



**PENENTUAN KADAR FENOLIK TOTAL DAN PEMBENTUKAN
MODEL KLASIFIKASI MINYAK JAHE EMPRIT (*ZINGIBER
OFFICINALE* ROSC VAR. *AMARUM*) BEDA KETINGGIAN
MENGUNAKAN METODE FTIR-KEMOMETRIK**

SKRIPSI

Oleh:

Umi Zahrotun Ni'mah

NIM 162210101086

BAGIAN FARMASI KIMIA ANALISIS

FAKULTAS FARMASI

UNIVERSITAS JEMBER

2020



**PENENTUAN KADAR FENOLIK TOTAL DAN PEMBENTUKAN
MODEL KLASIFIKASI MINYAK JAHE EMPRIT (*ZINGIBER
OFFICINALE ROSC VAR. AMARUM*) BEDA KETINGGIAN
MENGUNAKAN METODE FTIR-KEMOMETRIK**

SKRIPSI

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

Oleh:

Umi Zahrotun Ni'mah

NIM 162210101086

BAGIAN FARMASI KIMIA ANALISIS

FAKULTAS FARMASI

UNIVERSITAS JEMBER

2020

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibu, Bapak, dan keluarga tercinta atas do'a, motivasi, perjuangan, pengorbanan, dan kepercayaan yang selalu menemani perjalanan hidup penulis;
2. Dosen dan guru sejak Taman Kanak-Kanak sampai dengan Perguruan Tinggi yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan wawasan;
3. Teman-teman sejawat dan seperjuangan yang telah menemani, membantu, dan memberikan motivasi kepada penulis hingga terciptanya karya tulis ini;
4. Almamater Fakultas Farmasi Universitas Jember.

MOTO

“Barang siapa yang keluar rumah untuk mencari ilmu maka ia berada di jalan Allah SWT hingga ia pulang” Hadist Riwayat Tirmidzi

“Apapun yang sedang kita alami, kita lalui, itu semua akan berlalu.” Deddy Corbuzier

“Apapun yang ingin kamu lakukan, lakukan sesuai dengan porsimu. Tidak harus menang tidak harus kalah, tapi harus berjuang dan memaknainya” Bapak Sumadji

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Umi Zahrotun Ni'mah

NIM : 16221010108

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Penentuan Kadar Fenolik total dan Pembentukan Model Klasifikasi Minyak Jahe Emprit (*Zingiber officinale* Rosc var. *amarum*) Beda Ketinggian menggunakan Metode FTIR-Kemometrik” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab 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 mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 16 Juli 2020

Yang menyatakan,

Umi Zahrotun Ni'mah

NIM : 162210101086

SKRIPSI

**PENENTUAN KADAR FENOLIK TOTAL DAN PEMBENTUKAN
MODEL KLASIFIKASI MINYAK JAHE EMPRIT (*ZINGIBER
OFFICINALE* ROSC VAR. *AMARUM*) BEDA KETINGGIAN
MENGGUNAKAN METODE FTIR-KEMOMETRIK**

Oleh:

Umi Zahrotun Ni'mah

NIM 162210101086

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : apt. Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm.

Dosen Pembimbing Anggota : apt. Nia Kristiningrum, S.Farm., M.Farm.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penentuan Kadar Fenolik total dan Pembentukan Model Klasifikasi Minyak Jahe Emprit (*Zingiber officinale* Rosc var. *amarum*) Beda Ketinggian menggunakan Metode FTIR-Kemometrik” karya Umi Zahrotun Ni'mah telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Kamis, 16 Juli 2020

tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

apt. Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm.

apt. Nia Kristiningrum, S.Farm., M.Farm.

NIP. 197604142002122001

NIP. 197807212003121001

Tim Penguji

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

apt. Ari Satia N., S.F., Gdip, MSc-res.

apt. Indah Purnama Sary, S.Si., M.Farm.

NIP. 197807212003121001

NIP. 198304282008122004

Mengesahkan

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember,

apt. Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm.

NIP. 197604142002122001

RINGKASAN

Penentuan Kadar Fenolik total dan Pembentukan Model Klasifikasi Minyak Jahe Emprit (*Zingiber officinale* Rosc var. *amarum*) Beda Ketinggian menggunakan Metode FTIR-Kemometrik; Umi Zahrotun Ni'mah; 162210101086; 108 halaman; Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Tanaman jahe putih kecil atau jahe emprit (*Zingiber officinale* Rosc var. *amarum*) merupakan jahe yang banyak dibudidayakan di Indonesia baik secara rimpang maupun minyak atsiri. Menurut hasil identifikasi fitokimia ekstrak rimpang jahe memiliki beberapa golongan senyawa utama metabolit senyawa sekunder yaitu: minyak atsiri, alkaloid, fenolik total, triterpenoid, tannin, polifenolik total dan flavonoid. Golongan senyawa fenolik merupakan golongan senyawa metabolit sekunder yang memberikan efek farmakologis antioksidan. Metabolit sekunder yang dihasilkan masing-masing tanaman dapat berbeda satu sama lain. Ketinggian suatu daerah memiliki keterkaitan dengan suhu dan iklim pada daerah tersebut sehingga berpengaruh terhadap proses fisiologi tanaman. Suhu di suatu daerah akan mengalami penurunan 0,60 hingga 0,65°C pada tiap peningkatan ketinggian 100 mdpl. Perbedaan ketinggian tempat dapat mempengaruhi banyaknya senyawa metabolit primer dan sekunder yang dihasilkan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan senyawa fenolik total pada minyak jahe emprit dan mengklasifikasikan minyak jahe emprit berdasarkan ketinggian.

Penentuan kadar senyawa fenolik total pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lokasi ketinggian tanam jahe emprit mana yang lebih berpotensi untuk menghasilkan senyawa fenolik total lebih besar. Penentuan kadar senyawa fenolik total minyak jahe emprit dilakukan dengan metode Kolorimetri-UV Vis dan menggunakan reagen Follin-Ciocalteu. Pembentukan model klasifikasi minyak jahe emprit bertujuan untuk mengelompokkan minyak jahe emprit ke dalam kategori sedang dan tinggi. Pembentukan model klasifikasi dilakukan dengan metode Kemometrik-FTIR. Spektroskopi FTIR digunakan untuk memperoleh data spektrum dari minyak jahe emprit tiap daerah. Data spektrum FTIR yang

diperoleh akan digunakan untuk membentuk model klasifikasi (kualitatif) menggunakan perangkat lunak *The Unscrambler X.10.2*. Model klasifikasi dengan metode kemometrik LDA, SVM, dan SIMCA di mana ketiga metode tersebut merupakan jenis metode kemometrik *supervised pattern recognition*. Model yang terbentuk divalidasi menggunakan metode LOOCV dan 2-FCV.

Hasil penentuan kadar fenolik total minyak jahe emprit dari metode kolorimetri-UV-Vis menunjukkan adanya perbedaan antara kategori ketinggian sedang dan tinggi yang dibuktikan dengan nilai rata-rata %b/v GAE minyak jahe emprit dataran tinggi lebih besar daripada wilayah dataran sedang yakni, 0,2473% untuk dataran tinggi dan 0,1293% untuk dataran sedang. Hasil penentuan kadar fenolik total didukung dengan analisis data secara statistika menggunakan perangkat lunak *SPSS statistic 22*. Nilai sebaran atau distribusi data yang diperoleh adalah normal dengan nilai sig. atau $p > 0,050$ yaitu 0,060 untuk kategori dataran sedang dan 0,841 untuk kategori dataran tinggi. Nilai koefisien variasi yang diperoleh kurang dari 30% yaitu 5,66% untuk kategori dataran sedang dan 9,31% untuk kategori dataran tinggi. Nilai uji T tidak berpasangan kedua kategori dengan tingkat kepercayaan 95% diperoleh hasil nilai sig. (*2-tailed*) 0,000 atau kurang dari 0,005 yang menandakan bahwa hasil data antar kategori berbeda secara signifikan atau tidak sama atau tidak identik. Hasil pembentukan model klasifikasi yang terpilih adalah LDA dengan % akurasi dan % prediksi adalah 100%. % akurasi dan % prediksi yang didapatkan menunjukkan bahwa model LDA dapat mengelompokkan minyak jahe emprit berdasarkan ketinggian sedang dan tinggi. Namun, pada penelitian ini terdapat kekurangan yaitu sampel nyata dari dataran sedang terprediksi ke dalam kategori dataran tinggi. Hal ini dikarenakan ketinggian sampel nyata dataran tinggi 620 mdpl di mana pada ketinggian tersebut hampir memasuki batas ketinggian dataran tinggi serta rentang ketinggian data *training set* dataran sedang untuk membentuk model 282-576 mdpl (kurang untuk mewakili secara keseluruhan ketinggian dataran sedang).

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkah, anugerah, dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Penentuan Kadar Fenolik total dan Pembentukan Model Klasifikasi Minyak Jahe Emprit (*Zingiber officinale* Rosc var. *amarum*) Beda Ketinggian menggunakan Metode FTIR-Kemometrik”. Skripsi ini dirancang dan dibuat guna untuk memenuhi tugas akhir dan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak berjalan dan terselesaikan dengan baik tanpa bantuan dan sumbangan ide pemikiran dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Ibu apt. Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm. selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember;
2. Ibu apt. Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu apt. Nia Kristiningrum, S.Farm., M.Farm. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing dan membantu penulis hingga terselesaikannya skripsi ini;
3. Bapak apt. Ari Satia N., S.F., Gdip, MSc-res. selaku Dosen Penguji 1 dan Ibu apt. Indah Purnama Sary, S.Si., M.Farm. selaku Dosen Penguji 2 atas saran, kritik, dan bimbingan;
4. Ibu apt. Ema Rachmawati, S.Farm., M.Farm. selaku Dosen Pembimbing Akademik;
5. Seluruh dosen Fakultas Farmasi Universitas Jember atas ilmu yang sudah diberikan;
6. Ibu Wayan dan Ibu Hany selaku Asisten Laboratorium Bagian Kimia Fakultas Farmasi Universitas Jember atas bantuan selama bekerja di Laboratorium sehingga penulis dapat bekerja dengan baik;
7. Bapak, Ibu, dan Keluarga seperjuangan yang telah memberikan do'a, bantuan, dan motivasi yang tidak pernah terputus kepada penulis;

8. Sahabat Surti, Lyly Sajidah Bestari, Bidadari surga, dan Keluarga Cemara yang telah menampung segala keluh kesah dan selalu memberikan solusi disaat penulis menemui kesulitan;
9. Bapak-bapak komunitas petani jahe emprit atas saran petani jahe emprit di beberapa wilayah Jawa Timur.

Penulis juga menerima segala bentuk kritik dan masukan dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat untuk berbagai pihak yang membutuhkan.

Jember, 16 Juli 2020

Penulis

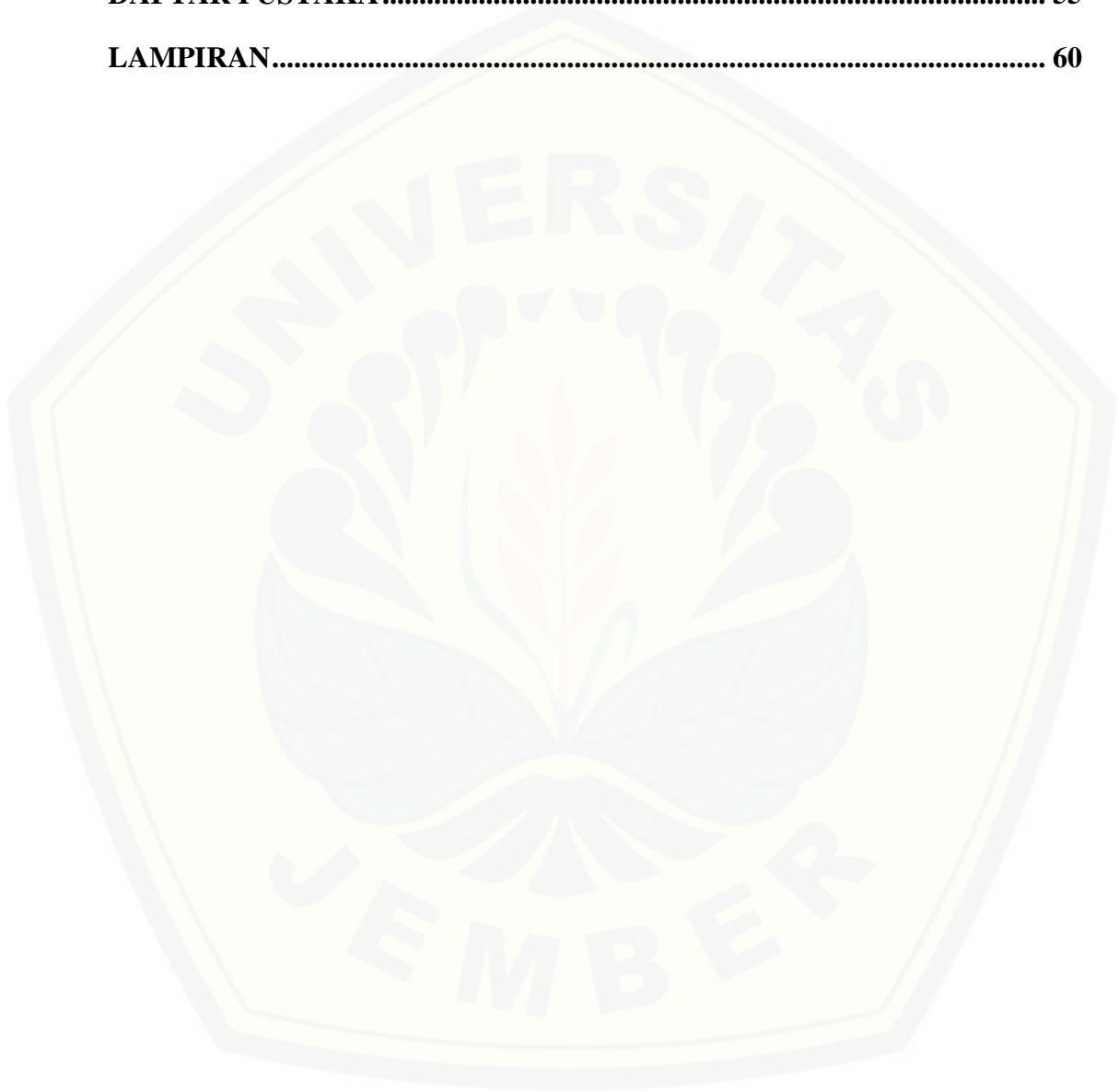
DAFTAR ISI

PERSEMBAHAN.....	ii
MOTO.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN.....	vii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR ISTILAH.....	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Ketinggian Wilayah Daratan Indonesia.....	5
2.2 Tanaman Jahe Emprit.....	6
2.2.1 Klasifikasi Jahe Emprit.....	6
2.2.2 Deskripsi Tanaman Jahe Emprit.....	7
2.2.3 Metabolit Sekunder Jahe Emprit.....	7

2.2.4	Manfaat Jahe Emprit	8
2.3	Proses Pembuatan Minyak Jahe	9
2.3.1	Enfleurasi	9
2.3.2	Ekstraksi pelarut menguap	10
2.3.3	Pengepresan.....	10
2.3.4	Hidrodestilasi	11
2.4	Deskripsi Senyawa Fenolik total	15
2.5	Metode Pengukuran Senyawa Fenolik total	16
2.6	Spektrofotometri FTIR	18
2.7	Kemometrik	20
2.7.1	<i>Linear Discriminant Analyze (LDA)</i>	22
2.7.2	<i>Support Vector Machine (SVM)</i>	22
2.7.3	<i>Soft Independent Modelling of Class Analyze (SIMCA)</i>	23
2.7.4	Validasi Silang	23
BAB 3.	METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1	Jenis Penelitian	25
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.3	Rancangan Penelitian.....	25
3.4	Alat dan Bahan Penelitian	26
3.4.1	Alat Penelitian.....	26
3.4.1	Bahan Penelitian.....	26
3.5	Variabel Penelitian	27
3.5.1	Variabel Bebas	27
3.5.2	Variabel Terikat	27
3.5.3	Variabel Terkendali.....	27

3.6	Alur Penelitian	28
3.7	Prosedur Penelitian	29
3.7.1	Pengumpulan sampel	29
3.7.2	Pembuatan minyak jahe emprit	29
3.7.3	Penentuan Bobot Jenis	30
3.7.4	Penentuan Kandungan Fenolik total dengan Metode Kolorimetrik menggunakan Spektrofotometer UV-Vis	30
3.7.5	<i>Scanning</i> Sampel menggunakan Spektrofotometer FTIR	32
3.7.6	Pembentukan Model Klasifikasi	33
3.7.7	Proses Validasi	34
3.7.8	Aplikasi Model yang Terbentuk pada Sampel	34
BAB 4.	PEMBAHASAN	35
4.1	Pengumpulan dan Pembentukan Minyak Jahe Emprit	35
4.2	Penentuan Bobot Jenis Minyak Jahe Emprit	37
4.3	Penentuan Kadar Fenolik total Minyak Jahe Emprit	39
4.3.1	Persiapan Larutan Uji dan baku standar	40
4.3.2	Penentuan panjang gelombang maksimum	41
4.3.3	Penentuan waktu inkubasi	42
4.3.4	Penentuan data kadar fenolik total minyak jahe emprit dan analisis statistik data hasil penentuan kadar fenolik total	43
4.4	Pembentukan Model Klasifikasi Kemometrik	47
4.4.1	<i>Scanning</i> sampel minyak jahe emprit	47
4.4.2	Pembentukan model klasifikasi	48
4.4.3	Validasi model	51
4.4.4	Aplikasi model pada sampel nyata	52

BAB 5. PENTUP	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN.....	60



DAFTAR GAMBAR

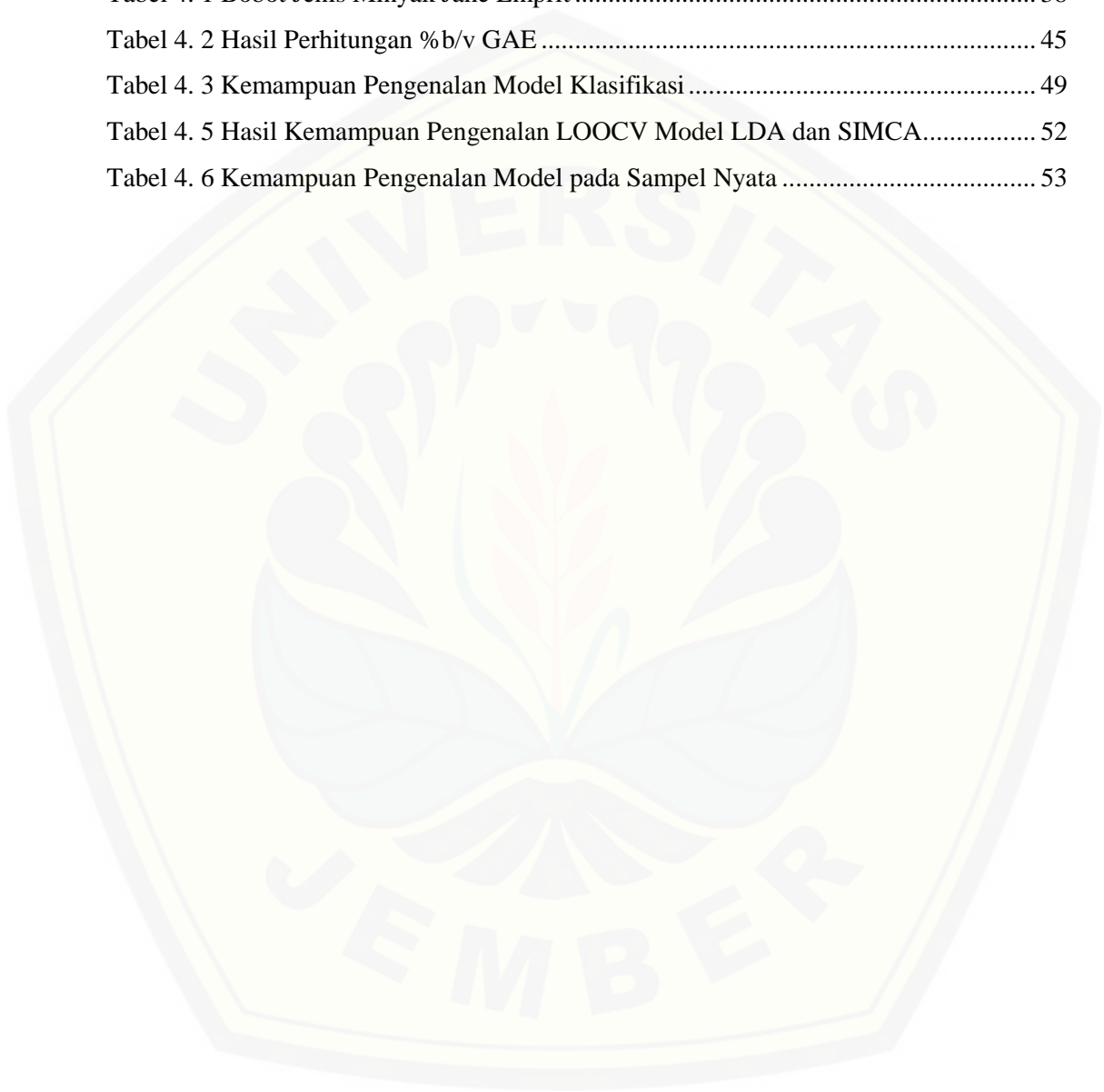
Gambar 2.1 Lokasi Pengambilan Rimpang Jahe Emprit di Provinsi Jawa Timur	5
Gambar 2.2 Tanaman Jahe Emprit.....	6
Gambar 2.3 Rimpang Jahe Emprit.....	7
Gambar 2.4 Senyawa Metabolit Sekunder Jahe Emprit.....	8
Gambar 2.5 Skema Destilasi uap dan air (Ali Talati, 2017)	12
Gambar 2.6 Skema Destilasi Uap (Ali Talati, 2017)	13
Gambar 2.7 Skema Destilasi Air (Ali Talati, 2017).....	14
Gambar 2.8 Jalur Pembentukan Senyawa Fenolik total (Lin <i>et al.</i> , 2016)	15
Gambar 2.9 Struktur Kimia Fenol.....	16
Gambar 2.10 Reaksi pada Reagen Folin-Ciocalteu	18
Gambar 2.11 Diagram Kerja Instrumen FTIR	20
Gambar 4.1 Hasil Isolasi Minyak Jahe Emprit Ketinggian Sedang dan Tinggi	37
Gambar 4.2 Hasil Fraksinasi Minyak Jahe Emprit	40
Gambar 4.3 Larutan Baku Standar Asam Galat.....	41
Gambar 4.4 Grafik Penentuan Panjang Gelombang Maksimum (763nm)	42
Gambar 4.5 Grafik Penentuan Waktu Inkubasi	43
Gambar 4.6 Kurva Baku Larutan Standar Asam Galat.....	44
Gambar 4.7 Diagram Perbedaan % b/v GAE (g/mL) Kategori Ketinggian.....	45
Gambar 4.8 Model Pengklasifikasian LDA Kategori Sedang (Biru) dan Kategori Tinggi (Merah)	50
Gambar 4.9 Model Pengklasifikasian SIMCA	50
Gambar 4.10 Model Pengklasifikasian SVM	51
Gambar 4.11 Visualisasi 3D Model SVM	51
Gambar 4.12 Visualisasi 3D Model LDA.....	51
Gambar 4.13 Pengaplikasian Sampel Nyata Model LDA dan SIMCA	53

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A.	Sampel dan Instrumen yang Digunakan	60
LAMPIRAN B.	Identitas Sampel.....	61
LAMPIRAN C.	Perhitungan Penentuan Bobot Jenis Sampel Minyak	65
LAMPIRAN D.	Penentuan Kadar Fenolik total.....	67
LAMPIRAN E.	Hasil Analisis Statistika SPSS	76
LAMPIRAN F.	<i>Scanning</i> FTIR minyak jahe emprit.....	78
LAMPIRAN G.	Pembentukan Model Klasifikasi.....	81
LAMPIRAN H.	Validasi LOOCV Model LDA, SVM, dan SIMCA	86
LAMPIRAN I.	Validasi 2-FCV Model LDA, SVM, dan SIMCA	89
LAMPIRAN J.	Aplikasi Model ke Sampel Nyata	90

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanaman Jahe Emprit	6
Tabel 3. 1 Daftar Sampel Jahe Emprit	27
Tabel 4. 1 Bobot Jenis Minyak Jahe Emprit	38
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan %b/v GAE	45
Tabel 4. 3 Kemampuan Pengenalan Model Klasifikasi	49
Tabel 4. 5 Hasil Kemampuan Pengenalan LOOCV Model LDA dan SIMCA.....	52
Tabel 4. 6 Kemampuan Pengenalan Model pada Sampel Nyata	53



DAFTAR ISTILAH

2-FCV	: <i>Two Fold Cross Validation</i>
°C	: derajat Celcius
CV	: <i>Coefficient of Variance</i>
FTIR	: <i>Fourier Transformation Infra Red</i>
GAE	: <i>Gallat Acid Equivalence</i>
IR	: <i>Infra Red</i>
LDA	: <i>Linier Discriminat Analyze</i>
LOOCV	: <i>Leave One Out Cross Validation</i>
mdpl	: meter diatas permukaan laut
PCA	: <i>Principal Component Analyze</i>
R	: <i>Regression</i>
RSD	: <i>Ratio Standar Deviation</i>
SD	: <i>Standar Deviation</i>
Sig.	: <i>Significance</i>
SIMCA	: <i>Soft Independent Modelling of Class Analyze</i>
SNI	: Standar Nasional Indonesia
SVM	: <i>Support Vector Machine</i>
UV-Vis	: <i>Ultraviolence Visible</i>

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki sumber daya alam yang melimpah. Terdapat banyak jenis tanaman dengan berbagai jenis varietas tumbuh di Indonesia. Ditemukan terdapat 40 jenis tanaman di Indonesia yang berpotensi untuk dijadikan minyak atsiri kemudian untuk diperdagangkan dan mampu bersaing di pasar global (Gunawan wien, 1960). Salah satu tanaman minyak atsiri yang banyak diminati pasar global dan masyarakat setempat yaitu minyak jahe. Minyak atsiri jahe banyak diminati oleh industri farmasi digunakan untuk pengaroma makanan (*flavoring agent*) serta sebagai *aromatheraphy*. Selain itu pengolahan minyak jahe dari rimpang jahe merupakan solusi untuk petani jahe Indonesia karena dengan mengolahnya menjadi minyak nilai jual akan meningkat dan masa simpan minyak jahe lebih lama daripada masa simpan jahe segar (Muddarisna *et al.*, 2018).

Jahe merupakan tanaman rimpang yang banyak ditemukan di Indonesia. Tanaman jahe banyak digunakan masyarakat sebagai bumbu masakan, minuman herbal, dan obat tradisional. Jahe biasa digunakan sebagai obat tradisional untuk demam, batuk, pilek, sakit perut, dan obat reumatik dengan cara dioleskan sebagai obat gosok, diseduh dengan air hangat, dan dibuat jamu (Kuntorini, 2005). Berbagai senyawa kimia yang terkandung dalam jahe dapat digunakan untuk meringankan gejala flu, perangsang keluarnya keringat, mengatasi gejala masuk angin, demam, pusing, dan batuk (Tim Lentera, 2004).

Tanaman jahe di Indonesia diklasifikasikan menjadi tiga varietas yaitu jahe putih besar atau jahe gajah (*Zingiber officinale* var. *officinale*), jahe putih kecil atau jahe emprit (*Zingiber officinale* Rosc var. *amarum*), dan jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*). Ketiga jenis jahe ini dapat dibedakan secara morfologi dari ukuran, rasa pedas, dan warna kulit rimpang (Purwakusumah *et al.*, 2014). Secara mikroskopis kandungan senyawa metabolit ketiga jahe ini memiliki persen rendemen minyak atsiri, pati, dan serat yang berbeda. (Bermawie

and Purwiyanti, 1981). Dari ketiga varietas tersebut jahe putih kecil atau jahe emprit (*Zingiber officinale* Rosc var. *amarum*) merupakan jahe yang lebih banyak ditanam, dibudidayakan, dan digunakan untuk bumbu masakan dan obat tradisional (Setyawan, 2002).

Menurut hasil identifikasi fitokimia yang dilakukan (Kaban *et al.*, 2016) ekstrak rimpang jahe memiliki 27 puncak senyawa kimia dengan beberapa golongan utama metabolit senyawa sekunder yaitu: minyak atsiri, alkaloid, fenolik total, triterpenoid, tannin, polifenolik total dan flavonoid. Golongan senyawa fenolik seperti eugenol, shogaol, zingerol merupakan golongan senyawa metabolit sekunder yang memberikan efek farmakologis antioksidan (Singh *et al.*, 2008). Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh masing-masing tanaman akan berbeda satu sama lain. Hal ini dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan seperti ketinggian suatu tempat, kandungan air dalam udara, suhu, curah hujan, intensitas matahari (Ningsih, 2017).

Tanaman jahe dapat hidup pada berbagai ketinggian tempat di Indonesia. Umumnya tanaman jahe akan tumbuh dengan baik pada ketinggian 300-1000 mdpl dengan intensitas curah hujan 2.500-4.000 mm/tahun. Apabila jahe ditanam pada ketinggian kurang dari 300 mdpl akan mudah terserang hama penyakit dan apabila ditanam pada ketinggian lebih dari 1000 mdpl rimpang dari jahe akan sulit untuk tumbuh sehingga ukuran rimpang yang dihasilkan kecil (Soediono, 1989). Ketinggian suatu daerah memiliki keterkaitan dengan suhu dan iklim pada daerah tersebut. Suhu di suatu daerah akan mengalami penurunan 0,60 hingga 0,65°C pada tiap peningkatan ketinggian 100 mdpl (Soedarsono, 1985). Perbedaan ketinggian tempat dapat mempengaruhi tekstur (kegemburan) tanah di tempat tersebut sehingga daya serap air dapat berbeda tergantung dari kualitas tanah yang ada. Ketinggian suatu tempat berpengaruh pada intensitas cahaya sehingga dapat mempengaruhi proses fotosintesis suatu tanaman di mana pada saat berlangsungnya fotosintesis terbentuk pula senyawa metabolit sekunder tumbuhan (Setyawati, 2017) sehingga ketinggian suatu tempat dapat mempengaruhi senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam tanaman, salah satunya tanaman jahe.

Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan dan mengukur apakah terdapat perbedaan kandungan fenolik total yang terdapat dalam minyak jahe emprit pada ketinggian dataran sedang (201-700 mdpl) dan dataran tinggi (>701 mdpl). Tujuan dari dilakukannya penelitian ini untuk mempermudah kontrol kualitas minyak jahe emprit di mana minyak jahe emprit merupakan salah satu komoditi minyak atsiri yang mampu bersaing di pasar global. Senyawa fenolik total dalam minyak atsiri jahe merupakan senyawa yang memiliki aktivitas farmakologis antioksidan. Penentuan senyawa fenolik total pada minyak jahe emprit beda ketinggian ini dilakukan untuk mengetahui jahe emprit yang ditanam pada ketinggian mana yang lebih berpotensi memiliki kandungan senyawa fenolik total lebih banyak. Pembentukan model klasifikasi pada penelitian ini dilakukan untuk memudahkan penentuan kualitas dan klasifikasi rimpang jahe menggunakan spektrofotometri FTIR dan kemometrik. Kelebihan dari analisis menggunakan spektrofotometri FTIR yaitu membutuhkan waktu yang singkat, memiliki sensitivitas yang tinggi, sederhana, tidak merusak sampel, dan mudah dilakukan (Rumoro *et al.*, 2019). Profil spektra yang khas dari setiap molekul yang diperoleh dari *scanning* sampel minyak jahe menggunakan spektrofotometri FTIR akan dikombinasikan dengan metode kemometrik secara kualitatif (LDA, SVM, dan SIMCA) untuk membentuk model klasifikasi minyak jahe emprit ketinggian sedang dan tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka diperoleh beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah terdapat perbedaan kadar fenolik total minyak jahe emprit ketinggian sedang (200-700 mdpl) dan tinggi (> 700 mdpl)?
2. Apakah metode FTIR-kemometrik (LDA, SVM, dan SIMCA) dapat digunakan untuk mengklasifikasikan minyak jahe emprit ketinggian sedang (200-700 mdpl) dan tinggi (> 700 mdpl)?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab rumusan-rumusan masalah yang ada, sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kadar fenolik total pada minyak jahe emprit pada ketinggian sedang (200-700 mdpl) dan tinggi (> 700 mdpl).
2. Untuk mengetahui kemampuan metode FTIR- kemometrik (LDA, SVM, dan SIMCA) dalam mengklasifikasikan minyak jahe emprit pada ketinggian sedang (200-700 mdpl) dan tinggi (> 700 mdpl).

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang bisa didapatkan dari penelitian ini, sebagai berikut:

1. Memberikan informasi kandungan kadar fenolik total dalam minyak jahe emprit pada beda ketinggian.
2. Memberikan informasi model klasifikasi yang dapat membedakan minyak jahe emprit pada ketinggian sedang (200-700 mdpl) dan tinggi (> 700 mdpl).
3. Memberikan informasi landasan pengembangan penelitian selanjutnya.
4. Melatih kemampuan diri mahasiswa di bidang kimia farmasi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ketinggian Wilayah Daratan Indonesia

Indonesia merupakan Negara Kepulauan dengan 17.499 pulau yang terletak diantara dua benua dan dua samudra. Wilayah daratan Indonesia memiliki 3 kategori ketinggian yaitu dataran tinggi dengan ketinggian >700 mdpl, dataran sedang dengan ketinggian 201-700 mdpl, dan dataran rendah dengan ketinggian 0-200 mdpl (Rukmana, 2002). Ketinggian suatu tempat berpengaruh pada suhu dan kelembapan tempat tersebut. Menurut (Soedarsono, 1985) setiap peningkatan ketinggian 100 mdpl maka suhu akan mengalami penurunan sebesar 0,60 hingga 0,65°C. Semakin tinggi suatu tempat maka suhu udara semakin menurun namun kelembapan udara akan meningkat (Waluyo *et al.*, 2018). Suhu dan kelembapan suatu tempat berpengaruh pada kualitas tanah dan daya serap air. Hal ini akan berpengaruh terhadap proses fisiologi tanaman seperti proses fotosintesis (Sholekah, 2017). Proses fotosintesis tanaman dipengaruhi oleh beberapa hal seperti ketersediaan air dan nutrisi pada tanah, intensitas cahaya matahari, ketersediaan CO₂ dan O₂, dan suhu. Hasil dari proses fotosintesis akan digunakan untuk serangkaian proses metabolisme pada tanaman. Lokasi pengambilan Rimpang Jahe Emprit dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Lokasi Pengambilan Rimpang Jahe Emprit di Provinsi Jawa Timur

2.2 Tanaman Jahe Emprit

2.2.1 Klasifikasi Jahe Emprit

Jahe emprit biasa disebut dengan jahe putih kecil dengan sistematika klasifikasi tanaman sebagai berikut:

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanaman Jahe Emprit

Kingdom	:	Plantae
Divisi	:	Spermatophyta
Subdivisi	:	Angiospermae
Kelas	:	Monocotyledoneae
Bangsa	:	Zingiberales
Suku	:	Zingiberaceae
Marga	:	Zingiber
Genus	:	Zingiber P. Mill
Spesies	:	<i>Zingiber officinale</i> Rosc var. <i>amarum</i>
Nama Umum	:	Halia, helia (Melayu); jahe sunthi; jahe emprit (Jawa).



Gambar 2.2 Tanaman Jahe Emprit

2.2.2 Deskripsi Tanaman Jahe Emprit

Tanaman jahe emprit atau jahe putih kecil merupakan tanaman herba semusim, tegak, tinggi 40-50 cm. batang semu, beralur, membentuk rimpang, warna hijau. Daun tunggal, bentuk lanset, tepi rata, ujung runcing, pangkal tumpul, warna hijau tua. Bunga majemuk, bentuk bulir, sempit, ujung runcing, panjang 3,5-5 cm, lebar 1,5-2 cm, mahkota bunga bentuk corong, panjang 2-2,5 cm, warna ungu. Buah kotak, bulat panjang, warna cokelat. Ciri utama jahe emprit terletak pada bentuk rimpangnya yang kecil, rata cenderung pipih dan tidak mengembung. Jahe ini biasa ditemukan dalam warna putih, kuning, dan dalam kondisi tertentu berwarna merah. Serat jahe emprit bertekstur lembut dengan aroma yang tidak tajam.

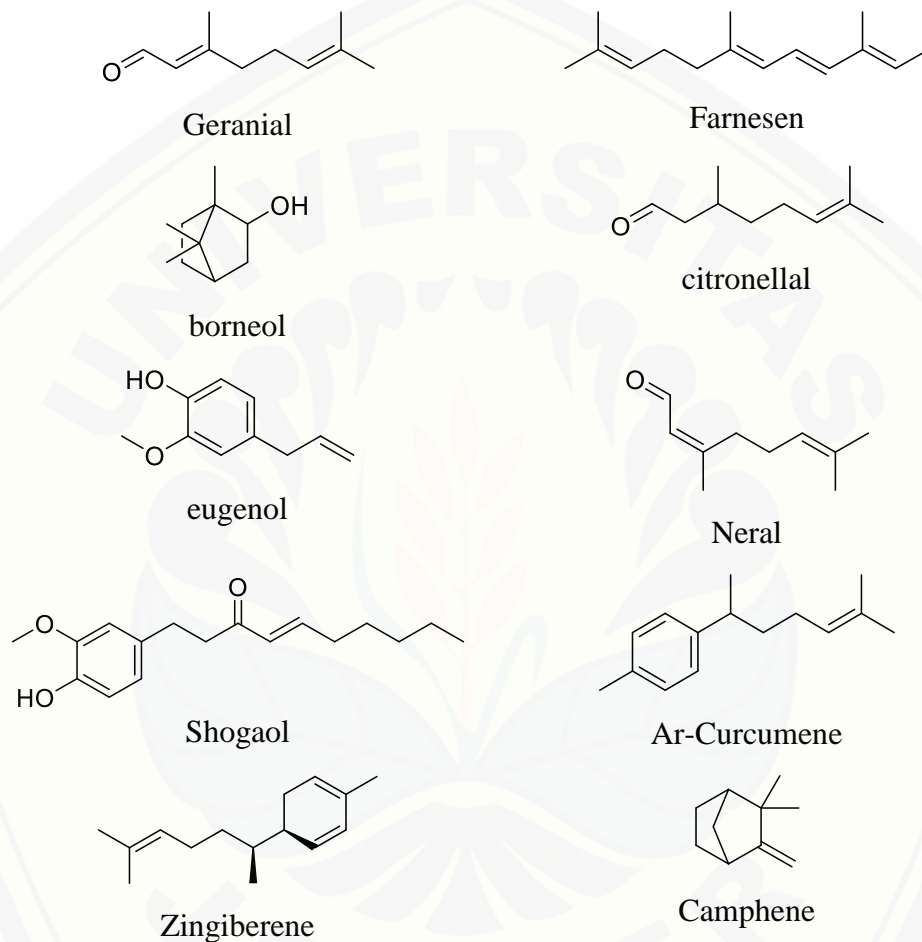


Gambar 2.3 Rimpang Jahe Emprit

2.2.3 Metabolit Sekunder Jahe Emprit

Tanaman memerlukan sumber makanan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Tanaman memproduksi makanannya sendiri melalui proses fotosintesis. Hasil dari proses fotosintesis akan digunakan untuk serangkaian metabolisme seperti pembentukan metabolit primer dan sekunder. Metabolit primer merupakan senyawa yang dibentuk tanaman dalam jumlah terbatas yang berfungsi dalam pertumbuhan dan perkembangan sedangkan metabolit sekunder merupakan senyawa fitokimia yang dibentuk tanaman yang memiliki bioaktivitas dan berfungsi sebagai pelindung tanaman dari ancaman eksternal (hama dan lingkungan). Pembentukan metabolit sekunder melalui 3 jalur yaitu jalur asam malonat, asam melavonat, dan asam shikimat (Sholekah, 2017). Studi fitokimia pada minyak jahe emprit teridentifikasi terdapat 57 komponen senyawa pada

minyak jahe emprit. Komponen yang teridentifikasi dalam jumlah banyak diantaranya yaitu geranial, α -zingiberen, α -farnesen, neral, ar-kurkumin, eugenol, shogaol, zingeron, gingerdiol, gingerol, (Singh *et al.*, 2008), karyofilen, nafolten (Setyawan, 2002). Berikut merupakan contoh gambar struktur kimia senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam minyak jahe.



Gambar 2.4 Senyawa Metabolit Sekunder Jahe Emprit

2.2.4 Manfaat Jahe Emprit

Tanaman jahe banyak digunakan masyarakat sebagai bumbu masakan, bahan minuman herbal, dan obat tradisional. Jahe biasa digunakan masyarakat sebagai obat tradisional untuk demam, batuk, pilek, sakit perut, dan obat reumatik dengan cara dioleskan sebagai obat gosok, diseduh dengan air hangat, dan dibuat jamu (Kuntorini, 2005). Selain itu menurut studi, jahe memiliki aktivitas farmakologis seperti antiemetik (Kemper, 1999), dapat menurunkan kadar glukosa darah atau hipoglikemik (Al-amin *et al.*, 2006), senyawa fenolik total dalam jahe

memiliki aktivitas antioksidan (Singh *et al.*, 2008), dan dapat mengurangi nyeri pada osteoarthritis (Kemper, 1999). Menurut (Daryon *et al.*, 2015) beberapa kandungan senyawa kimia pada jahe (sineol) dapat merangsang aktivitas neurologi atau saraf pusat, merangsang ereksi, dan mencegah ejakulasi dini.

2.3 Proses Pembuatan Minyak Jahe

Hasil metabolit sekunder yang dihasilkan tanaman salah satunya yaitu kandungan minyak. Minyak yang dihasilkan diklasifikasikan menjadi minyak menguap atau minyak atsiri (*essentials oil, etherials oil, atau volatile oil*) dan minyak tidak menguap atau oleoresin (*non volatile oil*). Minyak tidak menguap atau oleoresin biasa digunakan sebagai pemberi rasa khas. Minyak atsiri menguap atau minyak atsiri biasa digunakan sebagai pengaroma khas (Gunawan wien, 1960).

Rendemen minyak atsiri yang dihasilkan tumbuhan berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh beberapa factor, diantaranya : kondisi lingkungan tumbuh tanaman seperti iklim, kesuburan tanah, nutrisi yang terkandung dalam tanah ; umur tanaman; dan metode yang dipakai untuk memperoleh minyak atsiri (Sentosa Ginting, 2004). Menurut Badan Standardisasi Indonesia SNI 06-1321-1998, minyak jahe merupakan minyak atsiri dari rimpang jahe (*Zingiber officinale*, ROSCOE) yang diperoleh melalui cara penyulingan (destilasi) atau cara yang lain. Persyaratan mutu untuk minyak jahe yaitu : memiliki bobot jenis (25°C) 0,8720 – 0,8890; indeks bias (25°C) 1,4853 - 1,4920; putaran optik (-32°) - (-14°); bilangan asam maksimal 2 mg KOH/g; bilangan ester maksimal 15 mg KOH/g; bilangan ester setelah alkilasi maksimal 90 mg KOH/g.

Berikut beberapa metode yang digunakan dalam isolasi minyak atsiri:

2.3.1 Enfleurasi

Enfleurasi atau isolasi minyak atsiri dengan cara ekstraksi dengan lemak atau vaselin. Metode ini dilakukan untuk mengisolasi minyak atsiri yang tidak tahan dengan pemanasan seperti minyak atsiri pada bunga-bunga. Enfleurasi dilakukan dengan cara mengoleskan lemak dingin

diatas kaca/*chassis* kemudian bagian tanaman yang akan diekstraksi disortasi dan diletakkan diatas kaca yang telah diolesi lemak dingin kemudian ditutup dan dibiarkan pada suhu ruang selama 24 jam. Setelah 24 jam *chassis* diganti dengan lemak dingin yang baru kemudian dilanjutkan proses enfleurasi, perlakuan tersebut dilakukan tiap 24 jam selama 7 hari. Hasil enfleurasi (pomade) dilarutkan dalam pelarut yang sesuai (biasanya etanol) kemudian didinginkan (biasanya suhu -15°C) selanjutnya ekstrait (fase etanol) dipisahkan dengan pomade dengan cara disaring. Setelah ekstrait (fase etanol yang mengandung minyak atsiri) terpisah biasanya dilakukan pemurnian minyak atsiri (Sani and Racchmawati, 2012).

2.3.2 Ekstraksi pelarut menguap

Isolasi minyak atsiri dengan menggunakan pelarut yang bersifat mudah menguap biasa diterapkan untuk golongan minyak atsiri yang tidak tahan panas seperti bunga-bunga. Pada prinsipnya metode ekstraksi ini dilakukan dengan merendam bagian tanaman yang akan diekstraksi dengan pelarut organik yang mudah menguap di dalam sebuah bejana plastik yang tertutup rapat dan diaduk selama kurun waktu tertentu. Hasil dari perlakuan tersebut kemudian disaring untuk memisahkan ampas dan filtrat kemudian filtrat akan dievaporasi dengan suhu $45-55^{\circ}\text{C}$ (suhu cukup untuk mempercepat penguapan pelarut organik). Hasil dari proses evaporasi tersebut disebut dengan *concrete* atau campuran minyak atsiri, lilin, albumin, dan zat warna (Sani and Racchmawati, 2012).

2.3.3 Pengepresan

Pengepresan merupakan metode isolasi minyak atsiri dengan cara melakukan pengepresan terhadap bagian tanaman yang akan diisolasi. Metode ini biasa digunakan untuk minyak atsiri yang tidak tahan panas, biasanya digunakan untuk mengisolasi bagian tanaman biji-bijian dan keluarga sitrus. Pengepresan dilakukan dengan cara bagian epidermis dan kelenjar minyak bagian tanaman yang akan diambil minyak atsirinya

dikupas lalu dimasukkan ke dalam alat pres dan diberikan tekanan dari rendah ke tinggi lalu hingga keluar sari-sarinya. Sari tersebut kemudian dipisahkan antara air dengan minyak atsirinya, metode pemisahan yang biasa digunakan yaitu sentrifuse (Ferhat, Meklati and Chemat, 2007)

2.3.4 Hidrodestilasi

Hidrodestilasi merupakan teknik isolasi minyak atsiri dengan cara menambahkan bagian tanaman kedalam sebuah bejana kemudian menambahkan sejumlah air dididihkan hingga terbentuk uap lalu dikondensasikan dengan kondensor sehingga uap panas akan berubah menjadi embun air. Proses pemanasan dan pendidihan air tersebut menyebabkan rusaknya kelenjar minyak jaringan tanaman sehingga minyak atsiri dapat keluar (Ali Talati, 2017). Mekanisme yang terjadi saat isolasi minyak atsiri dengan metode destilasi, diantaranya yaitu :

- *Hydrodiffusion*

Hydrodiffusion merupakan proses terpenetrasinya air atau uap air ke dalam membrane tumbuhan sehingga minyak atsiri dapat keluar dari jaringan dan terbawa dalam air. Kecepatan proses penetrasi ini dipengaruhi oleh suhu air atau uap air yang digunakan dan permeabilitas membran tumbuhan (Ali Talati, 2017)

- Hidrolisis

Hidrolisis merupakan interaksi kimia yang terjadi antara air dengan senyawa kimia yang terkandung dalam minyak atsiri. Beberapa senyawa atsiri seperti ester akan bereaksi dengan air (temperatur tinggi) akan menghasilkan produk samping alcohol dan asam format. Produk samping yang dihasilkan dari proses hidrolisis bergantung pada jumlah air yang digunakan semakin banyak air yang digunakan semakin banyak pula reaksi hidrolisis yang terjadi sehingga produk samping yang terbentuk juga semakin banyak. Hal ini mempengaruhi rendemen minyak atsiri yang didapatkan dapat sedikit (Ali Talati, 2017).

- Dekomposisi dengan pemanasan

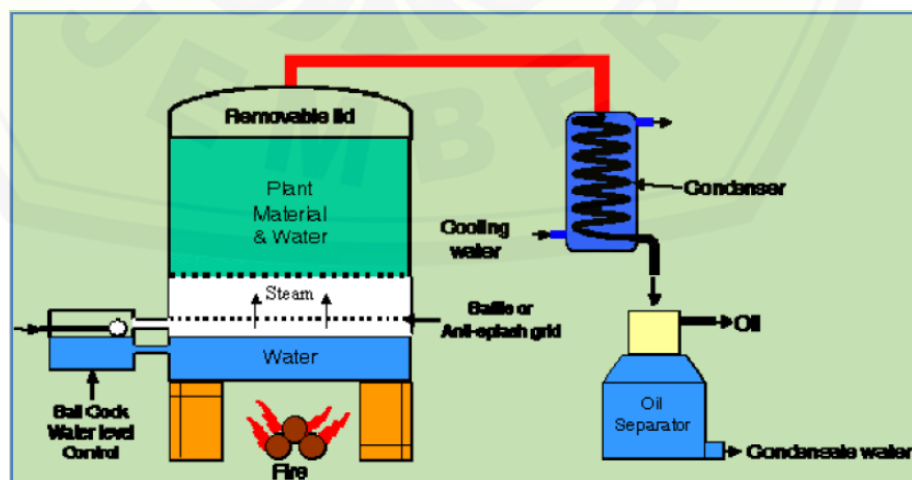
Beberapa senyawa kimia yang terkandung dalam senyawa minyak atsiri tidak stabil apabila dalam kondisi suhu tinggi, maka dari itu untuk menghasilkan kualitas minyak atsiri yang baik perlu untuk menyesuaikan kondisi destilasi (temperature tidak terlalu tinggi) dengan karakteristik tumbuhan yang akan diisolasi minyak atsirinya.

Ketiga mekanisme tersebut dapat berpengaruh satu sama lain dan menentukan kualitas minyak yang dihasilkan. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam metode destilasi yaitu : menjaga suhu air atau uap air selama proses destilasi agar tidak terlalu tinggi, menggunakan jumlah air yang seimbang dengan tanaman yang akan diisolasi, dan perlakuan tanaman yang diberikan sebelum destilasi (Ali Talati, 2017).

Metode destilasi terbagi menjadi 3 macam, yaitu :

1. Destilasi uap dan air

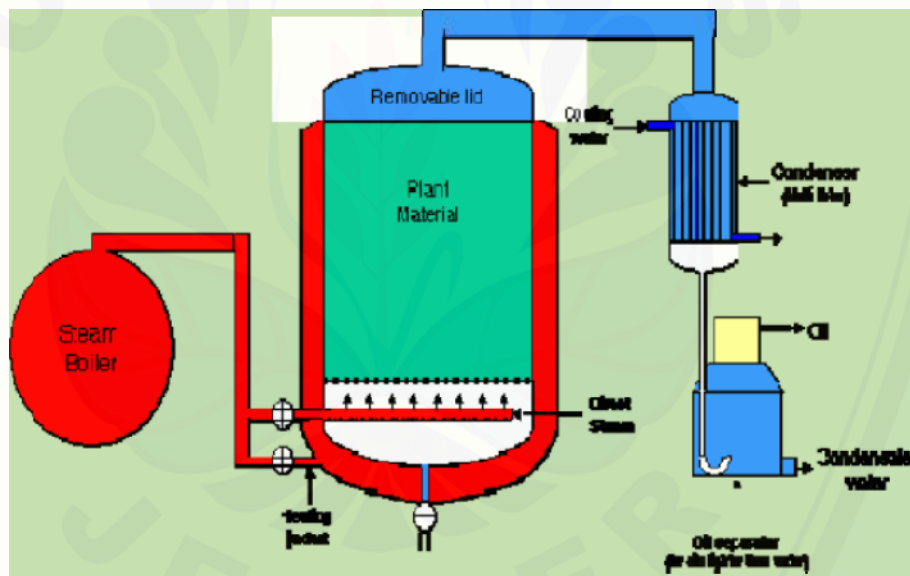
Destilasi uap dan air merupakan metode isolasi minyak atsiri dengan cara meletakkan bagian tanaman dengan air yang cukup dalam *chamber* kemudian memberikan tekanan uap panas sehingga air dapat membawa minyak atsiri menguap kemudian uap air dan minyak atsiri yang terbentuk melewati celah yang terhubung dengan kondensor dan terbentuk bulir-bulir air dan minyak atsiri selanjutnya dilakukan pemisahan antara air dan minyak atsiri yang terbentuk.



Gambar 2.5 Skema Destilasi uap dan air (Ali Talati, 2017)

2. Destilasi uap

Destilasi uap merupakan metode isolasi minyak atsiri dengan cara menempatkan tanaman yang akan diisolasi pada sebuah *chamber* dibawah tekanan uap panas yang dapat melunakkan jaringan sel dan membawa minyak atsiri menguap bersama dengan uap panas kemudian uap tersebut akan melewati ruang tabung kondensasi yang terhubung dengan kondensator akan diubah menjadi droplet minyak atsiri dan air. Tekanan uap panas yang diberikan disesuaikan dengan bahan tanaman yang akan diisolasi, tekanan uap yang diberikan tidak boleh terlalu rendah dan mampu melunakkan jaringan sel tanaman dan membawa uap minyak atsiri namun tidak boleh terlalu tinggi hingga merusak senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam minyak atsiri tersebut. (KUMAR, 2010)

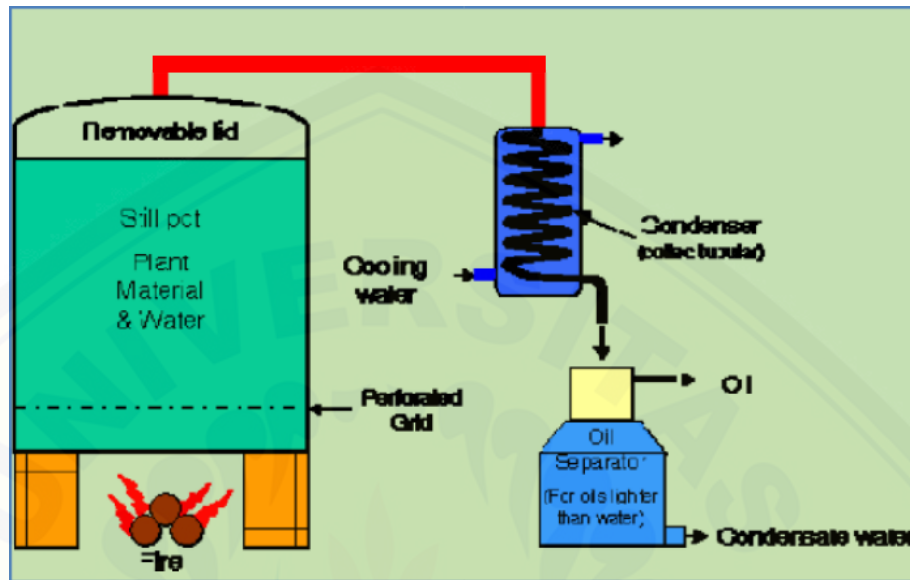


Gambar 2.6 Skema Destilasi Uap (Ali Talati, 2017)

3. Destilasi air

Destilasi air merupakan metode isolasi minyak atsiri dengan cara material tumbuhan kontak langsung dengan air di dalam sebuah ketel yang dipanaskan dengan api secara langsung sehingga air dapat membawa minyak atsiri menguap melewati ruang kondensasi yang terhubung dengan kondensator (pendingin) kemudian diubah menjadi embun air dan droplet minyak atsiri. Pengaturan panas api yang diberikan diatur agar panas dan

tekanan dalam ketel tidak terlalu tinggi dan merusak senyawa-senyawa kimia dalam minyak atsiri yang sensitif terhadap pemanasan yang terlalu tinggi (Ali Talati, 2017)



Gambar 2.7 Skema Destilasi Air (Ali Talati, 2017)

Kelebihan dari metode destilasi air, diantaranya sebagai berikut:

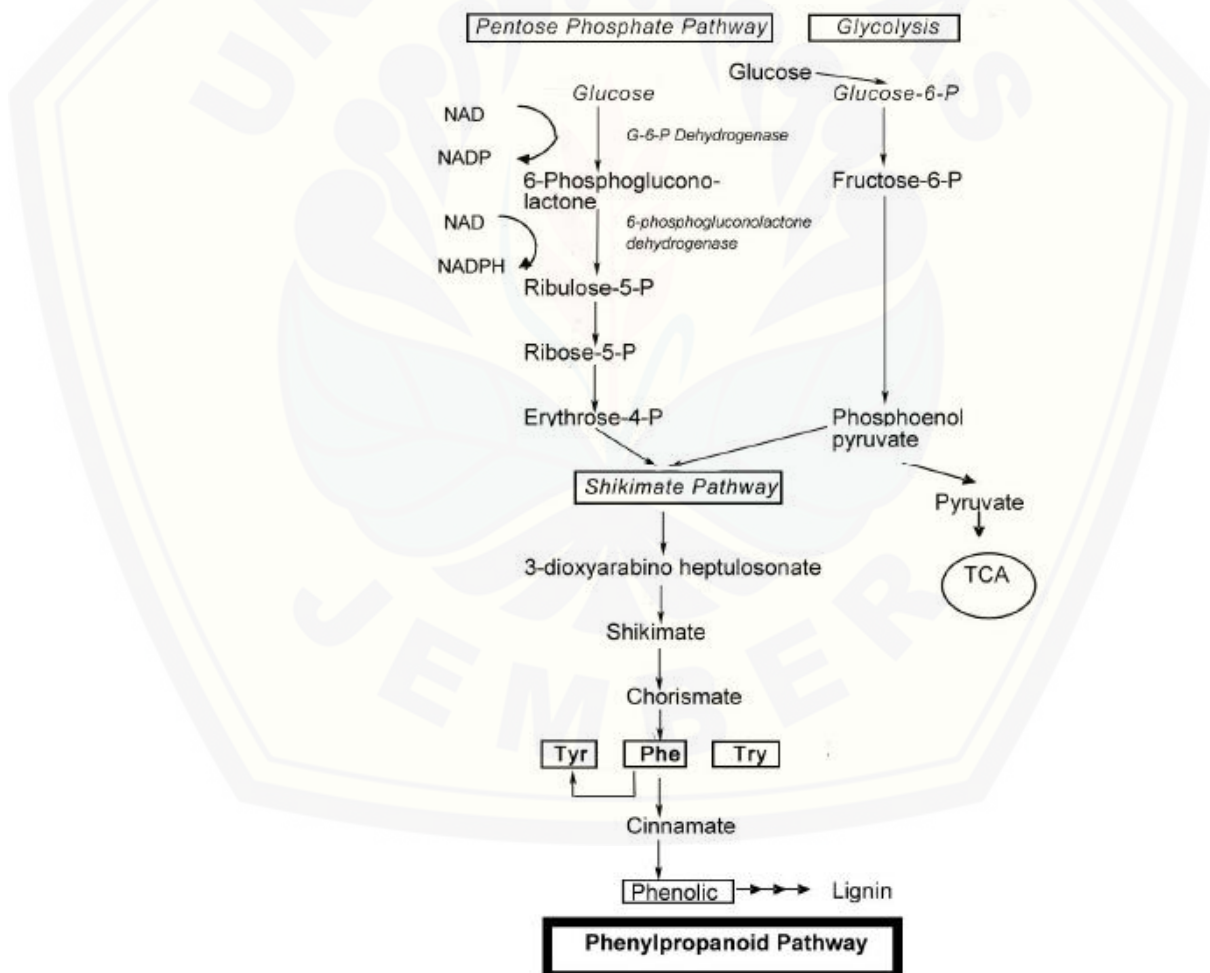
- Mekanisme penetrasi air ke dalam material tanaman terjadi lebih baik dibandingkan dengan metode destilasi uap.
- Membutuhkan alat dan bahan yang sederhana dan relatif murah
- Lebih efisien dilakukan dan banyak digunakan untuk mengisolasi minyak atsiri.

Kekurangan dari metode destilasi air, diantaranya adalah:

- Ekstraksi yang dilakukan tidak terjadi secara merata.
- Berpotensi merusak senyawa-senyawa yang sensitive dengan air yang panas, seperti ester yang bereaksi jika bertemu air dengan pemanasan menghasilkan produk samping alkohol dan asam format.
- Membutuhkan waktu yang lama untuk mengumpulkan semua minyak atsiri yang terkumpul (Ali Talati, 2017).

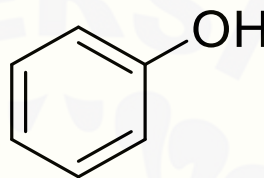
2.4 Deskripsi Senyawa Fenolik total

Senyawa fenolik total merupakan hasil metabolit sekunder yang umum terdapat pada tumbuhan yang terbentuk melalui jalur PPP (*Pentose Phosphate Pathway*), Glikolisis, dan jalur sikamat. Pada jalur PPP glukosa akan diubah menjadi *Erythrose-4-Phosphate*. Pada jalur glikolisis glukosa akan dipecah sehingga menghasilkan *Phosphoenol pyruvate*. Jika sudah terbentuk *Erythrose-4-Phosphate* dan *Phosphoenol pyruvate* selanjutnya akan dimetabolisme melalui jalur sikamat hingga diperoleh senyawa fenolik total (Lin *et al.*, 2016).



Gambar 2.8 Jalur Pembentukan Senyawa Fenolik total (Lin *et al.*, 2016)

Struktur kimia senyawa fenolik total memiliki satu atau lebih gugus cincin benzena dan satu atau lebih gugus hidroksi. 8000 struktur kimia dari senyawa fenolik total ditemukan dalam berbagai kingdom tumbuhan baik molekul yang sederhana hingga kompleks (Dai and Mumper, 2010). Secara farmakologis senyawa fenolik total memiliki aktivitas antioksidan, anti-aging, antiinflamasi, dan antiproliferasi (Lin *et al.*, 2016), mampu menghambat agregasi patogen dan patogen (Dai and Mumper, 2010). Berikut pada gambar 2.4 merupakan struktur kimia senyawa fenol.



Gambar 2.9 Struktur Kimia Fenol

Kadar senyawa fenolik total pada masing-masing tanaman berbeda. Hal ini dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti genetik, metode teknologi yang diterapkan saat dan setelah pemanenan (Fithriani *et al.*, 2015), dan faktor lingkungan tempat tumbuh dan berkembang tumbuhan seperti komposisi tanah, ketinggian tempat, suhu, intensitas hujan, intensitas cahaya matahari (Kulit *et al.*, 2017). Selain faktor-faktor tersebut, proses ekstraksi senyawa fenolik total dari tanaman merupakan tahapan yang kritis. Pemilihan pelarut yang tepat, waktu ekstraksi, temperatur ekstraksi, jumlah pelarut ekstraksi yang digunakan, dan metode ekstraksi turut ikut mempengaruhi kadar senyawa fenolik total yang didapatkan. Senyawa fenolik total merupakan senyawa yang bersifat polar maka saat proses ekstraksi digunakan pelarut yang bersifat polar seperti aseton, air, etil asetat, dan alkohol (metanol, etanol, dan propanol) perlu dipertimbangkan dengan tepat (Khoddami *et al.*, 2013).

2.5 Metode Pengukuran Senyawa Fenolik total

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam menentukan kadar senyawa fenolik total, diantaranya yaitu :

2.5.1 Metode Titrasi Permanganat (KMnO_4)

Penentuan kadar senyawa fenolik total dengan cara mengoksidasi sampel dengan kalium permanganat (KMnO_4). Namun pada metode ini ditemukan masalah yaitu terdapat gangguan oksidasi berupa data yang diperoleh tidak stabil apabila didalam sampel terdapat senyawa gula (Singleton *et al.*, 1968).

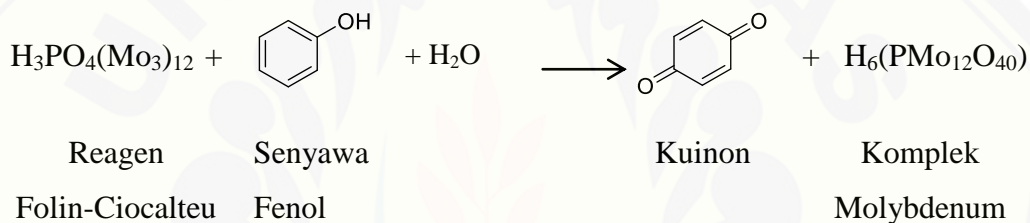
2.5.2 Metode Kolorimetri Garam Besi

Penentuan kadar senyawa fenolik total dengan cara mereaksikan sampel dengan reagen garam besi kemudian hasil reaksi berupa warna yang muncul diamati. Namun pada metode ini terdapat masalah yaitu warna yang muncul sebagai hasil dari reaksi berbeda untuk senyawa monofenol, difenol, dan trifenol sedangkan pada umumnya senyawa monofenol tidak bereaksi menimbulkan warna (Singleton *et al.*, 1968).

2.5.3 Metode Kolorimetri Folin-Ciocalteu (FC)

Penentuan kadar senyawa fenolik total dilakukan dengan cara mereaksikan larutan uji dengan reagen Folin-Ciocalteu dalam suasana basa kemudian membandingkan hasil intensitas warna yang muncul (dengan spektrofotometri UV-Vis) antara sampel uji dengan larutan baku standar. Metode ini lebih banyak digunakan karena memberikan hasil data yang lebih korelatif dibandingkan dengan metode lainnya (Singleton, 1968) selain itu metode ini mudah untuk dilakukan, cepat dan mudah untuk diaplikasikan untuk penelitian laboratorium rutin, dan murah (Blainski *et al.*, 2013). Dalam suasana basa senyawa fenolik total dari larutan uji akan berubah menjadi ion fenolat, ion fenolat ini akan mereduksi asam heteripoli (fosfomolibdat-fosfotungsten) dari reagen Follin-Ciocalteu menjadi senyawa kompleks molibdenum-tungsten yang berwarna biru. Kompleks molibdenum-tungsten yang berwarna biru akan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Semakin besar senyawa fenolik total dalam suasana basa maka semakin banyak ion fenolat yang akan mereduksi reagen Follin-Ciocalteu sehingga senyawa kompleks molibdenum-tungsten yang terbentuk semakin berwarna biru pekat dan absorbansi yang akan muncul pada hasil spektrofotometri UV-Vis akan semakin besar (Alfian *et al.*, 2012). Pada

reaksi ini hanya terjadi apabila dalam suasana basa agar terjadi disosiasi proton kemudian mengubah senyawa fenolik total menjadi ion fenolat maka dari itu perlu untuk dibuat suasana basa dalam reaksi dengan menambahkan larutan natrium bikarbonat (Na_2CO_3). Namun apabila suasana terlalu basa akan mengakibatkan timbulnya presipitasi sehingga larutan akan menjadi keruh (Blainski *et al.*, 2013) maka dari itu perlu untuk diperhatikan dalam penambahan konsentrasi larutan basa (Na_2CO_3), porsi jumlah pereaksi dan larutan uji yang ditambahkan, waktu dan temperatur untuk proses reaksi, dan banyaknya kadar metanol dalam sampel larutan uji. Hal ini perlu diperhatikan agar tidak terbentuk presipitasi saat reaksi berjalan (Fuentes *et al.*, 2012).



Gambar 2.10 Reaksi pada Reagen Folin-Ciocalteu

2.6 Spektrofotometri FTIR

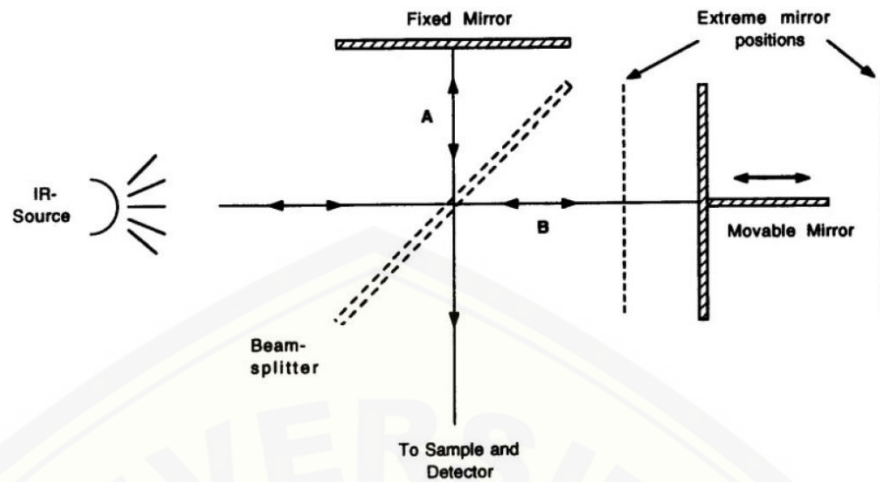
Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) atau biasa disebut dengan spektroskopi *Infrared* merupakan metode analisis kimia menggunakan radiasi IR yang ditembakkan ke sampel kemudian hasilnya ditangkap oleh detektor dan dimunculkan dalam bentuk spektrum FTIR yang mewakili hasil absorpsi atau transmisi sampel (Nicolet, 2001). Suatu molekul dapat menyerap radiasi IR yang ditembakkan apabila terdapat perubahan momen dipol molekul akibat dari pergerakan vibrasi dan rotasi ketika molekul ditembakkan IR (Berthomieu and Hienerwadel, 2013). Analisis FTIR dapat digunakan untuk memperoleh informasi identifikasi material baru, menentukan kualitas dari sampel yang digunakan, dan dapat menentukan jumlah suatu komponen senyawa tertentu dalam sampel (Nicolet, 2001)

Analisis spektrofotometer FTIR merupakan metode yang dapat menganalisa material dengan cepat, tidak merusak, dan mampu menganalisa

secara serentak. Penggunaan spektrofotometer FTIR untuk menganalisis masih terbatas karena matriks dan spektrum yang dihasilkan masih kompleks, maka dari itu banyak peneliti mengembangkan analisis spektrofotometer FTIR dengan dikombinasikan dengan analisis multivariat (Rumoro *et al.*, 2019). Kelebihan dari FTIR jika dibandingkan dengan spektrofotometer IR dispersif tradisional yaitu :

- Pengukuran membutuhkan waktu yang singkat karena semua frekuensi dilakukan secara bersamaan dalam hitungan detik (keuntungan Fellgett).
- FTIR memiliki sensitivitas yang tinggi
- Pengukuran dilakukan secara sederhana atau mudah untuk dilakukan
- Tidak memerlukan kalibrasi eksternal karena instrument FTIR menggunakan laser HeNe sebagai kalibrasi internal (keuntungan Connes) (Nicolet, 2001).

Instrumental FTIR tersusun atas komponen dasar seperti sumber radiasi, interferometer (*beamsplitter*), sampel, detector, dan komputer. Pada spektrofotometer FTIR komponen monokromator dan celah digantikan oleh komponen interferometer yang didalamnya terdapat *beamsplitter* yang berfungsi untuk pengatur panjang gelombang yang akan ditembakkan ke sampel. Cara kerja dari instrumen FTIR yaitu sumber radiasi akan ditembakkan ke sampel melalui interferometer yang didalamnya terdapat *beamsplitter* yang berfungsi mengarahkan radiasi yang datang kedalam 2 arah, kearah *fixed mirror* (radiasi akan direfleksikan) dan *movable mirror* (radiasi akan ditransmisikan) kemudian pantulan radiasi dari kedua *mirror* tersebut ditampung dan diteruskan oleh *beamsplitter* ke sampel kemudian ditangkap oleh detector dalam bentuk interferogram. Interferogram tersebut diubah menjadi bentuk spektrum absorbansi/transmitansi secara teknik matematika atau biasa disebut dengan “*Fourier Transformation*” menggunakan perangkat lunak komputer (Tullin, 1996).



Gambar 2.11 Diagram Kerja Instrumen FTIR

2.7 Kemometrik

Kemometrik adalah metode analisis data kimia yang mengkombinasikan metode kimia dan statistika (Miller, 2010) dengan tujuan untuk mengekstraksi informasi yang tersembunyi dengan suatu perangkat lunak tertentu (Chevallier *et al.*, 2018). Kemometrik umumnya digunakan untuk mendesain eksperimental, memprediksi model, dan menganalisa data (Miller, 2010). Penggunaan kemometrik dalam analisis digolongkan menjadi 2 kategori, yaitu analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Tahapan dalam analisis kemometrik yaitu ;

- Desain eksperimenral (dilakukan penyaringan, pemilihan, dan implementasi faktor-faktor penting yang berhubungan dengan kondisi analisis)
- *Preprocessing* (mereduksi atau menghilangkan data-data yang tidak diinginkan dan tidak bersangkutan dengan analisis, biasanya menghilangkan peak yang tidak diinginkan dari profil data spektrum)
- Pembentukan model (klasifikasi dan kalibrasi)

(Gad *et al.*, 2013)

Pengaplikasian metode kemometrik sering dikombinasikan dengan analisis multivariat. Analisis multivariat adalah analisis dengan menggunakan banyak variabel untuk mendeskripsikan sistem yang memiliki hubungan tersembunyi

antara data yang tersedia dengan informasi yang dihasilkan. Menurut (Varmuza K., 2000) analisis multivariat bertujuan untuk :

1. Interpretasi data

Tujuan dari interpretasi data adalah menjelaskan keragaman dalam data variabel dengan mencari kelompok objek yang hampir sama (memiliki kesamaan) dan kelompok objek yang tidak memiliki kesamaan (*outlier*). Metode yang sering digunakan untuk menginterpretasi data yaitu *Principal Component Analysis* (PCA).

2. Klasifikasi (Kualitatif)

Analisis multivariat dapat digunakan untuk membentuk model klasifikasi untuk menentukan kategori sampel dari data spektrum dengan menggunakan data *training set* dan data *test set*. Data *training set* merupakan data yang sudah diketahui pengkategorianannya, data ini digunakan untuk membentuk suatu model. Data *test set* adalah data diluar data *training set* yang sudah diketahui pengkategorianannya digunakan untuk memvalidasi atau mengevaluasi model yang sudah dibentuk melalui data *training set*. Metode klasifikasi yang sering digunakan yaitu *Linear Discriminant Analyze* (LDA), *Support Vector Machine* (SVM), *Soft Independent Modelling of Class Analyze* (SIMCA), *Cluster Analyze* (CA), *K-Nearest-Neighbor-Classification* (KNN), *Artificial Neural Network* (ANN).

3. Kalibrasi (Kuantitatif)

Kalibrasi adalah metode analisis multivariate kemometrik yang bertujuan untuk mengembangkan model matematis yang menjelaskan korelasi antar variabel predictor dan satu atau lebih variabel efek. Metode yang umum digunakan dalam kalibrasi yaitu *Principal Component Regression* (PCR) dan *Partial Least Square* (PLS).

2.7.1 *Linear Discriminant Analyze (LDA)*

LDA merupakan salah satu jenis analisis diskriminan yang sering digunakan untuk mengetahui dan memprediksi pengkategorian data analisis berdasarkan karakteristik terukurnya (Chevallier *et al.*, 2018). Pengukuran LDA berdasarkan kombinasi linier dari descriptor yang terpilih yang biasa disebut canican variates (CV) atau fungsi diskriminan linier yang memaksimalkan perbedaan antar kelas atau kategori dan meminimalkan perbedaan dalam satu kelas atau kategori (Gad *et al.*, 2013)(Berrueta *et al.*, 2007). LDA bekerja dengan fokus menemukan batasan antar kelas atau kategori dan melakukan pemisahan secara maksimum antar kelas yang berbeda (Roggo *et al.*, 2007).

Keberhasilan LDA dalam mengkategorikan objek dapat diuji dengan cara sederhana dengan mengklasifikasikan objek yang sudah diketahui kategorinya (bagian dari data set yang digunakan untuk membentuk model) apakah model mengkategorikan objek dengan benar atau tidak. Cara kedua dengan cara membagi data asli menjadi *training set* dan *test set*. *Training set* adalah kelompok data yang digunakan untuk menentukan fungsi diskriminasi linier dan *test set* adalah kelompok data yang digunakan untuk mengevaluasi kerja fungsi diskriminasi linier sehingga keberhasilan LDA dapat diketahui (Miller and Miller, 2010)

2.7.2 *Support Vector Machine (SVM)*

SVM merupakan metode non-parametrik yang digunakan untuk klasifikasi yang bertujuan untuk menentukan batas optimum antar kelas atau kategori pada set data analisis. Batas optimal yang dimaksud adalah batasan yang paling jauh antar dua kelas atau kategori atau margin yang biasa disebut dengan "*hyperplane*". Margin merupakan jarak minimal antar dua kelas atau kategori. *Hyperplane* diharapkan mampu memberikan klasifikasi yang normal walaupun distribusi data tidak diketahui. Namun, dengan adanya *hyperplane* dapat memberikan batasan antar kelas atau kategori dalam pengklasifikasian (Berrueta *et al.*, 2007)

2.7.3 *Soft Independent Modelling of Class Analyze (SIMCA)*

SIMCA merupakan metode pengkategorian parametrik yang menggunakan model yang dibentuk dari *Principal Component Analyze (PCA)*. Pemisahan antar kelas dilakukan dengan menggunakan model PCA yang telah tervalidasi kemudian untuk sampel yang belum diketahui akan dikategorikan oleh model PCA yang terpilih. Model PCA yang terpilih yaitu model yang menghasilkan nilai residu prediksi terkecil (Roggo *et al.*, 2007). SIMCA menentukan jarak antar kelas atau kategori dengan menghitung jarak geometrik (jarak wilayah) yang diberikan model PCA dengan presentase kepercayaan biasanya 95%. Hasil SIMCA akan diinterpretasikan menggunakan *plot coomans* yang dapat menunjukkan diskriminasi antar dua kelas atau kategori. Kemampuan diskriminasi dalam SIMCA dimaksudkan untuk mengukur variabel apakah dapat membedakan antar kelas atau kategori dengan baik atau tidak sedangkan kemampuan pemodelan dimaksudkan untuk melihat apakah variabel memberikan pengaruh terhadap model yang diberikan (Berrueta *et al.*, 2007).

2.7.4 Validasi Silang

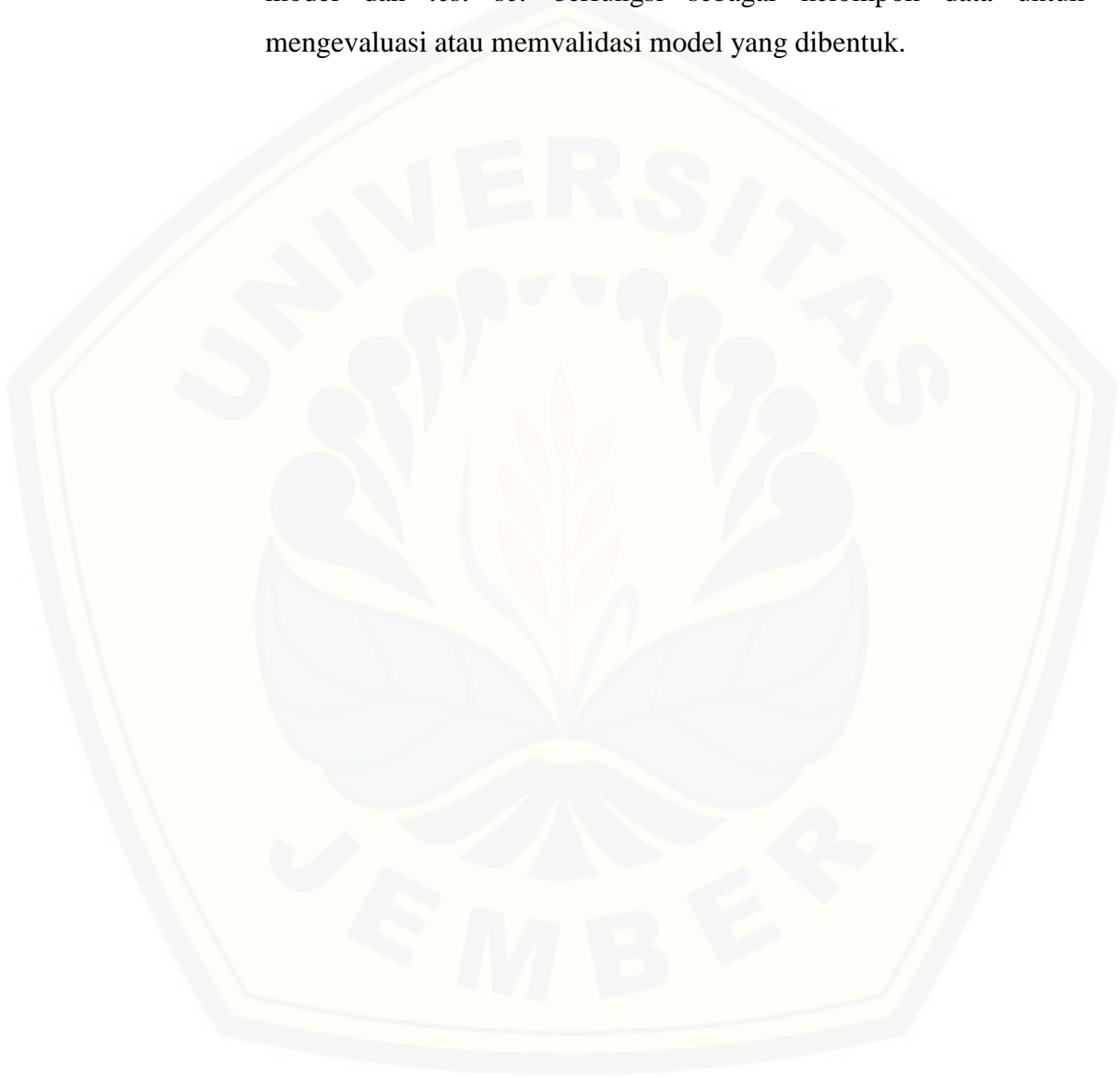
Model klasifikasi berfungsi untuk memetakan sesuatu yang belum memiliki kategori masuk ke dalam kategori tertentu menggunakan struktur data. Validasi silang merupakan metode yang digunakan untuk mengevaluasi dan memprediksi akurasi dari sebuah model klasifikasi. Beberapa jenis validasi silang diantaranya yaitu : *Leave One Out Cross Validation (LOOCV)*, *2-Fold Cross Validation (2-FVC)*, dan *k-Fold Cross Validation (k-FCV)* (Kohavi, 1995).

1. *Leave One Out Cross Validation (LOOCV)*

LOOCV menggunakan satu data tunggal sampel pengamatan untuk validasi silang dan sampel data yang lain digunakan sebagai *training set*. Hal ini dilakukan secara berulang pada setiap pengamatan dalam sampel yang digunakan sekaligus sebagai data validasi.

2. *2-Fold Cross Validation (2-FVC)*

2-FCV menggunakan data sampel pengamatan yang dibagi menjadi 2 kelompok sama, yaitu *training set* dan *test set*. *Training set* berfungsi sebagai kelompok data yang digunakan untuk membentuk model dan *test set* berfungsi sebagai kelompok data untuk mengevaluasi atau memvalidasi model yang dibentuk.



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan termasuk ke dalam penelitian *true experimental laboratories*, yakni penelitian yang dilakukan di laboratorium.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Analisis, Fakultas Farmasi, Universitas Jember. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari bulan Januari 2020.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian yang dilakukan dimulai dengan pengambilan rimpang jahe emprit dari 2 ketinggian dataran di Indonesia yaitu dataran tinggi (ketinggian >700 mdpl) dari daerah Ngrayun, Kabupaten Ponorogo (862 mdpl) dan dataran sedang (ketinggian 200-700 mdpl) dari daerah Silo, Kabupaten Jember (535 mdpl). Sampel rimpang tersebut diproses dengan membersihkan tanah yang menempel pada rimpang jahe emprit kemudian diblender hingga ukuran lebih kecil namun tidak menjadi bubur. Hasil blenderan jahe emprit dimasukkan kedalam ketel destilator dan ditambahkan air hingga tanda batas kemudian didestilasi selama 2,5 jam dengan suhu 100°C. Hasil minyak jahe emprit yang didapatkan ditentukan bobot jenis. Kemudian diukur kadar fenolik total total menggunakan metode kolorimetri dan standar asam galat serta reagen Folin-Ciocalteu kemudian diukur absorbansinya dengan instrumen spektrofotometri UV-Vis.

Pembuatan model klasifikasi menggunakan metode kemometrik-spektrofotometri FTIR. Pembuatan model klasifikasi dilakukan dengan melihat dan menganalisis pola spektrum sampel yang didapatkan dari hasil *scanning* sampel menggunakan instrumen FTIR. Data spektrum FTIR *training set*

digunakan untuk membentuk model klasifikasi dengan menggunakan analisis kemometrik LDA, SVM, dan SIMCA. Model klasifikasi *training set* yang terbentuk dan *test set* kemudian divalidasi dengan metode LOOCV (*Leave One Out Cross Validation*) dan 2-FCV (*2-Fold Cross Validation*). Model klasifikasi yang terbentuk diaplikasikan pada sampel nyata kemudian hasil yang diperoleh dianalisis secara statistika dengan perangkat lunak *SPSS 22 Trial Version*.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat destilator, android dengan perangkat lunak *my elevation*, spektrofotometri FTIR “*Alpha*”, spektrofotometri UV-Vis “*Hitachu-1800*”, komputer perangkat lunak Brimrose, dan unscramble X 10.2 (*camo*)), vortex “*Thermo Scientific*”, alat sentrifuse “*HermLe Zentrifugen 2 260-A*”, neraca analitik “*Sartorius*”, blender “*Philips*”, mikropipet “*Socorex*”, ultrasonik “*Elma E 30 H*” dan seperangkat alat gelas.

3.4.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rimpang jahe Emprit (*Zingiber officinale* Rosc var. *amarum*) yang berasal dari berbagai tempat dengan ketinggian yang berbeda-beda (ketinggian rendah, sedang, dan tinggi), aquadest “*Hydrobatt*”, metanol praktis, n-heksana, Na_2CO_3 *light* 10%, isopropil, asam galat “*Sigma G7384*”, reagen Folin-Ciocalteu “*KGaA, 64271 Darmstadt*”.

Tabel 3. 1 Daftar Sampel Jahe Emprit

No.	kategori	Asal Jahe Emprit	Ketinggian (mdpl)
1.	Dataran Tinggi (>700 mdpl)	Maesan, Bondowoso	918
		Sumbercanting, Bondowoso	1030
		Sumberwringin, Bondowoso	790
		Karanggupito, Magetan	895
		Ngrayun, Ponorogo	794
2	Dataran Sedang (200-700 mdpl)	Wlingi, Blitar	565
		Gandusari, Blitar	620
		Botolinggo, Bondowoso	445
		Tapen, Bondowoso	282
		Silo, Jember	535

3.5 Variabel Penelitian

3.5.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian adalah perbedaan ketinggian tempat penanaman minyak atsiri rimpang jahe emprit (*Zingiber officinale* Rosc var. *amarum*) dataran tinggi (>700 mdpl) dan dataran sedang (201-700 mdpl).

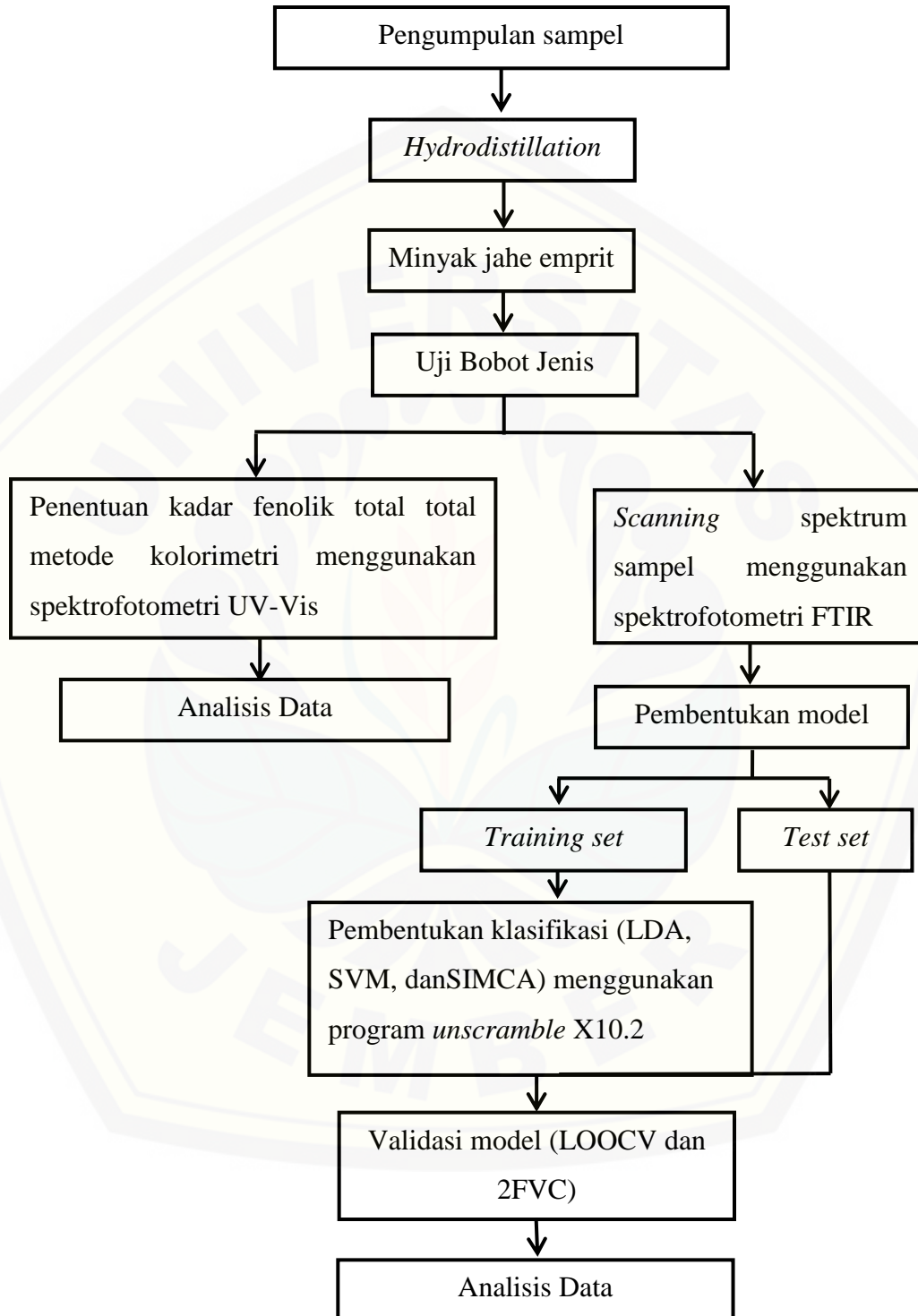
3.5.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian adalah kandungan metabolit sekunder dan kadar fenolik total yang terkandung dalam minyak atsiri rimpang jahe emprit dari dua tempat ketinggian dataran yang berbeda.

3.5.3 Variabel Terkendali

Variabel terkontrol dari penelitian ini adalah proses pembuatan minyak jahe dari rimpang jahe emprit, cara menentukan kadar fenolik total minyak atsiri rimpang jahe emprit.

3.6 Alur Penelitian



3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Pengumpulan sampel

Sampel yang digunakan merupakan rimpang jahe emprit dengan diperoleh dari berbagai wilayah dengan ketinggian berbeda. Sampel dengan ketinggian dataran sedang (200-700 mdpl) diperoleh dari Kabupaten Blitar, Kabupaten Jember, dan Kabupaten Bondowoso, sedangkan untuk sampel dengan ketinggian dataran tinggi (>700 mdpl) diperoleh dari Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Magetan, dan Kabupaten Ponorogo. Sampel dari masing-masing ketinggian wilayah akan dibagi menjadi 2 kelompok sampel yakni 3 sampel digunakan untuk sampel *training set*, 1 sampel digunakan untuk sampel *test set*, dan 1 sampel untuk sampel nyata. Total sampel yang digunakan untuk *training set* sejumlah 6 dan sampel yang digunakan untuk *test set* sejumlah 2. Sampel nyata diperoleh dari Kabupaten Blitar (dataran sedang dengan ketinggian 535 mdpl) dan Kabupaten Bondowoso (dataran tinggi dengan ketinggian 890 mdpl) total sampel yang digunakan sebagai sampel nyata sejumlah 2. Ketinggian wilayah dari masing-masing sampel diukur menggunakan perangkat lunak *android* yaitu *my elevation*.

Teknik yang digunakan dalam pengambilan sampel yaitu Teknik *purposive sampling* yaitu teknik pengambilan sampel yang dilakukan tidak secara acak, pengambilan sampel dengan kriteria khusus atas dasar pertimbangan peneliti yang disesuaikan dengan tujuan penelitian.

3.7.2 Pembuatan minyak jahe emprit

Pembuatan minyak jahe emprit dilakukan dengan metode *hydrodestilation*. Sejumlah 2 kg rimpang jahe emprit dicuci dengan air mengalir hingga tidak ada tanah yang menempel. Kemudian rimpang jahe diblender sekitar 3-5 menit hingga tekstur rimpang jahe terpotong kecil-kecil namun tidak sampai menjadi bubur. Setelah itu hasil blenderan rimpang jahe dimasukkan ke dalam ketel destilasi dan diisi air hingga ada potongan jahe yang terangkat mengapung. Api dihidupkan hingga suhu di dalam ketel mencapai 100° C kemudian api diatur agar suhu didalam ketel tetap berkisar 100° C tidak lebih dan tidak kurang. Setelah suhu

didalam ketel mencapai 100° C akan keluar embun uap air yang membawa minyak atsiri jahe. Hasil embun uap air akan terpisah antara air dan minyak jahe. Hasil embun air dibuang dan minyak atsiri ditampung dalam vial. Proses perebusan ini berlangsung selama 2,5 jam. 30 menit pertama merupakan proses meningkatkan suhu di dalam ketel hingga 100° C dan 2 jam setelahnya merupakan durasi keluarnya uap air yang membawa minyak jahe.

3.7.3 Penentuan Bobot Jenis

Metode penentuan Bobot jenis minyak yang dilakukan beracu pada penelitian (Khasanah and Pramani, 2010) yang menggunakan metode Guenther. Bobot jenis atau massa jenis minyak jahe emprit merupakan massa minyak jahe emprit setiap satuan volume minyak jahe emprit. Pada metode guenther penentuan bobot jenis minyak jahe emprit dibandingkan dengan bobot air dalam satuan volume dan suhu yang sama (25°C). Bobot vial kosong dengan suhu ruang atau 25°C ditimbang. 1 mL aquadest pada suhu 25°C dipipet menggunakan pipet volume 1000 µL kemudian ditimbang bobotnya. Selanjutnya 1 mL minyak jahe emprit dipipet menggunakan pipet volume 1000 µL kemudian ditimbang bobotnya dan dilakukan 3 kali replikasi untuk masing-masing sampel minyak jahe emprit. Bobot jenis minyak jahe emprit merupakan hasil pembagian antara bobot minyak jahe emprit dengan bobot aquadest dalam satuan volume yang sama (1 mL) dan suhu yang sama (suhu ruang = 25°C).

3.7.4 Penentuan Kandungan Fenolik total dengan Metode Kolorimetrik menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

1. Fraksinasi dan Pembuatan Larutan Uji Minyak Jahe Emprit

Metode fraksinasi yang dilakukan beracu pada penelitian (Barki *et al.*, 2017) dengan sedikit modifikasi. Fraksinasi dilakukan dengan memipet 600 µL minyak jahe emprit didalam tabung sentrifuse. Ditambahkan 1 mL n-heksana p.a dan 600 µL campuran metanol : air (60:40) kemudian divortex selama 5 menit dan disentrifuga selama 15 menit dengan kecepatan 3.500 rpm. Hasil fraksinasi akan terbentuk 2 fase yaitu fase metanol:air dan fase n-heksana. Fase metanol:air dipisahkan dan

ditampung dalam vial. Dilakukan refraksinasi pada fase n-heksana dengan menambahkan 600 μL campuran metanol : air (60:40) kemudian dilakukan tahapan fraksinasi yang sama. Hasil fase metanol:air dijadikan satu dalam wadah vial. Dipipet 400 μL fase metanol-air dalam vial kemudian ditambahkan 600 μL metanol kemudian dihomogenkan.

2. Pembuatan Larutan Baku Asam Galat

Ditimbang 25 mg standar asam galat dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL ditambahkan metanol hingga tepat tanda batas. Hasil dari larutan baku induk sebesar 1000 ppm atau $\mu\text{g/mL}$. Kemudian dilakukan pengenceran dengan memipet sejumlah larutan induk hingga didapatkan konsentrasi sebesar 4 $\mu\text{g/mL}$; 10 $\mu\text{g/mL}$; 40 $\mu\text{g/mL}$; 60 $\mu\text{g/mL}$; 80 $\mu\text{g/mL}$; dan 100 $\mu\text{g/mL}$.

3. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan dengan memipet 100 μL larutan uji fase metanol:air dan standar asam galat konsentrasi masing-masing dimasukkan kuvet ditambahkan 500 μL Folin-Ciocalteu didiamkan 6 menit pada suhu ruang lalu ditambahkan dengan 400 μL Na_2CO_3 diinkubasi dalam ruang gelap selama waktu optimum yang terpilih. Setelah itu absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 600-800 nm. Panjang gelombang yang terpilih yaitu panjang gelombang yang memberikan absorbansi paling tinggi.

4. Penentuan Waktu Inkubasi

Dipipet 100 μL larutan uji fase metanol:air dan standar asam galat konsentrasi masing-masing dimasukkan kuvet ditambahkan 500 μL Folin-Ciocalteu di-diamkan 6 menit pada suhu ruang lalu ditambahkan dengan 400 μL Na_2CO_3 diinkubasi dalam ruang gelap dengan waktu 0 menit hingga 80 menit dengan interval 10 menit. Waktu inkubasi optimum dipilih pada saat absorbansi telah mencapai titik yang stabil (tidak ada perubahan yang signifikan).

5. Penentuan Kadar Fenolik total Total

Penentuan kadar fenolik total total pada sampel dilakukan dengan cara Dipipet 100 μL larutan uji fase metanol:air dan standar asam galat konsentrasi masing-masing dimasukkan kuvet ditambahkan 500 μL Folin-Ciocalteu didiamkan 6 menit pada suhu ruang lalu ditambahkan dengan 400 μL Na_2CO_3 diinkubasi dalam ruang gelap selama waktu optimum yang terpilih. Kemudian diukur absorbansinya dengan panjang gelombang maksimum yang terpilih.

6. Perhitungan Data

Hasil absorbansi dari larutan standar baku asam galat dicari persamaan regresinya dengan persyaratan nilai r yang diperoleh mendekati 1. Kemudian hasil absorbansi larutan uji yang diperoleh dimasukkan (intrapolasi) ke dalam persamaan regresi sehingga diperoleh kadar fenolik total total dengan satuan mg GAE per mL minyak sampel.

7. Analisis Data

Data hasil penentuan kadar fenolik total metode kolorimetri-spektrofotometri UV-Vis secara statistik diolah menggunakan perangkat lunak SPSS untuk dilihat nilai distribusi dan normalitasnya. Jika data terdistribusi normal maka dapat dilanjutkan dengan analisis statistik *independent sample T tidak berpasangan*. Hasil statistika dikatakan bermakna apabila nilai sig. (2-tailed) $< 0,05$ dengan tingkat kepercayaan 95%.

3.7.5 Scanning Sampel menggunakan Spektrofotometer FTIR

Proses *scanning* spektrum sampel menggunakan spektroskopi FTIR “Alpha” dengan memastikan plate FTIR bersih kemudian menghidupkan komputer dan instrumen lalu membuka perangkat lunak “OPUS” dan *login* sesuai prosedur. Letakkan sampel minyak jahe emprit pada *plate* FTIR diputar optik hingga menyentuh sampel lalu dilakukan “*running scanning* sampel”. Setelah spektrum didapatkan dilakukan proses pengolahan data.

3.7.6 Pembentukan Model Klasifikasi

Pembentukan model klasifikasi dilakukan dengan mengolah data spektrum FTIR sampel secara kemometrik menggunakan perangkat lunak *The Unscramble X10.2* metode LDA, SVM, dan SIMCA dengan tahapan sebagai berikut : membuka perangkat lunak *The Unscramble X.10.2* memasukkan data dengan memilih *file, import data*, lalu dipilih OPUS sehingga muncul tampilan data spektrum dengan masing-masing panjang gelombang. Selanjutnya dibuat kategori objek “SEDANG” dan “TINGGI”. Pengelompokan objek dilakukan dengan memilih *define range* dan *column range* yang diisi dengan kategori pada kolom satu dan absorbansi pada kolom yang lain. Kemudian dibuat sampel klasifikasi sebagai berikut “

a. LDA (*Linier Discriminant Analyze*)

Model klasifikasi ini dibentuk dengan tahapan klik *tasks, analyze, LDA*. Model dikatakan valid apabila nilai % akurasi yang didapatkan 100% hal ini menunjukkan bahwa model yang dibentuk dapat memprediksi sesuai dengan klasifikasi sesungguhnya.

b. SVM (*Support Vector Machine*)

Model klasifikasi ini dibentuk dengan tahapan klik *tasks, analyze, SVM*. Model dikatakan valid apabila nilai % akurasi yang didapatkan 100%. Hal ini menunjukkan bahwa model yang dibentuk dapat memprediksi sesuai dengan klasifikasi sesungguhnya.

c. SIMCA (*Soft Independent Modelling of Class Analyze*)

Model klasifikasi ini dibentuk dengan Membentuk PCA untuk masing-masing kategori. Pembuatan model PCA dilakukan dengan klik *tasks, analyze, PCA (Principal Component Analyze)*. Kemudian membentuk model SIMCA dengan tahapan klik *tasks, analyze, LDA*. Model dikatakan valid apabila nilai % akurasi yang didapatkan 100% hal ini menunjukkan bahwa model yang dibentuk dapat memprediksi sesuai dengan klasifikasi sesungguhnya.

3.7.7 Proses Validasi

a. LOOCV (*Leave One Out Cross Validation*)

Validasi model digunakan untuk mengevaluasi data dengan cara mengambil satu set data sampel *training set* untuk validasi silang, sedangkan data yang tersisa digunakan untuk membentuk model baru.

b. 2-FCV (*2-Fold Cross Validation*)

Validasi ini dilakukan dengan menggunakan data spektrum sampel *test set* kemudian diolah menggunakan perangkat lunak *The Unscramble X.10.2* dan absorbansinya digunakan sebagai predictor pada model yang terpilih.

3.7.8 Aplikasi Model yang Terbentuk pada Sampel

Model klasifikasi yang terpilih dan tervalidasi kemudian diaplikasikan pada sampel nyata yang diambil dari Ngrayun, Kabupaten Ponorogo dan Silo, Kabupaten Jember. Sampel nyata diukur spektrum menggunakan FTIR dan absorbansinya digunakan sebagai prediktor pada model yang dipilih dan tervalidasi untuk dianalisis secara kualitatif (klasifikasi berdasarkan ketinggian).

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini yaitu:

1. Terdapat perbedaan kadar fenolik total minyak jahe emprit ketinggian sedang (200-700 mdpl) dan tinggi (> 700 mdpl) yang ditunjukkan dengan rata-rata % b/v GAE kategori ketinggian sedang 0,1293% dan ketinggian tinggi 0,2473%. Hasil tersebut didukung dengan hasil uji analisis secara statistik menggunakan *SPSS statistic 22*. Hasil Uji T tidak berpasangan dengan kepercayaan 95 % nilai sig. (*2-tailed*) 0,000 di mana nilai sig. (*2-tailed*) kurang dari 0,005 menunjukkan bahwa data kedua kategori ketinggian berbeda secara signifikan atau tidak sama atau tidak identik.
2. Model klasifikasi kemometrik-FTIR yang terpilih adalah LDA dengan nilai % akurasi adalah 100% yang menandakan bahwa model tersebut dapat digunakan untuk mengelompokkan minyak jahe emprit berdasarkan kategori yang tepat yaitu kategori dataran sedang dan kategori dataran tinggi.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini, peneliti dapat memberikan saran untuk penelitian selanjutnya bahwa pembentukan model klasifikasi perlu dilakukan dengan menggunakan titik ketinggian yang lebih bervariasi pada tiap kategori. Hal ini perlu dilakukan agar rentang ketinggian setiap kategori yang digunakan dalam membentuk model dapat mewakili kategori ketinggian secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

Al-amin, Z. M, Thomson, M. Al-qattan, Khaled K., Peltonen, dan Riitta, Muslim. 2006. Anti-diabetic and hypolipidaemic properties of ginger (*Zingiber officinale*) in streptozotocin-induced diabetic rats. *Department of Biological Sciences, Faculty of Science, Kuwait University*: 660–666.

Alfian R, dan Susanti, H. 2012. Penetapan Kadar Fenolik Total Ekstrak Metanol Kelopak Bunga Rosella Merah (*Hibiscus sabdariffa* Linn) Dengan Variasi Tempat Tumbuh secara Spektrofotometri. *Jurnal Ilmiah Kefarmasian*. 2(1): 73-80.

Ali Talati. 2017. Extraction Methods of Essential Oils. 1–13.

Barki T, Nia K., Endah P., dan Fifteen A. F. 2017. Penetapan Kadar Fenol Total dan Pengujian Aktivitas Antioksidan Minyak Jahe Gajah (*Zingiber officinale* var. *officinale*). *e-Jurnal Pustaka Kesehatan*. 5(3) : 432–436.

Bermawie, N. dan Purwiyanti, S. 1981. Botani, Sistematika dan Keragaman Kultivar Jahe. *Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik*. (3) : 1–19.

Berrueta, L. A. dan Alonso-salces, R. M. 2007. Supervised pattern recognition in food analysis : 196–214.

Berthomieu, C. dan Hienerwadel, Æ. R. 2013. Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy. Springer Science and Business Media.

Blainski, A., Lopes, G. C., dan 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) : 6852–6865.

Chevallier, A., dan Małgorzata, J. 2018. Application of chemometric methods in analysis of environmental data Zastosowanie method chemometryc. 6 : 84–93.

Dai, J., dan Mumper, R. J. 2010. Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties. *Molecules*. 15 : 7313–7352.

Daryono, E. D., Trilaksono, F. A., dan Waliанти, L. 2015. Ekstraksi Minyak Atsiri Jahe Merah Dengan Variasi Jenis Pelarut Dan Waktu Ekstraksi. *Senatek* : 763–769.

Eltis Panca Ningsih, dan Nuniek Hermita. 2017. Pengaruh Ketinggian Tempat Terhadap Kandungan Gizi dan Asam Oksalat Pada Pelelepah Daun Talas Beneng yang Telah Dibudidayakan di Sekitar Kawasan Gunung Karang. *Jur. Agroekotek*. 9 (2) : 143 – 147.

Ferhat, M. A., Meklati, B. Y. dan Chemat, F. 2007. Comparison of different isolation methods of essential oil from Citrus fruits: cold pressing , hydrodistillation and microwave “ dry ” distillation. *Flavour Fragr. J.* 22: 494–

504.

Fithriani, Diini, Amini Sri, Melanie Susiana, dan Susilowati Rini. 2015. Uji Fitokimia, Kandungan Total Fenol dan Aktivitas Antioksidan Mikroalga *Spirulina* sp., *Chlorella* sp., dan *Nannochloropsis* sp. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 10(2) : 101-109.

Fuentes Edwar, María E. Báez, Manuel Bravo, Camila Cid, dan Fabián Labra. 2012. Determination of Total Phenolic Content in Olive Oil Samples by UV-visible Spectrometry and Multivariate Calibration. *Food Analytical Methods*. 5(6) : 1311–1319.

Gad Haidy A, El-Ahmady, Sherweit H, Abou-Shoer, Mohamed I, Al-Azizi, Mohamed M. 2013. Application of chemometrics in authentication of herbal medicines: A review. *Phytochemical Analysis*. 24(1) : 1–24.

Gandjar, I. G. dan A. R. 2015. *Spektroskopi Molekuler Untuk Analisis Farmasi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Gunawan wien. 1960. Kualitas Dan Nilai Minyak Atsiri.

Haryanto, A. 2015. Faktor Geografis dan Konsepsi Peran Nasional sebagai Sumber Politik Luar Negeri Indonesia. *Jurnal Hubungan Internasional*. 4(2) : 36–147.

Kaban, A. N., Daniel and Saleh, C. 2016. Uji Fitokimia, Toksisitas dan Aktivitas Antioksidan Fraksi n-heksan dan Etil Asetat terhaap Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *amarum*). *Jurnal Kimia Mulawarman*. 14(1) : 24–28.

Kemper, dan K. J. 1999. Ginger (*Zingiber officinale*). *Longwood Herbal Task Force* : 1–18.

Khasanah, L. U. and Pramani, C. A. 2010. Pengaruh Perlakuan Awal Bahan Baku dan Waktu Destilasi Serai Dapur (*Cymbopogon citratus*) terhadap Karakteristik Fisikokimia Minyak Serai Dapur (Lemongrass oil). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. I(1) : 59–71.

Khoddami, A., Wilkes, M. A. dan Roberts, T. H. 2013. Techniques for analysis of plant phenolic compounds. *Molecules*. 18(2) : 2328–2375.

Kohavi, R. 1995. A Study of Cross-Validation and Bootstrap for Accuracy Estimation and Model Selection. *International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI)*. 14(2): 1137-1145.

Kohavi, R. (1995) ‘A Study of Cross-Validation and Bootstrap for Accuracy Estimation and Model Selection’. doi: 10.1038/sj.dmfr.4600584.

Kojong, V. C. O. 2013. Uji Kualitas Minyak Biji Adas (*Foeniculum vulgare*) yang diperoleh dengan Metode Soxhletasi. 2(2) : 124–127.

Kristian, J. 2016. Pengaruh Lama Ekstraksi terhadap Rendemen dan Mutu Minyak Bunga Melati Putih menggunakan Metode Ekstraksi Pelarut Menguap (Solvent Extraction). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 10 : 34–43.

Kulit, E. 2017. Fenol, Flavonoid, dan Aktivitas Antioksidan pada *Alstonia scholaris* R . Br Stem Bark Extract). 35(3) : 211–219.

Kumar K. S. 2010. Extraction of Essential Oil Using Steam Distillation. *Department of Chemical Engineering National Institute of Technology Rourkel*: 1-33

Kuntorini, E. M. 2005. Botani ekonomi suku zingiberaceae sebagai obat tradisional oleh masyarakat di Kotamadya Banjarbaru. *Bioscientiae*. 2(1): 25–36.

Lin, D., Xiao, M., Zhao, J., Li, Z., Xing, B. 2016. An Overview of Plant Phenolic Compounds and Their Importance in Human Nutrition and Management of Type 2 Diabetes. *Molecules*. 21 : 1-19.

Miller, C. E. (2010). Chemometrics in Process Analytical Chemistry in Katherine A. Bakeev (ed.) *Process Analytical Technology: Spectroscopic Tools and Implementation Strategies for the Chemical and Pharmaceutical Industries*. (2). John Wiley & Sons : 226–227.

Miller, J. dan Miller, J. C. (2010) *Statistics and chemometrics for analytical chemistry*. 6th edition. Harlow : Pearson Education.

Muddarisna, N., Rahayu, Y. S. and Su'i, M. 2018. Pelatihan Pengolahan Jahe Menjadi Minyak Atsiri Dengan Teknik Penyulingan Pada Kelompok Petani Desa Junrejo Kecamatan Junrejo Kota Batu. *Jurnal Aplikasi Teknik dan Pengabdian Masyarakat*. 2(1) : 1-13.

Nicolet, T. 2001. *Introduction to Fourier Transform Infrared Spectrometry*. Madison : A Thermo Electron business.

Prior, R. L., X. Wu, dan K. S. 2005. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53 : 4290–4302.

Purwakusumah, E. D., Rafi, M., Safitri, U. D., Nurcholis, W. A., dan Muhammad A. Z. 2014. Identifikasi dan Autentikasi Jahe Merah menggunakan Kombinasi Spektroskopi FTIR dan Kemometrik. *Jurnal Agritech*. 34(01) : 82–87.

Roggo, Y., Chalus, P., Maurer, L., Lema-martinez, C., dan Jent, N. 2007. A review of near infrared spectroscopy and chemometrics in pharmaceutical technologies., *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 44 : 683–700.

Rukmana, H. R. 2002. Usaha Tani Cabai Rawit. Yogyakarta: Kanisius.

Rumoro, J. D., Sudew, S., dan Siamp, J. P. 2019. Analisis Total Fenolik Daun Gedi Hijau (*Abelmoschus manihot* L.) dengan menggunakan Spektrofotometri FTIR dan Kemometrik. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. 8(4) : 34–42.

Sani, N. S. dan Racchmawati, R. 2012. Pengambilan Minyak Atsiri dari Melati dengan Metode Enfleurasi dan Ekstraksi Pelarut Menguap. *Jurnal Teknik Pomits*. 1(1) : 1–4.

Sentosa Ginting. 2004. Pengaruh Lama Penyulingan Terhadap Rendemen Dan Mutu Minyak Atsiri Daun Sereh Wangi : 1–22.

Setyawan, A. 2002. Keragaman Varietas Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) berdasarkan Kandungan Kimia Minyak Atsiri. *Journal of Biological Science*. 4(2) : 48–54.

Setyawati, H. dan Ali Mustofa, M. 2017. Analisis Kadar Vitamin C Kelopak Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) Muda dan Tua yang dikoleksi Dari Berbagai Ketinggian Tempat yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Biologi*. 5(2) : 99–103.

Sholekah, F. F. 2017. Perbedaan Ketinggian Tempat Terhadap Kandungan Flavonoid Dan Beta Karoten Buah Karika (*Carica pubescens*) Daerah Dieng Wonosobo. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Biologi* : 75–82.

Singh, G., Kapoor, I. P.S., Singh, P., de H., Carola S., de L., M. P., dan Catalan, C.A.N. 2008. Chemistry, antioxidant and antimicrobial investigations on essential oil and oleoresins of *Zingiber officinale*. *Food and Chemical Toxicology*. 46(10) : 3295–3302.

Singleton, L. 1968. Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent. *Methods in Enzymology*. 3(6) : 561.

Soedarsono. 1985. *Klimatologi Dasar*. Jurusan Geofisika dan Meteorologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Bogor : Institut Pertanian Bogor.

Soediono, B. 1989. Teknologi Budidaya Tanaman Jahe. *Journal of Chemical Information and Modeling*. 53 : 160.

Tim Lentera. 2004. *Khasiat & Manfaat Jahe si Rimpang Ajaib*. Jakarta selatan: AgroMedia Pustaka.

Tullin, C. J. 1996. The Theory Behind FTIR analysis. *Measurement Technology* :

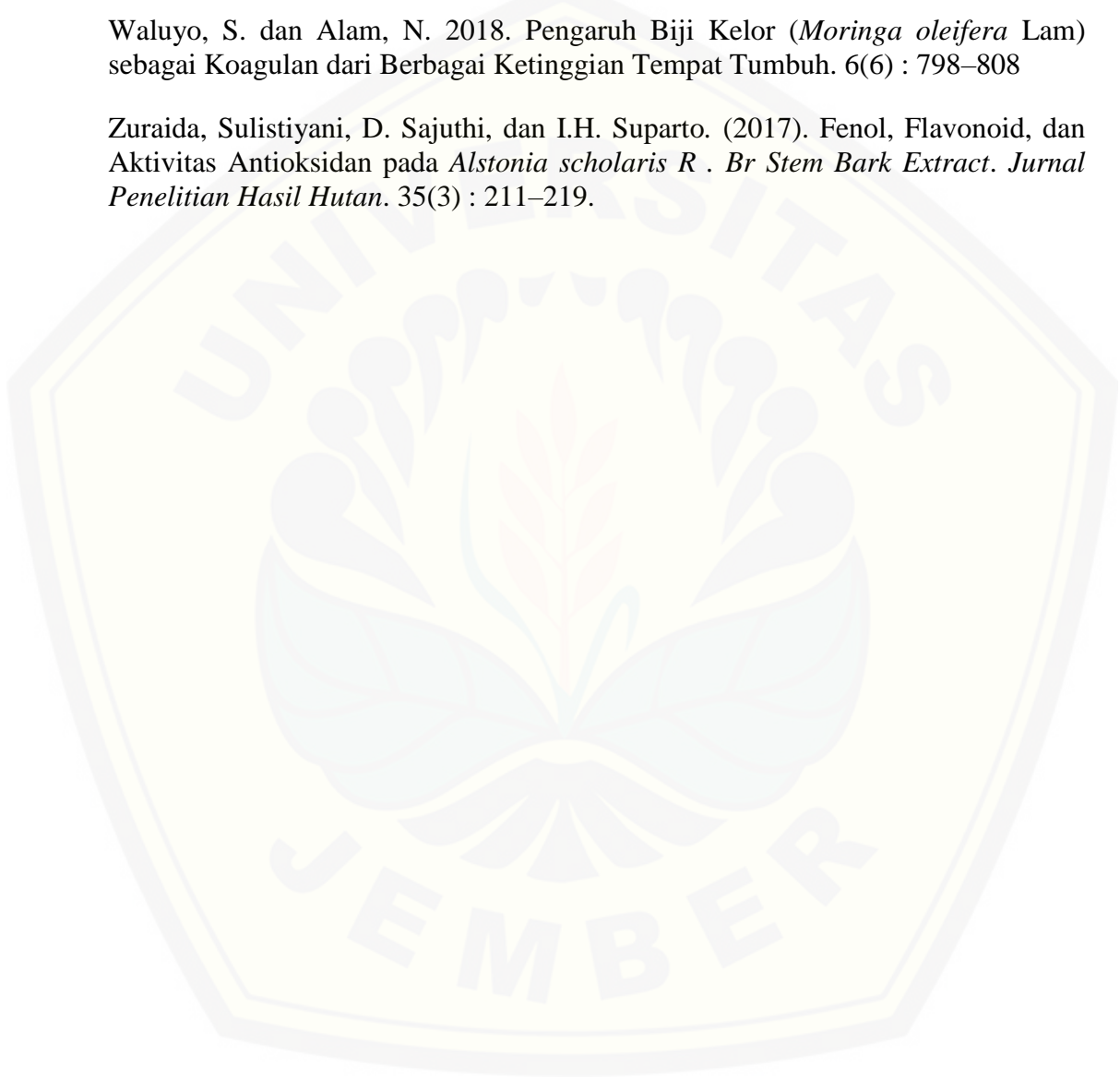
1-15

Tursiman, Ardiningsih, P. dan Nofiani, R. 2012. Total Fenol Fraksi Etil Asetat Dari Buah Asam Kandis. *Jkk*. 1(1) : 45–48.

Varmuza K. 2000. Applied chemometrics: from chemical data to relevant information. *Ist Convergence on Chemistry* : 1–17.

Waluyo, S. dan Alam, N. 2018. Pengaruh Biji Kelor (*Moringa oleifera* Lam) sebagai Koagulan dari Berbagai Ketinggian Tempat Tumbuh. 6(6) : 798–808

Zuraida, Sulistiyani, D. Sajuthi, dan I.H. Suparto. (2017). Fenol, Flavonoid, dan Aktivitas Antioksidan pada *Alstonia scholaris* R . *Br Stem Bark Extract*. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 35(3) : 211–219.



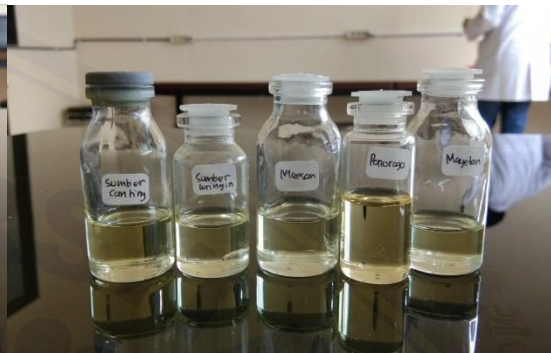
LAMPIRAN

LAMPIRAN A. Sampel dan Instrumen yang Digunakan

A1. Sampel



Sampel Dataran Sedang

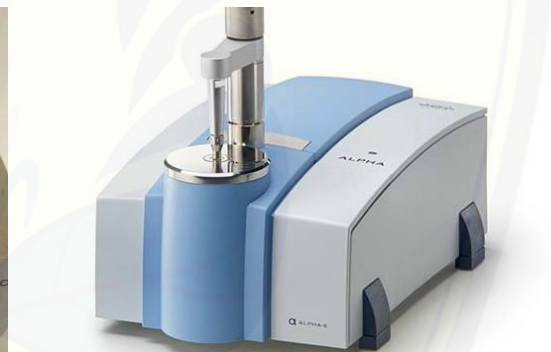


Sampel Dataran Tinggi

A2. Instrumen



Spektrofotometri UV-Vis

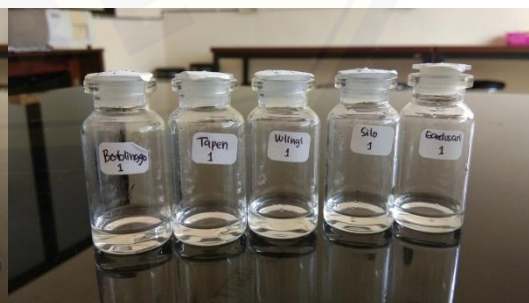


FTIR

A3. Hasil Fraksinasi



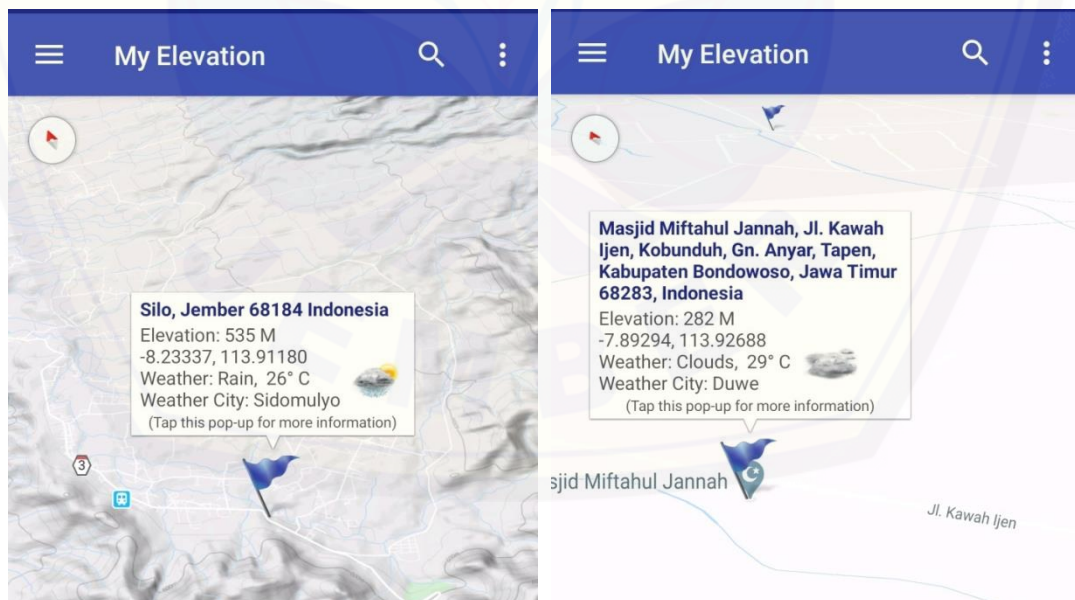
Gambar 4.3 Hasil Fraksinasi Sampel Dataran Tinggi

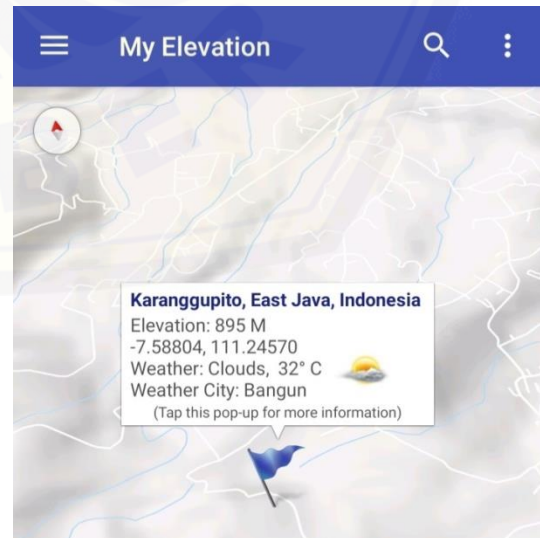
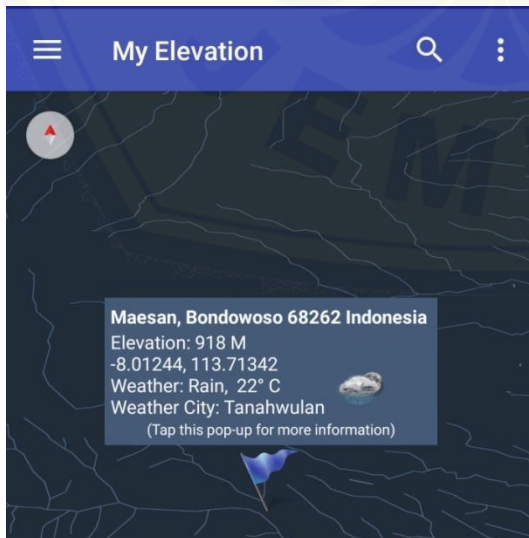
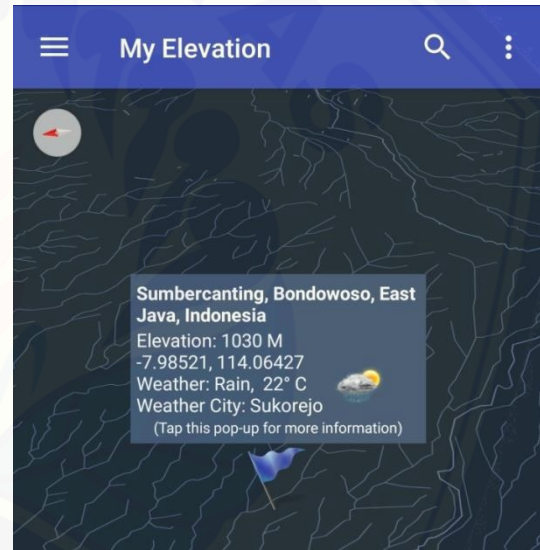
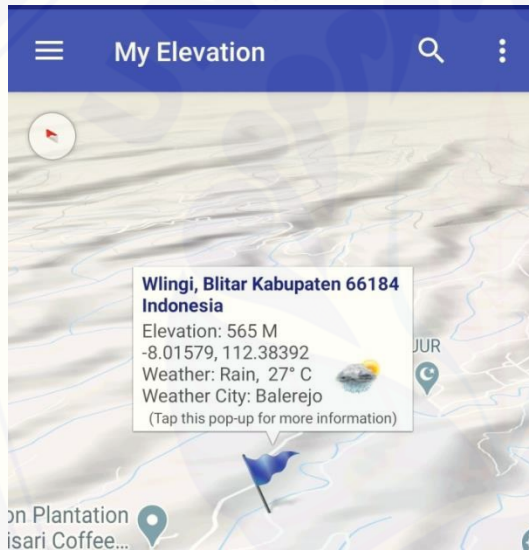
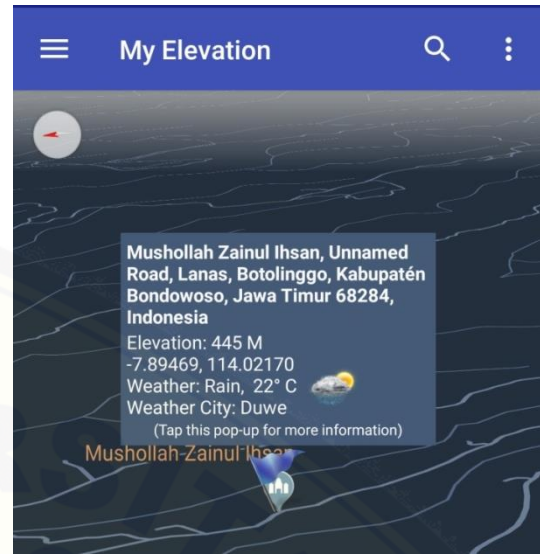
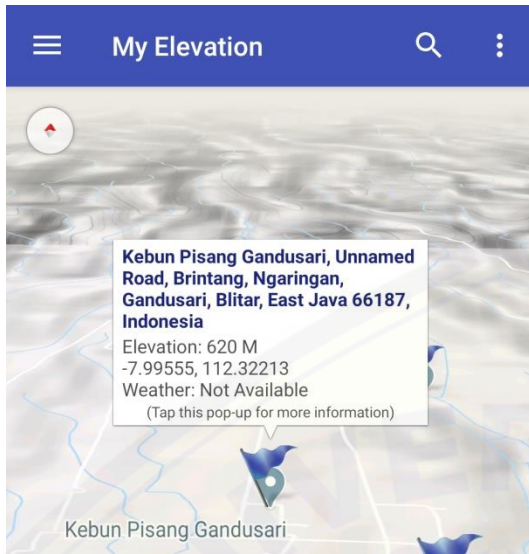


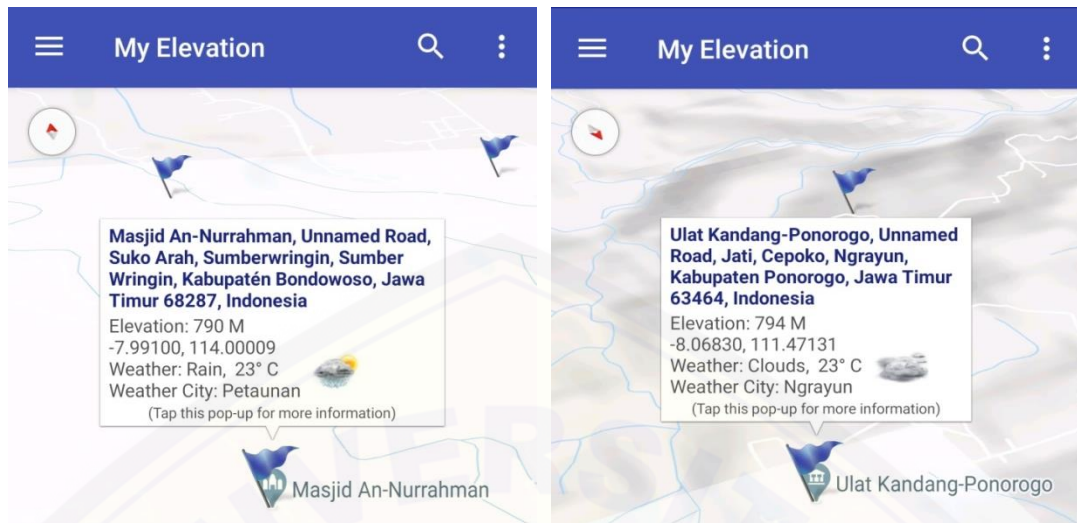
Gambar 4.4 Hasil Fraksinasi Sampel Dataran Sedang

LAMPIRAN B. Identitas Sampel**B1. Asal Rimpang Jahe Emprit**

No.	kategori	Asal Jahe Emprit	Ketinggian (mdpl)
1.	Dataran Tinggi (>700 mdpl)	Maesan, Bondowoso	918
		Sumbercanting, Bondowoso	1030
		Sumberwringin, Bondowoso	790
		Karanggupito, Magetan	895
		Ngrayun, Ponorogo	794
2	Dataran Sedang (200-700 mdpl)	Wlingi, Blitar	565
		Gandusari, Blitar	620
		Botolinggo, Bondowoso	445
		Tapen, Bondowoso	282
		Silo, Jember	535

B2. Penentuan Ketinggian Wilayah menggunakan Aplikasi “My Elevation”





B3. Hasil Determinasi Rimpang Jahe Emprit



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS KESEHATAN
UPT LABORATORIUM HERBAL MATERIA MEDICA BATU
 Jalan Lahor No.87 Telp. (0341) 593396
KOTA BATU 65313

Nomor : 074/ 352A/ 102.7/ 2020
 Sifat : Biasa
 Perihal : **Determinasi Tanaman Jahe Emprit**

Memenuhi permohonan saudara :

Nama : UMI ZAHROTUN NI'MAH
 NIM : 162210101086
 Fakultas : FAKULTAS FARMASI, UNIVERSITAS JEMBER

1. Perihal determinasi tanaman jahe emprit

Kingdom : Plantae
 Divisi : Spermatophyta
 Sub divisi : Angiospermae
 Kelas : Monocotyledonae
 Bangsa : Zingiberales
 Suku : Zingiberaceae
 Marga : Zingiber
 Jenis : *Zingiber officinale* Rosc. var. *amarum*
 Nama Umum : Halia, helia (Melayu); jahe sunthi, jahe emprit (Jawa).
 Kunci Determinasi : 1b-2b-3b-4b-6b-7b-9b-10b-11b-12b-13b-14a-15a-109a-110b-111b-112a-113b-116a-119b-120b-128b-129a-130b-132a.

2. Morfologi

: Tanaman herba semusim, tegak, tinggi 40-50 cm. Batang semu, beralur, membentuk rimpang, warna hijau. Daun tunggal, bentuk lanset, tepi rata, ujung runcing, pangkal tumpul, warna hijau tua. Bunga majemuk, bentuk bulir, sempit, ujung runcing, panjang 3.5-5 cm, lebar 1.5-2 cm, mahkota bunga bentuk corong, panjang 2-2.5 cm, warna ungu. Buah kotak, bulat panjang, warna cokelat. Ciri utama jahe emprit terletak pada bentuk rimpangnya yang kecil, rata cenderung pipih dan tidak mengembung. Jahe jenis ini bisa ditemukan dalam warna putih, kuning dan dalam kondisi tertentu berwarna merah. Serat jahe emprit bertekstur lembut dengan aroma yang tidak tajam.

3. Bagian yang digunakan : Rimpang.

4. Penggunaan : Penelitian (Tugas Akhir).

5. Daftar Pustaka

- Syamsuhidayat, Sri Sugati dan Hutapea, Johny Ria. 1991. *Inventaris Tanaman Obat Indonesia 1*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Van Steenis, CGGJ. 2008. *FLORA, untuk Sekolah di Indonesia*. Pradnya Paramita, Jakarta.

Demikian surat keterangan determinasi ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Batu, 10 Juni 2020



LAMPIRAN C. Perhitungan Penentuan Bobot Jenis Sampel Minyak**C1. Contoh Perhitungan Bobot Jenis Minyak**

- Bobot Vial Kosong (25°C) = 9,706 gram
- Bobot Vial + Air (25°C) = 10,706 gram
- Volume Air (25°C) = 1 mL
- Bobot Vial + Minyak (25°C) = 10,585 gram
- Volume Minyak (25°C) = 1 mL
 - a. Bobot Air (25°C) = ((Bobot Vial + Air) – (Bobot Vial Kosong)) gram

$$= (10,706 - 9,706) \text{ gram}$$

$$= 1 \text{ gram}$$
 - b. Bobot Jenis Air (25°C) = $\frac{\text{Bobot Air (25°C)(gram)}}{\text{Volume Air (ml)}}$

$$= \frac{\text{Bobot Air (25°C)(gram)}}{\text{Volume Air (ml)}}$$

$$= \frac{1 \text{ gram}}{1 \text{ ml}}$$
 - c. Bobot Minyak (25°C) = ((Bobot Vial + Minyak) – (Bobot Vial Kosong)) gram

$$= (10,585 - 9,706) \text{ gram}$$

$$= 0,861 \text{ gram}$$
 - d. Bobot jenis minyak (25°C) = $\frac{\frac{\text{Bobot Minyak (25°C)(gram)}}{\text{Volume Minyak (ml)}}}{\frac{\text{Bobot Air (25°C)(gram)}}{\text{Volume Air (ml)}}}$

$$= \frac{0,861 \text{ gram}}{1 \text{ ml}} \times \frac{1 \text{ ml}}{1 \text{ gram}}$$

$$= 0,861$$

C2. Hasil Penentuan Bobot Jenis Minyak

Nama Sampel	Replikasi	bobot jenis (g/mL)	bobot jenis rata-rata (g/mL)	SD	RSD/CV
MAESAN	1	0,861	0,861	0,011	1,278
	2	0,872			
	3	0,85			
MAGETAN	1	0,879	0,8803	0,002	0,174
	2	0,882			
	3	0,88			
PONOROGO	1	0,866	0,874	0,007	0,825
	2	0,88			
	3	0,876			
SUMBERCANTING	1	0,864	0,868	0,005	0,519
	2	0,868			
	3	0,873			
SUMBERWRINGIN	1	0,858	0,86	0,003	0,308
	2	0,859			
	3	0,863			
SILO	1	0,891	0,886	0,008	0,882
	2	0,877			
	3	0,89			
BOTOLINGGO	1	0,876	0,879	0,003	0,301
	2	0,881			
	3	0,88			
TAPEN	1	0,867	0,874	0,008	0,864
	2	0,873			
	3	0,882			
WLINGI	1	0,871	0,87	0,003	0,304
	2	0,872			
	3	0,867			
GANDUSARI	1	0,868	0,870	0,004	0,435
	2	0,867			
	3	0,874			

LAMPIRAN D. Penentuan Kadar Fenolik total**D1. Pembuatan Reagen**

- ✓ Pembuatan Reagen Follin-Ciocalteu 1:10

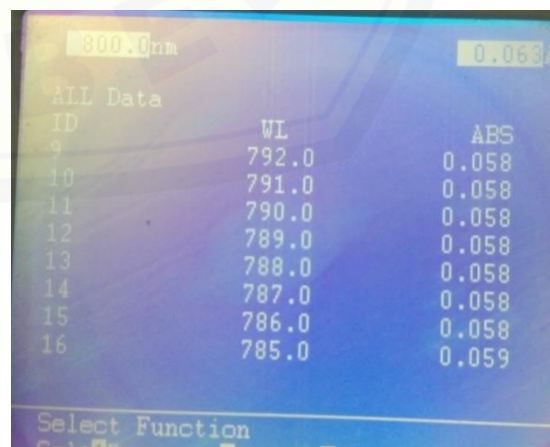
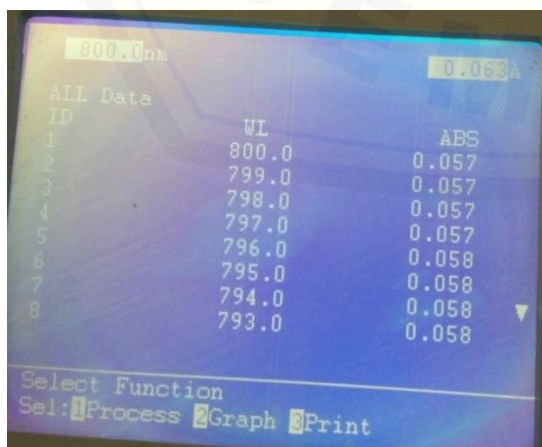
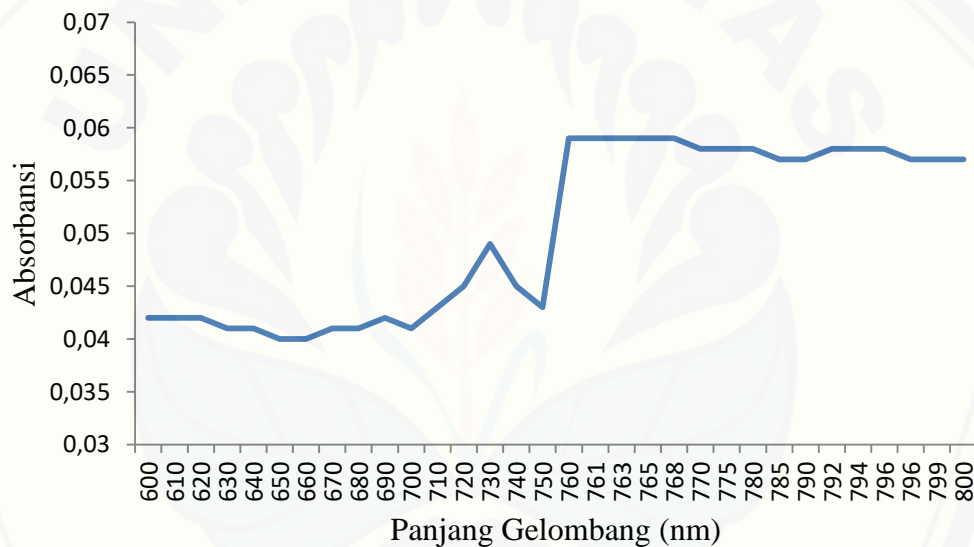
10 mL Follin-Ciocalteu dilarutkan dalam 100 mL aquadest.

- ✓ Pembuatan Reagen Na_2CO_3 7,5%

$7,5\% = \frac{7,5 \text{ g}}{100 \text{ ml}}$ (Ditimbang 7,5 g Na_2CO_3 kemudian dilarutkan dalam 100 mL aquadest.)

D2. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Panjang Gelombang Yang digunakan = 763 nm



800.0nm 0.063A

ALL Data

ID	WL	ABS
17	784.0	0.059
18	783.0	0.059
19	782.0	0.059
20	781.0	0.059
21	780.0	0.059
22	779.0	0.059
23	778.0	0.058
24	777.0	0.058

Select Function

800.0nm 0.063A

ALL Data

ID	WL	ABS
25	776.0	0.058
26	775.0	0.058
27	774.0	0.059
28	773.0	0.059
29	772.0	0.059
30	771.0	0.059
31	770.0	0.059
32	769.0	0.059

Select Function

800.0nm 0.064A

ALL Data

ID	WL	ABS
33	768.0	0.059
34	767.0	0.058
35	766.0	0.059
36	765.0	0.059
37	764.0	0.059
38	763.0	0.059
39	762.0	0.059
40	761.0	0.059

Select Function

800.0nm 0.064A

ALL Data

ID	WL	ABS
49	752.0	0.049
50	751.0	0.047
51	750.0	0.043
52	749.0	0.040
53	748.0	0.038
54	747.0	0.035
55	746.0	0.034
56	745.0	0.033

Select Function

800.0nm 0.064A

ALL Data

ID	WL	ABS
57	744.0	0.033
58	743.0	0.034
59	742.0	0.036
60	741.0	0.040
61	740.0	0.045
62	739.0	0.049
63	738.0	0.052
64	737.0	0.053

Select Function

800.0nm 0.063A

ALL Data

ID	WL	ABS
65	736.0	0.053
66	735.0	0.053
67	734.0	0.052
68	733.0	0.051
69	732.0	0.050
70	731.0	0.049
71	730.0	0.049
72	729.0	0.048

Select Function

800.0nm 0.064A

ALL Data

ID	WL	ABS
73	728.0	0.047
74	727.0	0.047
75	726.0	0.047
76	725.0	0.046
77	724.0	0.046
78	723.0	0.045
79	722.0	0.045
80	721.0	0.045

Select Function

800.0nm 0.064A

ALL Data

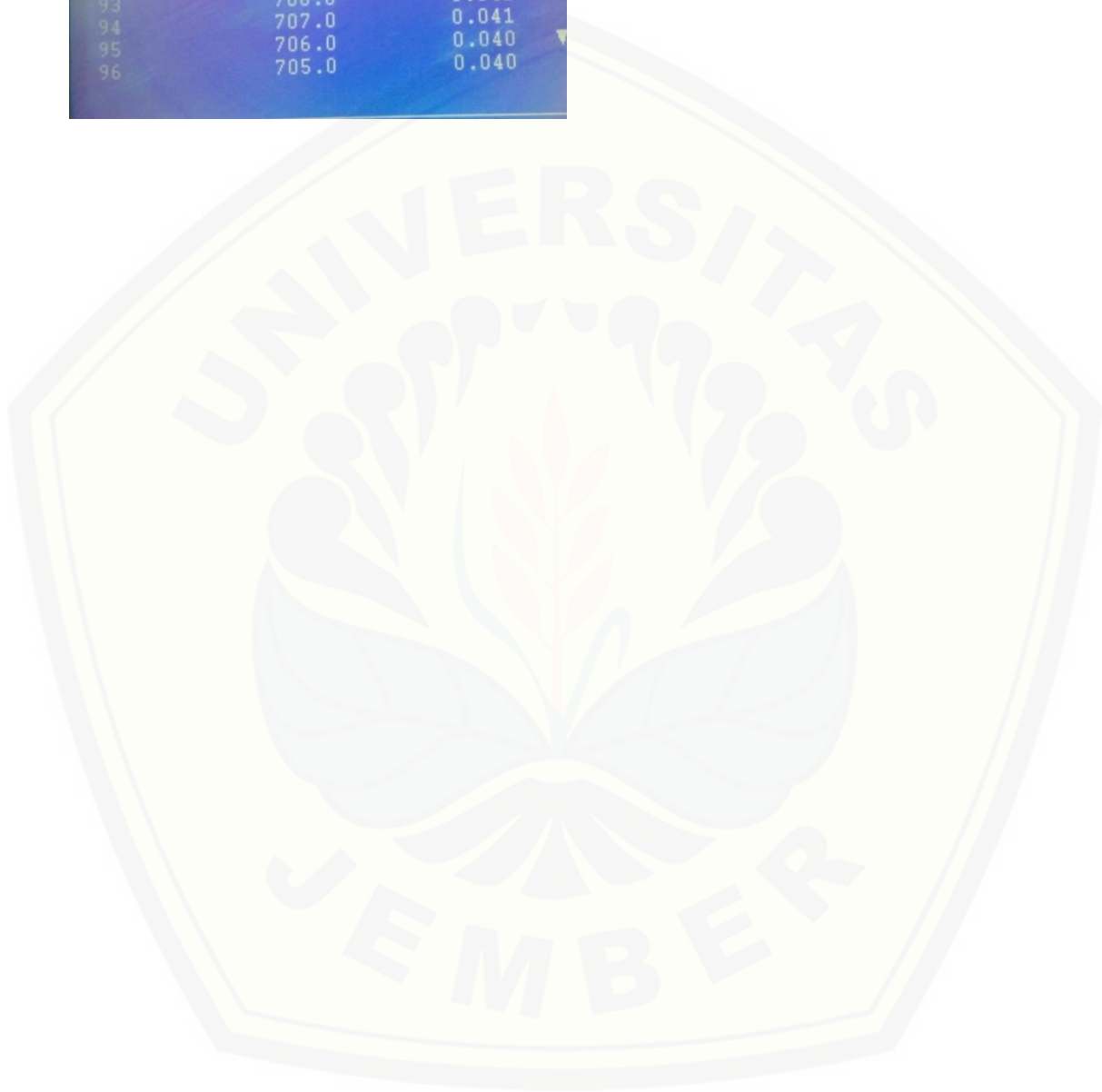
ID	WL	ABS
81	720.0	0.045
82	719.0	0.044
83	718.0	0.044
84	717.0	0.044
85	716.0	0.044
86	715.0	0.043
87	714.0	0.043
88	713.0	0.043

Select Function

800.0nm 0.064A

ALL Data

ID	WL	ABS
89	712.0	0.042
90	711.0	0.042
91	710.0	0.042
92	709.0	0.041
93	708.0	0.041
94	707.0	0.041
95	706.0	0.040
96	705.0	0.040

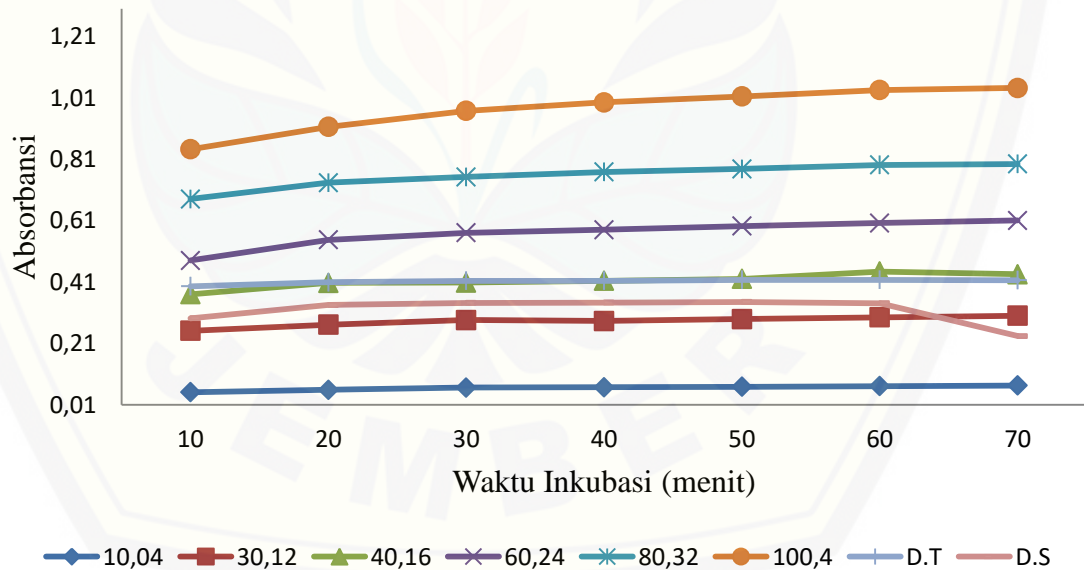


D3. Perhitungan Waktu Inkubasi

1. Tabel Perhitungan Waktu Inkubasi

Waktu (menit)	10,04	30,12	40,16	60,24	80,32	100,4	D.T	D.S
10	0,051	0,251	0,37	0,48	0,68	0,842	0,396	0,292
20	0,059	0,271	0,407	0,547	0,733	0,915	0,409	0,335
30	0,066	0,286	0,408	0,57	0,752	0,967	0,414	0,342
40	0,067	0,283	0,414	0,58	0,768	0,995	0,414	0,343
50	0,069	0,289	0,42	0,592	0,778	1,014	0,417	0,345
60	0,071	0,295	0,444	0,602	0,791	1,035	0,417	0,341
70	0,073	0,3	0,435	0,61	0,794	1,042	0,416	0,234

2. Grafik Penentuan Waktu Inkubasi



763.0nm		-0.142A		763.0nm		-0.142A	
ID	ABS	ID	ABS	ID	ABS	ID	ABS
1	0.001	9	0.292				
2	0.051	10	0.059				
3	0.251	11	0.271				
4	0.370	12	0.407				
5	0.480	13	0.547				
6	0.680	14	0.733				
7	0.842	15	0.915				
8	0.396	16	0.409				

Press START Measure
Print

763.0nm		-0.142A		763.0nm		-0.142A	
ID	ABS	ID	ABS	ID	ABS	ID	ABS
17	0.335	25	0.342				
18	0.066						
19	0.286						
20	0.408						
21	0.570						
22	0.752						
23	0.967						
24	0.414						

Press START Measure
Print

763.0nm		-0.142A		763.0nm		-0.142A	
ID	ABS	ID	ABS	ID	ABS	ID	ABS
25	0.342	33	0.343				
26	0.067	34	0.069				
27	0.283	35	0.289				
28	0.414	36	0.420				
29	0.580	37	0.592				
30	0.768	38	0.778				
31	0.995	39	1.014				
32	0.414	40	0.417				

Press START Measure
Print

763.0nm		-0.142A		763.0nm		-0.142A	
ID	ABS	ID	ABS	ID	ABS	ID	ABS
41	0.345	49	0.341				
42	0.071	50	0.073				
43	0.295	51	0.300				
44	0.444	52	0.435				
45	0.602	53	0.610				
46	0.791	54	0.794				
47	1.035	55	1.042				
48	0.417	56	0.416				

Press START Measure
Print

D4. Kurva Baku Asam Galat

1. Pembuatan Larutan Induk

$$\frac{25,1 \text{ mg}}{25 \text{ ml}} \times 1000 = 1004 \text{ ppm}$$

2. Pengenceran Larutan Induk

$$\checkmark \frac{100 \mu\text{L}}{10 \text{ ml}} \times 1004 \text{ ppm} = 10,04 \text{ ppm}$$

$$\checkmark \frac{600 \mu\text{L}}{10 \text{ ml}} \times 1004 \text{ ppm} = 60,24 \text{ ppm}$$

$$\checkmark \frac{300 \mu\text{L}}{10 \text{ ml}} \times 1004 \text{ ppm} = 30,12 \text{ ppm}$$

$$\checkmark \frac{800 \mu\text{L}}{10 \text{ ml}} \times 1004 \text{ ppm} = 80,32 \text{ ppm}$$

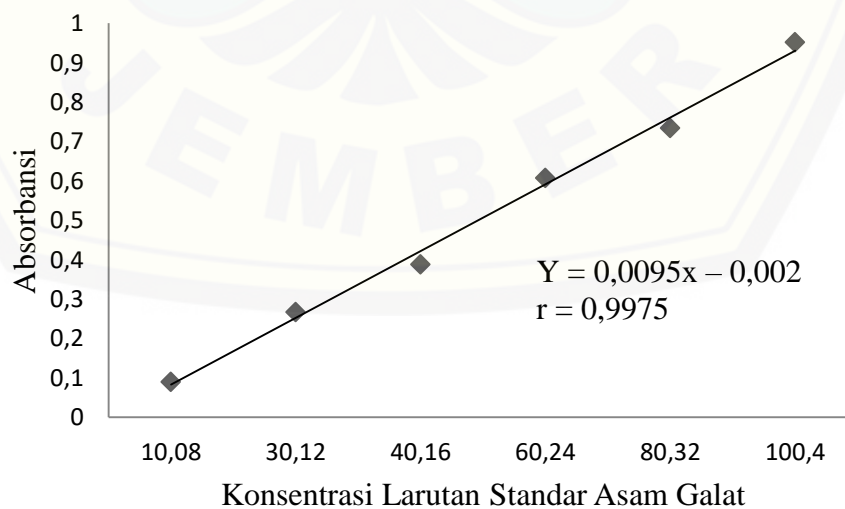
$$\checkmark \frac{400 \mu\text{L}}{10 \text{ ml}} \times 1004 \text{ ppm} = 40,16 \text{ ppm}$$

$$\checkmark \frac{1000 \mu\text{L}}{10 \text{ ml}} \times 1004 \text{ ppm} = 100,4 \text{ ppm}$$



Hasil Pengukuran Larutan Standar

3. Kurva Baku Asam Galat dan Persamaan Regresi



D5. Contoh Perhitungan Kadar Fenol pada Sampel Minyak

1. Sampel Minyak Jahe Maesan Replikasi 1

- $Y = 0,0095x - 0,002$
 $0,443 = 0,0095x - 0,002$
 $x = 46,842 \mu\text{g/mL}$

- Konsentrasi Fenol setelah Pengenceran

$$\frac{46,842 \mu\text{g}}{\text{ml}} \times 2 \text{ mL} \times \frac{1000 \mu\text{L}}{200\mu\text{L}} \times \frac{1200 \mu\text{L}}{400\mu\text{L}} = 1405,26 \mu\text{g dalam } 600 \mu\text{L}$$

minyak

- % b/v minyak (% b/v = gram tiap 100 mL minyak)

$$\frac{1405,26 \mu\text{g}}{600\mu\text{L}} \times \frac{10^{-6} \text{ g}}{\mu\text{g}} \times \frac{\mu\text{L}}{10^{-3} \text{ mL}} \times 100 = 0,234 \% \text{ b/v GAE}$$

Replikasi 2

- Konsentrasi Kadar Fenol

$$0,441 = 0,0095x - 0,002$$

$$x = 46,632 \mu\text{g/mL}$$

- Konsentrasi Fenol setelah Pengenceran

$$\frac{46,632 \mu\text{g}}{\text{ml}} \times 2 \text{ mL} \times \frac{1000 \mu\text{L}}{200\mu\text{L}} \times \frac{1200 \mu\text{L}}{400\mu\text{L}} = 1398,96 \mu\text{g dalam } 600 \mu\text{L}$$

minyak

- % b/v minyak (% b/v = gram tiap 100 mL minyak)

$$\frac{1398,96 \mu\text{g}}{600\mu\text{L}} \times \frac{10^{-6} \text{ g}}{\mu\text{g}} \times \frac{\mu\text{L}}{10^{-3} \text{ mL}} \times 100 = 0,233 \% \text{ b/v GAE}$$

Replikasi 3

- Konsentrasi Kadar Fenol

$$0,457 = 0,0095x - 0,002$$

$$x = 48,316 \mu\text{g/mL}$$

- Konsentrasi Fenol setelah Pengenceran

$$\frac{48,316 \mu\text{g}}{\text{ml}} \times 2 \text{ mL} \times \frac{1000 \mu\text{L}}{200\mu\text{L}} \times \frac{1200 \mu\text{L}}{400\mu\text{L}} = 1449,48 \mu\text{g dalam } 600 \mu\text{L}$$

minyak

- % b/v minyak (% b/v = gram tiap 100 mL minyak)

$$\frac{1449,48 \mu\text{g}}{600\mu\text{L}} \times \frac{10^{-6} \text{ g}}{\mu\text{g}} \times \frac{\mu\text{L}}{10^{-3} \text{ mL}} \times 100 = 0,242 \% \text{ b/v GAE}$$

2. Perhitungan Kandungan Fenol Rata-Rata

$$\% \text{ b/v GAE} = \frac{= 0,234 \% + 0,233 \% + 0,242 \%}{3} = 0,2363 \%$$

3. Perhitungan %b/v GAE

Nama Sampel	Absorbansi	% b/v GAE (g/100mL)	rata2 % b/v GAE (g/100 mL)	SD	RSD
MAESAN	0,443	0,234			
	0,441	0,233			
	0,457	0,242	0,2363	0,0049	2,0873
MAGETAN	0,418	0,221			
	0,41	0,217			
	0,419	0,221	0,2197	0,0023	1,0513
PONOROGO	0,548	0,289			
	0,537	0,284			
	0,541	0,286	0,2863	0,0025	0,8789
SUMBERCANTING	0,464	0,245			
	0,478	0,253			
	0,473	0,25	0,2493	0,0040	1,6209
SUMBERWRINGIN	0,463	0,245			
	0,457	0,242			
	0,47	0,248	0,2450	0,0030	1,2245
SILO	0,338	0,179			
	0,313	0,166			
	0,321	0,17	0,1717	0,0067	3,8786
BOTOLINGGO	0,314	0,167			
	0,305	0,161			
	0,307	0,163	0,1637	0,0031	1,8666
TAPEN	0,287	0,152			
	0,298	0,158			
	0,305	0,162	0,1573	0,0050	3,1991
WLINGI	0,274	0,145			
	0,288	0,153			
	0,281	0,149	0,1490	0,0040	2,6846
GANDUSARI	0,28	0,148			
	0,288	0,153			
	0,304	0,161	0,1540	0,0066	4,2581

4. Perhitungan rata-rata %b/v GAE Kedua Kategori

a. Dataran Tinggi

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Jumlah } \% \frac{b}{v} \text{ GAE}}{\text{Jumlah sampel}} \\ &= \frac{0,2363 + 0,2197 + 0,2863 + 0,2493 + 0,2450}{5} = 0,2473 \% \text{b/v GAE} \end{aligned}$$

b. Dataran Sedang

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Jumlah } \% \frac{b}{v} \text{ GAE}}{\text{Jumlah sampel}} \\ &= \frac{0,1717 + 0,1637 + 0,1573 + 0,1490 + 0,1540}{5} = 0,1293 \% \text{b/v GAE} \end{aligned}$$

LAMPIRAN E. Hasil Analisis Statistika SPSS**E1. Hasil Uji Normalitas****Case Processing Summary**

		Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
totalfenolik	sedang	15	100.0%	0	0.0%	15	100.0%
total	tinggi	15	100.0%	0	0.0%	15	100.0%

Descriptives

kategoriketinggian			Statistic	Std. Error
totalfenolik total	sedang	Mean	.15913	.002396
		95% Confidence Interval for Lower Bound Mean	.15399	
		Upper Bound	.16427	
	5% Trimmed Mean	.15881		
	Median	.16100		
	Variance	.000		
	Std. Deviation	.009280		
	Minimum	.145		
	Maximum	.179		
	Range	.034		
	Interquartile Range	.014		
	Skewness	.408	.580	
	Kurtosis	-.105	1.121	
	tinggi	Mean		.24733
95% Confidence Interval for Lower Bound Mean			.23462	
		Upper Bound	.26004	
5% Trimmed Mean		.24670		
Median		.24500		
Variance		.001		
Std. Deviation		.022949		
Minimum		.217		
Maximum		.289		
Range		.072		
Interquartile Range		.020		
Skewness		.747	.580	
Kurtosis		-.227	1.121	

Tests of Normality

kategoriketinggian		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
totalfenolik total	sedang	.146	15	.200*	.969	15	.841
	tinggi	.202	15	.099	.887	15	.060

***Keterangan** : Nilai *sig. Shapiro-wilk* pada tiap kategori ketinggian > 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa data per kategori ketinggian terdistribusi secara normal.

E2. Hasil Uji T Tidak Berpasangan

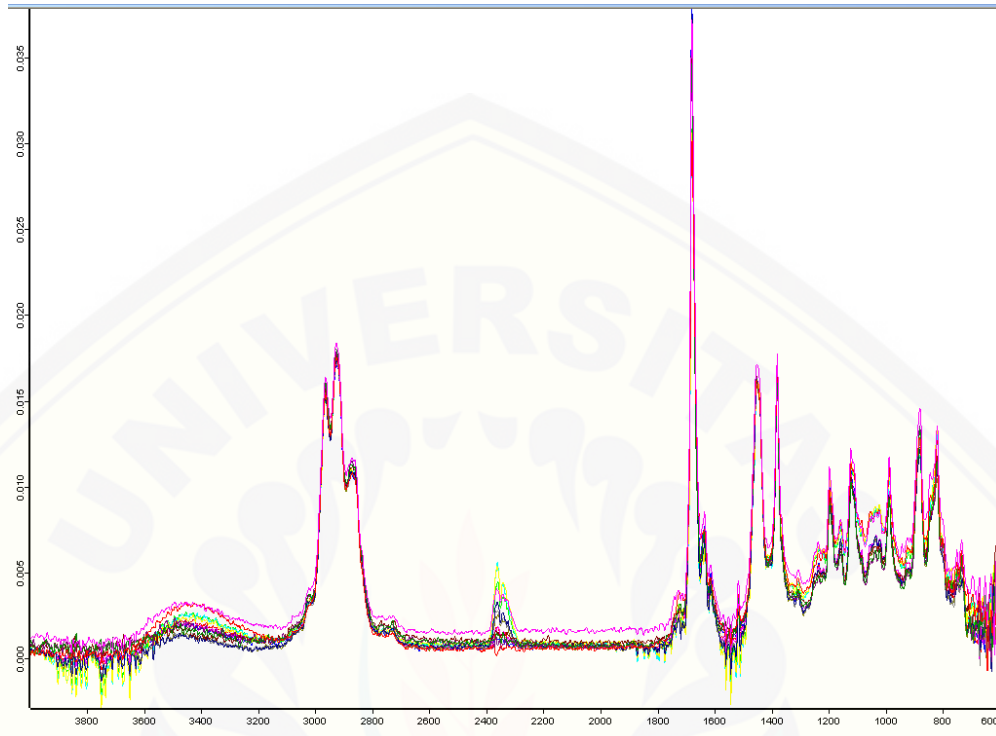
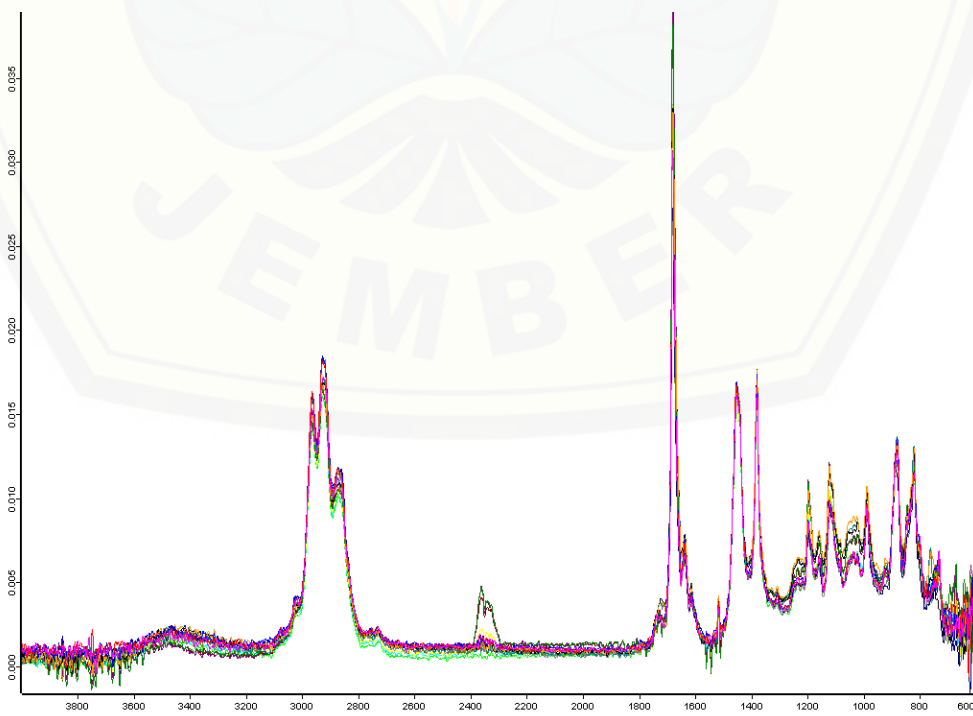
Group Statistics

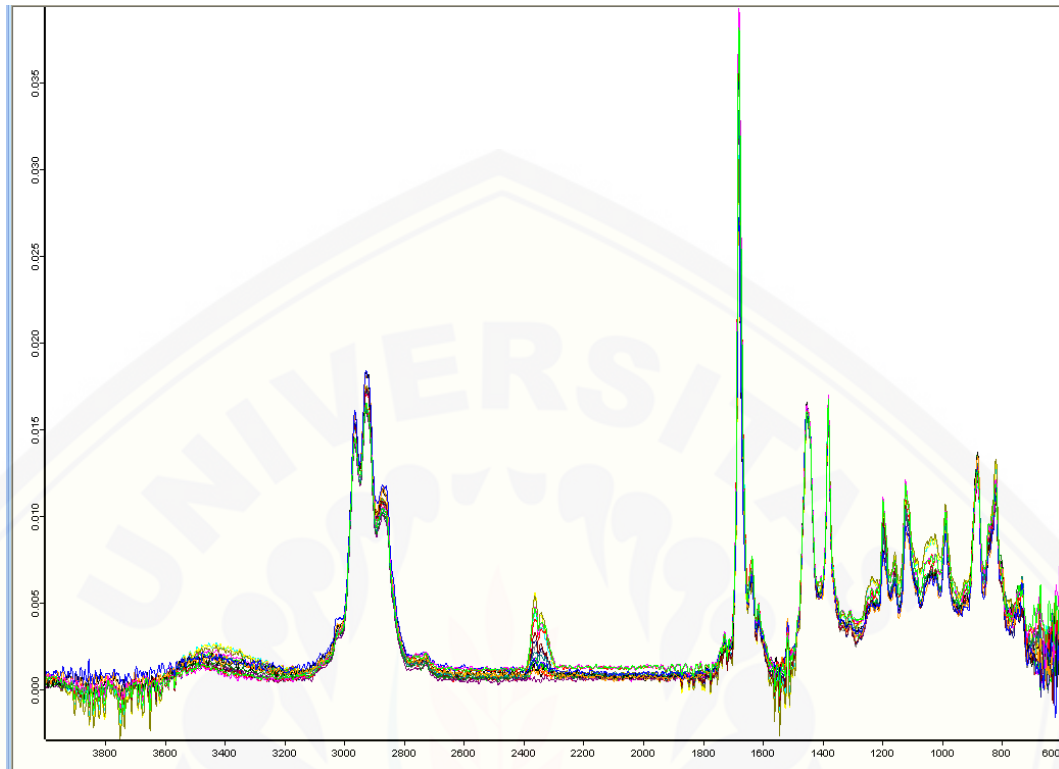
kategoriketinggian		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
totalfenolik total	sedang	15	.15913	.009280	.002396
	tinggi	15	.24733	.022949	.005925

Independent Samples Test

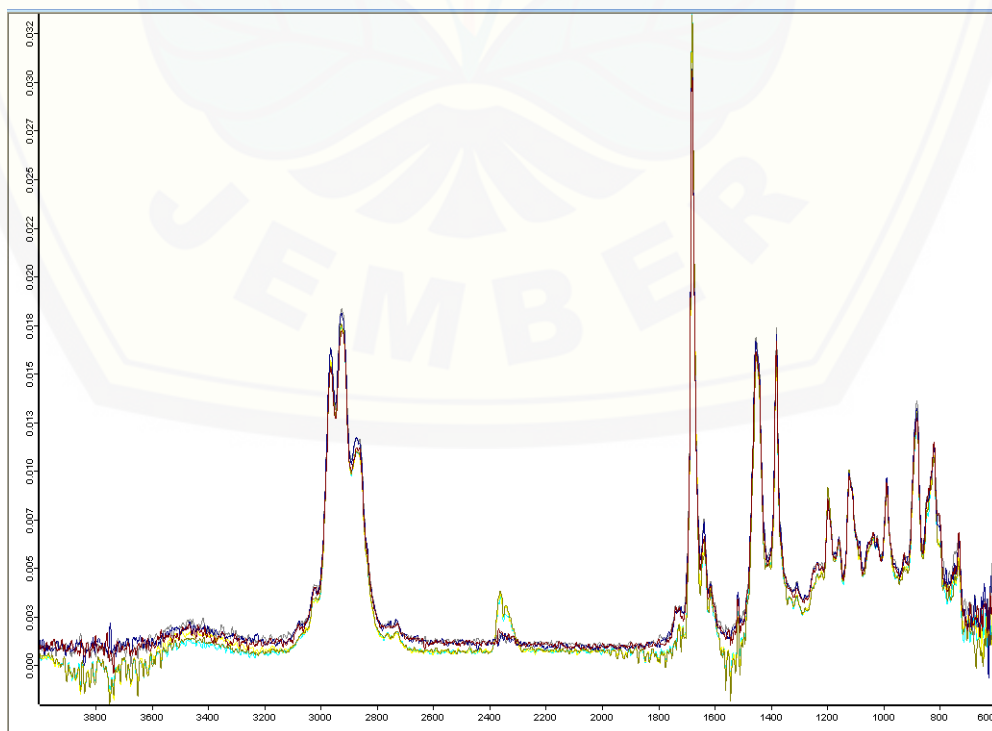
		T tidak berpasangan for Equality of Means			
		Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference
					Lower
totalfenolik total	Equal variances assumed	.000	-.088200	.006392	-.101293
	Equal variances not assumed	.000	-.088200	.006392	-.101604

***Keterangan** : Nilai *Sig. (2-tailed)* < 0,005 menunjukkan bahwa data per kategori ketinggian berbeda atau tidak identic atau tidak sama.

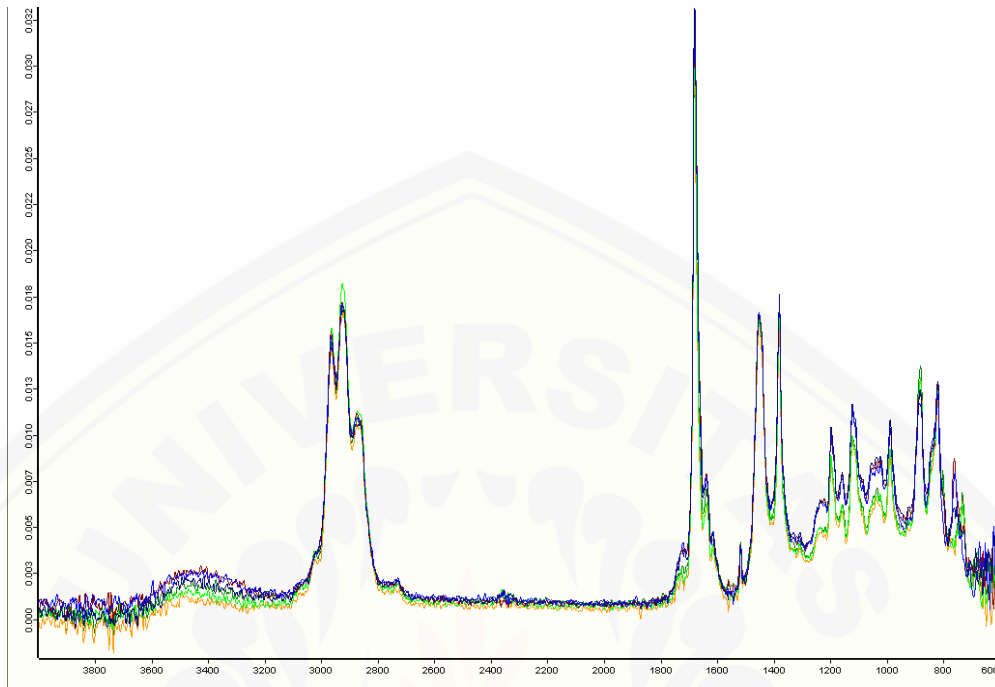
LAMPIRAN F. Scanning FTIR minyak jahe emprit**F1. Spektra FTIR Data Dataran Sedang****F2. Spektra FTIR Data Dataran Tinggi**

F3. Spektra FTIR Data *Training set*

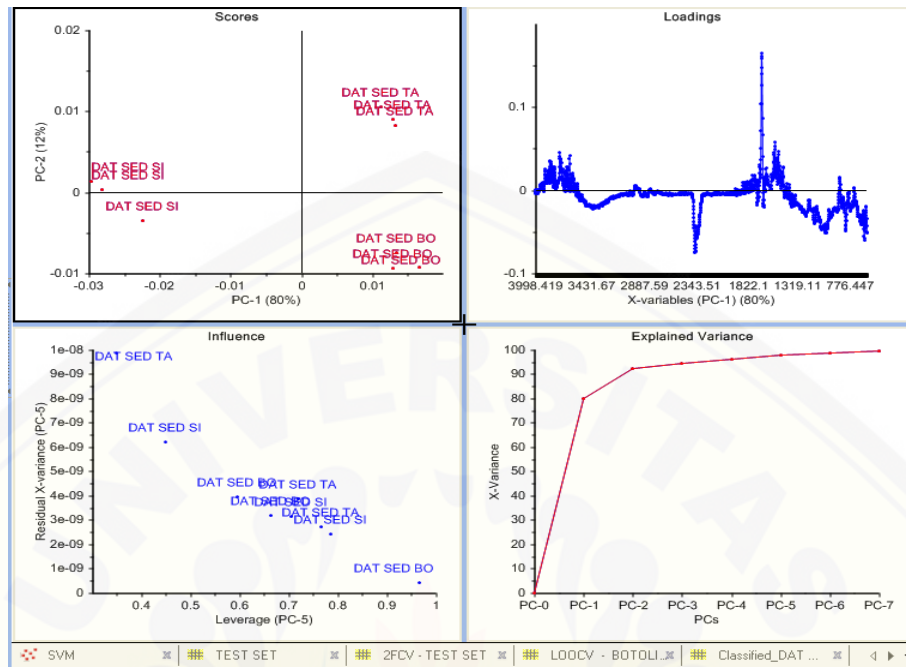
F4. Spektra FTIR Data Test Set



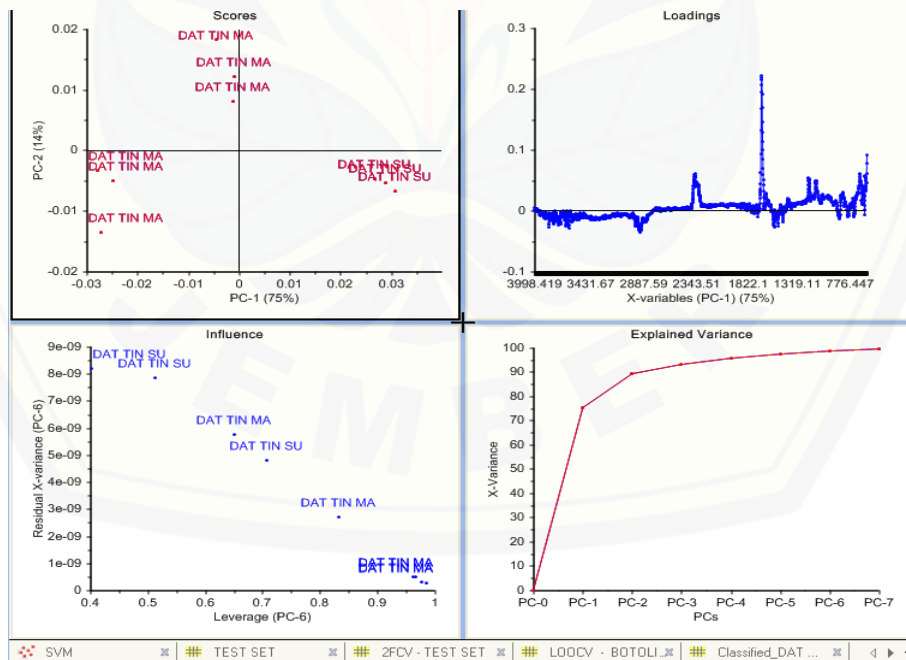
F3. Spektra FTIR Data Sampel Nyata



G3. Hasil PCA Dataran Sedang



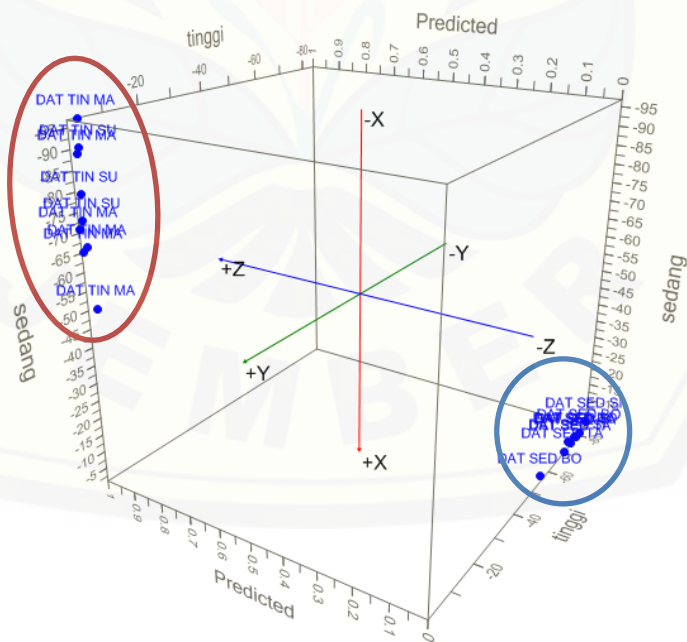
G4. Model PCA Kategori Dataran Tinggi



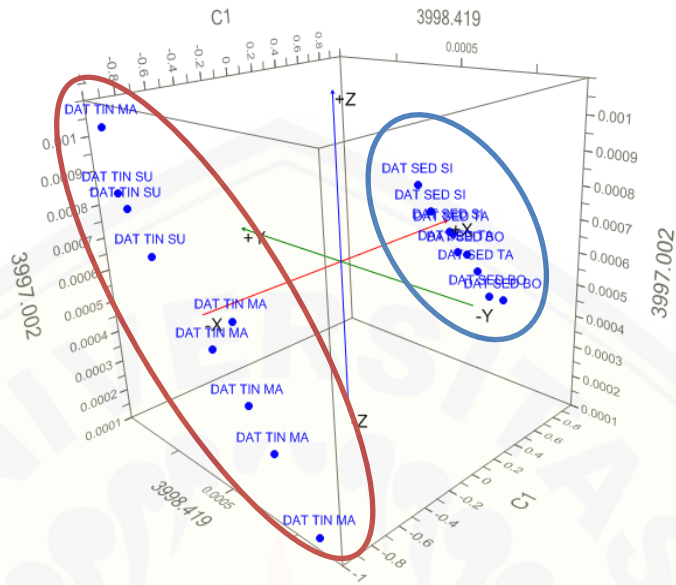
G5. Model SIMCA

Sample - Class	PCA SEDA	PCA TING
DAT SED BOTOL	*	
DAT SED BOTOL	*	
DAT SED BOTOL	*	
DAT SED SILO 1	*	
DAT SED SILO 2	*	
DAT SED SILO 3	*	
DAT SED TAPEN	*	
DAT SED TAPEN	*	
DAT SED TAPEN	*	
DAT TIN MAESA		*
DAT TIN MAESA		*
DAT TIN MAESA		*
DAT TIN MAGET		*
DAT TIN MAGET		*
DAT TIN MAGET		*
DAT TIN SUMBE		*
DAT TIN SUMBE		*
DAT TIN SUMBE		*

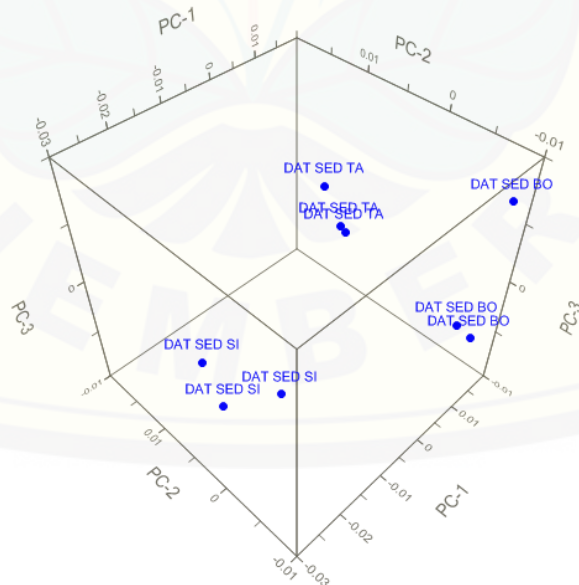
G6. Scatter 3 Dimensi Model LDA



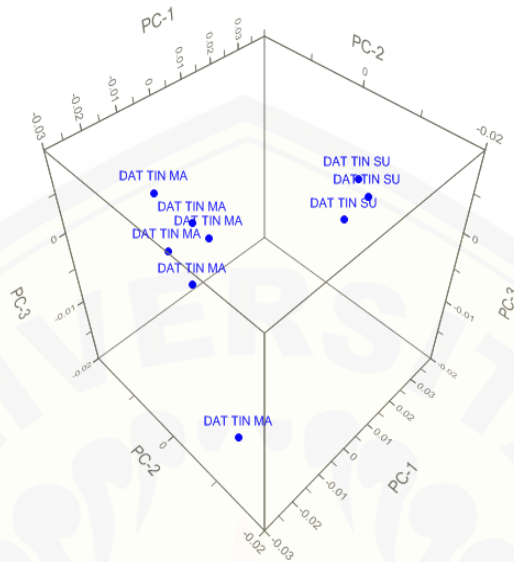
G7. Scatter 3 Dimensi Model SVM



G8. Scatter 3 Dimensi Model PCA Kategori Ketinggian Sedang



G9. Scatter 3 Dimensi Model PCA Kategori Ketinggian Tinggi

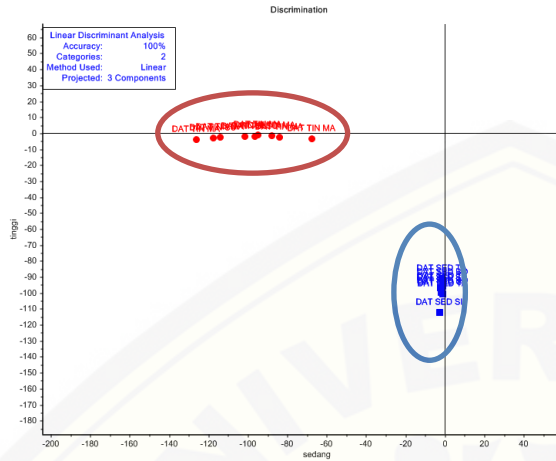


G10. Kemampuan Pengenalan Model Klasifikasi

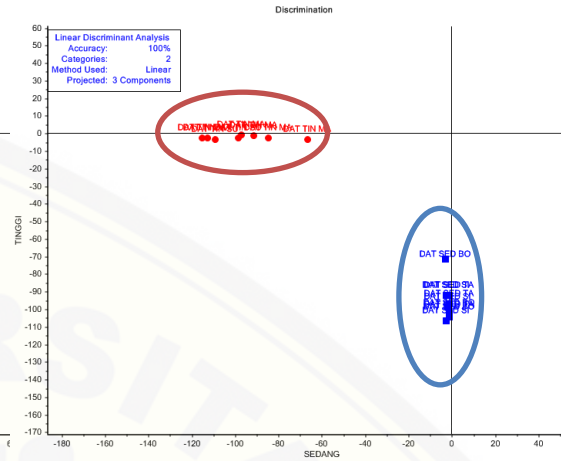
Model	Kemampuan Pengenalan (akurasi)
LDA	100%
SVM	50 %
SIMCA	100%

LAMPIRAN H. Validasi LOOCV Model LDA, SVM, dan SIMCA

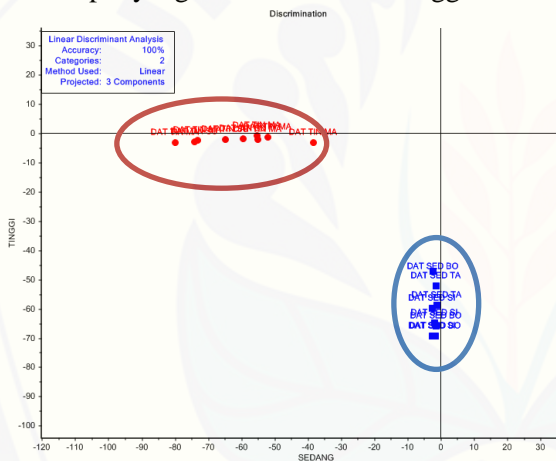
H1. Hasil LOOCV LDA



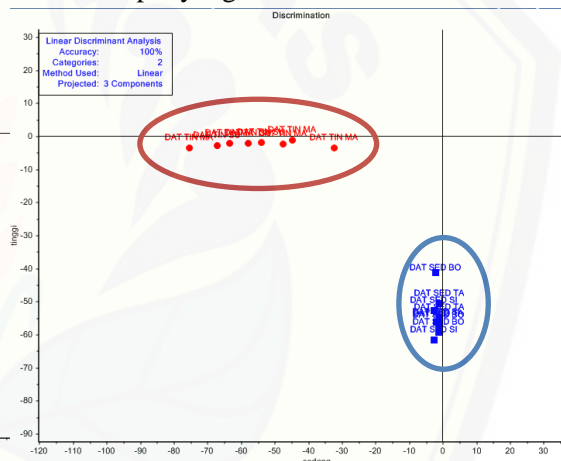
Sampel yang dikeluarkan Botolingo-1



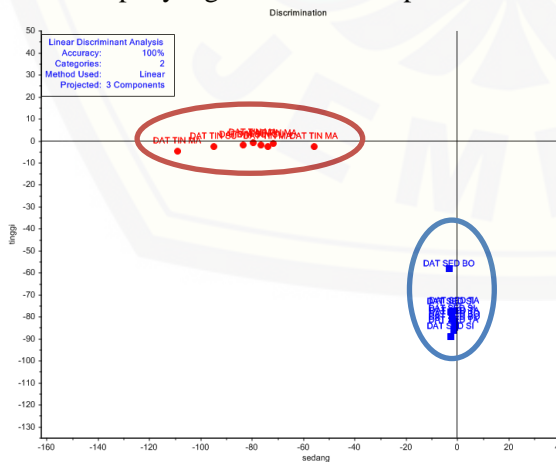
Sampel yang dikeluarkan Silo-1



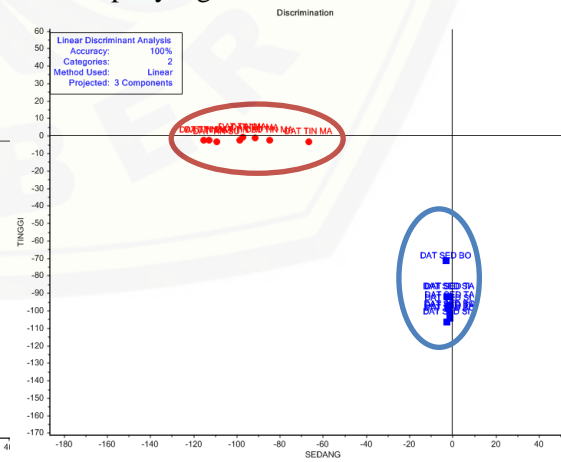
Sampel yang dikeluarkan Tapen-1



Sampel yang dikeluarkan Maesan-1

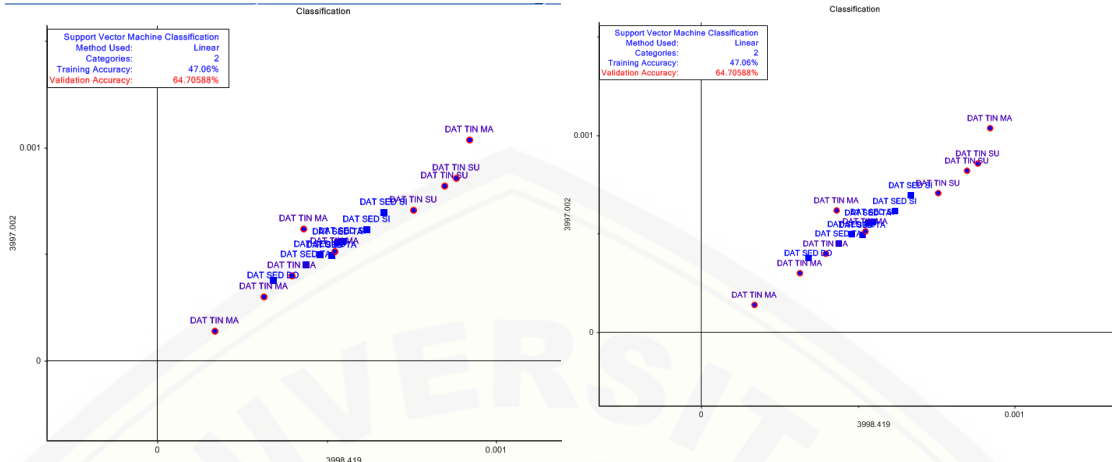


Sampel yang dikeluarkan Magetan-1



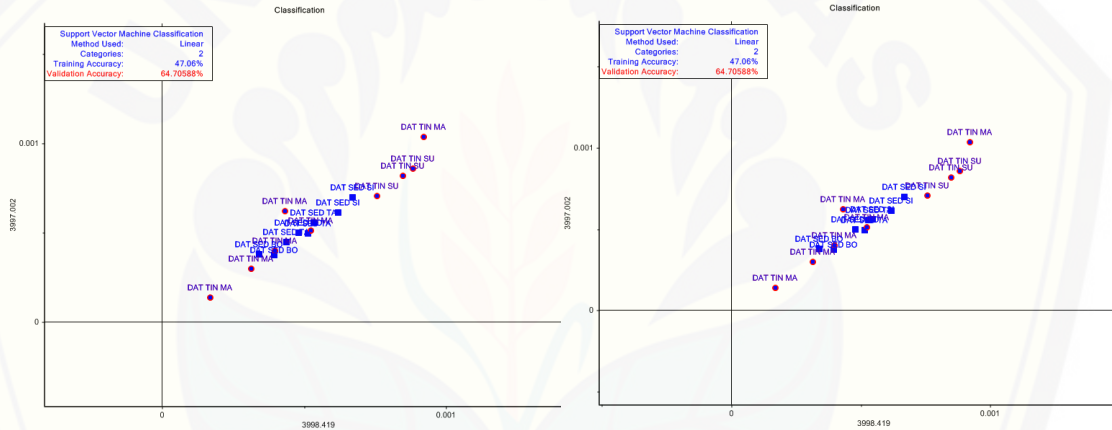
Sampel yang dikeluarkan Sumbercanting-1

H2. Hasil LOOCV SVM



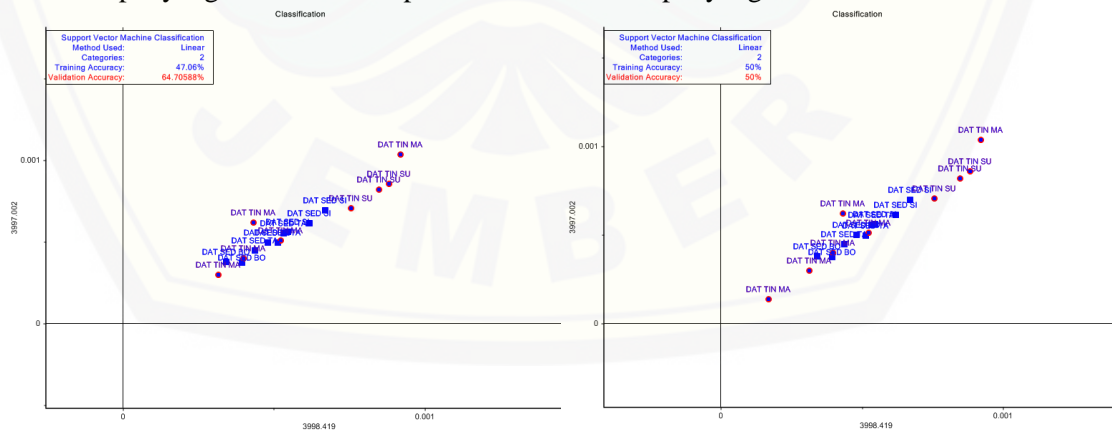
Sampel yang dikeluarkan Botolinggo-1

Sampel yang dikeluarkan Silo-1



Sampel yang dikeluarkan Tapen-1

Sampel yang dikeluarkan Maesan-1



Sampel yang dikeluarkan Magetan-1

Sampel yang dikeluarkan Sumbercanting-1

H3. Hasil LOOCV SIMCA

Sample - Class	PCA SEDA	PCA TING
DAT SED BOTOL	*	
DAT SED BOTOL	*	
DAT SED SILO 1	*	
DAT SED SILO 2	*	
DAT SED SILO 3	*	
DAT SED TAPEN	*	
DAT SED TAPEN	*	
DAT SED TAPEN	*	
DAT TIN MAESA		*
DAT TIN MAESA		*
DAT TIN MAESA		*
DAT TIN MAGET		*
DAT TIN MAGET		*
DAT TIN MAGET		*
DAT TIN SUMBE		*
DAT TIN SUMBE		*
DAT TIN SUMBE		*

Sample - Class	PCA SEDA	PCA TING
DAT SED BOTOL	*	
DAT SED BOTOL	*	
DAT SED BOTOL	*	
DAT SED SILO 2	*	
DAT SED SILO 3	*	
DAT SED TAPEN	*	
DAT SED TAPEN	*	
DAT SED TAPEN	*	
DAT TIN MAESA		*
DAT TIN MAESA		*
DAT TIN MAESA		*
DAT TIN MAGET		*
DAT TIN MAGET		*
DAT TIN MAGET		*
DAT TIN SUMBE		*
DAT TIN SUMBE		*
DAT TIN SUMBE		*

Sampel yang dikeluarkan Botolingo-1

Sampel yang dikeluarkan Silo-1

Sample - Class	PCA SEDA	PCA TING
DAT SED BOTOL	*	
DAT SED BOTOL	*	
DAT SED BOTOL	*	
DAT SED SILO 1	*	
DAT SED SILO 2	*	
DAT SED SILO 3	*	
DAT SED TAPEN	*	
DAT SED TAPEN	*	
DAT SED TAPEN	*	
DAT TIN MAESA		*
DAT TIN MAESA		*
DAT TIN MAGET		*
DAT TIN MAGET		*
DAT TIN SUMBE		*
DAT TIN SUMBE		*
DAT TIN SUMBE		*

Sample - Class	PCA SEDA	PCA TING
DAT SED BOTOL	*	
DAT SED BOTOL	*	
DAT SED BOTOL	*	
DAT SED SILO 1	*	
DAT SED SILO 2	*	
DAT SED SILO 3	*	
DAT SED TAPEN	*	
DAT SED TAPEN	*	
DAT SED TAPEN	*	
DAT TIN MAESA		*
DAT TIN MAESA		*
DAT TIN MAESA		*
DAT TIN MAGET		*
DAT TIN MAGET		*
DAT TIN SUMBE		*
DAT TIN SUMBE		*
DAT TIN SUMBE		*

Sampel yang dikeluarkan Maesan-1

Sampel yang dikeluarkan Magetan-1

LAMPIRAN I.

II. Validasi 2-FCV Model LDA, SVM, dan SIMCA

2FCV - TEST SET		sedang	tinggi	Class
		1	2	3
DAT SED WLINGI 1-3	1	-2.4575	-54.1717	sedang
DAT SED WLINGI 2-1	2	-1.9158	-57.2232	sedang
DAT SED WLINGI 3-1	3	-0.9146	-70.9460	sedang
DAT TIN PONOROGO 1-3	4	-132.2566	-9.4606	tinggi
DAT TIN PONOROGO 2-2	5	-123.3590	-7.3306	tinggi
DAT TIN PONOROGO 3-5	6	-109.7012	-4.5114	tinggi

Hasil 2-FCV LDA

Classified_ TEST SET			1
DAT SED WLINGI 1-3	1		tinggi
DAT SED WLINGI 2-1	2		tinggi
DAT SED WLINGI 3-1	3		tinggi
DAT TIN PONOROGO 1-3	4		tinggi
DAT TIN PONOROGO 2-2	5		tinggi
DAT TIN PONOROGO 3-5	6		tinggi

Hasil 2-FCV SVM

Sample - Class	PCA SEDA	PCA TING
DAT SED WLING		
DAT SED WLING		
DAT SED WLING		
DAT TIN PONOR		
DAT TIN PONOR		
DAT TIN PONOR		

Hasil 2-FCV SIMCA

LAMPIRAN J. Aplikasi Model ke Sampel Nyata**J1. Sampel Nyata Aplikasi Model LDA**

Classified_ REAL SAMPLE	sedang		tinggi	Class
	1	2	3	
DAT TIN GANDUSARI 1-1	1	-95.4546	-2.3208	tinggi
DAT TIN GANDUSARI 1-5	2	-29.7235	-11.5418	tinggi
DAT TIN GANDUSARI 2-5	3	-52.9919	-2.9230	tinggi
DAT TIN SUMBERCANTING 1-1	4	-51.2626	-2.9490	tinggi
DAT TIN SUMBERCANTING 2-2	5	-39.9320	-6.0723	tinggi
DAT TIN SUMBERCANTING 3-5	6	-41.9860	-5.6049	tinggi

J2. Sampel Nyata Aplikasi Model SIMCA

Sample - Class membership 5%	PCA SEDA	PCA TING
DAT TIN GANDUSARI 1-1		
DAT TIN GANDUSARI 1-5		
DAT TIN GANDUSARI 2-5		
DAT TIN SUMBERCANTING 1-1		
DAT TIN SUMBERCANTING 2-2		
DAT TIN SUMBERCANTING 3-5		

