasi dengan menggunakan teknologi UV-Vis *spectroscopy*.



Gambar 2. Perbedaan Visual Kopi Dekaf dan Non-Dekaf.

Gambar 2 menunjukkan perbedaan visual antara kopi dekap dan non-dekap dari biji, biji yang telah diroasting, dan kopi bubuk. Ketiga macam visualisasi ini sulit bila dibedakan dengan mata telanjang dan yang paling rentan dipalsukan atau dicampur yaitu kopi yang telah menjadi kopi bubuk.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah :

- a. Membangun model dengan menggunakan regresi PLS (*partial least square*) yang mampu mengidentifikasi persentase kopi deka di dalam campuran kopi deka dan kopi non-deka pada kopi robusta.
- b. Menguji model PLS (*partial least square*) yang dibangun untuk menghitung persentase kopi deka di dalam campuran kopi deka dan non-deka pada kopi robusta.

## 1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah :

- a. Dapat meningkatkan kepercayaan produsen dan memberikan kepuasan kepada konsumen tentang keaslian kopi robusta deka.
- b. Dapat digunakan sebagai bahan referensi bagi kalangan akademik untuk penelitian dan mengidentifikasi keaslian kopi robusta deka.
- c. Adanya perdagangan yang fair antara produsen dan konsumen.

## 1.4 Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah :

- a. Keaslian dan persentase kopi robusta deka dapat diketahui dengan menggunakan teknologi UV-Vis *spectroscopy* dan kemometrika khususnya dengan metode regresi PLS (*partial least square*).
- b. Model untuk mengidentifikasi persentase kopi robusta deka dapat dibangun dengan metode regresi PLS (*partial least square*).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

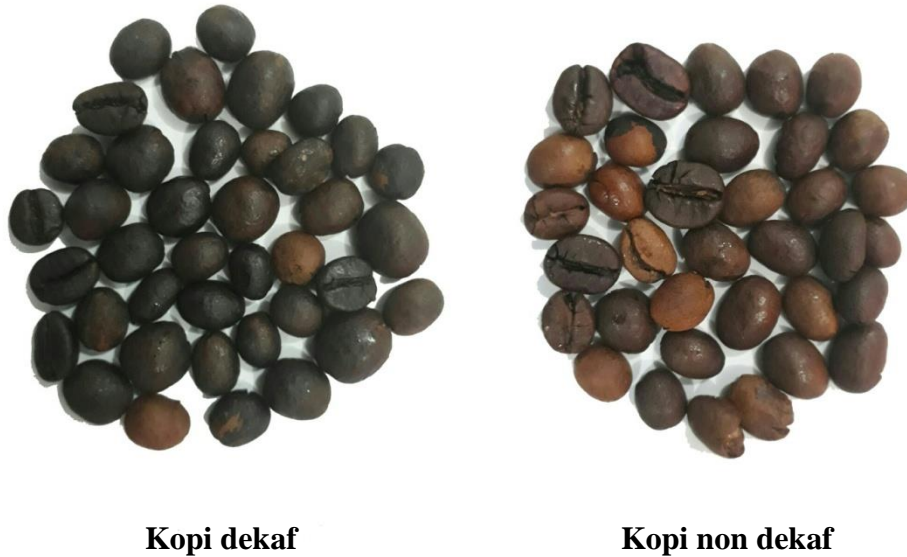
### 2.1 Kopi

Kata kopi berasal dari bahasa Arab *qahwah*, yang berarti kekuatan, karena pada awalnya kopi digunakan sebagai makanan berenergi tinggi. Istilah ini kemudian diadopsi oleh negara-negara lainnya melalui perubahan lafal menjadi *cafe* (Perancis), *caffè* (Italia), *kaffe* (Jerman), *koffie* (Belanda), *coffee* (Inggris) dan *coffea* (Latin). Kata ini kemudian diserap ke dalam bahasa Indonesia menjadi kopi (Sofiana, 2011).

Kopi merupakan salah satu minuman penyegar yang sangat populer di dunia yang dikonsumsi bukan sebagai sumber nutrisi tetapi terkait dengan cita rasa dan aroma yang khas. Aspek mutu yang berhubungan dengan sifat fisik, kimiawi, kontaminasi, dan kebersihan biji kopi harus diawasi secara ketat karena akan berpengaruh pada cita rasa dan kesehatan konsumen (Davids, 1996).



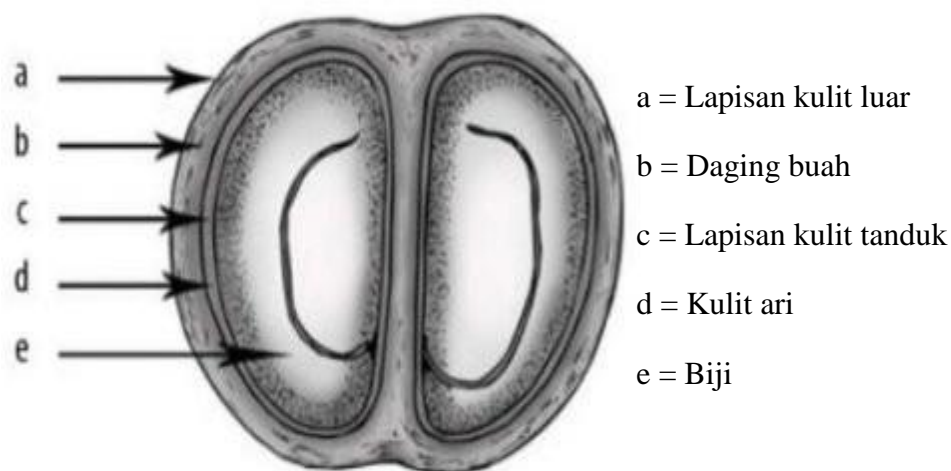
## 2.2 Kopi Robusta (*Coffea Robusta*)



Gambar 3. Kopi Robusta Dekaf dan Kopi Robusta Non-Dekaf.

Gambar 3 menunjukkan perbedaan visualisasi biji kopi dekap dan non-dekap yang telah diroasting. Kopi robusta adalah salah satu jenis kopi yang banyak dibudidayakan di Indonesia, hampir di seluruh wilayah Indonesia memiliki kopi jenis ini. Kopi robusta memiliki tekstur yang lebih kasar dibandingkan kopi jenis lainnya, aromanya lebih pekat, kadar kafein akan cenderung meningkat ketika elevasi tempat tumbuh kopi robusta semakin tinggi. Karakteristik biji kopi robusta yaitu, rendemen kopi robusta lebih tinggi 20-22% dibanding arabika, lebih bulat, dan tebal (Sofiana,2011).

Daging buah kopi yang sudah matang mengandung lendir dan senyawa gula yang rasanya manis. Kulit tanduk buah kopi memiliki struktur agak keras dan membungkus sepasang biji kopi. Bagian dalam dari buah kopi adalah biji kopi. Susunan biji kopi yaitu:(1) Kulit ari; (2) Lembaga; (3) Celah atau *center cut* (Panggabean,2011).



Gambar 4. Ilustrasi Penampang Melintang Buah Kopi (Panggabea, 2011).

Komposisi kimia dari biji kopi bergantung pada spesies dan varietas dari kopi tersebut serta faktor-faktor lain yang berpengaruh antara lain lingkungan tempat tumbuh, tingkat kematangan dan kondisi penyimpanan. Proses pengolahan juga akan mempengaruhi komposisi kimia dari kopi. Misalnya penyangraian akan mengubah komponen yang terdapat pada kopi sehingga membentuk komponen yang kompleks (Panggabea, 2011).

Tabel 1. Komposisi Kimia dari Biji dan Bubuk Kopi Robusta

<b>Komponen</b>	<b>Biji Kopi (%)</b>	<b>Kopi Bubuk (%)</b>
Mineral	4,0 – 4,5	4,6 – 5,0
Kafein	1,6 – 2,4	1,3 – 2
Trigonelline	0,6 – 0,75	0,3 – 0,6
Lipid	9,0 – 13,0	6,0 – 11,0
Total Asam Klorogenat	7,0 – 10,0	3,9 – 4,6
Asam Alifatik	1,5 – 2,0	1,0 – 1,5
Oligosakarida	5,0 – 7,0	0 – 3,5
Tolat Polisakarida	37,0 – 47,0	-
Asam Amino	2	0
Protein	11,0 – 13,0	13,0 – 15,0
Asam Humin	-	16,0 – 17,0

(Sumber: Panggabea, 2011)

### 2.3 Kafein

Kafein adalah salah satu jenis alkaloid yang banyak terdapat dalam biji kopi, daun teh, dan biji coklat. Kafein memiliki efek farmakologis yang bermanfaat secara klinis, seperti menstimulasi susunan syaraf pusat, relaksasi otot polos terutama otot polos bronkus dan stimulasi otot jantung (Coffeefag, 2001).

Kecanduan terhadap kafein diperkirakan dapat terjadi jika mengonsumsi lebih dari 600 miligram kafein (setara lima sampai enam cangkir kopi 150 ml) per hari selama 8 – 15 hari berturut-turut. Sedangkan dosis kafein yang dapat berakibat fatal bagi manusia adalah sekitar 10 gram kafein yang dikonsumsi per oral (melalui mulut). Dosisnya bervariasi tergantung berat badan (sekitar 150 miligram kafein per kilogram berat badan). Jika diukur dengan suguhan minuman kopi, dosis fatal tersebut setara dengan 50 – 200 mg/cangkir kopi per hari (Rozanah, 2004).

Minum kopi dengan jumlah wajar tidak mengganggu kesehatan atau bayi dalam kehamilan. Perlu diperhatikan jumlahnya, yaitu tidak boleh lebih dari 300 mg kafein, atau setara dengan kira-kira 3 cangkir kopi. Konsumsi kopi sesuai dengan kebutuhan dan kondisi tubuh. Hal tersebut merupakan jalan terbaik demi menemukan lebih banyak manfaat dari pada kerugian, karena cara pengonsumsiannya yang benar akan mendukung pola hidup yang sehat. Dan, jika konsumen hanya ingin merasakan kopi karena rentan atau peka terhadap kafein, maka pilihan yang tepat adalah minum produk kopi yang rendah kafein (Widyotomo dan Mulato, 2007).

## 2.4 Dekafeinasi

Dekafeinasi adalah proses pengurangan kadar kafein suatu bahan hasil pertanian dengan mempertahankan rasa dan aroma. Dekaf pada biji kopi biasanya dilakukan sebelum proses penyangraian atau roasting. Standar kisaran kadar kafein pada kopi bubuk hasil decaf adalah 0,1% – 0,3% (Charley and Weaver, 1998).

Proses decaf kopi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain ukuran biji kopi, suhu pelarut dan jenis pelarut yang digunakan. Selain itu proses ini memerlukan suatu rangkaian peralatan yang praktis dan efisien untuk mempermudah kegiatan proses dan meningkatkan mutu dari hasil yang diharapkan. Salah satu alat yang dapat digunakan untuk proses dekafeinasi kopi adalah reaktor kolom tunggal dimana tahapan kegiatan proses dekafeinasi kopi yaitu proses pengukusan dan pelarutan dapat dilakukan sekaligus dalam satu unit rangkaian alat saja (Almada, 2009).

Kelarutan kafein dalam air maupun dalam pelarut organik akan meningkat dengan naiknya suhu. Kafein juga dapat larut dalam suasana alkalis, dan kelarutan kafein akan meningkat pada pH di atas 6. Semakin tinggi suhu perebusan yang digunakan dalam proses dekafeinasi, maka akan semakin tinggi pula tingkat pelarutan kafein. Perebusan pada suhu 100°C dengan pH pelarut 8 akan dapat menurunkan kafein dalam kopi bubuk sebesar 70,32%, tetapi pada pH pelarut 9 penurunan kafein lebih rendah yaitu 55,89%. Senyawa alkali yang digunakan untuk memberikan kondisi basa berupa air kapur, dan larutan kapur tersebut memiliki sifat penghambat rambatan panas, sehingga pada perlakuan pH pelarut 9 maka proses dekafeinasi menjadi kurang efektif (Almada, 2009).

Kopi rendah kafein merupakan salah satu produk diversifikasi yang dapat meningkatkan nilai tambah dan konsumsi domestik kopi Indonesia. Nilai tambah diperoleh dari harga jual kopi rendah kafein yang relatif tinggi di pasaran, dan pemanfaatan senyawa kafein alami untuk industri makanan dan minuman maupun industri farmasi. Peningkatan konsumsi kopi domestik diperoleh dari pemanfaatan potensi serapan produk oleh penikmat kopi yang rentan terhadap kafein. Selama ini proses dekafeinasi menggunakan teknologi impor, baik dari aspek perangkat keras maupun perangkat lunaknya. Aturan paten menyebabkan rancangan, metode dan karakteristik proses, serta mutu produk akhir yang dihasilkan dari dekafeinasi skala industri tidak dapat dipublikasikan. Hal tersebut berakibat pada tingginya harga kopi rendah kafein (Widyotomo, 2012)

### **2.5 Regresi PLS (*partial least squares*)**

*Partial least square* (PLS) dikembangkan pertama kali oleh Wold sebagai metode umum untuk mengestimasi 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. Pada dasarnya, Wold membangun model PLS untuk menguji teori yang lemah dan masalah pada asumsi normalitas distribusi data (Jogiyanto dan Willy, 2009).

Tujuan PLS adalah memprediksi pengaruh variabel X terhadap Y dan menjelaskan hubungan teoritikal di antara kedua variabel. PLS adalah metode regresi yang dapat digunakan untuk identifikasi faktor yang merupakan kombinasi variabel X sebagai penjelas dan variabel Y sebagai respon. Analisis *partial least square* (PLS) adalah teknik statistika multivariat yang melakukan perbandingan

antara variabel dependen berganda dan variabel independen berganda. PLS adalah salah satu metode statistika berbasis varian yang secara simultan dapat melakukan pengujian model pengukuran sekaligus pengujian model struktural. Model pengukuran digunakan untuk uji validitas dan reliabilitas, sedangkan model struktural digunakan untuk uji kasualitas (pengujian hipotesis dengan model prediksi).

Parameter-parameter dalam PLS sebagai metode kalibrasi adalah *factors*, *loadings*, dan *scores*. Model PLS berdasar pada komponen utama dari data bebas X dan data terikat 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).

## 2.6 Metode Pretreatment Spektrum

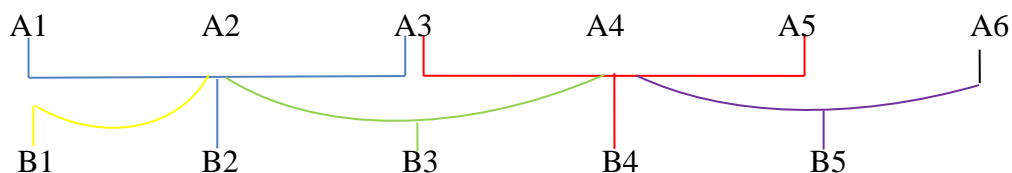
Sebelum dilakukan pengembangan model analisis, data spektrum akan mendapat perlakuan *pretreatment* baik data kalibrasi maupun prediksi. Berikut ini merupakan *pretreatment* yang dapat dipergunakan untuk memperbaiki spektrum.

### A. *Smoothing moving average* dan *Smoothing Savitzky-Golay*

*Smoothing moving average* merupakan metode *smoothing* yang menggantikan setiap pengamatan dengan cara merata-ratakan pengamatan yang berdekatan (termasuk dirinya), jumlah setiap pengamatan yang menjadi rata-rata berdasarkan yang dipilih oleh pengguna. Dengan rumus :

$$\text{Nilai baru} = \frac{X_a + X_b + X_c + \dots + X_n}{n}$$

$X_a, X_b, X_c$  hingga  $X_n$  adalah data di sebuah titik  $n$ , sedangkan  $n$  adalah jumlah segment yang di pilih, Hasil *smoothing moving average* akan terpusat di tengah karena hal tersebut jumlah segmen merupakan bilangan ganjil. Misalnya menggunakan 3 segment (3 data) maka nilai yg di dapat bila menggunakan rumus adalah nilai ke 2, untuk mencari nilai ke 1 maka nilai asli ke 1 dan nilai asli ke 2 ditambah dan dibagi 2, sedangkan untuk mendapat nilai ke 3, nilai asli ke 2 dan nilai asli ke 4 ditambah dan dibagi 2. Berikut adalah contoh visualisasinya :



Ket:

A : Nilai lama

B : Nilai baru

*Savitzky-golay* merupakan suatu perhitungan algoritma pada rata-rata polinomial pada satu titik data. Nilai yang akan dirata-ratakan kemudian diprediksi dari persamaan polinomial. Besar nilai *side points* akan memberikan bentuk yang lebih halus ke sampel, tetapi mungkin kehilangan beberapa informasi (Prieto,2017).

### B. *Savitzky-Golay differentiation*

Digunakan untuk menghilangkan *background* dan meningkatkan resolusi spektra.

*Derivative* mampu memperjelas puncak dan lembah spektra absorban data.

Diferensiasi Savitzky-Golay biasanya fokus pada diferensiasi pertama. Turunan pertama 1<sup>st</sup> memungkinkan penghapusan *offset*, sementara derivatif ke-2 2<sup>nd</sup> menghilangkan *offset* dan *baseline* (Kusumaningrum dkk,2017).

Berikut merupakan persamaan dari diferensiasi.

$$Y_j^* = \frac{\sum_{i=-m}^{i=m} C_i Y_j + i}{N}$$

$Y_j^*$  adalah nilai terbaik berdasarkan kriteria nilai kuadrat terkecil, subskrip  $j$  mewakili indeks yang berjalan dari data koordinat dalam matriks data,  $C_i$  adalah integrasi pembulatan (sama dengan satu),  $N$  (faktor normalisasi) adalah jumlah total bilangan bulat (Prieto,2007).

### C. *Multiplicative Scatter Correction (MSC)*

MSC atau *Multiplicative Scatter Correction* adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengurangi *amplification (multiplicative, scattering)* dan *offset (additive, chemical)*. MSC akan memutar setiap spektrum sehingga menemukan kecocokan semirip mungkin dengan spektrum standar dan kemudian dikoreksi dengan menggunakan persamaan linear, dengan rumus :



$$X_{org} = a_i + b_i \bar{x}_j + e_i$$

$$X_{i,MSC} = \frac{X_{org} - a_i}{b_i}$$

Dari persamaan diatas,  $X_{i,MSC}$  adalah nilai dari spektrum yang dikoreksi (matriks data),  $X_{org}$  adalah nilai dari spektra asli,  $\bar{x}_j$  adalah nilai dari spektrum rata-rata,  $e_i$  adalah nilai error,  $a_i$  adalah nilai offset,  $b_i$  adalah nilai slope, dan  $I$  adalah indeks sampel, sedangkan  $j$  adalah indeks panjang gelombang. Yang pertama dilakukan untuk mencari nilai MSC adalah mencari koefisien regresi yaitu  $a_i$  dan  $b_i$  yang diperoleh dari persamaan regresi pada grafik linier yang dibuat dan menunjukkan persamaan  $y = ax+b$  pada sampel  $I$  (Prieto,2017).

#### D. *Standard Normal Variate* (SNV)

Metode SNV atau *Standard Normal Variate* merupakan suatu metode yang menghilangkan *scatter effects* dari spektrum dengan memusatkan dan menskala spektrum individual. Fungsi lain dari SNV adalah menghilangkan gangguan *multiplicative interferences* dari *scatter effects* pada data spektral. Efek dari SNV adalah pada skala vertikal, masing-masing spektrum berpusat pada nol dan bervariasi kira-kira dari -2 ke 2. setiap nilai dalam deretan data ditransformasikan sesuai dengan persamaan yang dipakai pada metode SNV . Yaitu :

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

$$\tilde{x}_{ik} = \frac{x_{ik} - \bar{x}_i}{s_i}$$

Dari persamaan diatas,  $s_i$  adalah standar deviasi,  $K$  adalah jumlah data pada sampel  $I$ ,  $I$  adalah indeks sampel,  $k$  adalah indeks panjang gelombang,  $\tilde{x}_{ik}$  adalah nilai SNV dari sampel  $i$  pada panjang gelombang  $k$ , sedangkan  $x_{ik}$  adalah nilai spektra

original pada sampel  $i$  pada panjang gelombang , dan  $\bar{x}_i$  adalah nilai rata-rata pada sampel  $i$ .

Sebelum mencari nilai SNV , dilakukan perhitungan standar deviasi yang merupakan nilai statistik untuk menentukan bagaimana sebaran data pada setiap sampel. Setelah diperoleh nilai standar deviasi,dilakukan perhitungan untuk mencari nilai SNV pada setiap panjang gelombang. (Kusumaningrum dkk,2017).

## 2.7 UV-Vis Spectroscopy

Spektrofotometer sesuai dengan namanya terdiri dari spectro dan fotometer. Spektro menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi. UV-Vis *spectroscopy* adalah alat yang umum digunakan khususnya yang berbasis serapan untuk mendeteksi transmitan atau absorban, cahaya yang melewati suatu material, dengan gelombang cahaya tertentu, untuk keperluan menganalisis menggunakan sampel homogen (larutan). Setiap objek yang berbeda tentunya akan menghasilkan panjang gelombang dari hasil pemantulan cahaya yang berbeda pula. Komponen spektro antara lain, sumber radiasi, wadah sampel, monokromator, detektor, dan rekorder.

Spektrometer 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 spektrofotometer 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).

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

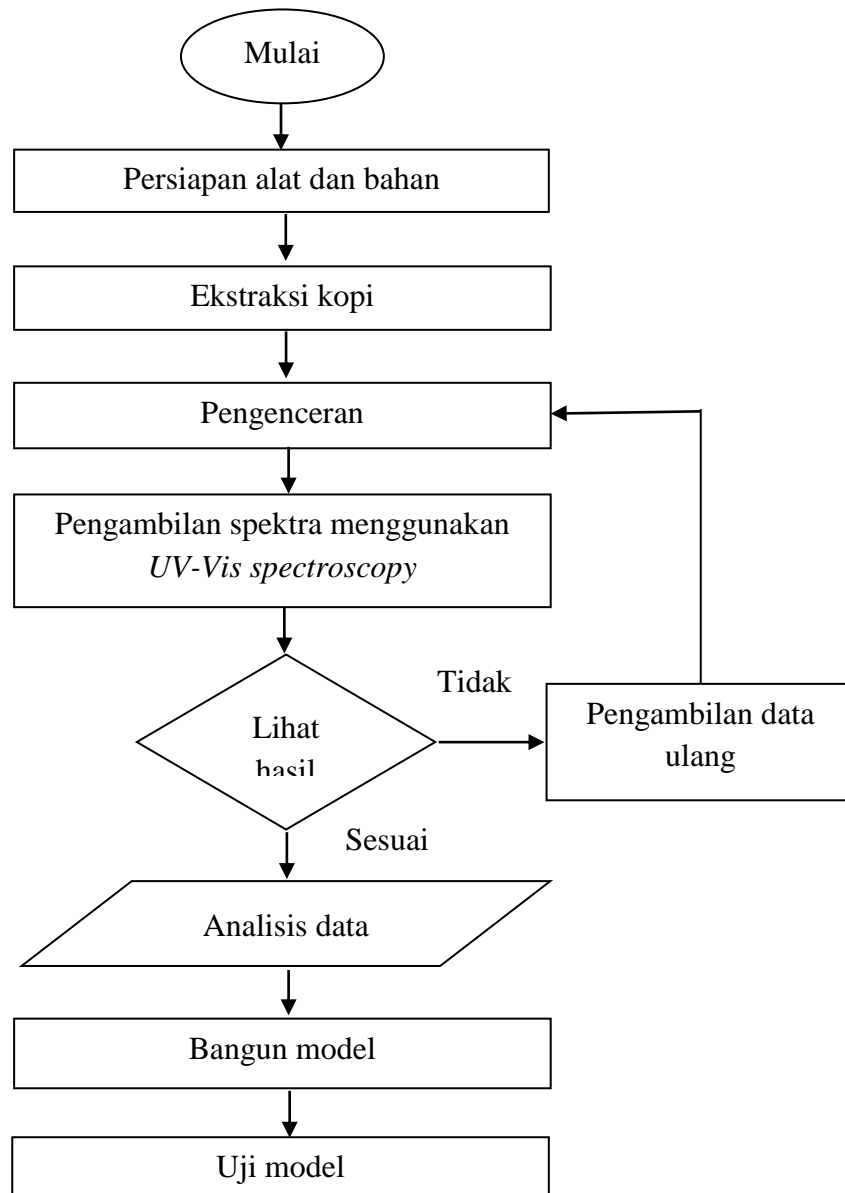
Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan September 2017 di Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca Panen (Lab. RBPP), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah menggunakan UV-Vis *Spectroscopy* jenis *Genecsis 10S (Thermo Elektron Instrument, USA)*, komputer, *flashdisk*, *coffee grinder* dengan daya 180 watt tipe SCG 178, timbangan analitik, *magnetic stirrer chim Arc* model S130810-33 (size pelat atas 4x4 *inch*), ayakan *tyler meinzer II (mesh nomor 20, 30, 40, 50, 70, dan 100)*, pipet ukur (1 ml, 2 ml, dan 25 ml), *kuvet*, termometer, *rubber bulb*, pemanas air, labu *erlenmeyer* 50 ml, gelas ukur, *aluminium foil*, kertas saring, toples, gelas beker, spatula, dan corong plastik. Sedangkan bahan yang digunakan adalah aquades, kopi robusta dekafe, dan kopi robusta non-dekafe.

### 3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan pertama kali yaitu menyiapkan alat dan bahan, setelah bahan siap dilakukan ekstraksi kopi, yang meliputi pengayakan, penimbangan, pembuatan larutan, pengadukan, dan penyaringan. Setelah kopi diekstraksi lalu dilakukan pengenceran, pengambilan spektra menggunakan *UV-Vis spectroscopy* dan yang terakhir membuat model dan mengujinya. Diagram alir prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Prosedur Penelitian

### 3.3.1 Pengayakan

Pengayakan dilakukan untuk mendapatkan ukuran yang seragam dari partikel kopi yang digunakan. Kopi diayak dengan menggunakan ayakan *tyler meinzer* dengan mesh ukuran 20, 30, 50, 70, dan 80 serta sampel yang digunakan dalam pengujian yaitu ukuran mesh 50. Pemilihan sampel uji pada ukuran mesh 50 didasarkan pada banyaknya bubuk kopi yang berada pada mesh tersebut.

Pemilihan sampel uji pada ukuran mesh 50 didasarkan pada banyaknya bubuk kopi yang berada pada mesh tersebut. Proses pengayakan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Proses Pengayakan

### 3.3.2 Penimbangan

Kopi yang digunakan sebagai sampel uji sebanyak 1 gram untuk setiap ulangan. Jumlah sampel ulangan dan komposisi campuran kedua jenis kopi dapat dilihat pada Tabel 2. Proses penimbangan dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 2. Komposisi Bahan

No Sampel	Komposisi Bahan
01-10	1 gram kopi decaf
11-20	0,1 gram kopi decaf dan 0,9 gram kopi non-decaf
21-30	0,2 gram kopi decaf dan 0,8 gram kopi non-decaf
31-40	0,3 gram kopi decaf dan 0,7 gram kopi non-decaf
41-50	0,4 gram kopi decaf dan 0,6 gram kopi non-decaf
51-60	0,5 gram kopi decaf dan 0,5 gram kopi non-decaf
61-70	0,6 gram kopi decaf dan 0,4 gram kopi non-decaf
71-80	0,7 gram kopi decaf dan 0,3 gram kopi non-decaf
81-90	0,8 gram kopi decaf dan 0,2 gram kopi non-decaf
91-100	0,9 gram kopi decaf dan 0,1 gram kopi non-decaf



Gambar 7. Proses Penimbangan

### 3.3.3 Pembuatan Larutan

Sampel untuk pengujian yang berupa bubuk harus dibuat larutan saat pengujian menggunakan alat *UV-Vis spectroscopy*. Caranya yaitu sampel yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam gelas ukur dan dilarutkan dengan aquades sebanyak 50 ml pada suhu 90-98°C. Proses pembuatan larutan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Proses 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 9.





Gambar 9. Proses Pengadukan Larutan

### 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 10.



Gambar 10. Proses Penyaringan

### 3.3.6 Pengenceran

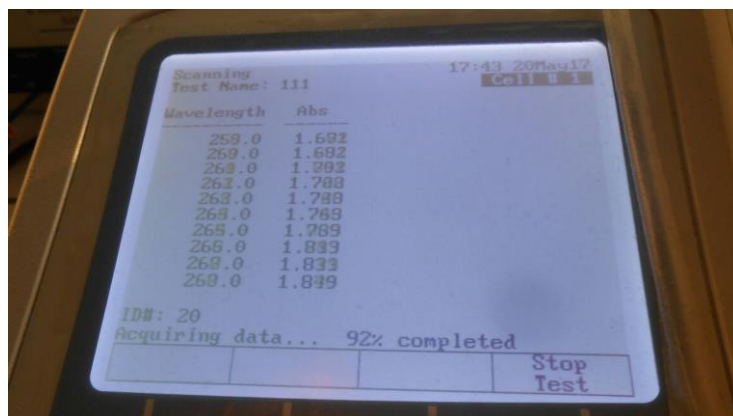
Ekstrak kopi yang dihasilkan pada langkah penyaringan kemudian didinginkan hingga mencapai suhu 27°C, selanjutnya dilakukan pengenceran dengan perbandingan 1 : 20. Proses pengenceran dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Proses Pengenceran

### 3.3.7 Pengambilan Spektra Menggunakan UV-Vis *Spektroskopi*

Sampel yang telah diencerkan kemudian dimasukkan ke dalam *cuvet* sebanyak 2 ml. Selanjutnya dimasukkan dalam sistem holder dan diukur nilai absorbansinya selama 2 menit. Proses pengambilan spektra dapat dilihat pada Gambar 12. Prosedur penggunaan UV-Vis *Spektroskopi* dapat dilihat di Lampiran.



Gambar 12. Proses Pengambilan Spektra

### 3.3.8 Membuat dan Menguji Model

Nilai absorbansi yang diambil tersebut selanjutnya akan dibangun menggunakan regresi PLS dan dilakukan pengembangan model untuk mencari *treatment* serta panjang gelombang yang terbaik, setelah didapat hasil yang terbaik kemudian dilakukan pengujian model dengan uji beda dua sampel berpasangan (*Paired t-test*) menggunakan SPSS versi 19 yang bertujuan mengetahui tingkat akurasi model yang dipilih

### 3.4 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 (PLS) regression*. Sebelum dilakukan analisa dengan metode regresi PLS, data yang tersimpan pada flashdisk dipindahkan ke Ms. Excel. 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, kemudian perangkat lunak SPSS (*Statistical Package for*

*the Social Science*) versi 19 digunakan untuk melakukan evaluasi signifikansi level dari model yang dibangun.

Proses membangun model bertujuan untuk menghasilkan model kalibrasi yang selanjutnya digunakan dalam proses validasi sehingga dapat diketahui nilai kesahihannya. Model kalibrasi dan validasi untuk penentuan konsentrasi kopi robusta dekap dalam kopi campuran robusta dekap dan non-dekap dibangun dengan menggunakan metode regresi PLS untuk enam jenis spektra yaitu *original*, *smoothing moving average*, *smoothing Savitzky-Golay*, *Savitzky-Golay first derivative*, *Savitzky-Golay second derivative*, *standar normal variate (SNV)* dan *multiplicative scatter correction (MSC)*. Untuk menentukan persamaan yang terbaik digunakan beberapa kriteria. Pertama, persamaan terbaik harus memiliki jumlah faktor (F) yang cukup untuk hasil yang optimal. Kemudian persamaan tersebut memiliki nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang baik yaitu bernilai 1, jika nilai  $R^2$  mendekati 1 bisa dikatakan cukup baik. Nilai *ratio prediction to deviation* atau RPD lebih dari 3, jika sudah lebih dari 3 maka bisa dikatakan nilai RPD sangat baik. Memiliki *bias* yang rendah atau mendekati 0, *standard error of calibration (SEC)*, *standard error of prediction (SEP)*, kemudian selisih antara nilai *standard error of calibration (SEC)* dan *standard error of prediction (SEP)* memiliki nilai serendah mungkin atau mendekati 0. Selisih SEC dan SEP yang terlalu besar menunjukkan bahwa dalam persamaan tersebut terlalu banyak faktor/variabel yang terlibat sehingga *noise* pun ikut terlibat dalam persamaan tersebut (Gomez *et al*, 2006).

Tabel 3. Terminologi Statistik Terapan yang Digunakan Untuk Mengevaluasi Persamaan Kalibrasi

Terminologi	Persamaan
<b>R<sup>2</sup></b>	$R^2 = \left[ \frac{\sum(x \times y) - [(\sum x \times \sum y)/N]}{\{\{\sum(x^2) - [(\sum x^2)/N]\}x\{\sum y^2 - [(\sum y^2)/N]\}\}^{1/2}} \right]^2$
<b>SEC/SEP</b>	$SEC/SEP = \left\{ \sum(x-y)^2 - \{[\sum(x-y)]^2/N\}/N-1 \right\}^{1/2}$
<b>Bias</b>	$Bias = \sum(x-y)/N$
<b>RDP</b>	$RDP = \frac{SD_{val}}{SEP}$

Keterangan :

x : Nilai *Reference*

y : Nilai Prediksi

N : Jumlah Sampel

R<sup>2</sup> : *Multiple coefficient of determination*

SEC : *Standar error of calibration*

SEP : *Standar error of prediction*

Bias : Rataan selisih antara nilai *reference* dan nilai prediksi

RPD : Rasio antara SEP dan *Standar Deviasi* (SD) dari set sampel validasi.

(Fatia, 2009).

## KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Model kalibrasi yang terbaik diperoleh pada tipe spektra *smoothing Savitzky-Golay* dan *SNV* pada panjang gelombang 250-450 nm yang memiliki karakteristik  $F= 2$ ,  $R^2_{kal}= 0,99$ ,  $R^2_{val}=0,98$ ,  $SEC = 2,1\%$   $SEV = 4,4\%$  dan  $RPD = 6,61$ .
2. Hasil prediksi memiliki nilai  $SEP = 5,52\%$ ,  $bias = 1,17\%$ , koefisien determinasi ( $R^2_{pred}$ ) = 0,99 dan nilai  $RPD = 5,23$ .
3. Penentuan konsentrasi kopi robusta deka dalam campuran kopi robusta deka dan non-deka menggunakan metode analisis berbasis *UV-Vis spectroscopy* dapat terbangun dengan baik.
4. Hasil uji tingkat kepercayaan pada taraf kepercayaan 95% yang dilakukan dengan uji beda dua sampel berpasangan menggunakan SPSS menunjukkan bahwa persentase kopi robusta deka dalam campuran kopi deka dan non-deka memiliki nilai rata-rata aktual dan prediksi yang hampir sama yaitu 55,5% dan 54,3% dan tidak berbeda nyata.

## 5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya untuk penentuan kandungan kopi deka dalam campuran kopi deka dan non-deka sebaiknya menggunakan panjang gelombang 250 – 450 nm saja dan tidak perlu menggunakan panjang gelombang 190-1100 nm, karena pada panjang gelombang 250-450 nm berkontribusi dan terdapat beberapa senyawa penting seperti kafein dan asam klorogenat sedangkan pada panjang gelombang 190-245 nm terdapat *noise* serta pada panjang gelombang 700-1100 nm nilai absorbansi mendekati nol.

## DAFTAR PUSTAKA

- Almada, D. V. 2009. Pengaruh Peubah Proses Dekafeinasi Kopi Dalam Reaktor Kolom Tunggal Terhadap Mutu Kopi. (*Tesis*). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- CAMO. 2006. *The Unscrambler Methods*. CAMO Software AS. United Of States. 278 hlm.
- Charley, H., and Weaver, C. 1998. *Coffea, Tea, Chocolate and Cocoa Foods*. New Jersey USA: A Scientific Approach Merricee and Inprint of Prentice Hall.
- Clarke, R. J., and Macrae, R. 1989. *Coffee Chemistry*. Vol. I, II. London and New York : ELSECier Applied Science.
- Coffefag. 2001. *Frequently Asked Questions about Caffeine*. [www.coffefag.com](http://www.coffefag.com). Diakses 18 Maret 2017.
- Davids, K., 1996. *Home Coffee Roasting*. St.Martin's Griffin. New York.
- Dieterle, F. 2003. Multianalyte Quantifications by Means of Integration of Artificial Neural Networks, Genetic Algorithms and Chemometrics for Time-Resolved Analytical Data. (*Disertasi*). Der eberhard-karls-Universitat Tubingen. Germany.
- Fatoni, A. 2015. *Analisa Secara Kualitatif Dan Kuantitatif Kadar Kafein Dalam Kopi Bubuk Lokal Yang Beredar Di Kota Palembang Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis*. Laporan Penelitian mandiri. Sekolah tinggi ilmu farmasi bhakti pertiwi. Palembang. 28 hlm.
- FDA [Food Drug Administration]. 2018. *FDA takes step to protect consumers against dietary supplements containing dangerously high levels of extremely concentrated or pure caffeine*. <http://www.fda.gov/> ( 20 mei 2018).



- Gomez, A.H., Yong, H., Pereira, A.G. 2006. Nondestructive Measurement of Acidity, Soluble Solids and Firmness of Satsuma Using Vis/NIR-Spectroscopy Techniques. *Journal of Food Engineering*. 77(2):313-319.
- Jogiyanto, dan Willy, A., 2009. Konsep dan Aplikasi PLS untuk Penelitian Empiris. Model Hubungan Tacit Knowledge dan Kinerja Individu pada Balai Riset dan Standarisasi Industri. (*Skripsi*). Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri. Depok.
- Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta. 217 hlm.
- Kusumaningrum, D., Lee, H., Lohumi, S., Mo, C., and Cho, B.K. 2017. Nondestructive Technique For Determining The Viability Of Soybean (Glycine Max) Seeds Using FT-NIR Spectroscopy. *Journal Science of Food and Agriculture*. 98(5):1734-1742.
- ICO [International Coffee Organization]. 2015. *Coffee Market Report*. <http://www.ico.org/> ( 18 April 2016).
- Maramis, R.K., Citraningtyas, G., dan Wehantouw, F. 2013. Analisis Kafein Dalam Kopi Bubuk Di Kota Manado Menggunakan Spektrofotometer UV-VIS. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. 2(4):122-128.
- Mark, H., and Workman, J., Jr. 2007. *Chemometrics in spectroscopy*. AP Publising. New York.
- Neldawati, Ratnawulan, dan Gusnedi. 2013. Analisis Nilai Absorbansi Dalam Penentuan Kadar Flavonoid Untuk Berbagai Jenis Daun Tanaman Obat . *Pillar of physics*. 2(2):76-83.
- Panggabean, E. 2011. *Buku Pintar Kopi*. Agro Media Pustaka. Jakarta. 240 hlm.
- Prieto, G. B. 2017. Novel variable influence on projection (VIP) methods in OPLS, O2PLS, and OnPLS models for single- and multiblock variable selection. (*Thesis*). Department of Chemistry Industrial Doctoral School, Umeå University . Swedan.
- Rozanah, A. 2004. *Kafein dan Wanita*. Republika Online. [www.republika.co.id](http://www.republika.co.id). Diakses pada 22 Maret 2017.

Sofiana, N. 2011. *1001 Fakta Tentang Kopi*. Cahaya Atma Pustaka. Yogyakarta.

Suhandy, D., Yulia, M., Ogawa, Y., dan Kondo, N. 2017. Diskriminasi Kopi Lanang menggunakan UV-Visibel Spectroscopy dan Metode SIMCA. *AGRITECH*. 37(4): 471-476.

Tjay, T.H dan Rahardja, K. 2007. *Obat-obat penting, khasiat, penggunaan, dan efek efek sampingnya (edisi IV)*. Jakarta : PT Elex Media Komputindo.

Widyotomo, S. 2012. Optimasi Suhu dan Konsentrasi Pelarut dalam Dekafeinasi Biji Kopi Menggunakan Response Surface Methodology. *Pelita Perkebunan*. 28(3):184-200.

Widyotomo, S. dan Mulato, S. 2007. Kafein : Senyawa Penting Pada Biji Kopi. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*. 23(1):44-50.