



**PENENTUAN KADAR FENOL TOTAL BUBUK KOPI PRODUKSI
NASIONAL MENGGUNAKAN METODE NIR-KEMOMETRIK**

SKRIPSI

Oleh:

**Elsa Dwi Hidayanti
NIM 132210101013**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**PENENTUAN KADAR FENOL TOTAL BUBUK KOPI PRODUKSI
NASIONAL MENGGUNAKAN METODE NIR-KEMOMETRIK**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana Farmasi (S1) dan mencapai gelar Sarjana Farmasi

Oleh:

**Elsa Dwi Hidayanti
NIM 132210101013**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa;
2. Papa dan Mama tercinta yang telah memotivasi dan mendoakan penulis;
3. Koko, Cici dan Saudara-saudara yang telah memberikan doanya;
4. Ibu Indah Purnama Sary, S.Si., Apt., M.Farm. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bantuan, bimbingan dan perhatian hingga terselesaikannya skripsi ini dan Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D. dan Ibu Nia Kristiningrum, S.Farm., Apt., M.Farm yang telah meluangkan waktu untuk menguji dan memberikan saran hingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Teman-teman farmasi angkatan 2013, terima kasih atas dukungan dan semangat yang telah diberikan;
6. Para Pahlawan tanpa tanda jasa penulis di SD Al-Furqan, SMPN 3 Jember, dan SMAN 1 Jember;
7. Almamater Fakultas Farmasi Universitas Jember.

MOTTO

“Jika kamu bersungguh-sungguh, maka kesungguhan itu untuk kebaikanmu sendiri.”

(QS Al-ankabut : 6)

“Kalau orang mau bergerak hanya karena pekerjaan yang disukainya, maka kedewasannya masih setingkat bayi. Kedewasaan ditandai dengan kemauan melakukan hal yang benar, seberat apapun setidaknya enak apapun asalkan itu bermanfaat bagi masyarakat.”

(Emha Ainun Nadjib)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Elsa Dwi Hidayanti

NIM : 132210101013

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Penentuan Kadar Fenol Total Bubuk Kopi Produksi Nasional Menggunakan Metode NIR-Kemometrik” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 27 April 2017

Yang Menyatakan,

(Elsa Dwi Hidayanti)

NIM. 132210101013

SKRIPSI

**PENENTUAN KADAR FENOL TOTAL BUBUK KOPI PRODUKSI
NASIONAL MENGGUNAKAN METODE NIR-KEMOMETRIK**

Oleh:

Elsa Dwi Hidayanti

NIM 132210101013

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Indah Purnama Sary, S.Si., M.Farm., Apt.

Dosen Pembimbing Anggota : Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm., Apt.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Penentuan Kadar Fenol Total Bubuk Kopi Produksi Nasional Menggunakan Metode Nir-Kemometrik" telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Farmasi Universitas Jember pada :

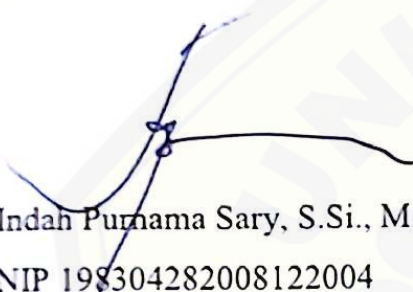
Hari, tanggal : Kamis, 27 April 2017

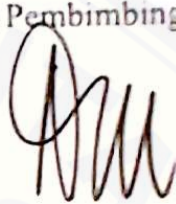
Tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,



Indah Purnama Sary, S.Si., M.Farm., Apt.
NIP 198304282008122004



Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm., Apt.
NIP 197604142002122001

Tim Penguji

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,



Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D.
NIP 196902011994031002


Nia Kristiningrum, S.Farm., M.Farm., Apt.
NIP 198204062006042001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember,




Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm., Apt.
NIP 1976041420022122001

RINGKASAN

Penentuan Kadar Fenol Total Bubuk Kopi Produksi Nasional Menggunakan Metode NIR-Kemometrik: Elsa Dwi Hidayanti, 132210101013; 2017; 80 halaman; Fakultas Farmasi, Universitas Jember.

Senyawa fenol merupakan senyawa yang memiliki gugus hidroksil yang menempel pada cincin aromatik. Salah satu komponen senyawa fenol yang terdapat dalam jumlah yang besar dalam kopi adalah asam klorogenat yaitu sekitar 90% dari total fenol dalam kopi. Senyawa fenol diketahui memiliki efek biologis seperti aktivitas antioksidan. Selain memiliki aktivitas antioksidan, senyawa fenolik juga dapat mencegah kanker, kardiovaskuler dan osteoporosis dan berperan dalam pencegahan penyakit neuro degeneratif. Pada penelitian ini dilakukan penentuan kadar fenol total dengan menggunakan spektroskopi NIR karena metode analisis yang umum digunakan dalam penentuan kadar fenol total membutuhkan tahapan analisis yang panjang dan waktu analisis yang lama. Keuntungan metode spektroskopi NIR diantaranya adalah bersifat non destruktif, tidak menimbulkan polusi dan tidak memerlukan bahan kimia.

Penentuan kadar dengan spektroskopi NIR ini memerlukan suatu analisis data multivariat (kemometrik) untuk mengetahui informasi spektrum dari spektrum inframerah dan menggunakan informasi spektrum tersebut untuk aplikasi kuantitatif. Analisis kemometrik dalam penelitian ini menggunakan perangkat lunak The Unscrambler X 10.2. Metode yang digunakan dari analisis kemometrik untuk pembuatan model kalibrasi dalam penelitian ini adalah PLS (*Partial Least Square*), PCR (*Principal Component Regression*) dan SVR (*Support Vector Regression*). Penentuan kadar ini kemudian divalidasi dengan metode validasi silang yaitu *2-fold cross validation* dan *Leave-one-out* untuk menguji validitas model yang telah dibuat.

Metode pembandingan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode spektrofotometri UV-Vis menggunakan reagen Folin Ciocalteu dan Na_2CO_3 dengan standar asam galat. Berdasarkan hasil penelitian, model PCR memberikan hasil terbaik dengan nilai R^2 kalibrasi sebesar 0,9924969; R^2 validasi sebesar 0,9921971; RMSEC sebesar 2,1902988; dan RMSECV 2,2543828. Validasi model juga memberikan hasil yang baik dengan nilai R^2 LOOCV sebesar 0,9950277 dan R^2 2-fold cross validation sebesar 0.9967486.

Model PCR yang telah terbentuk dan tervalidasi tersebut kemudian diterapkan pada sampel kopi nasional produksi daerah (Kopi Flores dan Kopi Lanang Robusta) sehingga diperoleh kadar fenol total sampel tersebut. Kadar fenol total yang diperoleh dari spektroskopi NIR adalah sebesar 52,844 mg GAE/g bubuk kopi untuk Kopi Flores, 90,817 mg GAE/g bubuk kopi untuk Kopi Lanang Robusta, 49,349 mg GAE/g bubuk kopi untuk Kopi Robusta Ijen, dan 62,077 mg GAE/g bubuk kopi untuk Kopi Arabika Renteng. Hasil analisis ini kemudian dibandingkan dengan kadar fenol total bubuk kopi yang diperoleh dari metode spektrofotometri UV-Vis. Hasil penentuan kadar sampel fenol total bubuk kopi yang diperoleh dari dua metode yang berbeda ini kemudian diuji statistik dengan Uji T Sampel Berpasangan. Dapat ditarik kesimpulan bahwa kadar yang diperoleh dari kedua metode tersebut tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan nilai signifikansi 0,089 dan t tabel $>$ t hitung dengan tingkat kepercayaan 99%.

PRAKATA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya serta memberikan kami kesehatan dan nikmatnya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm. selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember;
2. Ibu Indah Purnama Sary, S.Si., Apt., M.Farm. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Lestyo Wulandari, S.Si., Apt., M.Farm. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bantuan, bimbingan dan perhatian hingga terselesaikannya skripsi ini;
3. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D. dan Ibu Nia Kristiningrum, S.Farm., Apt., M.Farm yang telah meluangkan waktu untuk menguji dan memberikan saran hingga terselesaikannya skripsi ini;
4. Bapak Eka Deddy Irawan, S.Si., Apt., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing saya selama menjadi mahasiswa;
5. Seluruh Dosen Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, pengalaman dan memberikan motivasi untuk penulis selama kuliah, juga staf dan karyawan atas segala bantuan yang diberikan selama penulis menjadi mahasiswa;
6. Ibu Wayan dan Mbak Hani selaku teknisi Laboratorium Kimia Farmasi Universitas Jember yang sudah banyak membantu saya selama penelitian;
7. Orang tua tercinta Papah Otong, Bapak Didik, dan Mama Indah yang senantiasa memberi doa, kasih sayang dan semangat yang tak ternilai dan tak terhingga dalam perjalanan hidup penulis; Tante Wiji dan Om Kukuh yang telah membantu dan memberi semangat untuk penulis;

8. Keluarga besar Liem Bian Ho yang telah mendoakan dan memberi semangat kepada penulis selama masa perkuliahan hingga skripsi;
9. *Partner* skripsi Renova Rizka Putri yang selalu siap memberikan bantuan tenaga, pikiran dan juga waktu selama penulis mengerjakan skripsi;
10. Rekan seperjuangan penelitian bagian Kimia Farmasi (mas Lukman, mbak Puput, Fiki, Dini, Putri, Fitri, Niken dkk) yang telah banyak membantu;
11. Komunitas Besok Wisuda (Zayd Rifqi Dzulqarnayn dan Syahreza Yusvandika) yang selalu ada ketika penulis membutuhkan mereka;
12. Tim Forum ft. KJR (Apid, Dini, Hepi, Lupi, Adis, Linda, Ghas, Indah, Cing) yang selalu memberikan semangat untuk penulis;
13. Teman-teman angkatan 2013 Farmasetamol yang tidak dapat disebutkan satu per satu;
14. Keluarga besar MPM 2015, BPM 2016 dan Divisi Musik dan Instrumen UKSM Essensi 2014-2016 yang telah memberikan ilmu non-akademis selama penulis menjadi mahasiswa;
15. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Hanya doa yang dapat penulis panjatkan semoga segala kebaikan yang diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis juga menerima kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semua skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 27 April 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kopi	5
2.1.1 Klasifikasi Kopi	6
2.1.2 Morfologi Tanaman Kopi	6
2.1.3 Jenis-jenis Kopi	7
2.2 Kandungan Kopi	8
2.3 Senyawa Asam Galat	9
2.4 Metode Penetapan Fenol dengan Metode <i>Total Phenolic</i>	

<i>Content (TPC)</i>	10
2.5 Spektrofotometri UV-Vis	11
2.6 Spektroskopi <i>Near-Infrared</i> (NIR)	12
2.7 Analisis Kemometrik	13
2.7.1 <i>Principal Component Analysis</i> (PCA).....	15
2.7.2 <i>Partial Least Square</i> (PLS).....	15
2.7.3 <i>Principal Component Regression</i> (PCR)	16
2.6.4 <i>Support Vector Regression</i> (SVR)	16
2.8 Validasi Silang	16
2.8.1 <i>2-fold Cross Validation</i>	16
2.8.2 <i>Leave-one-out</i>	17
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Jenis Penelitian	18
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.3 Rancangan Penelitian	18
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	19
3.4.1 Bahan Penelitian	19
3.4.2 Alat Penelitian	19
3.5 Alur Penelitian	20
3.6 Definisi Operasional	21
3.7 Prosedur Penelitian	21
3.7.1 Pengumpulan Sampel untuk <i>Training Set</i> dan <i>Test Set</i> ...	21
3.7.2 Preparasi Sampel	21
3.7.3 Penentuan Data Spektra NIR	21
3.7.4 Penentuan Kadar Fenol Total Menggunakan Spektrofotometri Uv-Vis	23
3.7.5 Pembentukan Model Kalibrasi	23
3.7.6 Validasi Model Kemometrik Terpilih	24

3.7.7 Aplikasi Sampel Nyata	25
3.7.8 Analisis Data	25
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Pengumpulan dan Preparasi Sampel	26
4.2 Penetapan Kadar Fenol Total Bubuk Kopi	26
4.2.1 Optimasi Panjang Gelombang Maksimum	26
4.2.2 Penetapan Waktu Inkubasi	27
3.7.4 Penentuan Kadar Fenol Total Sampel <i>Training Set</i> dan <i>Test Set</i> dengan Metode TPC	28
4.3 Pembentukan Model Kalibrasi	31
4.4 Validasi Model Kalibrasi Terpilih	34
4.5 Penerapan Model Kalibrasi Terpilih Terhadap Sampel	36
BAB 5. PENUTUP	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Tanaman Kopi.....	6
Gambar 2.2 Struktur Kimia Fenol	9
Gambar 2.3 Struktur Kimia Asam Galat	9
Gambar 2.4 Reaksi Reagen Folin Ciocalteau dengan Fenol.....	11
Gambar 2.5 Daerah Spektra NIR	13
Gambar 2.6 Bagan Metode Kemometrik	14
Gambar 4.1 Hasil Optimasi Panjang Gelombang Maksimum.....	27
Gambar 4.2 Hasil Penetapan Waktu Inkubasi	28
Gambar 4.3 Kurva Standar Asam Galat	29
Gambar 4.4 Data Model <i>Training Set</i> Kadar Fenol Total.....	33
Gambar 4.5 Hasil Validasi LOOCV	35
Gambar 4.6 Hasil Validasi 2-fold <i>Cross Validation</i>	36

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Sampel Kopi	19
Tabel 3.2 Identitas Kode Kopi	22
Tabel 4.1 Hasil Penentuan Kadar Sampel <i>Training Set</i>	30
Tabel 4.1 Hasil Penentuan Kadar Sampel <i>Test Set</i>	31
Tabel 4.3 Perbandingan Beberapa Parameter dari Model Kalibrasi.....	32
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Sampel dengan NIR Dan UV-Vis.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Alat dan Bahan yang Digunakan.....	45
A.1 Sampel <i>Training Set</i> dan <i>Test Set</i>	45
A.2 Sampel Nyata	45
B. Spektrum Hasil Scanning dengan NIR	46
B.1 Spektrum Standar Asam Galat.	46
B.2 Spektrum Sampel	46
B.3 Spektrum Gabungan	47
C. Identitas Sampel	47
C.1 Sampel <i>Training Set</i>	47
C.2 Sampel <i>Test Set</i>	48
C.3 Sampel Nyata	48
D. Data Penentuan Kadar Fenol Total dengan Spektrofotometri UV-Vis...	48
D.1 Standar Asam Galat.	48
D.2 Sampel	49
E. Pembuatan Larutan pada Penentuan Kadar Fenol Total.....	49
E.1 Perhitungan Pembuatan Larutan Induk Asam Galat.	49
E.2 Perhitungan Pembuatan Larutan Sampel	50
F. Pembuatan Larutan Folin Ciocalteau 1:10.....	52
G. Pembuatan Reagen Larutan Na ₂ CO ₃	52
H. Hasil Spektra Optimasi Panjang Gelombang Maksimum.....	52
I. Hasil Pengukuran Kadar Fenol Total	54
I.1 Contoh Perhitungan.	54
I.2 Hasil Perhitungan mg GAE/g bubuk kopi <i>Training Set</i>	54
I.3 Hasil Perhitungan mg GAE/g bubuk kopi <i>Test Set</i>	55
I.4 Hasil Perhitungan mg GAE/g bubuk kopi <i>Sampel</i>	55
J. Hasil Penetapan Waktu Inkubasi	56

K. Hasil Analisis Kuantitatif dengan Metode Kemometrik	57
K.1 Model Kalibrasi <i>Training Set</i> Model PLS	57
K.2 Model Kalibrasi <i>Training Set</i> Model PCR	57
K.3 Model Kalibrasi <i>Training Set</i> Model SVR	58
K.4 Hasil Validasi Model Kalibrasi PCR (LOOCV)	58
K.5 Hasil Validasi Model Kalibrasi PCR (2FCV).....	59
K.6 Hasil Predict Sampel Nyata	60
L. Hasil Analisis Statistik Uji T dengan SPSS dan regresi.....	61
M. Tabel Distribusi Normal Standar T	62

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah sebuah negara kepulauan berbentuk republik dengan luas daratan sebesar 1.919.440 km² dengan posisi garis lintang 6°LU - 11°LS dan garis bujur 95°BT - 141°BB (Pusat Studi Ilmu Geografi Indonesia, 2017). Berdasarkan letak tersebut, Indonesia memiliki iklim tropis dan memiliki dua musim, dengan demikian waktu untuk bercocok tanam akan lebih banyak. Indonesia juga memiliki kondisi alam yang terdiri dari pegunungan yang memiliki tanah yang subur, sehingga mayoritas mata pencaharian penduduk Indonesia adalah petani. Salah satu komoditi pertanian yang sangat menguntungkan di Indonesia adalah pertanian kopi.

Kopi adalah minuman hasil dari seduhan biji kopi yang telah disangrai dan dihaluskan hingga menjadi bubuk (Hayati dkk., 2012). Bubuk kopi sangrai adalah bahan baku kopi instan, dimana bubuk kopi tersebut diperoleh dari proses penghalusan biji kopi (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, 2017). Kopi merupakan salah satu komoditas pertanian terbesar di dunia yang telah dibudidayakan di berbagai negara, salah satunya Indonesia. Kopi produksi Indonesia menempati urutan ketiga di dunia dalam segi hasil produksi setelah Brazil dan Vietnam (Choiron, 2010). Tanaman kopi terdiri dari daun dan bunga yang nantinya akan menghasilkan buah yang terbungkus cangkang yang keras atau yang kita kenal sebagai biji kopi. Biji kopi sendiri memiliki kandungan seperti kafein, senyawa fenolik dan trigonellin (Tantin Ermawati, 2013).

Senyawa fenol merupakan senyawa yang memiliki gugus hidroksil yang menempel pada cincin aromatik (Vermerris dan Nicholson, 2006). Salah satu komponen senyawa fenolik yang terdapat dalam jumlah yang besar dalam kopi adalah asam klorogenat yaitu sekitar 90% dari total fenol dalam kopi (Mursu dkk., 2005). Senyawa fenolik dikenal sebagai antioksidan untuk mencegah berbagai penyakit seperti penyakit jantung, diabetes, atau kanker (Khoddami dkk., 2013).

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menentukan kadar senyawa fenolik dalam tanaman, diantaranya penelitian yang telah dilakukan oleh Diyan Ajeng R.A. (2012) tentang penentuan aktivitas antioksidan dan kadar fenol total pada ekstrak kulit buah pisang dengan spektrofotometri UV-Vis, penelitian yang dilakukan oleh Fracilla Arinda (2015) tentang penentuan kadar fenol total pada ekstrak daun tanaman menggunakan metode spektroskopi NIR-kemometrik dan penelitian Khoddami dkk (2013) tentang analisis senyawa fenol dalam tanaman dengan metode Kromatografi Kertas (KK), Kromatografi Lapis Tipis (KLT), Kromatografi Gas (KG) dan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT). Metode-metode tersebut terlalu membutuhkan banyak waktu dan tenaga sehingga diperlukan adanya pengembangan metode analisis yang cepat dan dapat dipercaya (Rohman dkk., 2011).

Spektroskopi NIR merupakan suatu metode analisis yang memiliki prinsip kerja dengan gelombang elektromagnetik yang panjang gelombangnya 780 nm - 2500 nm atau jumlah gelombang per cm 12.800 cm^{-1} hingga 4000 cm^{-1} (Smidt dkk., 2011). Spektroskopi NIR banyak diterapkan dalam analisis senyawa organik. Belakangan ini, Spektroskopi NIR menjadi kian penting dalam analisis farmasetika karena *ruggedness* yang sangat baik dari instrumen tersebut. Keuntungan dari Spektroskopi NIR adalah merupakan salah satu metode yang non-destruktif, dapat menganalisis dengan kecepatan tinggi, tidak menimbulkan polusi, dan tidak memerlukan bahan kimia (Karlinasari dkk., 2012).

Metode statistik multivariat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kemometrik. Data spektra yang dihasilkan dari Spektroskopi NIR sangat rumit sehingga sulit untuk diinterpretasi, sehingga memerlukan metode statistik multivariat (Karlinasari dkk., 2012). Pada penelitian ini digunakan metode PLS (*Partial Least Square*), PCR (*Principal Component Regression*) dan SVR (*Support Vector Regression*) sebagai metode analisis kuantitatif untuk mengkalibrasi dan menghitung nilai kadar total fenol pada model yang telah dibuat (Ratnasari, 2015).

Nilai kadar fenol yang didapat dari analisis kuantitatif akan dibandingkan dengan nilai kadar fenol pada analisis menggunakan

spektrofotometri UV-Vis sebagai pembanding. Berdasarkan uraian diatas maka penulis ingin melakukan penelitian tentang “Penentuan Kadar Fenol Total Bubuk Kopi Produksi Nasional Menggunakan Metode NIR-Kemometrik”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah yang diperoleh adalah:

- a. Apakah metode NIR-kemometrik dapat menentukan kadar fenol total pada sampel bubuk kopi produksi nasional?
- b. Bagaimana aplikasi kemometrik dalam menentukan kadar fenol total pada sampel bubuk kopi produksi nasional?
- c. Apakah kadar fenol total pada sampel bubuk kopi produksi nasional yang ditetapkan dengan metode NIR-kemometrik dan metode spektrofotometri UV-Vis (pembanding) memiliki perbedaan yang signifikan?

1.3 Tujuan Penelitian

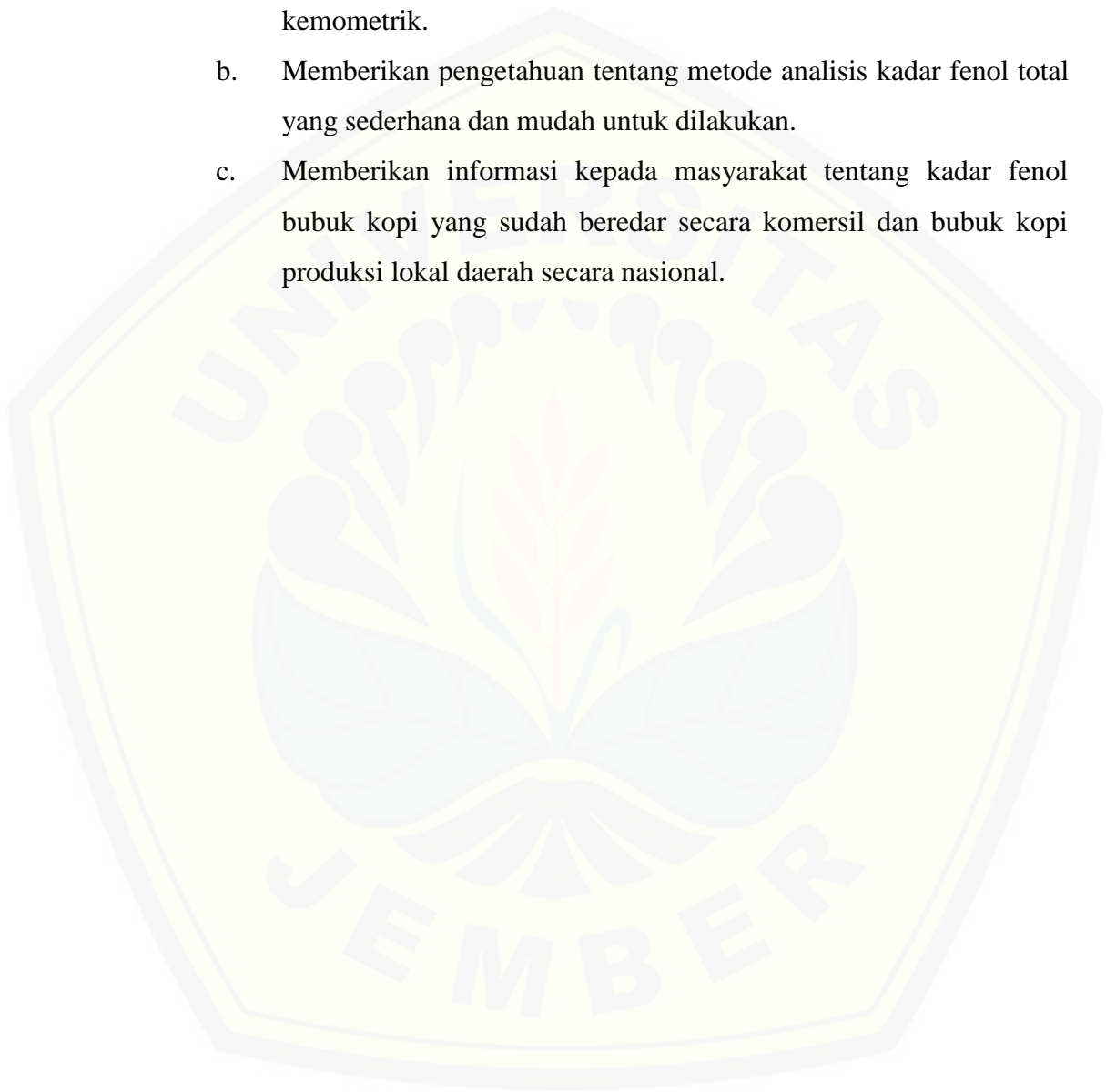
Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui apakah metode NIR-kemometrik dapat menentukan kadar fenol total pada sampel bubuk kopi produksi nasional.
- b. Mengetahui kadar fenol total pada sampel bubuk kopi menggunakan aplikasi kemometrik.
- c. Mengetahui ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan antara kadar fenol total bubuk kopi produksi nasional yang ditetapkan dengan metode NIR-kemometrik dan metode spektrofotometri UV-Vis (pembanding).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

- a. Memberikan informasi tentang identifikasi kadar fenol total bubuk kopi produksi nasional dengan menggunakan metode analisis NIR-kemometrik.
- b. Memberikan pengetahuan tentang metode analisis kadar fenol total yang sederhana dan mudah untuk dilakukan.
- c. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang kadar fenol bubuk kopi yang sudah beredar secara komersil dan bubuk kopi produksi lokal daerah secara nasional.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kopi

Pada mulanya, kopi tumbuh liar di hutan dataran tinggi Ethiopia, Afrika lalu menyebar ke India dan Inggris. Tanaman kopi masuk ke Indonesia pada tahun 1700-an oleh seorang berkebangsaan Belanda dan ditanam pertama kali di daerah Pondok Kopi, Jakarta. Setelah tumbuh dengan baik, tanaman kopi lalu dibudidayakan di Jawa Barat, Sumatra dan Sulawesi (Panggabean, 2011). Kopi merupakan salah satu minuman yang digemari masyarakat Indonesia dan telah dikonsumsi secara turun temurun. Hingga kini, para pemuda hingga para lanjut usia lebih memilih meminum kopi dibanding jenis minuman lainnya. Penikmat kopi biasanya minum kopi 3-4 cangkir setiap hari (Maramis dkk., 2013). Kopi adalah minuman hasil dari seduhan biji kopi yang telah disangrai dan dihaluskan hingga menjadi bubuk (Hayati dkk., 2012).

Kopi merupakan salah satu komoditas ekspor yang sangat potensial bagi Indonesia. Dalam hal produksi, Indonesia berada pada urutan ketiga di dunia setelah Brazil dan Vietnam dengan jumlah produksi 5,82 juta karung pada tahun 2007 dan 6,01 juta karung pada tahun 2008 (Choiron, 2010). Ada tujuh kecamatan di Jember yang memproduksi kopi cukup tinggi dan disebut sebagai daerah sentra produksi kopi, kecamatan tersebut antara lain : Kecamatan Ledokombo, Kecamatan Sumberjambe, Kecamatan Jelbuk, Kecamatan Silo, Kecamatan Panti, Kecamatan Tanggul dan Kecamatan Sumberbaru. Nilai rata-rata produksi komoditas kopi yang terdapat pada daerah tersebut selama kurun waktu lima tahun (2001-2005) secara berturut-turut adalah 200,7 ton, 221,2 ton, 127,8 ton, 901,6 ton, 182,6 ton, 97,4 ton, dan 140,7 ton. Jenis kopi yang biasa ditanam adalah kopi Robusta (Haryati, 2008).

2.1.1 Klasifikasi Kopi

Menurut Butt dan Sultan (2011) kopi Arabika dan Robusta diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Superdivisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Subkelas	: Asteridae
Ordo	: Rubiales
Famili	: Rubiaceae
Genus	: <i>Coffea</i>
Species	: <i>Coffea</i> sp. (<i>C. arabica</i> dan <i>C. canephora</i>)



Gambar 2.1 Tanaman Kopi (Panggabean, 2011)

2.1.2 Morfologi Tanaman Kopi

Kopi adalah jenis tanaman semak belukar dan berakar tunggang. Pada umumnya, daun kopi berbentuk seperti telur, bergaris ke samping, bergelombang, berwarna hijau (terkadang hijau pekat), dan runcing pada bagian ujung. Daun tumbuh secara berdampingan di ketiak batang, cabang, dan ranting. Bunga kopi biasanya terbentuk pada akhir musim hujan dan akan menjadi buah pada awal musim kemarau. Setiap ketiak daun menghasilkan 2-4 kelompok bunga dan setiap kelompok bunga menghasilkan sekitar 4-6 kuntum bunga. Kuntum bunga kopi

memiliki ukuran yang kecil. Kelopak bunga kopi berwarna hijau dan mahkota bunga terdiri atas 3-8 helai daun. Buah kopi mentah biasanya berwarna hijau muda dan berubah menjadi hijau tua, lalu kuning. Buah kopi yang matang biasanya berwarna merah atau merah tua (Panggabean, 2011).

2.1.3 Jenis-jenis Kopi

Dari 70 lebih jenis kopi di seluruh dunia, jenis kopi yang paling dikenal adalah kopi arabika (*C. arabica*) dan kopi robusta (*C. canephora*), dimana kedua jenis kopi tersebut memiliki rasa, tampilan, dan kandungan yang berbeda (Cagliani dkk., 2013).

a. Kopi Arabika

Kopi arabika adalah kopi yang paling banyak dikembangkan di Indonesia. Jenis kopi ini ditanam di lereng gunung dengan ketinggian 1000-2100 mdpl. Biji dari kopi arabika berbentuk agak memanjang dengan bidang cembung yang tidak terlalu tinggi. Selain itu, biji kopi arabika lebih berkilau dibanding jenis lainnya. Untuk biji yang sudah *diroasting*, celah tengah terlihat putih sedangkan pada biji yang sudah diolah kadang masih terdapat kulit ari yang menempel di celah biji kopi (Panggabean, 2011).

b. Kopi Robusta

Jenis kopi ini memiliki adaptasi lebih baik dibandingkan dengan kopi arabika dimana jenis kopi ini dapat tumbuh di ketinggian lebih rendah dibandingkan dengan lokasi perkebunan kopi arabika. Biji kopi robusta memiliki bentuk agak bulan dengan lengkungan biji lebih tebal dibandingkan dengan kopi arabika (Panggabean, 2011).

c. Kopi Liberika

Kopi liberika berasal dari daerah Liberika tepatnya di dataran rendah Monrovia. Pohon kopi liberika tumbuh subur di daerah panas dan memiliki tingkat kelembapan tinggi. Kopi jenis ini memiliki kualitas dan rendemen lebih

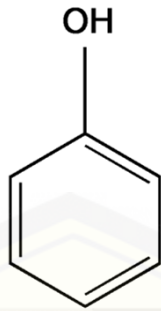
rendah dibandingkan kopi arabika dan kopi robusta namun lebih tahan terhadap serangan *Hemelia vastatrix* (Panggabean, 2011).

2.2 Kandungan Kimia Kopi

Senyawa kimia yang terkandung pada biji kopi antara lain adalah kafein, senyawa fenol, asam amino, sakarida dan senyawa logam. Senyawa kimia pada kopi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu senyawa volatil dan non-volatil. Senyawa volatil merupakan senyawa yang mudah menguap. Senyawa ini yang dapat mempengaruhi aroma pada kopi. Senyawa yang dimaksud adalah aldehid dan keton. Sedangkan senyawa non-volatil yang terdapat pada biji kopi adalah kafein, asam klorogenat dan senyawa lainnya (Cagliani dkk., 2013). Kadar asam klorogenat pada biji kopi arabika sekitar 6-7%, sedangkan robusta sekitar 10% (Panggabean, 2011).

Senyawa fenol merupakan senyawa yang memiliki gugus hidroksil yang menempel pada cincin aromatik (Vermerris dan Nicholson, 2006). Senyawa fenolik mempunyai titik leleh rendah dan bau khas yang sedikit menyengat. Senyawa fenolik juga mudah larut dalam sebagian besar pelarut organik (alkohol dan keton) dan agak kurang larut dalam pelarut hidrokarbon alifatik (Rappoport, 2003).

Senyawa yang memiliki lebih dari satu gugus hidroksil fenolik yang menempel pada satu atau lebih cincin aromatik disebut sebagai senyawa polifenol (Vermerris dan Nicholson, 2006). Struktur kimia dari fenol dapat dilihat pada Gambar 2.2. Senyawa fenolik diketahui memiliki efek biologis seperti aktivitas antioksidan. Selain memiliki aktivitas antioksidan, senyawa fenolik juga dapat mencegah kanker, kardiovaskuler dan osteoporosis dan berperan dalam pencegahan penyakit neuro degeneratif dan diabetes mellitus (Anesini dkk., 2008).

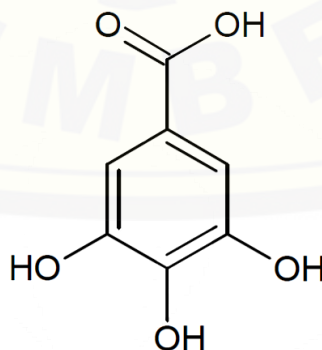


Gambar 2.2 Struktur kimia fenol (Vermerris dan Nicholson, 2006)

2.3 Senyawa Asam Galat

Asam galat adalah senyawa golongan fenolik asam hidroksibenzoat yang memiliki rumus molekul $C_7H_6O_5$ dengan nama IUPAC asam 3,4,5-trihidroksibenzoat. Asam galat memiliki ciri fisik berupa kristal berwarna putih-kekuningan atau coklat kekuningan dengan berat molekul sebesar 188,14 gram/mol. Rumus kimia asam galat adalah $C_6H_2(OH)_3COOH$ dan memiliki titik lebur sebesar 250°C (Belinda, 2011).

Asam galat sering digunakan pada industri farmasi sebagai standar dalam menentukan fenol yang terkandung pada berbagai analit. Asam galat memiliki aktivitas antioksidan dimana dapat menangkal radikal bebas (Yulistian dkk., 2015). Struktur kimia senyawa asam galat ditunjukkan pada Gambar 2.3.



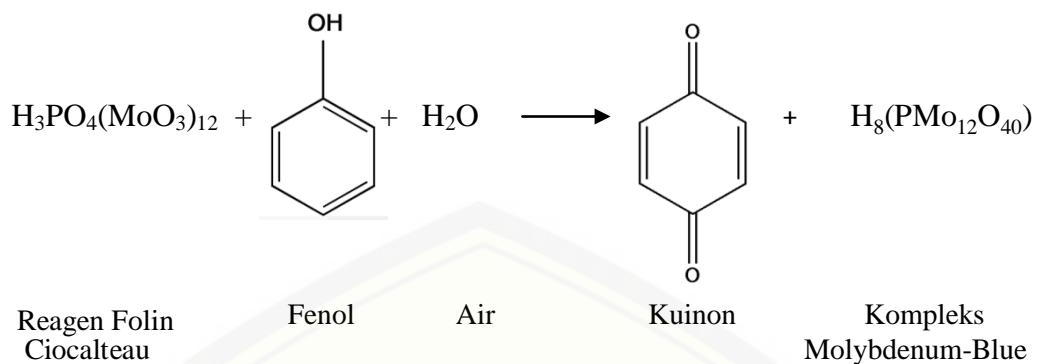
Gambar 2.3 Struktur kimia asam galat (Belinda, 2011)

2.4 Metode Penetapan Fenol dengan Metode *Total Phenolic Content* (TPC)

Prinsip penentuan kadar fenol dengan metode *Total Phenolic Content* (TPC) berdasarkan prinsip peningkatan intensitas warna yang bereaksi dengan reagen Folin-Ciocalteu. Metode ini telah banyak digunakan karena mudah dan memberikan hasil yang cepat (Blainski dkk., 2013). Reagen Folin-Ciocalteu digunakan karena senyawa fenolik mampu berikatan dengan reagen ini dan membentuk larutan berwarna yang diukur absorbansinya. Pada dasarnya, metode ini adalah terbentuknya senyawa kompleks berwarna biru akibat adanya senyawa fenolik dalam sampel yang diamati (Alfian dan Susanti, 2012).

Penetapan kadar fenol dengan TPC adalah dengan melarutkan 0.3 ml sampel dalam 1,5 ml reagen Folin-Ciocalteu kemudian digojog dan didiamkan selama 3 menit. Lalu campuran ditambah dengan 1,2 ml Na_2CO_3 7,5% kemudian digojog dan didiamkan kembali selama 30 menit dalam suhu ruang. Kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 765 nm (Alfian dan Susanti, 2012). Buat kurva kalibrasi dengan melihat hubungan antara konsentrasi sampel dengan absorbansinya (mg/L) (Ria, 2010).

Semakin besar konsentrasi senyawa fenolik maka semakin banyak ion fenolat yang terbentuk sehingga warna biru yang dihasilkan semakin pekat (Singleton dkk., 1965). Penambahan Na_2CO_3 adalah bertujuan untuk membentuk suasana basa agar terjadi reaksi reduksi folin oleh gugus hidroksil dari fenolik di dalam sampel (Singleton dkk., 1965). Reaksi reagen Folin Ciocalteu dengan fenol dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Reaksi reagen Folin Ciocalteau dengan fenol (Tursiman dkk., 2012)

2.5 Spektrofotometri UV-Vis

Radiasi elektromagnetik panjang gelombang 380 nm-780 nm merupakan radiasi yang dikenal sebagai cahaya tampak (visibel), sedangkan di luar rentang panjang gelombang cahaya tampak, REM sudah tidak dapat ditangkap oleh panca indera (Rouessac dan Rouessac, 2007). Semua gugus atom yang mengabsorpsi radiasi UV-Vis biasa disebut gugus kromofor. Gugus kromofor mempunyai ikatan rangkap terkonjugasi yang menyebabkan suatu senyawa memiliki warna.

Pada dasarnya, instrumentasi pada spektrofotometer UV-Vis adalah susunan peralatan alat optik yang memegang fungsi masing-masing yang saling terkait. Fungsi setiap bagian harus memiliki ketelitian dan ketepatan yang baik, sehingga dapat diperoleh hasil yang memiliki ketelitian dan ketepatan yang baik pula (Ratnasari, 2015).

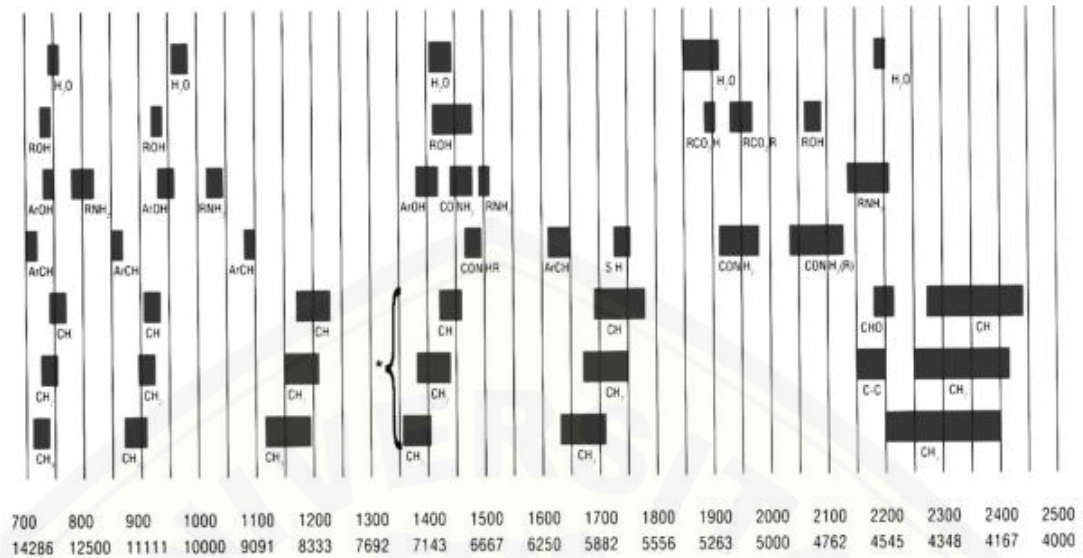
Pada analisis kuantitatif dengan metode Spektrofotometri UV-Vis perlu memperhatikan beberapa aspek yaitu pemilihan panjang gelombang dan pembuatan kurva baku. Pemilihan panjang gelombang yang digunakan adalah panjang gelombang maksimum karena pada panjang gelombang maksimum akan memiliki kepekaan yang juga maksimum karena pada panjang gelombang maksimum tersebut perubahan absorbansi untuk setiap konsentrasi adalah yang paling besar. Pembuatan kurva baku juga perlu diperhatikan karena tersusun dari beberapa seri larutan baku dengan berbagai konsentrasi. Masing-masing

absorbansi larutan dengan berbagai konsentrasi diukur dan dibuat kurva yang menunjukkan hubungan antara absorbansi (y) dengan konsentrasi (x) (Rouessac dan Rouessac, 2007).

2.6 Spektroskopi *Near-Infrared* (NIR)

Spektroskopi *Near-Infrared* (NIR) adalah salah satu alat untuk analisis sampel bidang farmasi. Belakangan ini, Spektroskopi NIR menjadi kian penting dalam analisis farmasetika karena *ruggedness* yang sangat baik dari instrumen tersebut. Metode ini juga memiliki prosedur pengukuran cepat (Abrahamsson dkk., 2005). *Infrared* (IR) adalah radiasi elektromagnetik yang berada pada panjang gelombang antara 750-25000 nm dan terletak pada sinar tampak. IR dibedakan menjadi 3 yaitu *near-infrared*, *mid-infrared* dan *far-infrared*. Sedangkan untuk NIR berada pada panjang gelombang antara 780-2500 nm (Osborne dkk., 1993).

Pada prinsipnya, Spektroskopi NIR berkaitan dengan emisi, penyerapan, refleksi, dan penyebaran pantulan cahaya (Czamecki dkk., 2012). Spektroskopi NIR banyak digunakan dalam menentukan kandungan kimia suatu bahan organik, karena ikatan molekul sangat peka pada kisaran panjang gelombang tersebut seperti ikatan -CH, -OH, -SH, dan -NH (Roggo dkk., 2007). Daerah spektra NIR ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Daerah spektra NIR (Matejka dkk., 1996)

Spektroskopi NIR termasuk salah satu metode non-destruktif, dapat menganalisis dengan kecepatan tinggi, tidak menimbulkan polusi, dan tidak memerlukan bahan kimia. Penyerapan radiasi gelombang IR oleh molekul penyusun bahan menyebabkan ikatan tunggalnya mengalami vibrasi. Vibrasi ini menyebabkan pita penyerapan naik sesuai kombinasi gugus fungsi kimianya (Karlinsari dkk., 2012).

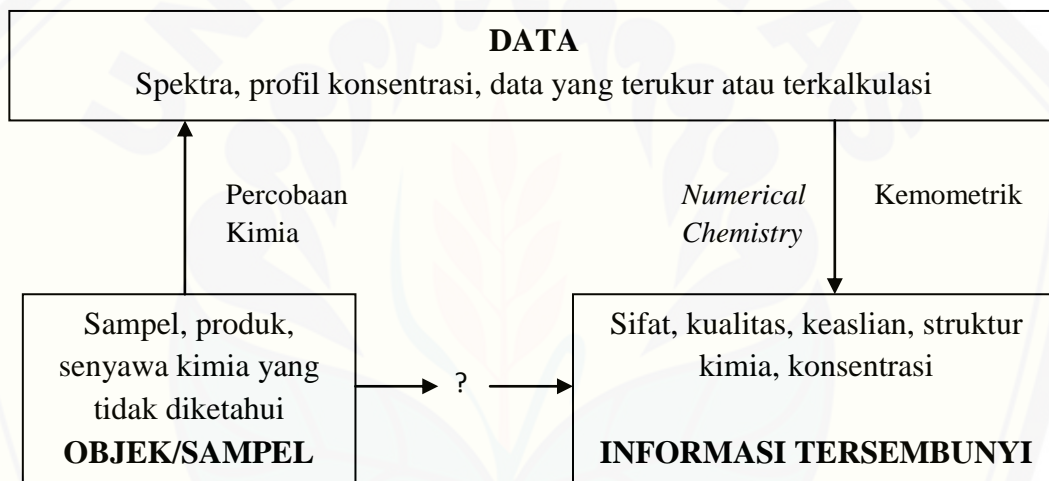
Teknik dalam Spektroskopi NIR didasarkan pada pengukuran cahaya yang dipantulkan atau ditransmisikan oleh sampel dimana spektrum NIR berasal dari energi radiasi yang ditransfer menjadi energi mekanik terkait oleh adanya gerakan atom yang dilakukan bersama oleh ikatan kimia dalam suatu molekul. Awalnya, sampel disinari oleh sumber cahaya dengan panjang gelombang antara 780-2500 nm dan cahaya yang dipantulkan atau ditransmisikan oleh sampel terkumpul pada detektor yang nantinya diubah menjadi sebuah spektrum (Ratnasari, 2015).

2.7 Analisis Kemometrik

Kemometrik dapat didefinisikan sebagai disiplin ilmu kimia yang menggunakan matematika dan metode statistik untuk memproses, mengevaluasi

dan menginterpretasi sejumlah besar data dari analisis kimia. Dalam penerapannya, analisis kemometrik memungkinkan penggunaan model analisis multivariat (Varmuza dkk., 2011).

Metode kemometrik biasa diaplikasikan dalam kondisi dimana tidak ada teori yang cukup untuk menyelesaikan atau mendeskripsikan masalah. Dalam permasalahan tersebut digunakan analisis multivariat untuk mendeskripsikan sistem yang terdapat hubungan tersembunyi antara data yang sudah ada dan informasi yang dihasilkan. Tujuan kemometrik adalah untuk menemukan hubungan tersebut (Gambar 2.6).



Gambar 2.6 Bagan metode kemometrik (Varmuza, 2001)

Salah satu aplikasi dari analisis multivariat adalah pada pengolahan spektrum inframerah. Kelebihan metode statistik multivariat adalah kemampuan untuk mengekstrak informasi spektrum yang dibutuhkan dari spektrum inframerah dan mengolahnya untuk aplikasi analisis kualitatif atau kuantitatif (Ritz dkk., 2011). Dalam metode analisis multivariat, terdapat perangkat lunak statistik yang bisa digunakan dimana perangkat lunak tersebut dapat bekerja dengan kelompok data yang besar yang dapat membantu dalam menghasilkan suatu laporan analisis. The Unscrambler merupakan salah satu perangkat lunak yang spesifik dan baik yang dapat digunakan untuk analisis multivariat. Tujuan dari perangkat lunak The

Unscrambler adalah untuk membantu dalam menganalisis data multivariat dan membentuk desain eksperimen. The Unscrambler juga dapat membantu klasifikasi sampel yang belum diketahui kedalam berbagai kategori (Miller dan Miller, 2005).

Metode multivariat dapat dibagi berdasarkan kegunaan kualitatif atau kuantitatif. Untuk analisis kualitatif dapat menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA), *Linear Discriminant Analysis* (LDA), *Support Vector Regression* (SVM), dan *Soft Independent Modelling of Class Analogy* (SIMCA). Sedangkan untuk analisis kuantitatif dapat diklasifikasikan menjadi *Multiple Linear Regression* (MLR), *Principal Component Regression* (PCR), *Partial Least Square* (PLS), dan *Artificial Neural Network* (ANN) (Roggo dkk., 2007).

2.7.1 *Principal Component Analysis* (PCA)

Principal Component Analysis (PCA) adalah suatu teknik untuk mereduksi jumlah variabel dalam suatu matriks data awal sehingga diperoleh variabel baru yang tidak saling berkorelasi tetapi menyimpan sebagian informasi yang terkandung dalam matriks data awal (Miller dan Miller, 2005). Tujuan utama PCA adalah untuk mengurangi dimensi peubah yang saling berhubungan dan cukup banyak variabelnya sehingga lebih mudah untuk menginterpretasikan data-data tersebut (Johnson dan Wichern, 2007).

2.7.2 *Partial Least Square* (PLS)

Partial Least Square (PLS) adalah teknik kalibrasi multivariat yang sangat luas digunakan dalam analisis kuantitatif data spektroskopi dan elektrokimia. PLS lebih umum digunakan dalam kalibrasi multivariat karena mutu model kalibrasi yang dihasilkan dan kemudahan penerapannya (Abdollahi dkk., 2010). Tujuan dari PLS adalah untuk membangun hubungan linear antara dua matriks, yaitu spektra data (X) dan nilai referensi (Y). Teknik ini merupakan pemodelan untuk X dan Y untuk mengetahui variabel pada matriks X yang menggambarkan matriks Y secara baik. Hal ini dijelaskan dengan representasi dari spektra pada panjang gelombang untuk menunjukkan arah yang akan menjadi

kombinasi linear dari panjang gelombang (Roggo dkk., 2007).

2.7.3 *Principal Component Regression (PCR)*

PCR adalah teknik analisis multivariat yang dilakukan dengan mereduksi komponen dengan PCA terlebih dahulu dan dilanjutkan dengan teknik analisis regresi antara komponen utama yang baru terhadap respon. Pada prinsipnya, PCR hampir sama dengan PLS. Perbedaan kedua metode ini berada pada proses penentuan komponen utama. Pada PCR, penentuan komponen utama berdasarkan variasi maksimum data spektrum dan data respon (Miller dan Miller, 2005).

2.7.4 *Support Vector Regression (SVR)*

SVR didasarkan pada perhitungan fungsi regresi linear dalam ruang dimensi tinggi di mana input data dipetakan melalui fungsi nonlinear. SVR telah diterapkan di berbagai bidang keuangan, pendekatan teknik analisis kompleks, dan sebagainya (Basak dkk., 2007).

2.8 **Validasi Silang**

Validasi silang adalah teknik untuk menilai seberapa jauh suatu hasil analisis statistik dapat diimplementasikan ke dalam set data independen. (Jeff Schneider, 1997). Hal ini digunakan untuk prediksi, yaitu untuk memperkirakan seberapa akurat model prediksi yang dibuat untuk dapat diimplementasikan. Menurut Kohavi (1995), ada beberapa tipe dan cara validasi silang yaitu (a) *k-fold cross validation*, (b) *2-fold cross validation*, dan (c) *Leave-one-out*.

2.8.1 *2-fold cross validation*

Tipe ini merupakan metode validasi silang yang paling sederhana. Pada pelaksanaannya, metode ini biasanya dilakukan dengan membagi data sampel menjadi dua bagian yang sama yaitu *training set* yang digunakan untuk membuat model, sedangkan bagian yang lain untuk *test set* yang berfungsi untuk memvalidasi model yang telah terbentuk (Ratnasari, 2015).

2.8.2 *Leave-one-out*

Seperti diketahui dari namanya, *leave-one-out cross validation* (LOOCV) yang berarti meninggalkan satu untuk validasi silang, yaitu dengan melibatkan sampel pengamatan tunggal dari sampel asli digunakan sebagai *training set*. Hal ini dilakukan berulang pada setiap observasi dalam sampel yang digunakan sekaligus sebagai data validasi (Jeff Schneiderr, 1997).



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian penetapan kadar fenol total kopi bubuk produksi nasional menggunakan metode NIR-kemometrik termasuk jenis penelitian *true experimental laboratories*, tujuannya adalah untuk mengetahui kadar fenol total sampel kopi bubuk produksi nasional dengan menggunakan metode analisis NIR-kemometrik.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Jember mulai bulan Januari-Maret 2017.

3.3 Rancangan Penelitian

Langkah penelitian awal dilakukan dengan mempersiapkan sampel kopi produksi Jember dan sampel kopi komersil nasional. Kadar fenol ditentukan dengan metode TPC (*Total Phenolic Content*) menggunakan reagen Folin Ciocalteu dengan standar asam galat dan dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis.

Analisis fenol dilakukan dengan melihat pola spektra yang dihasilkan melalui spektroskopi NIR dengan analisis kemometrik PLS, PCR dan SVR. Model yang terbentuk akan dievaluasi dengan metode validasi silang *dengan Leave-One-Out-Cross Validation* dan *2-Fold-Cross Validation*. Model terpilih selanjutnya digunakan untuk menetapkan kemurnian dan kadar fenol pada sampel nyata, dan kadar yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan data kadar hasil analisis dengan spektrofotometri UV-Vis.

3.4 Bahan dan Alat Penelitian

3.4.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 16 sampel kopi (Tabel 3.1), akuades, reagen Folin Ciocalteu (Merck), Na_2CO_3 teknis (Brataco), asam galat (Sigma-Aldrich), dan metanol 98% teknis.

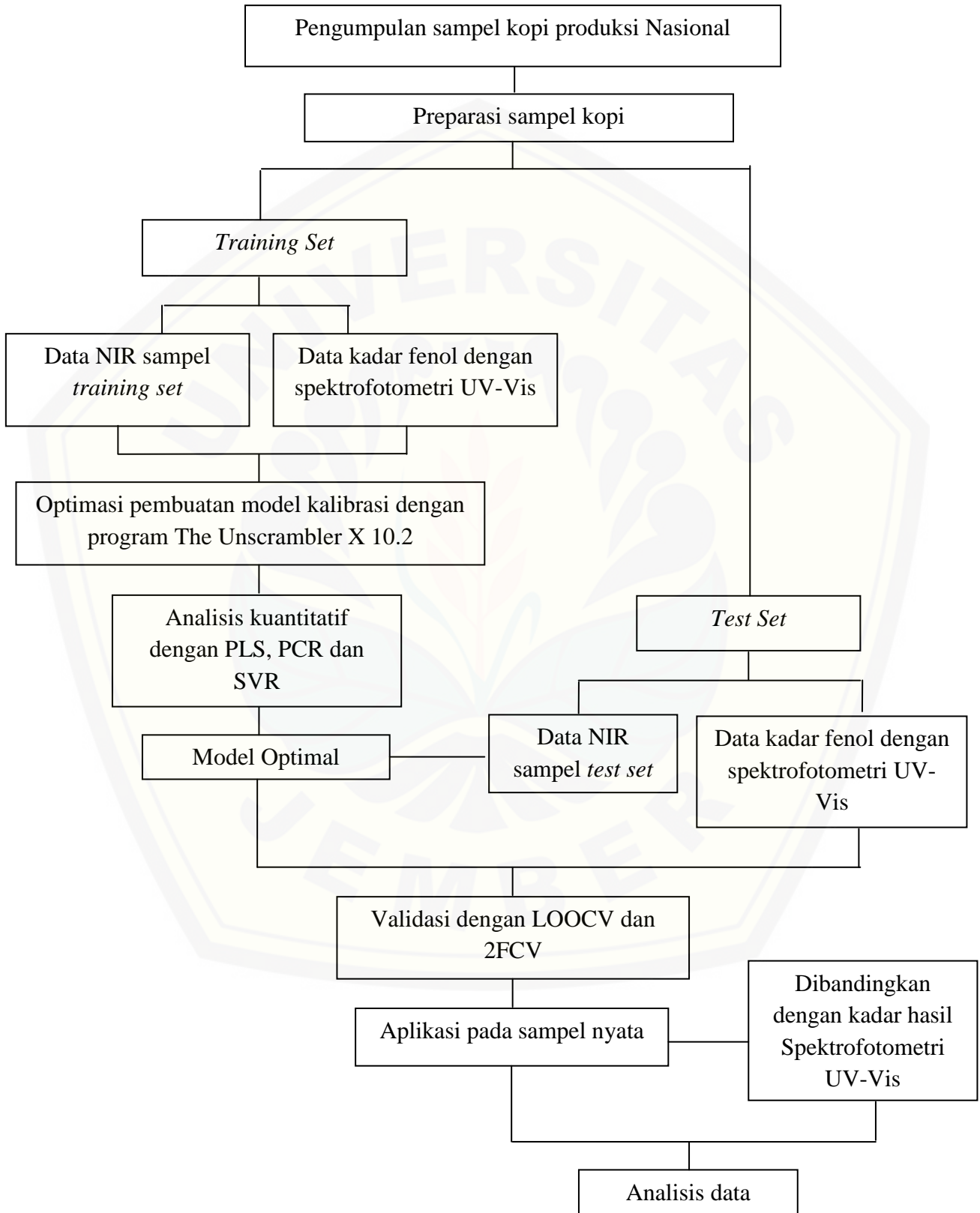
3.3.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer UV-Vis (Hitachi U-1800), spektrofotometer NIR Brimrose Luminar 3070, perangkat lunak Brimrose, perangkat lunak Prospect, perangkat lunak The Unscrambler X 10.2 (Camo), dan seperangkat alat gelas.

Tabel 3.1 Sampel kopi

Merk Kopi	No Batch	Kategori
Kopi Kahyangan	5103509330476-20	<i>Training Set</i>
Kopi Cangkir	07120013000212	<i>Training Set</i>
Kopi Buryah	9281457652146	<i>Training Set</i>
Kopi Tubruk Indonesia	131128	<i>Training Set</i>
Kopi Nangka/Liberika	131173	<i>Training Set</i>
Nescafe Classic	62924786U1	<i>Training Set</i>
Kopi Roda Api	268713004036	<i>Training Set</i>
Kopi Lanang Ijen	241113002247	<i>Training Set</i>
Kopi Singa Robusta	1614011	<i>Training Set</i>
Kopi Singa Special	1614011	<i>Training Set</i>
TOP Coffee	21 A	<i>Training Set</i>
Kopi Luwak	268711004135	<i>Training Set</i>
Kopi Kapal Api Special	GDA 04:30	<i>Test Set</i>
Kopi Kapal Api Lampung	17:36 B	<i>Test Set</i>
Kopi Kapal Api Khusus	21:03 B	<i>Test Set</i>
Indocafe	765B	<i>Test Set</i>

3.5 Alur Penelitian



3.6 Definisi Operasional

1. Teknik sampling yang digunakan adalah *purposive random sampling* dimana sampel yang digunakan diambil secara acak tetapi masih ada pertimbangan tertentu dari peneliti.
2. Sampel kopi yang digunakan adalah kopi murni tanpa campuran gula, krimer atau susu.
3. Bubuk kopi produksi nasional adalah produk bubuk kopi yang dijual bebas di pasaran dan di produksi oleh berbagai daerah di Indonesia.

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Pengumpulan Sampel untuk *Training Set* dan *Test Set*

Sampel diperoleh dari beberapa pusat perbelanjaan di Jember, pasar Tanjung, *cafe* Rolaas, petani kopi Ijen, dan kebun renteng Jenggawah. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive random sampling*.

Peneliti tidak melakukan identifikasi masing-masing sampel kopi, sehingga untuk selanjutnya sampel kopi diberikan identitas kode sampel (Tabel 3.2). Dari sampel tersebut dipilih sampel kopi yang digunakan untuk *training set* dan *test set*. *Training set* terdiri dari objek/sampel yang diketahui pengkategoriannya dan digunakan untuk membentuk model klasifikasi kemometrik. Sedangkan *test set* terdiri dari objek/sampel yang diketahui pengkategoriannya namun digunakan untuk mengevaluasi reliabilitas model yang telah dibentuk oleh *training set* (Berrueta dkk., 2007)

3.7.2 Preparasi Sampel

Sampel dari beberapa kopi Jember dan Nasional dimasukkan ke dalam pot dan diberi label.

3.7.3 Penentuan Data Spektra NIR

Metode pengukuran atau pengumpulan spektrum dengan instrumen NIR ini digunakan pada setiap pengukuran untuk memperoleh data NIR sampel *training set*, *test set* maupun sampel nyata yang diambil dari pasaran. Metode

yang dilakukan adalah instrumen NIR “Luminar 3070” dihidupkan dan ditunggu selama 30 menit (*warming up*). Selanjutnya dibuka perangkat lunak Brimrose. Sampel yang telah dipreparasi diletakkan diatas plat tempat sampel secara merata. Setiap sampel dilakukan pemindaian 3 kali dan dilakukan 4 kali penembakan pada masing-masing pemindaian. Selanjutnya langkah-langkah tersebut diulangi untuk masing-masing sampel. Setelah selesai, perangkat lunak Brimrose ditutup, spektra hasil pemindaian kemudian diamati dengan perangkat lunak Prospect. Selanjutnya data yang telah diperoleh diolah dengan perangkat lunak The Unscrambler X 10.2.

Tabel 3.2 Identitas kode kopi

No.	Kode	Kopi
1	A	Kopi Kahyangan
2	B	Kopi Cangkir
3	C	Kopi Buryah
4	D	Kopi Tubruk Indonesia
5	E	Kopi Nangka/Liberika
6	F	Nescafe Classic
7	G	Kopi Roda Api
8	H	Kopi Lanang Ijen
9	I	Kopi Singa Robusta
10	J	Kopi Singa Special
11	K	TOP Coffee
12	L	Kopi Luwak
13	M	Kopi Kapal Api Special
14	N	Kopi Kapal Api Lampung
15	O	Kopi Kapal Api Khusus
16	P	Indocafe

3.7.4 Penentuan Kadar Fenol Total Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis (Alfian dan Susanti, 2012)

1. Pembuatan Larutan Baku Asam Galat

Standar asam galat ditimbang sebanyak 25 mg dan 50 mg, dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml dan dilarutkan dengan akuades sampai batas volume sehingga konsentrasi larutan induk standar asam galat yaitu 1000 $\mu\text{g/ml}$ dan 2000 $\mu\text{g/ml}$. Selanjutnya dilakukan pengenceran larutan induk asam galat dengan memipet sejumlah tertentu larutan induk, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur dan ditambahkan akuades sejumlah tertentu sehingga konsentrasi larutan standar asam galat akhir yaitu 20 $\mu\text{g/ml}$, 40 $\mu\text{g/ml}$, 60 $\mu\text{g/ml}$, 80 $\mu\text{g/ml}$, 100 $\mu\text{g/ml}$ dan 120 $\mu\text{g/ml}$.

2. Pembuatan Larutan Uji

Bubuk kopi ditimbang masing-masing sebanyak 20 mg. Selanjutnya dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml dan dilarutkan dengan akuades panas sampai batas volume sehingga konsentrasi larutan uji 2000 $\mu\text{g/ml}$. Kemudian pipet 5 ml dari larutan uji 2000 $\mu\text{g/ml}$ dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml dan dilarutkan akuades sampai tanda batas.

3. Penetapan Kadar Fenol Total (Alfian dan Susanti, 2012)

Penentuan kadar fenol total dilakukan dengan cara sampel dipipet sebanyak 150 μl dari masing-masing larutan uji dan larutan standar ditambahkan dengan 750 μl Folin-Ciocalteu (1:10 v/v air), kemudian ditambahkan 600 μl Na_2CO_3 (75 g/L air). Campuran ini didiamkan pada suhu kamar selama 75 menit dan selanjutnya diukur absorbansinya pada panjang gelombang 737 nm. Blangko yaitu semua reagen tanpa larutan uji.

3.7.5 Pembentukan Model Kalibrasi

Pembentukan model kalibrasi dibuat dengan metode PLS, PCR dan SVR. Data absorbansi dari spektrum NIR sampel yang mengandung fenol dianalisis dengan metode PLS, PCR dan SVR untuk membentuk sebuah model kalibrasi. Nilai absorbansi ditandai sebagai prediktor (variabel x) dan konsentrasi ditandai sebagai respon (variabel y). Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai

berikut: software The Unscrambler X 10.2 dibuka. Data dimasukkan dengan memilih *file, import data*, lalu dipilih OPUS sehingga akan muncul tampilan data dengan masing-masing panjang gelombang. Objek dikelompokkan dengan mengklik *define range* dan *column range* diisi dengan nilai konsentrasi pada kolom 1 dan absorbansi pada kolom lain yang tersisa. Selanjutnya, model dibuat dengan memilih *task, analyze*, lalu *Partial Least Square* untuk PLS, *Principal Component Regression* untuk PCR dan *Support Vector Machine Regression* untuk SVR. Kriteria dari PLS yang harus dipenuhi adalah nilai R^2 , RMSEC (*Root Mean Standart Error of Calibration*), RMSECV (*Root Mean Square Error Cross Validation*). Pemilihan set data spektrum didasarkan pada kemampuan prediksi yang terbaik dengan nilai korelasi R^2 semakin besar, nilai galat RMSEC dan RMSECV terbaik apabila nilai semakin kecil.

3.7.6 Validasi Model Kemometrik Terpilih

Validasi model disini bertujuan untuk memperkirakan seberapa akurat prediksi yang dibuat untuk dapat diimplementasikan.

a. *Leave-One-Out-Cross-Validation*

Set validasi ini dibuat dengan meninggalkan satu data dari masing-masing replikasi sampel untuk validasi silang, yaitu dengan melibatkan sampel pengamatan tunggal dari 12 sampel kopi *training set*. Hal ini dilakukan berulang pada setiap observasi dalam sampel yang digunakan sebagai data validasi.

b. *2-Fold-Cross-Validation*

Set validasi ini dibuat dengan preparasi 4 sampel kopi *test set* yang ditetapkan kadarnya dengan spektrofotometri UV-Vis. Penetapan data NIR dilakukan dengan scanning sampel *test set* hingga menghasilkan data spektrum yang kemudian diolah dengan perangkat lunak The Unscrambler versi X 10.2.

3.7.7 Aplikasi Sampel Nyata

Tahap ini bertujuan untuk mengaplikasikan model kemometrik yang telah dibentuk pada sampel kopi flores, kopi lanang, kopi robusta ijen, dan kopi arabika renteng. Dilakukan preparasi sampel dengan menimbang 20 mg bubuk kopi. Dilakukan pemindaian sampel dengan instrumen NIR sehingga diperoleh data spektrum dengan absorbansi sebagai prediktor pada model kalibrasi terpilih untuk analisis secara kuantitatif. Sebagai data pembanding untuk penetapan kadar, digunakan metode spektrofotometri UV-Vis.

3.7.8 Analisis Data

Untuk analisis data, hasil analisis kadar fenol total dengan metode NIR dan kemometrik akan dibandingkan dengan hasil analisis kadar fenol total dengan metode spektrofotometri UV-Vis kemudian diuji dengan analisis statistik Uji T Dua Sampel Berpasangan.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penentuan kadar fenol total dapat ditentukan dengan menggunakan metode spektroskopi inframerah dekat (NIR) dan kemometrik menggunakan model kalibrasi PCR.
2. Hasil model kalibrasi analisis data multivariat secara kemometrik dengan PCR terbentuk dari 114 data *training set* dengan R^2 kalibrasi sebesar 0,9924969; R^2 validasi sebesar 0,9921971; RMSEC sebesar 2,1902988 dan RMSECV sebesar 2,2543828.
3. Kadar fenol total pada sampel yang diperoleh dari spektroskopi NIR-kemometrik sebesar 52,844 mg GAE/g bubuk kopi untuk Kopi Flores, 90,817 mg GAE/g bubuk kopi untuk Kopi Lanang Robusta, 49,349 mg GAE/g bubuk kopi untuk Kopi Robusta Ijen, dan 62,077 mg GAE/g bubuk kopi untuk Kopi Arabika Renteng. Hasil analisis kadar fenol total dengan NIR-kemometrik yang dibandingkan dengan metode pembanding spektrofotometri UV-Vis tidak memiliki perbedaan yang signifikan setelah diuji dengan menggunakan analisis statistik Uji T Dua Sampel Berpasangan dengan nilai signifikansi sebesar 0,089 dan t tabel $>$ t hitung.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian, maka peneliti dapat memberikan saran pada penelitian ini yaitu perlu dibentuk model kalibrasi dengan jumlah sampel lebih banyak sehingga cakupan rentang konsentrasi lebih luas untuk kadar sampel yang dikuantitasi

DAFTAR PUSTAKA

- Abdollahi, H., Shariat Panahi, M. & Khoshayand, M.R., 2010. Simultaneous Spectrophotometric Determination of Iron, Cobalt and Copper by Partial Least-Squares Calibration Method in Micellar Medium. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, pp.207-212.
- Abrahamsson, C., Johansson, J., Andersson-Engels, S., Svanberg, S. & Folestad, S., 2005. Time-resolved NIR Spectroscopy for Quantitative Analysis of Intact Pharmaceutical Tablets. *Analytical chemistry*, 77(4), pp.1055-1059.
- Alfian, R., & Susanti, H. 2012. Penetapan Kadar Fenolik Total Ekstrak Metanol Kelopak Bunga Rosella Merah (*Hibiscus Sabdariffa* Linn) dengan Variasi Tempat Tumbuh Secara Spektrofotometri. *Pharmaciana*, 2(1).
- Anesini, C., Ferraro, G.E. & Filip, R., 2008. Total Polyphenol Content and Antioxidant Capacity of Commercially Available Tea (*Camellia Sinensis*) in Argentina. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(19), pp.9225-9229.
- Baranska, M., H. Schulz, R. Siuda, M. A. Strehle, P. Rösch, J. Popp, E. Joubert, & M. Manley. 2005. Quality control of *Harpagophytum procumbens* and its related phytopharmaceutical products by means of nir-ft-raman spectroscopy. *Biopolymers*. 77(1):1-8.
- Basak, D., S. Pal, & D. C. Patranabis. 2007. Support vector regression. *Neuronal Information Processing - Letters and Reviews*. 11(10):203-224.
- Butt, M.S. & Sultan, M.T., 2011. Coffee and Its Consumption: Benefits and Risks. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(4), pp.363-373.
- Belinda, P. 2011. Studi Reaksi Esterifikasi Antara Asam Galat dan Gliserol Dengan Menggunakan Gelombang Mikro. *Skripsi*. Depok: UI.

- Berrueta, L. A., Alonso-Salces, R. M., & Héberger, K., 2007. Supervised Pattern Recognition in Food Analysis. *Journal of Chromatography A*, 1158(1), 196-214.
- Blainski, A., Lopes, G.C. & De Mello, J.C.P., 2013. Application and Analysis of The Folin Ciocalteu Method for The Determination of The Total Phenolic Content From *Limonium Brasiliense L. Molecules*, 18(6), pp.6852-6865.
- Cagliani, L.R., Pellegrino, G., Giugno, G. & Consonni, R., 2013. Quantification of Coffea Arabica and Coffea Canephora var. Robusta in Roasted and Ground Coffee Blends. *Talanta*, 106, pp.169-173.
- Choiron, M, 2010. Penerapan GMP Pada Penanganan Pascapanen Kopi Rakyat Untuk Menurunkan Okratoksin Produk Kopi (Studi Kasus di Sidomulyo, Jember). *Agrointek*, 4(2), 114-120.
- College of Science Harding University. 2017. Running T-Test in SPSS. www.harding.edu/sbreezeel/460%20files/t-test.pdf (diakses pada tanggal 27 Maret 2017)
- Czarnecki, M.A., Morisawa, Y., Futami, Y. & Ozaki, Y., 2015. Advances in Molecular Structure and Interaction Studies Using Near-Infrared Spectroscopy. *Chemical Reviews*, 115(18), pp.9707-9744.
- Ermawati, T. 2014. *Efek Ekstrak Biji Kopi Robusta (Coffea Robusta) Terhadap Kemampuan Adhesi dan Viabilitas Neutrofil yang Dipapar Porphyromonas gingivalis*. Universitas Jember
- Hayati, R., Marliah, A., & Rosita, F. 2012. Sifat Kimia dan Evaluasi Sensori Bubuk Kopi Arabika. *Jurnal Floratek*, 7(1), 66-75.
- Haryati, N. 2008. Kontribusi Komoditas Kopi Terhadap Perekonomian Wilayah Kabupaten Jember. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 2(1), 56-69.

- Jeff Schneider. 1997. Cross Validation. www.cs.cmu.edu/~schneide/tut5/node42.html (diakses tanggal 17 Januari 2017)
- Johnson, R. & Wichern, D. 2007. *Applied Multivariate Statistical Analysis, 6th ed.* New Jersey : Prentice Hall Inc
- Karlinasari, L., Sabed, M., Wistara, N.J., Purwanto, A. & Wijayanto, H., 2014. Karakteristik Spektra Absorbansi NIR (Near Infra Red) Spektroskopi Kayu *Acacia mangium WILLD* pada 3 Umur Berbeda. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 6(1), pp.45-52.
- Khoddami, A., Wilkes, M.A. & Roberts, T.H., 2013. Techniques For Analysis of Plant Phenolic Compounds. *Molecules*, 18(2), pp.2328-2375.
- Kohavi, R. 1995. A Study of Cross Validation and Bootstrap for Accuracy Estimation and Model Selection. *International Joint Conference on Artificial Intelligence*. 14(2): 1137-1145
- Lengkey, L. C. E. C., I. W. Budiastara, K. B. Seminar, & B. S. Purwoko. 2013. Determination of chemical properties in *Jatropha curcas* l. seed ip-3p by partial least-squares regression and near-infrared reflectance spectroscopy. 2(1):41-48.
- Maramis, R.K., 2013. Analisis Kafein Dalam Kopi Bubuk di Kota Manado Menggunakan Spektrofotometri UV-VIS. *Pharmacon*, 2(4).
- Matějka, P., Stavek, J., Volka, K., & Schrader, B. 1996. Near-Infrared Surface-Enhanced Raman Scattering Spectra of Heterocyclic And Aromatic Species Adsorbed on TLC Plates Activated With Silver. *Applied spectroscopy*, 50(3), 409-414.
- Miller, J. N. & J. C. Miller. 2005. *Chemometrics for Analytical Chemistry. Analytical Chemistry*.
- Mursu, J., Voutilainen, S., Nurmi, T., Alfthan, G., Virtanen, J. K., Rissanen, T. H., & Salonen, J. T. 2005. The Effects of Coffee Consumption on

Lipid Peroxidation and Plasma Total Homocysteine Concentrations: A Clinical Trial. *Free Radical Biology and Medicine*, 38(4), 527-534.

Osborne, B.G., Fearn, T. & Hindle, P.H., 1993. Practical NIR Spectroscopy with Applications in Food and Beverage Analysis. *Longman scientific and technical*.

Panggabean, I.E., 2011. *Buku Pintar Kopi*. AgroMedia.

Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. 2017. Kopi. <http://iccri.net/kopi> (diakses tanggal 13 Januari 2017)

Pusat Studi Ilmu Geografi Indonesia. 2017. Garis Lintang : Pengertian, Fungsi dan Pembagian Iklim. <http://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/garis-lintang> (diakses tanggal 17 Januari 2017)

Rappoport, Z. 2003. *The Chemistry of Phenol*. Jerusalem : John Wiley dan Sons, Ltd

Ratnasari, F.A., 2015. Penentuan Kadar Fenol Total pada Ekstrak Daun Tanaman Menggunakan Metode Spektroskopi NIR dan Kemometrik. *Skripsi*. Jember : Universitas Jember

Ria, D. 2010. Uji Aktifitas Pengkhelatan Besi Pada Ekstrak Metanol Tanaman Obat Pegagan (*Centella asiatica*), Bunga Merak (*Caesalpinia pulcherimma*) dan Sendilaw Udang (*Commersonia batramia*). *Skripsi*. Bengkulu: Universitas Bengkulu

Ritz, V. & Plevova. 2011. Application of Infrared Spectroscopy and Chemometric Methods to Identification of Selected Minerals. *Acta Geodyn Geomater*. 8(161): 47-58

Roggo, Y., Chalus, P., Maurer, L., Lema-Martinez, C., Edmond, A. & Jent, N., 2007. A Review of Near Infrared Spectroscopy and Chemometrics in Pharmaceutical Technologies. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 44(3), pp.683-700.

- Rohman, A. & Y. B. Che Man. 2009. Analysis of cod-liver oil adulteration using fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 86(12):1149–1153.
- Rohman, A., Sisindari, Y. Erwanto, & Y. B. Che Man. 2011. Analysis of pork adulteration in beef meatball using fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy. *Meat Science*. 88(1):91–95.
- Rouessac, F & Rouessac, A. 2007. *Chemical Analysis Modern Instrumentation Methods and Techniques*. Second Edition. New York: John Wiley & Sons Ltd.
- Singleton, V.L. & Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of Total Phenolics With Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), pp.144-158.
- Smidt, E., Böhm, K. & Schwanninger, M., 2011. The Application of FT-IR Spectroscopy in Waste Management. *INTECH Open Access Publisher*.
- Stchur, P., Cleveland, D., Zhou, J., & Michel, R. G. 2002. A review of recent applications of near infrared spectroscopy, and of the characteristics of a novel PbS CCD array-based near-infrared spectrometer.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Bandung : CV.Alfabeta
- Tursiman, Ardiningsih & Nofiani. 2012. Total Fenol Fraksi Etil Asetat dari Buah Asam Kandis (*Garcinia dioica Blume*). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. 1(1): 45-48
- Varmuza, K. 2001. *Applied chemometrics : from chemical data to relevant information*. 1st Conference on Chemistry Cairo University.
- Varmuza, K., Engrand, C., Filzmoser, P., Hilchenbach, M., Kissel, J., Krüger, H., Silén, J. & Trieloff, M., 2011. Random Projection for Dimensionality Reduction—Applied to Time-of-Flight Secondary Ion Mass Spectrometry Data. *Analytica chimica acta*, 705(1), pp.48-55.

Vermerris, W. & Nicholson, R., 2006. Phenolic compound chemistry. *Springer*, pp.1-70.

Yulistian, D. P., Utomo, E. P., Ulfa, S. M., & Yusnawan, E. 2015. Studi Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Hasil Isolasi dan Kadar Senyawa Fenolik Dalam Biji Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata (L.) Walp*) Sebagai Antioksidan. *Jurnal Ilmu Kimia Universitas Brawijaya*, 1(1), pp-819.



LAMPIRAN

LAMPIRAN A. ALAT DAN BAHAN YANG DIGUNAKAN

A.1 Sampel Training Set dan Test Set

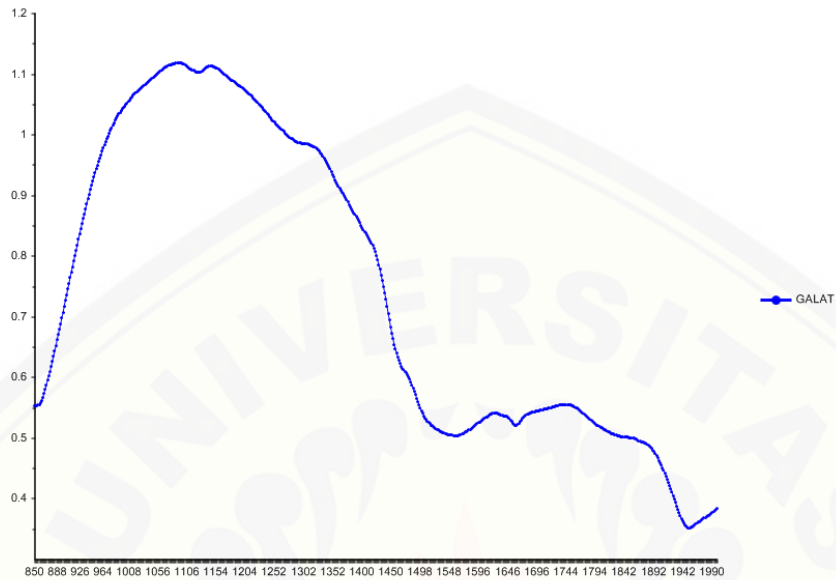


A.2 Sampel Nyata

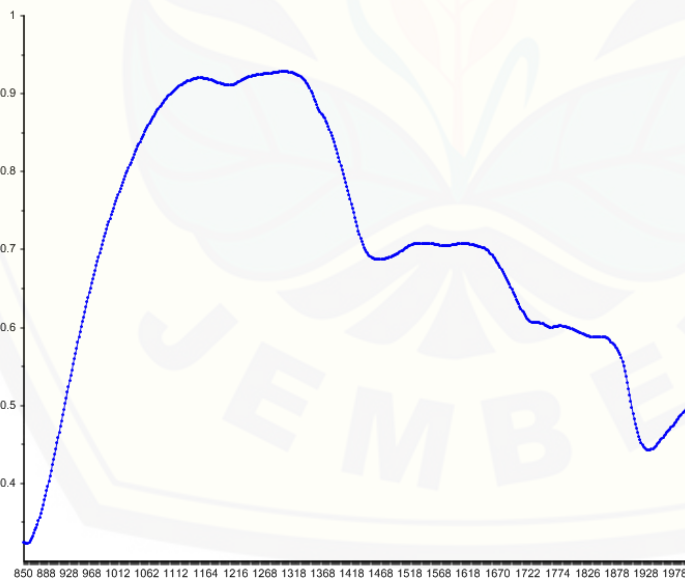


LAMPIRAN B. Spektrum Hasil *Scanning* dengan NIR

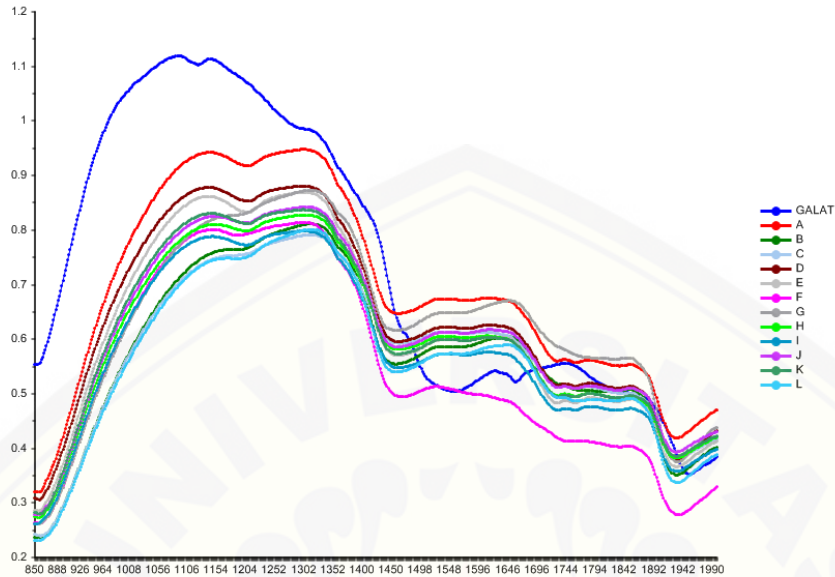
B.1 Spektrum Standar Asam Galat



B.2 Spektrum Sampel



B.3 Spektrum Gabungan



LAMPIRAN C. Identitas Sampel

C.1 Sampel *Training Set*

No.	Kode	Kopi
1	A	Kopi Kahyangan
2	B	Kopi Cangkir
3	C	Kopi Buryah
4	D	Kopi Tubruk Indonesia
5	E	Kopi Nangka/Liberika
6	F	Nescafe Classic
7	G	Kopi Roda Api
8	H	Kopi Lanang Ijen
9	I	Kopi Singa Robusta
10	J	Kopi Singa Special
11	K	TOP Coffee
12	L	Kopi Luwak

C.2 Sampel Test Set

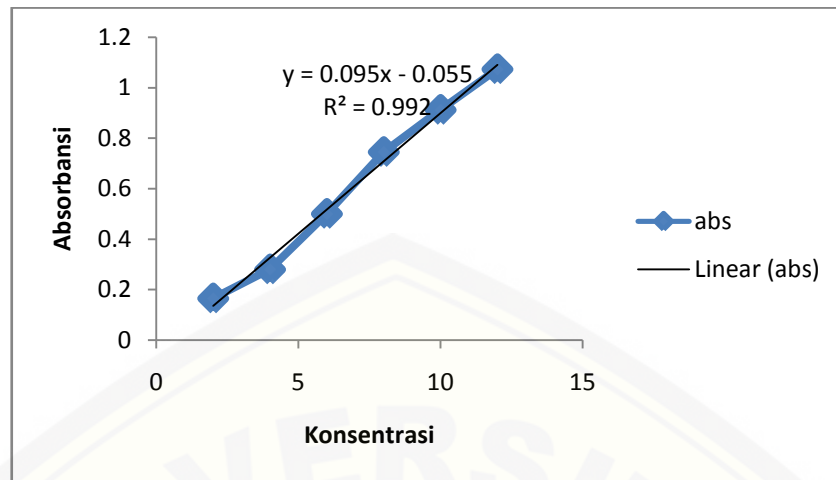
No.	Kode	Kopi
1	M	Kopi Kapal Api Special
2	N	Kopi Kapal Api Lampung
3	O	Kopi Kapal Api Khusus
4	P	Indocafe

C.3 Sampel Nyata

Sampel	Pabrik	No. Batch
Kopi Bubuk Flores	PT. Nutraco Pratama Indonesia	71016109
Kopi Lanang	PT. Rolas Nusantara Mandiri	MD 841113010247
Kopi Robusta Ijen	Petani Kopi Ijen	-
Kopi Arabika Kebun Renteng	PTPN XII	-

LAMPIRAN D. Data Penentuan Kadar Fenol Total dengan Spektrofotometri UV-Vis**D.1 Standar Asam Galat**

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
2	0,165
4	0,28
6	0,5
8	0,745
10	0,912
12	1,073



D.2 Sampel

Sampel :

U-1800 Spectrophotometer
 Serial NUM: 5730116
 ROM Version: 07
 Sample Name:
 Date:
 Operator:

XT/ABS
 Data Mode: ABS
 WL: 737.0
 Lamp Change Wavelength: 340.0nm
 Path Length:

ID	ABS	ID	ABS	ID	ABS	ID	ABS
1	0.750	2	0.623	3	0.750	4	0.750
5	0.761	6	0.707	7	0.466	8	0.466
9	0.478	10	0.470	11	0.466		

LAMPIRAN E. Pembuatan Larutan pada Penentuan Kadar Fenol Total

E.1 Perhitungan Pembuatan Larutan Induk Asam Galat

$$\frac{25 \text{ mg}}{25 \text{ ml}} \times 1000 = 1000 \text{ } \mu\text{g/ml}$$

$$\frac{5 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 500 \text{ } \mu\text{g/ml}$$

$$\frac{3 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 500 = 150 \text{ } \mu\text{g/ml}$$

$$\frac{1 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 100 \text{ } \mu\text{g/ml}$$

$$\frac{2 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 100 = 20 \text{ } \mu\text{g/ml}$$

$$\frac{50 \text{ mg}}{25 \text{ ml}} \times 1000 = 2000 \text{ } \mu\text{g/ml}$$

$$\frac{2 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 2000 = 400 \text{ } \mu\text{g/ml}$$

$$\frac{1 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 400 = 40 \text{ } \mu\text{g/ml}$$

$$\frac{2 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 400 = 80 \text{ } \mu\text{g/ml}$$

$$\frac{3 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 2000 = 600 \text{ } \mu\text{g/ml}$$

$$\frac{1 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 600 = 60 \text{ } \mu\text{g/ml}$$

$$\frac{2 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 600 = 120 \text{ } \mu\text{g/ml}$$

E.2 Perhitungan Pembuatan Larutan Sampel

Sampel	Replikasi	Pembuatan Larutan Ekstrak
A	1	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	2	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	3	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
B	1	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	2	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	3	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
C	1	$\frac{20,2 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2020 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	2	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	3	$\frac{20,5 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2050 \text{ } \mu\text{g/ml}$
D	1	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	2	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	3	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
E	1	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	2	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	3	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
F	1	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	2	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	3	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
G	1	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$

	2	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	3	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
H	1	$\frac{20,2 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2020 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	2	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
I	1	$\frac{20,2 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2020 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	2	$\frac{20,1 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2010 \text{ } \mu\text{g/ml}$
J	1	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	2	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
K	1	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	2	$\frac{20,5 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2050 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	3	$\frac{20,5 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2050 \text{ } \mu\text{g/ml}$
L	1	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	2	$\frac{20,5 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2050 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	3	$\frac{20,5 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2050 \text{ } \mu\text{g/ml}$
M	1	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	2	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	3	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
N	1	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	2	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	3	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
O	1	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	2	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	3	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
P	1	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	2	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$
	3	$\frac{20,4 \text{ mg}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 2040 \text{ } \mu\text{g/ml}$

LAMPIRAN F. Pembuatan Larutan Folin Ciocalteu 1:10

Sebanyak 1 ml reagen Folin Ciocalteu dilarutkan dalam 10 ml akuades.

LAMPIRAN G. Pembuatan Reagen Larutan Na₂CO₃ 7,5%

$$7,5\% = \frac{7,5 \text{ gram}}{100 \text{ ml}}$$

Ditimbang 7,5 g Na₂CO₃ dilarutkan dalam akuades ad 100 ml

LAMPIRAN H. Hasil Spektra Optimasi Panjang Gelombang Maksimum

U-1800 Spectrophotometer
Serial NUM: 5730116
ROM Version: 07
Sample Name:
Date:
Operator:

Wavelength Scan
Data Mode: ABS
Scan Range: 350.0-600.0nm
Slit Width: 4nm
Speed(nm/min): 300nm/min
Lamp (Change Wavelength): 340.0nm
Path Length:

Peak							
WL(nm)	ABS	WL(nm)	ABS	WL(nm)	ABS	WL(nm)	ABS
755.0	1.019	737.0	1.023				

ROM Version: 07
 Sample Name:
 Date:
 Operator:

Wavelength Scan
 Data Mode: ABS
 Scan Range: 850.0-600.0nm
 Slit Width: 4nm
 Speed(nm/min): 800nm/min
 Lamp Change Wavelength: 340.0nm
 Path Length:

All Data

WL(nm)	ABS	WL(nm)	ABS	WL(nm)	ABS	WL(nm)	ABS
850.0	0.895	849.0	0.896	848.0	0.897	847.0	0.898
846.0	0.899	845.0	0.901	844.0	0.902	843.0	0.903
842.0	0.904	841.0	0.906	840.0	0.907	839.0	0.909
838.0	0.910	837.0	0.911	836.0	0.913	835.0	0.914
834.0	0.916	833.0	0.917	832.0	0.919	831.0	0.920
830.0	0.922	829.0	0.923	828.0	0.925	827.0	0.926
826.0	0.928	825.0	0.929	824.0	0.931	823.0	0.932
822.0	0.934	821.0	0.935	820.0	0.937	819.0	0.938
818.0	0.940	817.0	0.941	816.0	0.943	815.0	0.944
814.0	0.946	813.0	0.948	812.0	0.950	811.0	0.951
810.0	0.952	809.0	0.954	808.0	0.955	807.0	0.956
806.0	0.958	805.0	0.959	804.0	0.961	803.0	0.962
802.0	0.965	801.0	0.966	800.0	0.968	799.0	0.969
798.0	0.970	797.0	0.972	796.0	0.973	795.0	0.974
794.0	0.976	793.0	0.978	792.0	0.979	791.0	0.980
790.0	0.982	789.0	0.983	788.0	0.984	787.0	0.985
786.0	0.987	785.0	0.989	784.0	0.990	783.0	0.991
782.0	0.992	781.0	0.993	780.0	0.995	779.0	0.996
778.0	0.997	777.0	0.998	776.0	0.999	775.0	1.000
774.0	1.001	773.0	1.003	772.0	1.004	771.0	1.005
770.0	1.006	769.0	1.007	768.0	1.008	767.0	1.009
766.0	1.010	765.0	1.010	764.0	1.012	763.0	1.013
762.0	1.013	761.0	1.014	760.0	1.016	759.0	1.017
758.0	1.018	757.0	1.018	756.0	1.019	755.0	1.020
754.0	1.019	753.0	1.019	752.0	1.021	751.0	1.022
750.0	1.018	749.0	1.017	748.0	1.016	747.0	1.015
746.0	1.016	745.0	1.016	744.0	1.016	743.0	1.016
742.0	1.016	741.0	1.017	740.0	1.019	739.0	1.020
738.0	1.022	737.0	1.023	736.0	1.023	735.0	1.023
734.0	1.022	733.0	1.022	732.0	1.021	731.0	1.021
730.0	1.021	729.0	1.020	728.0	1.020	727.0	1.020
726.0	1.019	725.0	1.019	724.0	1.019	723.0	1.019
722.0	1.018	721.0	1.017	720.0	1.016	719.0	1.016
718.0	1.015	717.0	1.015	716.0	1.014	715.0	1.014
714.0	1.013	713.0	1.012	712.0	1.011	711.0	1.011
710.0	1.010	709.0	1.009	708.0	1.008	707.0	1.008
706.0	1.006	705.0	1.005	704.0	1.004	703.0	1.004
702.0	1.002	701.0	1.001	700.0	1.000	699.0	0.999
698.0	0.998	697.0	0.996	696.0	0.995	695.0	0.995
694.0	0.993	693.0	0.993	692.0	0.991	691.0	0.991
690.0	0.989	689.0	0.988	688.0	0.987	687.0	0.986
686.0	0.985	685.0	0.984	684.0	0.982	683.0	0.982
682.0	0.980	681.0	0.979	680.0	0.977	679.0	0.976
678.0	0.975	677.0	0.973	676.0	0.972	675.0	0.971
674.0	0.970	673.0	0.968	672.0	0.967	671.0	0.966
670.0	0.965	669.0	0.963	668.0	0.962	667.0	0.961
666.0	0.959	665.0	0.958	664.0	0.957	663.0	0.955
662.0	0.954	661.0	0.953	660.0	0.952	659.0	0.951
658.0	0.950	657.0	0.949	656.0	0.947	655.0	0.946
654.0	0.945	653.0	0.944	652.0	0.942	651.0	0.941
650.0	0.940	649.0	0.938	648.0	0.937	647.0	0.936
646.0	0.934	645.0	0.933	644.0	0.932	643.0	0.930
642.0	0.929	641.0	0.927	640.0	0.926	639.0	0.924
638.0	0.923	637.0	0.921	636.0	0.920	635.0	0.918
634.0	0.917	633.0	0.916	632.0	0.914	631.0	0.912
630.0	0.911	629.0	0.909	628.0	0.908	627.0	0.906
626.0	0.905	625.0	0.903	624.0	0.902	623.0	0.900
622.0	0.898	621.0	0.896	620.0	0.895	619.0	0.893
618.0	0.892	617.0	0.890	616.0	0.888	615.0	0.886
614.0	0.885	613.0	0.883	612.0	0.881	611.0	0.879
610.0	0.877	609.0	0.876	608.0	0.874	607.0	0.872
606.0	0.870	605.0	0.869	604.0	0.867	603.0	0.864
602.0	0.862	601.0	0.860	600.0	0.859		

LAMPIRAN I. Hasil Pengukuran Kadar Fenol Total**I.1 Contoh Perhitungan mg GAE/g bubuk kopi**

Persamaan : $y = 0,095x - 0,055$

$$0,558 = 0,095x - 0,055$$

$$x = 6,453 \mu\text{g/ml}$$

- Dalam 10 ml : $6,453 \mu\text{g/ml} \times 10 \times 2 = 129,06 \mu\text{g/ml}$

- Dalam 10 ml : $\frac{x \mu\text{g}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 129,06 \mu\text{g/ml}$

$$x = \frac{1,2906 \text{ mg}}{0,02 \text{ g}} = 64,53 \text{ mgGAE / g bubuk kopi}$$

- **Contoh Perhitungan mg GAE/10g**

Persamaan : $y = 0,095x - 0,055$

$$0,558 = 0,095x - 0,055$$

$$x = 6,453 \mu\text{g/ml}$$

- Dalam 10 ml : $6,453 \mu\text{g/ml} \times 10 \times 2 = 129,06 \mu\text{g/ml}$

- Dalam 10 ml : $\frac{x \mu\text{g}}{10 \text{ ml}} \times 1000 = 129,06 \mu\text{g/ml}$

$$x = \frac{1,2906 \text{ mg}}{20 \text{ mg}} \times 100 = 6,453 \text{ mg GAE/10g}$$

I.3 Hasil Perhitungan mg GAE/g Bubuk Kopi Training Set

Sampel	Massa Penimbangan	Absorbansi	mg GAE/g bubuk kopi	Rata-rata
A	20,4 mg	0,497	56,96594427	56,30144
	20,5 mg	0,492	56,1745828	
	20,5 mg	0,488	55,76379974	
B	20,4 mg	0,244	30,85655315	30,37496
	20,4 mg	0,247	31,16615067	
	20,4 mg	0,227	29,10216718	
C	20,4 mg	0,186	24,87100103	24,7334
	20,4 mg	0,182	24,45820433	
	20,4 mg	0,186	24,87100103	
D	20,4 mg	0,463	53,45717234	53,31957
	20,4 mg	0,465	53,66357069	
	20,4 mg	0,457	52,8379773	
E	20,4 mg	0,381	44,99484004	45,02924

	20,4 mg	0,38	44,89164087	
	20,4 mg	0,383	45,20123839	
F	20,4 mg	1,066	115,6862745	117,8879
	20,4 mg	1,063	115,376677	
	20,4 mg	1,133	122,6006192	
G	20,2 mg	0,412	48,67118291	48,37774
	20,4 mg	0,414	48,4004128	
	20,5 mg	0,413	48,06161746	
H	20,2 mg	0,544	62,4283481	62,27713
	20,4 mg	0,547	62,12590299	
I	20,2mg	0,562	64,30432517	65,45931
	20,1 mg	0,581	66,61429694	
J	20,4 mg	0,492	56,4499484	56,60475
	20,4 mg	0,495	56,75954592	
K	20,4 mg	0,507	57,99793602	57,84356
	20,5 mg	0,507	57,71501926	
	20,5 mg	0,508	57,81771502	
L	20,4 mg	0,307	37,35810114	37,13392
	20,5 mg	0,306	37,07317073	
	20,5 mg	0,305	36,97047497	

I.4 Hasil Perhitungan mg GAE/g Bubuk Kopi *Test Set*

Sampel	Massa Penimbangan	Absorbansi	mg GAE/g bubuk kopi	Rata-rata
M	20,4 mg	0,528	60,16511868	61,26591
	20,4 mg	0,543	61,7131063	
	20,4 mg	0,545	61,91950464	
N	20,4 mg	0,501	57,37874097	57,48194
	20,4 mg	0,502	57,48194014	
	20,4 mg	0,503	57,58513932	
O	20,4 mg	0,363	43,1372549	43,20605
	20,4 mg	0,364	43,24045408	
	20,4 mg	0,364	43,24045408	
P	20,4 mg	1,328	142,7244582	143,4813
	20,4 mg	1,334	143,3436533	
	20,4 mg	1,344	144,375645	

I.5 Hasil Perhitungan mg GAE/g Bubuk Kopi Sampel

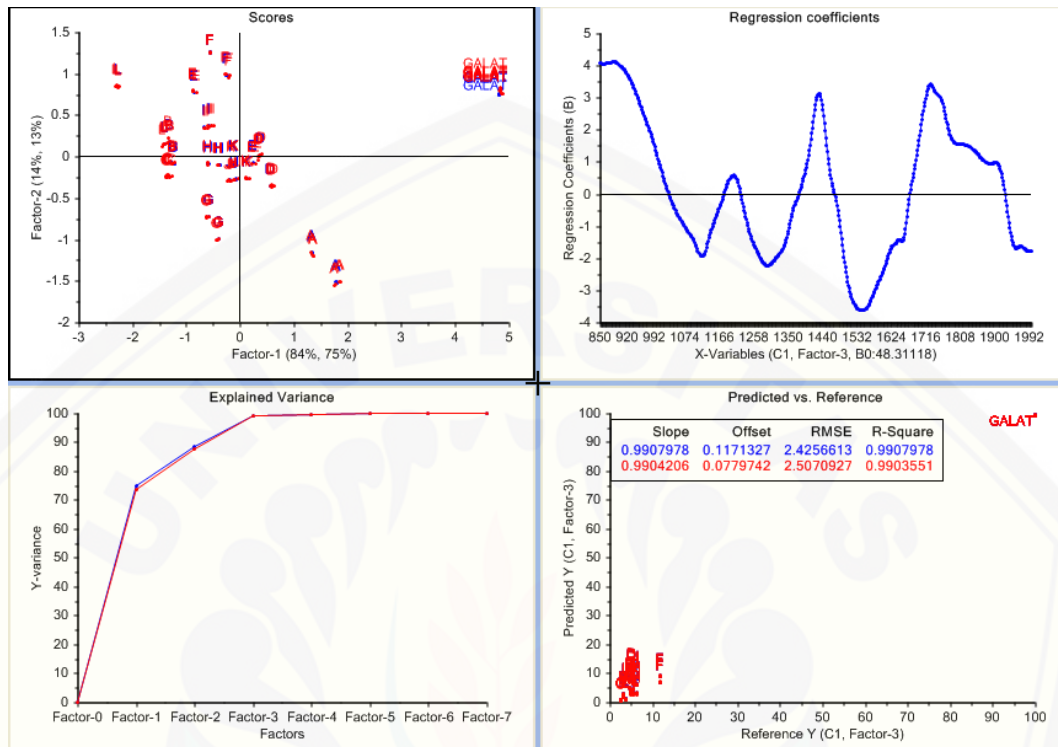
Sampel	Massa Penimbangan	Absorbansi	mg GAE/g bubuk kopi	Rata-rata
Lanang	20,4 mg	0,75	83,0753354	83,45373
	20,4 mg	0,75	83,0753354	
	20,4 mg	0,761	84,21052632	
Flores	20,4 mg	0,466	53,76676987	53,86997
	20,4 mg	0,47	54,17956656	
	20,4 mg	0,465	53,66357069	
Arabika Renteng	20,4 mg	0,512	58,51393189	58,61713
	20,4 mg	0,513	58,61713106	
	20,4 mg	0,514	58,72033024	
Robusta Ijen	20,4 mg	0,436	50,67079463	50,84279
	20,4 mg	0,438	50,87719298	
	20,4 mg	0,439	50,98039216	

LAMPIRAN J. Hasil Penetapan Waktu Inkubasi

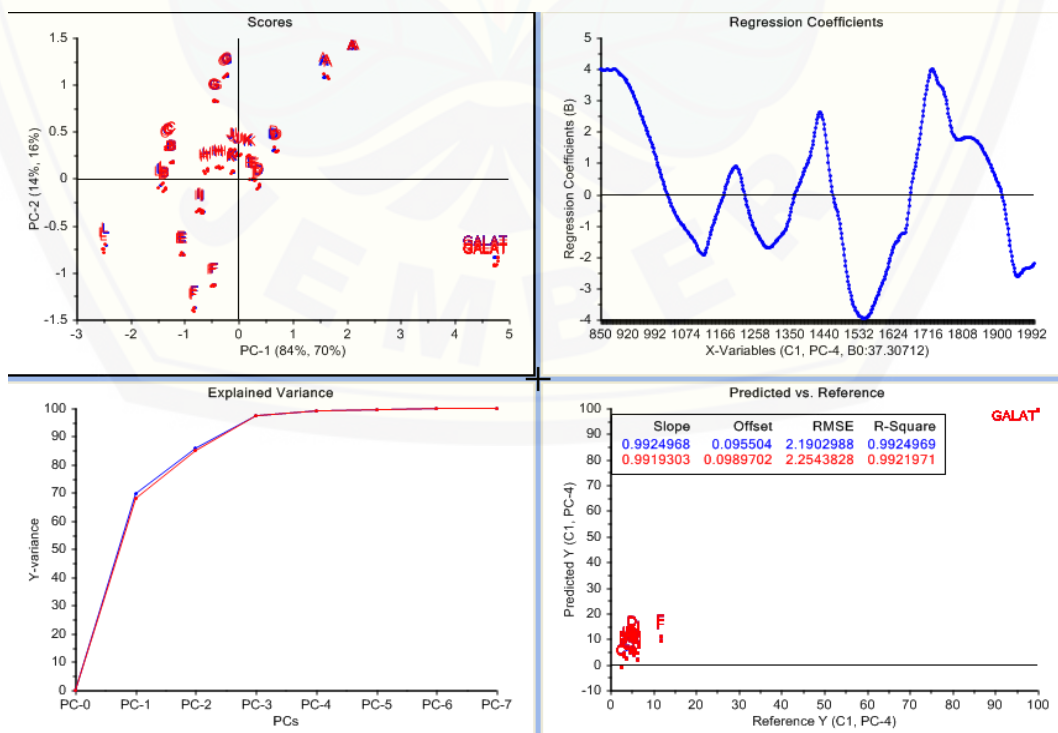
Waktu	Absorbansi	
	Asam Galat	Kopi
5	0,384	0,528
10	0,399	0,612
15	0,412	0,655
20	0,421	0,675
25	0,43	0,691
30	0,437	0,704
35	0,443	0,711
40	0,445	0,72
45	0,453	0,726
50	0,457	0,73
55	0,462	0,74
60	0,464	0,744
65	0,468	0,744
70	0,474	0,747
75	0,476	0,748
80	0,478	0,746
85	0,481	0,748
90	0,482	0,747
95	0,483	0,747
100	0,484	0,75

LAMPIRAN K. Hasil Analisis Kuantitatif Dengan Metode Kemometrik

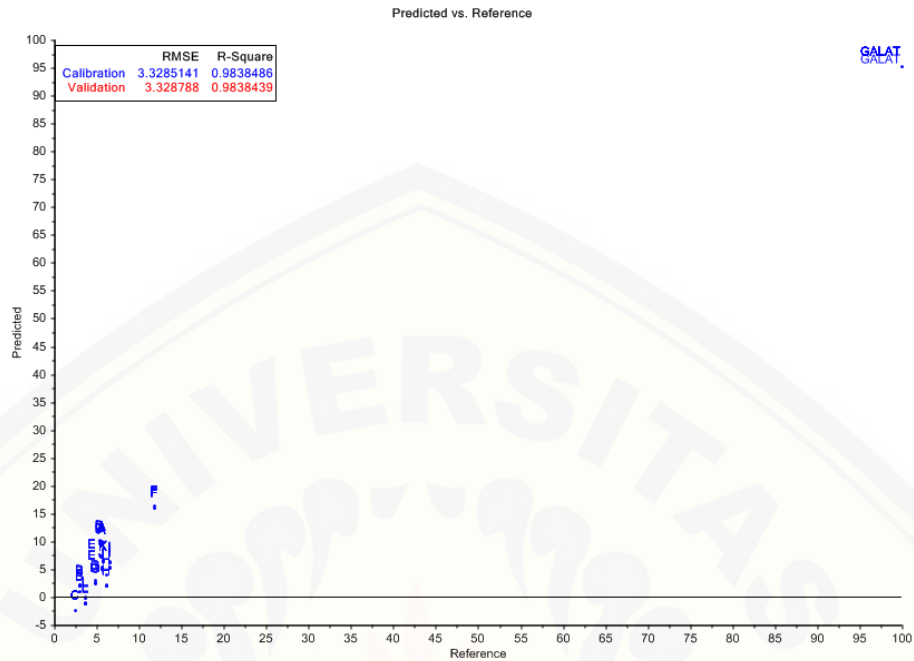
K.1 Model Kalibrasi *Training Set* Model PLS



K.2 Model Kalibrasi *Training Set* Model PCR

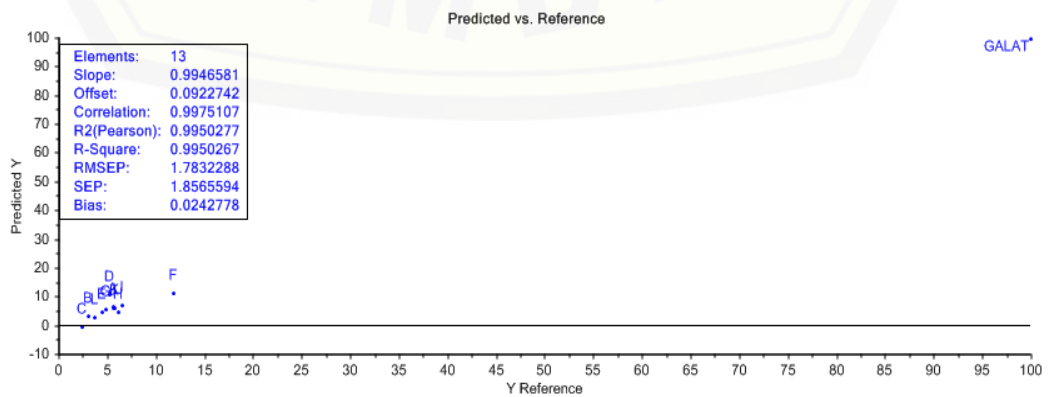


K.3 Model Kalibrasi *Training Set* Model SVR



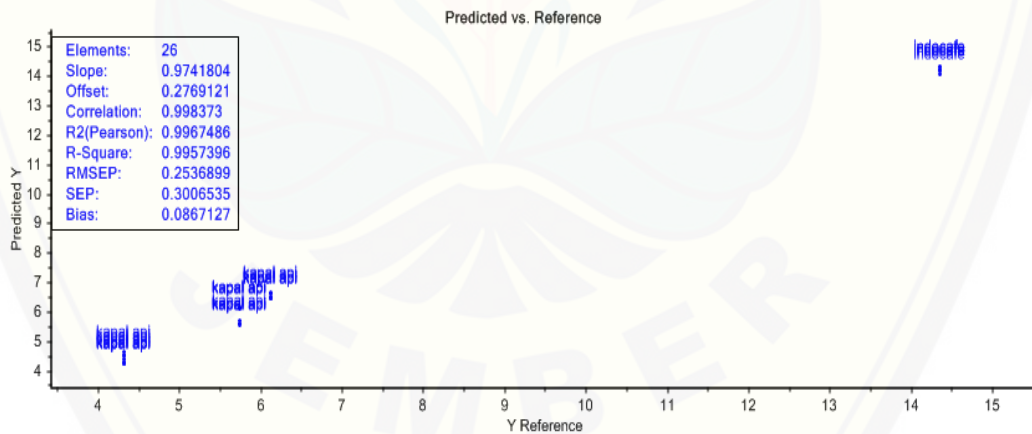
K.4 Hasil Validasi Model Kalibrasi PCR (LOOCV)

	Predicted	Deviation	Reference
GALAT	99.5165	0.9109	100.0000
A	6.1810	0.8158	5.6300
B	3.3291	1.5536	3.0370
C	-0.6645	4.6619	2.4730
D	10.4089	2.5120	5.3320
E	4.7229	1.8968	4.5030
F	11.0260	2.2872	11.7890
G	5.6110	1.4642	4.8380
H	4.6315	1.2990	6.2280
I	6.7554	1.2411	6.5460
J	5.7017	1.1185	5.6000
K	5.9668	1.4813	5.7840
L	2.6023	1.8673	3.7130



K.5 Hasil Validasi Model Kalibrasi PCR (2-fold-cross-validation)

	Predicted	Deviation	Reference
kapal api ori	6.6500	0.9805	6.1260
kapal api ori	6.4437	0.9593	6.1260
kapal api ori	6.4337	0.9351	6.1260
kapal api ori	6.6038	0.9893	6.1260
kapal api ori	6.5037	0.9568	6.1260
indocafe	14.2041	2.8010	14.3490
indocafe	14.2949	2.8171	14.3490
indocafe	14.2330	2.8171	14.3490
indocafe	14.3332	2.8055	14.3490
indocafe	14.0887	2.8625	14.3490
indocafe	14.1824	2.8158	14.3490
kapal api khusus	4.2708	1.3686	4.3210
kapal api khusus	4.6509	1.4193	4.3210
kapal api khusus	4.2878	1.3722	4.3210
kapal api khusus	4.3926	1.4445	4.3210
kapal api khusus	4.5360	1.4317	4.3210
kapal api khusus	4.2091	1.3595	4.3210
kapal api khusus	4.2487	1.3625	4.3210
kapal api khusus	4.4861	1.4116	4.3210
kapal api lampu	6.1225	2.0735	5.7480
kapal api lampu	6.0725	2.0687	5.7480
kapal api lampu	6.1273	2.0730	5.7480
kapal api lampu	5.6099	2.0864	5.7480
kapal api lampu	5.6965	2.0893	5.7480
kapal api lampu	5.5279	2.0566	5.7480
kapal api lampu	5.5728	2.0719	5.7480



K.5 Hasil Predict Sampel Nyata

	Predicted	Deviation
lanang	9.3742	1.7440
lanang	9.2322	1.7235
lanang	9.0106	1.6839
lanang	9.1233	1.7257
lanang	9.1466	2.5389
lanang	9.1111	2.5671
lanang	9.1696	2.5121
lanang	9.0507	2.5556
flores	5.4651	1.4547
flores	5.3577	1.4855
flores	5.0996	1.8025
flores	5.3990	1.7135
flores	5.3992	1.7022
flores	5.4540	1.6951
flores	5.5009	1.7431
flores	5.9798	2.4893
arabika	6.3416	2.2633
arabika	6.3437	2.2631
arabika	6.2112	2.2911
arabika	6.1353	2.2636
arabika	6.3373	1.9031
arabika	6.4872	1.8457
arabika	6.4685	1.8589
arabika	6.2768	1.8691
robusta	4.6410	3.4314
robusta	4.8976	3.4061
robusta	4.8184	3.4480
robusta	4.9660	3.4559
robusta	4.7553	1.8779
robusta	4.6750	1.9194
robusta	4.9410	1.8903
robusta	4.8199	1.9039

Masing-masing nilai mg GAE/10g yang tercantum sebagai “*predicted*” pada tabel diatas dihitung rata-ratanya dari sampel nyata sehingga diperoleh nilai rata-rata mg GAE/10g sampel nyata yang ditentukan dengan metode spektroskopi NIR.

LAMPIRAN L. Hasil Analisis Statistik Uji T dengan SPSS dan Regresi

Paired Samples Statistics

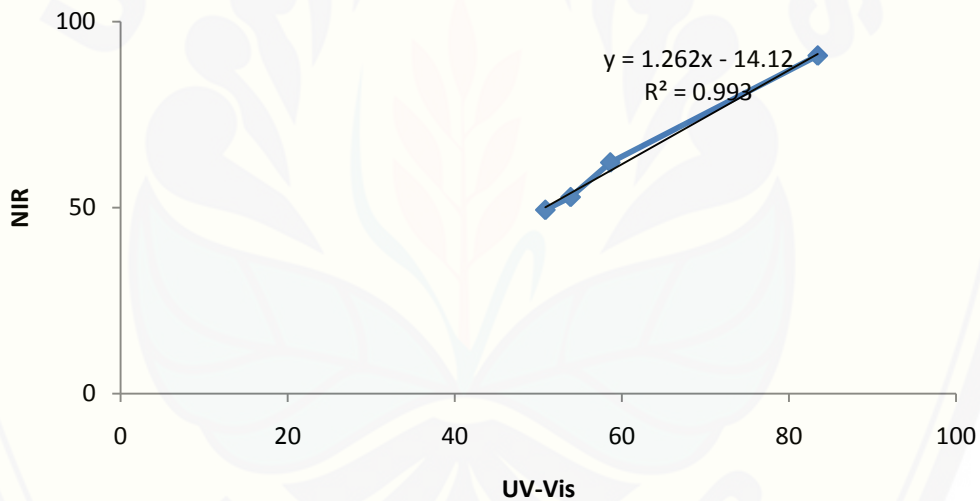
	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 NIR	6.377183	12	1.7036268	.4917947
SPEKTRO	6.169591	12	1.3439531	.3879659

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 NIR & SPEKTRO	12	.996	.000

Paired Samples Test

	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	99% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
				Lower	Upper			
Pair 1 NIR - SPEKTRO	.2075928	.3856733	.1113343	-.1381900	.5533756	1.865	11	.089



LAMPIRAN M. Tabel Distribusi Normal Standar T

Titik Persentase Distribusi t (df = 1 – 40)

Pr df	0.25 0.50	0.10 0.20	0.05 0.10	0.025 0.050	0.01 0.02	0.005 0.010	0.001 0.002
1	1.00000	3.07768	6.31375	12.70620	31.82052	63.65674	318.30884
2	0.81650	1.88562	2.91999	4.30265	6.96456	9.92484	22.32712
3	0.76489	1.63774	2.35336	3.18245	4.54070	5.84091	10.21453
4	0.74070	1.53321	2.13185	2.77645	3.74695	4.60409	7.17318
5	0.72669	1.47588	2.01505	2.57058	3.36493	4.03214	5.89343
6	0.71756	1.43976	1.94318	2.44691	3.14267	3.70743	5.20763
7	0.71114	1.41492	1.89458	2.36462	2.99795	3.49948	4.78529
8	0.70639	1.39682	1.85955	2.30600	2.89646	3.35539	4.50079
9	0.70272	1.38303	1.83311	2.26216	2.82144	3.24984	4.29681
10	0.69981	1.37218	1.81246	2.22814	2.76377	3.16927	4.14370
11	0.69745	1.36343	1.79588	2.20099	2.71808	3.10581	4.02470
12	0.69548	1.35622	1.78229	2.17881	2.68100	3.05454	3.92963
13	0.69383	1.35017	1.77093	2.16037	2.65031	3.01228	3.85198
14	0.69242	1.34503	1.76131	2.14479	2.62449	2.97684	3.78739
15	0.69120	1.34061	1.75305	2.13145	2.60248	2.94671	3.73283
16	0.69013	1.33676	1.74588	2.11991	2.58349	2.92078	3.68615
17	0.68920	1.33338	1.73961	2.10982	2.56693	2.89823	3.64577
18	0.68836	1.33039	1.73406	2.10092	2.55238	2.87844	3.61048
19	0.68762	1.32773	1.72913	2.09302	2.53948	2.86093	3.57940
20	0.68695	1.32534	1.72472	2.08596	2.52798	2.84534	3.55181
21	0.68635	1.32319	1.72074	2.07961	2.51765	2.83136	3.52715
22	0.68581	1.32124	1.71714	2.07387	2.50832	2.81876	3.50499
23	0.68531	1.31946	1.71387	2.06866	2.49987	2.80734	3.48496
24	0.68485	1.31784	1.71088	2.06390	2.49216	2.79694	3.46678
25	0.68443	1.31635	1.70814	2.05954	2.48511	2.78744	3.45019
26	0.68404	1.31497	1.70562	2.05553	2.47863	2.77871	3.43500
27	0.68368	1.31370	1.70329	2.05183	2.47266	2.77068	3.42103
28	0.68335	1.31253	1.70113	2.04841	2.46714	2.76326	3.40816
29	0.68304	1.31143	1.69913	2.04523	2.46202	2.75639	3.39624
30	0.68276	1.31042	1.69726	2.04227	2.45726	2.75000	3.38518
31	0.68249	1.30946	1.69552	2.03951	2.45282	2.74404	3.37490
32	0.68223	1.30857	1.69389	2.03693	2.44868	2.73848	3.36531
33	0.68200	1.30774	1.69236	2.03452	2.44479	2.73328	3.35634
34	0.68177	1.30695	1.69092	2.03224	2.44115	2.72839	3.34793
35	0.68156	1.30621	1.68957	2.03011	2.43772	2.72381	3.34005
36	0.68137	1.30551	1.68830	2.02809	2.43449	2.71948	3.33262
37	0.68118	1.30485	1.68709	2.02619	2.43145	2.71541	3.32563
38	0.68100	1.30423	1.68595	2.02439	2.42857	2.71156	3.31903
39	0.68083	1.30364	1.68488	2.02269	2.42584	2.70791	3.31279
40	0.68067	1.30308	1.68385	2.02108	2.42326	2.70446	3.30688