



**PENETAPAN KADAR FLAVONOID TOTAL DAN PENENTUAN MODEL  
KLASIFIKASI SERBUK JAHE GAJAH (*Z. officinale* var. *officinale*) DARI  
DAERAH KETINGGIAN BERBEDA DENGAN METODE SPEKTROSKOPI  
NIR-KEMOMETRIK**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**Kiki Qurniya Rukmana**

**162210101119**

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER**



**PENETAPAN KADAR FLAVONOID TOTAL DAN PENENTUAN MODEL  
KLASIFIKASI SERBUK JAHE GAJAH (*Z. officinale* var. *officinale*) DARI  
DAERAH KETINGGIAN BERBEDA DENGAN METODE SPEKTROSKOPI  
NIR-KEMOMETRIK**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan pendidikan di Fakultas Farmasi  
dan mencapai gelar Sarjana Farmasi

Oleh :  
**Kiki Qurniya Rukmana**  
**162210101119**

**FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang dengan petunjuk, rahmat, hidayah, tuntunan, dan limpahan kasih-Nya memberikan segala yang terbaik bagi hambanya;
2. Ibu Tim Hatimah dan Bapak Akhmad Kusriyadi yang tercinta;
3. Guru, dosen dan pendidik Fakultas Farmasi Universitas Jember, SMA Negeri 1 pamekasan, SMP Negeri 2 pamekasan, dan SDN Jalmak 02 yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan;
4. Almamater tercinta Fakultas Farmasi Universitas Jember.

**MOTTO**

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagi kamu. Dan boleh jadi kamu mencintai sesuatu, padahal ia amat buruk bagi kamu. Allah Maha mengetahui sedangkan kamu tidak mengetahui”  
(Al-Baqarah: 216)

“Allah mencintai pekerjaan yang apabila bekerja ia menyelesaikannya dengan baik”  
( HR. Thabrani )

“ Waktu itu bagaikan pedang, jika kamu tidak memanfaatkannya menggunakan untuk memotong, ia akan memotongmu (menggilasmu)”  
(H.R. Muslim)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Kiki Qurniya Rukmana

NIM : 162210101119

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Penetapan Kadar Flavonoid Total dan Penentuan Model Klasifikasi Serbuk Jahe Gajah (*Z. officinale* var. *officinale*) dari Daerah Ketinggian Berbeda Dengan Metode Spektroskopi NIR-Kemometrik” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 15 Juli 2020

Yang menyatakan,

Kiki Qurniya Rukmana

NIM 162210101119

**SKRIPSI**

**PENETAPAN KADAR FLAVONOID TOTAL DAN PENENTUAN MODEL  
KLASIFIKASI SERBUK JAHE GAJAH (*Z. officinale* var. *officinale*) DARI  
DAERAH KETINGGIAN BERBEDA DENGAN METODE  
SPEKTROSKOPI NIR-KEMOMETRIK**

Oleh

Kiki Qurniya Rukmana

NIM 162210101119

Pembimbing

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

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

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Penetapan Kadar Flavonoid Total dan Penentuan Model Klasifikasi Serbuk Jahe Gajah (*Z. officinale* var. *officinale*) dari Daerah Ketinggian Berbeda Dengan Metode Spektroskopi NIR-Kemometrik” karya Kiki Qurniya Rukmana telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : 15 Juli 2020

Tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

**Tim Pembimbing**

Dosen Pembimbing Utama,

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

Dosen Pembimbing Anggota,

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

**Tim Penguji**

Dosen Penguji I,

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

Dosen Penguji II,

apt.Ari Satia Nugraha, S.F., GDipSc, MSc-res, PhD.  
NIP 197807212003121001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember,

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

## RINGKASAN

**Penetapan Kadar Flavonoid Total dan Penentuan Model Klasifikasi Serbuk Jahe Gajah (*Z. officinale* var. *officinale*) dari Daerah Ketinggian Berbeda Dengan Metode Spektroskopi NIR-Kemometrik:** Kiki Qurniya Rukmana, 162210101119; 75 halaman; Fakultas Farmasi, Universitas Jember.

Jahe gajah merupakan salah satu tanaman dari suku *Zingiberaceae* yang menempati posisi penting dalam kehidupan masyarakat karena kegunaan dalam berbagai aspek yaitu sebagai pemberi aroma, minyak atsiri, rempah, ataupun sebagai obat. Aktivitas farmakologi jahe yang telah dibuktikan antar lain aktivitas antioksidan. Salah satu sumber antioksidan alam yang terdapat dalam tanaman adalah senyawa flavonoid. Senyawa flavonoid juga memiliki beberapa aktivitas farmakologis antara lain sebagai antiinflamasi, hepatoprotektif, antikanker, antibakteri, vasodilator dan antivirus. Kandungan flavonoid total pada rimpang jahe lebih tinggi dibandingkan dengan rimpang lainnya (lengkuas, pala, dan kencur).

Kandungan fitokimia suatu tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti varietas dan ketinggian tempat. Di Indonesia kontur tanah yang dimiliki terbagi menjadi 3 yaitu dataran rendah (0-200 mdpl), dataran sedang (201-700 mdpl) dan dataran tinggi (>700 mdpl) (Rukmana, 2002). Berdasarkan perbedaan kontur tanah tersebut dilakukan penelitian mengenai kandungan flavonoid total pada serbuk jahe gajah dari ketinggian tempat tumbuh yang berbeda dengan tujuan untuk mengetahui serbuk jahe gajah yang tumbuh di wilayah ketinggian mana yang lebih berpotensi sebagai sumber senyawa flavonoid. Selanjutnya perlu dibuat model klasifikasi untuk mempermudah menentukan kualitas jahe gajah berdasarkan wilayah ketinggian tempat tumbuhnya.

Penentuan model klasifikasi dilakukan dengan menggunakan metode NIR. Data spektra dari spektroskopi NIR sangat rumit dan tumpang tindih sehingga digunakan kemometrik (LDA, SVM, dan SIMCA) untuk menganalisis data spektra tersebut. Model klasifikasi yang terpilih kemudian divalidasi dengan metode validasi silang yaitu *Leave-one-out* dan *2-fold cross validation* untuk menguji validitas model yang telah dibuat. Pada penelitian ini digunakan sampel



dalam bentuk serbuk, karena sediaan yang biasa digunakan pada pengobatan tradisional adalah serbuk.

Hasil kandungan senyawa Flavonoid total serbuk rimpang jahe gajah dari metode kolorimetri (menggunakan spektrofotometer UV-Vis) menunjukkan bahwa kandungan Flavonoid total sampel di dataran tinggi adalah yang paling tinggi dengan rata-rata kandungan flavonoid 9,96 mg QE/g serbuk  $\pm$  0,795, dataran sedang 6,39 mg QE/g serbuk  $\pm$  0,506, dan dataran rendah 4,3544 mg QE/g serbuk  $\pm$  0,292. Hasil tersebut didukung dengan uji One-Way ANOVA dan uji lanjutan Post Hoc Tukey HSD yang menunjukkan nilai Sig.  $<$  0,01 yang berarti bahwa kandungan flavonoid total rimpang jahe gajah di tiga wilayah ketinggian tersebut memang memiliki perbedaan yang signifikan.

Hasil penentuan model klasifikasi LDA dan SVM yang digunakan untuk pengkategorian 9 sampel dengan perbedaan ketinggian yaitu dataran tinggi, sedang, dan rendah yang berasal dari beberapa wilayah di Jawa Timur memiliki akurasi 100%, sedangkan model klasifikasi SIMCA hanya 97,3%, sehingga model klasifikasi yang terpilih adalah LDA dan SVM. Model klasifikasi yang terpilih kemudian divalidasi dengan *Leave-one-out* dan *2-fold cross validation*. Hasil dari kedua validasi di dapatkan untuk LDA akurasi 100% dan SVM 98%. Sehingga model yang terpilih dan tervalidasi yaitu LDA. Validasi *Leave-one-out* dilakukan dengan mengeluarkan sampel T2, S1, dan R1 secara bergantian, kemudian menggunakan data sisanya sebagai *training set*, sedangkan validasi dengan *2-fold cross validation* dilakukan dengan menggunakan empat sampel *test set* (sampel diluar *training set*) untuk memvalidasi model.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penetapan Kadar Flavonoid Total dan Penentuan Model Klasifikasi Serbuk Jahe Gajah (*Z. officinale* var. *officinale*) dari Daerah Ketinggian Berbeda Dengan Metode Spektroskopi NIR-Kemometrik”. Skripsi ini disusun guna memenuhi tugas akhir dan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa bantuan dan sumbangan pemikiran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir untuk mencapai gelar Sarjana Farmasi;
2. Ibu apt.Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm. selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember atas kesempatan yang telah diberikan untuk menyelesaikan tugas akhir;
3. Ibu apt.Nia Kristiningrum, S.Farm., M.Farm. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu apt.Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, tenaga dan perhatiannya dalam membantu penulisan skripsi;
4. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Penguji I dan Bapak apt.Ari Satia Nugraha, S.F., GDipSc, MSc-res, PhD. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik, saran, waktu dan perhatiannya dalam penulisan skripsi;
5. Bapak apt.Bawon Triatmoko, S.Farm., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan masukan, perhatian, dan bimbingan selama menempuh studi;
6. Seluruh Dosen Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah memberi ilmu, berbagi pengalaman dan selalu memotivasi penulis selama masa perkuliahan, juga staf dan karyawan atas segala bantuan yang diberikan selama saya menjadi mahasiswa Fakultas Farmasi Universitas Jember;

7. Ibu Tim Hatimah, Bapak Akhmad Kusriyadi, Adek Dwi Nurul Rahmawati, dan Adek Maulidya Putri Maharani atas segala kasih sayang serta pengorbanan yang telah diberikan kepada saya;
8. Partner skripsi Mohammad Rofiq, Veni julie dwi Santi, Sitti Lutviani, dan Ida Ayu yang selalu siap memberikan bantuan tenaga, pikiran dan juga waktu selama penulis mengerjakan skripsi;
9. Rekan seperjuangan penelitian (Chaca, Silka, kiki, Mia, Arin, gina, Rahma, Ayik, dkk) yang telah banyak membantu;
10. Grup Gh Is my life (Feni, Nofia, Luluk, Yani, dan Veni julie) atas kekeluargaan, persaudaraan, dan kebersamaan selama ini;
11. Kawan, sahabat, saudari Elvi Hidayati Diana, Nadia Nurhaziqoh, Nur Aini Riskiyanti, dan Zaskia Rimadhanti Arifin yang selalu siap mendengarkan keluh kesah penulis;
12. Keluarga besar Kelas B dan Morfin FFUJ Angkatan 2016 atas kekeluargaan, persaudaraan, dan kebersamaan selama ini;
13. Ibu Wayan dan Mbak Hani selaku teknisi Laboratorium Kimia Farmasi Universitas Jember yang sudah banyak membantu saya selama penelitian;
14. Serta untuk setiap nama yang tidak dapat tertulis satu persatu, dan seluruh doa yang terucap tanpa sepengetahuan penulis.

Hanya doa yang dapat penulis panjatkan semoga segala kebaikan yang diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT. Tentunya sebagai manusia biasa, penyusunan dan penulisan skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharap kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya baik bagi perkembangan ilmu pengetahuan maupun penelitian di masa mendatang.

Jember, 17 Juli 2020

Penulis

**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>HALAMAN RINGKASAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>HALAMAN PRAKATA</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Latar belakang</b> .....	<b>1</b>
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Profil Topografi Wilayah.....	5
2.1.1 Indonesia.....	5
2.1.2 Jawa Timur .....	5
2.2 Spesies tanaman Jahe.....	6
2.2.1 Profil Umum Tanaman Jahe Gajah.....	6
2.2.2 Taksonomi dan klasifikasi tanaman jahe Gajah .....	7
2.2.3 Kandungan Tanaman Jahe Gajah .....	8
2.2.4 Manfaat Tanaman Jahe .....	8
2.3 Serbuk Simplisia.....	9
2.4 Flavonoid .....	10

2.5	Penentuan Kadar Flavonoid Total .....	11
2.6	Spektroskopi NIR .....	12
2.7	Spektrofotometri UV-Vis .....	13
2.8	Kemometrik .....	14
2.7.1	Linear Discriminant Analysis (LDA) .....	15
2.7.2	<i>Support Vector Machine Classificaton (SVM)</i> .....	15
2.7.3	<i>Soft Independent Modelling of Class Analogy (SIMCA)</i> .....	15
2.9	Validasi Silang.....	16
<b>BAB 3.</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
3.1	Jenis Penelitian .....	18
3.2	Tempat dan Penelitian .....	18
3.3	Rancangan Penelitian .....	18
3.4	Alat dan Bahan .....	19
3.4.1	Alat penelitian.....	19
3.4.2	Bahan penelitian .....	19
3.5	Variabel penelitian .....	19
3.5.1	Variabel bebas.....	19
3.5.2	Variabel terikat .....	19
3.5.3	Variabel terkendali.....	19
3.6	Alur Penelitian.....	20
3.7	Prosedur penelitian .....	21
3.7.1	Pengumpulan sampel .....	21
3.7.2	Pembuatan Simplisia dan Serbuk Simplisia .....	22
3.7.3	Penentuan Kadar air Serbuk Simplisia .....	23
3.7.4	Pengukuran spektrum serbuk jahe gajah menggunakan NIR .....	23
3.7.5	Penetapan Kadar Flavonoid Total menggunakan Spektrofotometri UV- Vis.....	23
3.7.6	Penentuan Model Klasifikasi .....	25
3.7.7	Validasi Model Terpilih.....	26
3.7.8	Analisis Data.....	26
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>19</b>

4.1.	Pengumpulan dan preparasi serbuk rimpang jahe gajah.....	19
4.2.	Penetapan Kadar Air Serbuk Simplisia .....	28
4.3.	Penentuan Kadar Flavonoid Total .....	29
4.3.1.	Optimasi Panjang Gelombang maksimum.....	29
4.3.2.	Penetapan Waktu Inkubasi.....	31
4.3.3.	Penetapan Kadar Flavonoid Total Sampel <i>Training Set</i> dan <i>Test Set</i> dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis.....	32
4.4.	Penentuan Model Klasifikasi .....	36
4.4.1.	Pembentukan model klasifikasi LDA,SVM, dan SIMCA .....	37
4.4.2.	Validasi Model Klasifikasi Terpilih.....	40
4.5.	Penerapan pada sampel nyata .....	41
<b>BAB 5.</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>28</b>
5.1.	Kesimpulan .....	28
5.2.	Saran .....	28
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>42</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>47</b>

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2. 1 Peta topografi Indonesia (Google Maps, 2020) .....	5
Gambar 2. 2 Peta Topografi Jawa Timur ( Google Maps, 2020).....	6
Gambar 2. 3 Rimpang Jahe Gajah ( Hapsoh, 2010).....	7
Gambar 2. 4 Struktur dasar dan sistem penomoran flavonoid.....	10
Gambar 2. 5 Persamaan reaksi antara kuersetin dan alumunium klorida .....	11
Gambar 2. 6 Instrumentasi spektrofotometri NIR (Reich, 2005) .....	13
Gambar 4. 1 Serbuk rimpang jahe : Tinggi (T), Sedang (S), Rendah (R).....	28
Gambar 4. 2 Spektra panjang gelombang maksimum kuersetin + AlCl <sub>3</sub> .....	31
Gambar 4. 3 Hasil optimasi waktu inkubasi .....	32
Gambar 4. 4 Kurva standar kuersetin.....	33
Gambar 4. 5 Spektrum Hasil Scanning NIR .....	36
Gambar 4. 6 Grafik pemetaan model klasifikasi LDA .....	37
Gambar 4. 7 Gambar 3D pemetaan model klasifikasi LDA .....	38
Gambar 4. 8 Gambar pemetaan model klasifikasi SVM .....	38

**DAFTAR TABEL**

Tabel 3. 1 Daerah-daerah tempat pengambilan sampel .....	22
Tabel 4. 1 Hasil penetapan kadar air <i>training set</i> dan <i>test set</i> serbuk rimpang jahe gajah.....	29
Tabel 4. 2 Hasil penentuan kadar flavonoid total pada serbuk rimpang jahe gaja.	34
Tabel 4. 3 Akurasi kemampuan pengenalan model klasifikasi LDA, SVM, dan SIMCA.....	37
Tabel 4. 4 Tabel pemetaan model SIMCA.....	39
Tabel 4. 5 Hasil validasi LOOCV model klasifikasi LDA dan SVM.....	40
Tabel 4. 6 Hasil klasifikasi sampel nyata yang ada di pasaran pada model LDA	41
Tabel 4. 7 Hasil klasifikasi sampel nyata di Kabupaten Malang, Jember, Lumajang pada model LDA .....	42



**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran A. Bahan yang digunakan.....	47
A.1 sampel training set dan test set .....	47
Lampiran B. Penetapan Panjang Gelombang Maksimum .....	48
B.1 Grafik Panjang Gelombang dan Absorbansi Standar .....	48
B.2 Data Panjang Gelombang dan Absorbansi Standar 8 ppm .....	49
Lampiran C. Uji kadar Air .....	54
C1. Hasil Uji kadar Air.....	54
Lampiran D. Penetapan Waktu Inkubasi .....	55
D.1 Waktu Inkubasi Standar kuersetin.....	55
D.2 Waktu Inkubasi Sampel dari Dataran Tinggi .....	55
D.3 Waktu Inkubasi Sampel dari Dataran Sedang .....	56
D.4 Waktu Inkubasi Sampel dari Dataran Rendah.....	56
D.5 Kurva Penetapan Waktu Inkubasi .....	57
Lampiran E. Kurva Baku Kuersetin.....	57
E.1 Pembuatan Larutan Induk .....	57
E.2 Pengenceran Larutan Induk .....	57
E.3 Kurva Baku Kuersetin dan Persamaan Regresi .....	58
Lampiran F. Perhitungan Penentuan Kandungan flavonoid Total Sampel Serbuk Jahe Gajah Menggunakan Metode Kolorimetri Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis .....	58
F.1 Contoh Perhitungan.....	58
F.2 Hasil Penentuan Kandungan Flavonoid Total Sampel <i>Training Set</i> .....	59
F.4 Rata-Rata Kandungan Flavonoid Total Sampel Serbuk Rimpang Jahe Gajah .....	60
F.5 Hasil Uji Normalitas dan One Way ANOVA .....	61
a. Uji Normalitas .....	61

b. ANOVA.....	63
Lampiran G. Hasil Penentuan Klasifikasi dan Validasinya dengan Kemometrik dan Perhitungan Kemampuan Pengenalan.....	65
G.1 Model LDA .....	65
G.2 Model SVM.....	67
G.4 Validasi LOOCV Model LDA dan SVM.....	69
G.5 Validasi 2FCV Model LDA dan SVM.....	72
a. LDA.....	72
b. SVM .....	72
Lampiran H. Spektra Sampel Hasil Pengukuran NIR.....	74
H.1 Spektra <i>Training Set</i> .....	74
H.2 Spektra Test Set.....	76

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1.Latar belakang

Obat-obat herbal sebagai obat-obatan tradisional telah ada sejak dahulu. WHO menyebutkan bahwa hingga 65% dari penduduk negara maju menggunakan pengobatan tradisional. Sebanyak 49,5% atau setengah penduduk Indonesia masih menggunakan pengobatan tradisional berupa jamu-jamuan dan sekitar 4,5% mengkonsumsinya setiap hari serta sisanya hanya mengkonsumsinya sesekali. Salah satu tanaman yang digunakan sebagai pengobatan tradisional yaitu rimpang jahe. Tanaman jahe mudah tumbuh di Indonesia karena daya adaptasi yang luas di daerah tropis sehingga bisa tumbuh di dataran rendah sampai dataran tinggi (pegunungan) (Aji, 2020).

Jahe merupakan salah satu tanaman dari suku *Zingiberaceae* yang menempati posisi penting dalam kehidupan masyarakat karena kegunaan dalam berbagai aspek yaitu sebagai pemberi aroma,minyak atsiri, rempah, ataupun sebagai obat (Bartley dan Jacobs, 2000). Jahe digunakan dalam pengobatan tradisional untuk mengobati beberapa penyakit termasuk migrain, mual, dispepsia, diare, mabuk, dan mengurangi perut kembung (Wresdiyati dkk., 2003). Jahe juga sering digunakan sebagai obat mual dan muntah seperti untuk gejala setelah kehamilan, pembedahan, terapi kanker, atau mabuk perjalanan. Jahe memiliki efek hipotensi, mengurangi sakit pada rheumatoid arthritis / osteoarthritis / nyeri sendi dan otot, dan antioksidan (Singletary, 2010). Manfaat Jahe yang lain yaitu dapat menghambat proliferasi sel kanker pada manusia dengan cara induksi apoptosis, baik pada sel kanker darah leukemia, kanker kolon (Bermawie N, EA Hadad, N Ajijah, B Martono, 2009).

Jahe mengandung beberapa senyawa metabolit yaitu senyawa golongan fenol, flavonoid, terpenoid dan minyak atsiri. Secara umum keberadaan senyawa-senyawa tersebut menandakan bahwa rimpang jahe memiliki manfaat untuk pengobatan secara tradisional (Wibowo dkk., 2020). Terdapat berbagai aktivitas farmakologi terkait jahe. Aktivitas farmakologi jahe yang telah dibuktikan antara

lain aktivitas antioksidan. Salah satu sumber antioksidan alam yang terdapat dalam tanaman adalah senyawa flavonoid. Menurut penelitian yang dilakukan oleh putra dan verawati (2011) diketahui bahwa kandungan flavonoid total pada rimpang jahe lebih tinggi dibandingkan dengan rimpang lainnya. Semakin tinggi kandungan flavonoid total maka semakin tinggi aktivitas antioksidan yang dihasilkan (Zuhra dkk., 2008). Menurut Kumar dan Pandey (2013), flavonoid juga memiliki beberapa aktivitas farmakologis antara lain sebagai antiinflamasi, hepatoprotektif, antikanker, antibakteri, vasodilator dan antivirus.

Di Indonesia, berdasarkan ukuran dan warna rimpang jahe dibagi menjadi 3 varietas yaitu jahe gajah yang berukuran besar dan berwarna putih (*Z. officinale* var. *officinale*), jahe emprit yang berukuran kecil dan berwarna putih (*Z. officinale* var. *amarum*) serta jahe merah yang berukuran kecil dan berwarna merah (*Z. officinale* var. *rubrum*) (Setyawan dkk., 2014). Penelitian kadar flavonoid total pada jahe merah dan emprit sudah pernah dilakukan oleh (Obloh dkk., 2012) yang menunjukkan bahwa jahe merah memiliki kadar flavonoid yang lebih tinggi. Namun, pada penelitian tersebut tidak dilakukan penelitian terhadap jahe gajah sehingga kadar flavonoid yang terdapat pada jahe gajah belum diketahui secara pasti.

Kandungan fitokimia suatu tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti varietas dan ketinggian tempat (Ginting dkk., 2015; Sholekah, 2017). Di Indonesia kontur tanah yang dimiliki terbagi menjadi 3 yaitu dataran rendah (0-200 mdpl), dataran sedang (201-700 mdpl) dan dataran tinggi (>700 mdpl) (Rukmana, 2002). Berdasarkan perbedaan kontur tanah tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai kandungan flavonoid total pada serbuk jahe gajah dari ketinggian tempat tumbuh yang berbeda untuk mengetahui serbuk jahe gajah yang tumbuh di wilayah ketinggian mana yang lebih berpotensi sebagai sumber senyawa flavonoid. Selanjutnya perlu dibuat model klasifikasi untuk mempermudah menentukan kualitas jahe gajah berdasarkan wilayah ketinggian tempat tumbuhnya.

Penentuan model klasifikasi dan penentuan kandungan flavonoid total dapat dilakukan dengan metode spektroskopi NIR (Near-Infrared) (Jane, 2004). Pada

penelitian ini dipilih metode spektroskopi *Near Infra Red* (NIR) dalam analisis senyawa kimia aktif karena spektroskopi NIR memiliki beberapa kelebihan antara lain biaya relatif lebih murah, non-destruktif pada sampel, dan dapat menganalisis sampel dengan kecepatan tinggi (Roggo dkk., 2007). Pada spektroskopi NIR, data spektra yang dihasilkan saling tumpang tindih, rumit dan sulit untuk diinterpretasikan sehingga untuk menginterpretasikan data spektra digunakan metode statistik multivariat (metode kemometrik) (Gad dkk., 2013). Metode kemometrik merupakan metode yang digunakan untuk mengolah dan mengekstrak data informasi spektrum yang diperlukan dan menggunakan data tersebut untuk aplikasi secara kualitatif dan kuantitatif (Ritz dkk., 2011). Berikut merupakan contoh model analisis kualitatif multivariat seperti; *Linier Discriminant Analysis* (LDA), *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Soft Independent Modelling of Class Analogy* (SIMCA) (Jane, 2004).

Pada penelitian ini menggunakan sediaan sampel dalam bentuk serbuk karena sediaan serbuk memiliki beberapa kelebihan seperti tahap pengolahannya yang mudah, singkat, tidak memerlukan banyak waktu dan sering digunakan untuk sediaan obat tradisional yang beredar di masyarakat, seperti jamu (Ahmad, 2012). Penetapan kadar flavonoid total dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Penentuan model klasifikasi dan kandungan flavonoid total serbuk jahe gajah dapat menggunakan metode spektroskopi NIR yang dikombinasikan dengan metode kemometrik kualitatif (LDA, SVM dan SIMCA) untuk menentukan model klasifikasi. Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis ingin melakukan penelitian ilmiah dengan judul “Penetapan kadar flavonoid total dan Penentuan model klasifikasi serbuk Jahe gajah (*Z. officinale* var. *officinale*) dari daerah dengan ketinggian berbeda dengan metode spektroskopi NIR-kemometrik”.

## 1.2.Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, maka rumusan masalah yang diperoleh adalah:

1. Apakah terdapat perbedaan kandungan Flavonoid total pada serbuk Jahe gajah dengan ketinggian tempat tumbuh yang berbeda?
2. Apakah metode spektroskopi NIR dan kemometrik (LDA, SVM, dan SIMCA) dapat mengklasifikasikan serbuk jahe gajah berdasarkan ketinggian tempat tumbuh yang berbeda?

## 1.3.Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk menjawab rumusan masalah yang telah disebutkan, yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui ada perbedaan atau tidak pada kandungan flavonoid total serbuk jahe gajah dengan ketinggian tempat tumbuh yang berbeda.
2. Untuk mengetahui kemampuan spektroskopi NIR dan kemometrik (LDA, SVM, dan SIMCA) dalam mengklasifikasikan serbuk jahe gajah berdasarkan ketinggian tempat tumbuh yang berbeda.

## 1.4.Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini :

1. Memberikan informasi profil model klasifikasi flavonoid total dari serbuk jahe gajah dengan ketinggian tempat tumbuh yang berbeda menggunakan spektroskopi NIR dan kemometrik
2. Memberikan informasi kandungan flavonoid total serbuk jahe gajah dengan ketinggian tempat tumbuh yang berbeda menggunakan spektroskopi NIR dan kemometrik
3. Memberikan informasi untuk landasan pengembangan penelitian selanjutnya

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Profil Topografi Wilayah

#### 2.1.1 Indonesia

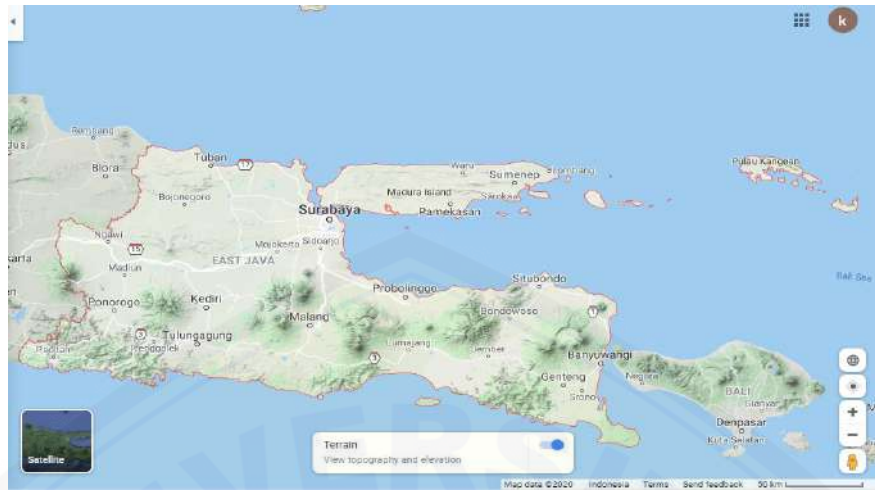
Indonesia mempunyai wilayah dengan panjang 3.977 mil di antara Samudra Hindia dan Samudra Pasifik dengan luas perairannya 3.257.483 km<sup>2</sup>, luas daratannya 1.922.570 km<sup>2</sup> (FRD, 2004). Menurut Rukmana (2002), Indonesia mempunyai wilayah dataran yang berdeda beda yang dibagi menjadi tiga dataran, yaitu dataran rendah 0-200 mdpl, dataran menengah atau sedang 201-700 mdpl, dan dataran tinggi >700 mdpl. Gambar 2.1 menunjukkan peta topografi Indonesia.



Gambar 2. 1 Peta topografi Indonesia (Google Maps, 2020)

#### 2.1.2 Jawa Timur

Provinsi Jawa Timur secara topografi dibedakan menjadi tiga kelompok dataran, yaitu dataran tinggi, dataran sedang, dan dataran rendah. Daerah yang termasuk dataran tinggi yaitu Magetan, Trenggalek, Blitar, Malang, Batu, Bondowoso dengan rata-rata ketinggian dataran >100 mdpl. Dataran sedang yaitu Ponorogo, Nganjuk, Kediri, Jember, Tulungagung, Lumajang, Madiun, Ngawi mempunyai rata-rata ketinggian dataran 45-100 mdpl. Kabupaten/kota (20) sisanya berada di daerah dataran rendah, yaitu dengan rata-rata ketinggian dataran <45 mdpl (Pusdaling, 2018). Gambar 2.2 menunjukkan peta topografi Jawa Timur.



Gambar 2. 2 Peta Topografi Jawa Timur ( Google Maps, 2020)

## 2.2 Spesies tanaman Jahe

### 2.2.1 Profil Umum Tanaman Jahe Gajah

Jahe gajah (*Zingiber officinale* var. *officinale*) merupakan tanaman tropis monokotil, herba, dari family *Zingiberaceae*. Jahe gajah merupakan tanaman tahunan biasanya ditanam untuk dipanen sebagai rempah-rempah. Jahe gajah berasal dari Asia Tenggara dibudidayakan di India dan Cina yang ditemukan dalam keadaan terbudidaya (Adnyana, 2012). Tanaman jahe di dunia tersebar di daerah tropis, di benua Asia dan Kepulauan Pasifik (Hapsoh dkk., 2010). Jahe digunakan di seluruh dunia sebagai rempah-rempah atau ramuan segar untuk memasak (Bartley dan Jacobs, 2000). Tanaman ini memiliki beberapa keuntungan karena toleran terhadap kekeringan, dapat disimpan dalam waktu lama dalam bentuk kering, dan juga dapat ditumpangsarikan dengan tanaman lain seperti kacang, jagung dan talas (Teferra, 2015). Tanaman jahe gajah kini telah menyebar dan tumbuh di seluruh wilayah di Indonesia, mulai dataran rendah hingga dataran dengan ketinggian 1000 mdpl (Wibowo dkk., 2020).

Morfologi jahe gajah yaitu batang berbentuk bulat, berwarna hijau muda, diselubungi pelepah daun, sehingga agak keras, tinggi 55,88-88,38 cm. Luas daun 24,87-27,52 cm<sup>2</sup> dengan ukuran panjang 17,42-21,99 cm, lebar 2,00-2,45 cm, tersusun secara berselang-seling dan teratur, permukaan daun bagian atas



berwarna hijau muda daripada bagian bawah, jumlah daun dalam satu tanaman sekitar 25-31 lembar. Rimpangnya memiliki ukuran lebih besar dan gemuk jika dibandingkan varietas jahe lainnya. Rimpang berwarna putih kekuningan jika diiris. Berat rimpang sekitar 0.18-1.04 kg , panjang 15.83-32.75 cm, dan tinggi 6.02-12.24 cm. Jahe gajah dipanen pada umur 8-9 bulan, ukuran rimpangnya 150-200 gram/rumpun (Hapsoh dkk., 2010). Gambar 2.3 menunjukkan rimpang jahe gajah.



Gambar 2. 3 Rimpang Jahe Gajah ( Hapsoh, 2010)

Untuk pertumbuhan jahe yang optimal diperlukan persyaratan iklim dan lahan yaitu iklim tipe A, B, dan C (Schmidt & Ferguson). Ketinggian tempat 300 - 900 mdpl, temperatur rata-rata tahunan 25 - 30°C, curah hujan per tahun sekitar 2500 – 4000 mm, memiliki intensitas cahaya matahari 70 - 100% , drainase tanah baik, jumlah bulan basah (> 100 mm/bl) 7 - 9 bulan per tahun, tekstur tanah harus lempung hingga lempung liat yang berpasir, dan pH tanah 6,8 – 7,4 (Teferra, 2015).

### 2.2.2 Taksonomi dan klasifikasi tanaman jahe Gajah

Berdasarkan data taksonomi dan klasifikasi tanaman oleh USDA-NCRS (2011) :

Kingdom	:Plantae
Subkingdom	:Tracheobionta
Superdivision	:Spermatophyta

Division	:Magnoliophyta
Class	:Liliopsida
Subclass	:Zingiberidae
Order	:Zingiberales
Family	:Zingiberaceae
Genus	: <i>Zingiber Mill.</i>
Species	: <i>Zingiber officinale var. Officinale</i>

### 2.2.3 Kandungan Tanaman Jahe Gajah

Komposisi kimia jahe gajah secara umum terdiri dari minyak atsiri 1- 2%, pati, resin, asam-asam organik, asam malat, asam oksalat dan gingerin (Depkes, 1989). Rimpang pada jahe mengandung 10- dehydrogingerone, gingerdione, arginin, linolenic acid, aspartic acid, kanji, lipid, kayu damar, asam amino, protein, vitamin A dan niacin serta mineral. Terdapat juga asam-asam organik seperti asam malat, asam oksalat, vitamin A, B (Collin dan folat) dan C, senyawa senyawa flavonoid, polifenol, aseton, methanol, cineole dan arginine (Pairul, 2017). Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Ghasemzadeh dkk., 2010) kandungan senyawa flavonoid yang terdapat pada jahe yaitu kuersetin 37,5 %, rutin 29,0 %, katekin 20 %, epikatekin 36,4 %, naringenin 32,7 %, kaempferol 48,9 %.

### 2.2.4 Manfaat Tanaman Jahe

Jahe memiliki penggunaan yang sangat besar di banyak sistem pengobatan yang berbeda di dunia untuk berbagai gangguan. Jahe digunakan dalam pengobatan tradisional untuk mengobati beberapa penyakit termasuk mual, diare, mabuk, migrain, dispepsia, dan untuk mengurangi perut kembung dan kolik (Wresdiyati dkk., 2003). Jahe juga sering digunakan sebagai obat mual dan muntah seperti untuk gejala setelah kehamilan, pembedahan, terapi kanker, atau mabuk perjalanan. Jahe memiliki efek hipotensi, mengurangi sakit pada rheumatoid arthritis / osteoarthritis / nyeri sendi dan otot, dan antioksidan (Singletary, 2010). Manfaat Jahe yang lain yaitu dapat menghambat proliferasi sel

kanker pada manusia dengan cara induksi apoptosis, baik pada sel kanker darah leukemia, kanker kolon (Bermawie N, EA Hadad, N Ajijah, B Martono, 2009). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Andyana (2010) jahe gajah memiliki aktivitas farmakologi antara lain efek antiinflamasi, antikoagulan, antidismenorrhea, hepatoprotektor, antihipertensi, antihiperlipidemia, antikanker, antiaterosklerosis, antinosiseptif, neuroprotektor, antimikroba, nefroprotektor, antioksidan, antiemetik, dan immunomodulator.

### 2.3 Serbuk Simplisia

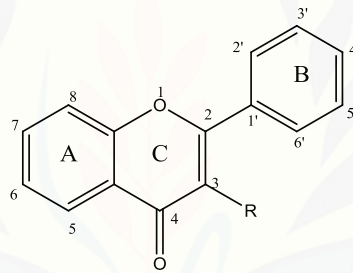
Simplisia merupakan bahan alamiah yang digunakan sebagai obat (tradisional maupun modern) yang belum dilakukan proses pengolahan atau masih berada pada tahap pengeringan dengan suhu  $<60^{\circ}\text{C}$  (MenkesRI, 2009). Menurut Materia Medika Jilid VI (1995) disebutkan terdapat 3 (tiga) golongan simplisia, yaitu simplisia hewani, nabati, dan mineral (pelikan). Dari penggolongan tersebut tanaman obat termasuk dalam golongan simplisia nabati, yaitu simplisia yang berupa tanaman utuh (seluruh), bagian tanaman atau eksudat tanaman (Susanti, 2016). Pembuatan simplisia mempunyai beberapa tahap yaitu; pengumpulan bahan baku, sortasi basah, pencucian, perajangan, pengeringan, sortasi kering, pengepakan dan penyimpanan bahan (Depkes, 1985)

Serbuk simplisia adalah butiran-butiran yang homogen memiliki derajat kehalusan tertentu, dapat berasal dari simplisia pada sediaan galenik atau ditambah dengan ekstrak pada umumnya diseduh dengan air panas sebagai pengobatan tradisional (BPOM, 2014). Proses pembuatan serbuk simplisia meliputi tahap penghalusan dan pengayakan. Simplisia utuh (potongan) simplisia kering dihaluskan dengan mesin penggiling (*blender*) selanjutnya diayak menggunakan ayakan mesh 100 sehingga menghasilkan serbuk simplisia yang halus (Menkes RI, 2009). Salah satu kriteria yang harus terpenuhi untuk serbuk simplisia yaitu kadar air  $< 10\%$  (BPOM, 2014). Tujuannya agar serbuk simplisia tidak mudah rusak dan tahan ketika disimpan dalam waktu yang lebih lama. Dengan kandungan air dibawah 10% juga dapat menghentikan

terjadinya reaksi enzimatik (reaksi yang dapat menurunkan mutu dan perusakan pada serbuk simplisia) (Prasetyo dan Inorih, 2013).

## 2.4 Flavonoid

Senyawa flavonoid adalah senyawa golongan fenolik yang banyak ditemukan dalam tumbuhan, terutam pada sel tumbuhan yang mengalami proses fotosintesis (Lumbessy dkk., 2013). Senyawa flavonoid umumnya ditemukan pada tumbuhan dalam bentuk glikosida dan memberikan hijau pada daun, warna jingga, merah, buah dan bunga (Dewick, 2009). Struktur dasar flavonoid tersusun oleh atom karbon terdapat dua cincin aromatik (benzena) yaitu cincin A dan B yang dihubungkan oleh 3 atom karbon (piran) yaitu cincin C yang ditunjukkan pada gambar 2.4 (Lumbessy dkk., 2013).



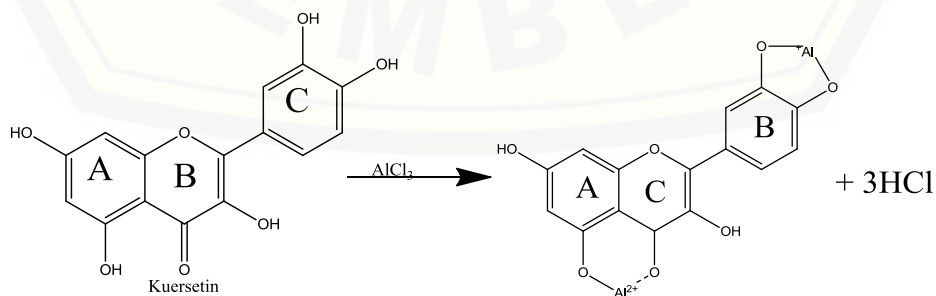
Gambar 2. 4 Struktur dasar dan sistem penomoran flavonoid

Warna senyawa flavonoid yaitu berwarna cerah dan menghasilkan pita dengan serapan yang kuat pada daerah sinar tampak dan sinar ultraviolet (Harborne 1987). Gugus fungsi pada senyawa organik dapat diketahui dengan melakukan analisis dengan menggunakan inframerah. Berdasarkan letak cincin heterosiklik oksigen dan hidroksil pada rantai karbon nomor tiga, senyawa flavonoid dapat diklasifikasikan dalam beberapa golongan seperti flavon, flavanol, flavonol, antosianidin, flavanon dan isoflavon (Brodowska, 2017). Pelarut yang digunakan untuk menentukan spektrum senyawa flavonoid yaitu alkohol atau etanol (Markham 1988). Beberapa aktivitas farmakologi yang memiliki senyawa flavonoid yaitu sebagai antiinflamasi, antioksidan, antikanker, vasodilator, antivirus, dan antibakteri (Gusnedi, 2013).

## 2.5 Penentuan Kadar Flavonoid Total

Penentuan kadar flavonoid total dalam sampel rimpang jahe dapat menggunakan beberapa metode seperti; kromatografi gas (GC), spektrofotometri ultraviolet (UV), kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT), spektrometri massa, kromatografi lapis tipis (KLT), dan elektroforesis kapiler. Pada penelitian ini menggunakan spektrofotometri UV-Vis sebagai metode pembanding, dikarenakan spektrofotometri UV-Vis mempunyai beberapa kelebihan yaitu lebih mudah, umum, dan banyak digunakan dalam penetapan kadari flavonoid total (prinsip kolorimetri). Metode kolorimetri sering digunakan untuk analisis struktur flavonoid, khususnya golongan flavon dan flavonol (Markham,1988).

Metode kolorimetri dapat dibagi dalam dua metode yaitu alumunium klorida dan DNP (*2,4-dinitrophenylhydrazine*). Prinsip metode kolorimetri dengan alumunium klorida yaitu berdasarkan pembentukan kompleks antara alumunium klorida dengan gugus keto pada atom C-4 dan gugus hidroksil pada atom C-3 atau C-5 dari golongan flavon dan flavonol sehingga menghasilkan warna kuning dan membentuk kompleks asam dengan gugus *orto*-dihidroksil dalam cincin A atau B pada flavonoid (Azizah dkk., 2014). Sedangkan prinsip kolorimetri dengan DNP yaitu reagen (*2,4-dinitrophenylhydrazine*) akan bereaksi dengan karbonil keton dan aldehid untuk membentuk (*2,4 dinitrophenylhydrazone*) dan menghasilkan warna merah. Metode kolorimetri dengan alumunium klorida dipilih karena prosesnya cepat, sederhana dan mudah untuk dilakukan (Chang dkk., 2001). Gambar 2.5 menunjukkan reaksi yang terjadi antara kuersetin dan alumunium klorida.



Gambar 2. 5 Persamaan reaksi antara kuersetin dan alumunium klorida

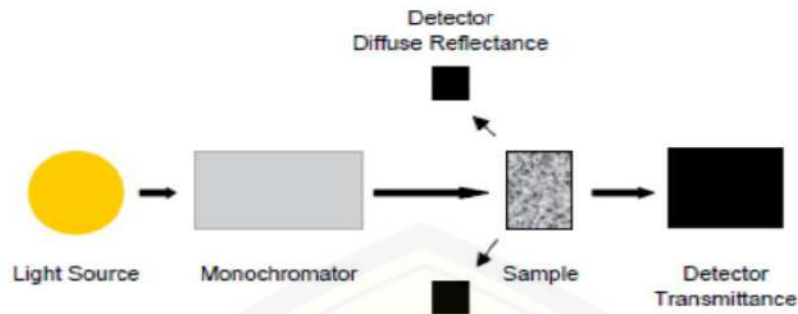
## 2.6 Spektroskopi NIR

Radiasi elektromagnetik *Infrared* (IR) terdapat pada panjang gelombang 750-25000 nm, pada sinar tampak. IR dibagi menjadi tiga daerah yaitu *far-infrared*, *mid-infrared*, *near-infrared* (NIR). Spektroskopi NIR berada pada panjang gelombang 780 nm - 2500 nm dan bilangan gelombang  $12.800\text{ cm}^{-1}$ - $4000\text{ cm}^{-1}$  (Schwanninger dkk., 2011).

Spektroskopi NIR merupakan metode analisis yang efektif karena memiliki beberapa kelebihan yaitu bersifat non-destruktif, analisis dengan kecepatan tinggi, tidak menyebabkan polusi, preparat contoh yang digunakan sederhana, dan tidak membutuhkan bahan kimia (Acacia dan Umur, 2014). Pada daerah NIR dapat mengamati vibrasi dari ikatan-ikatan -CH, -SH, -NH, dan -OH (Burns dalam Roggo, 2007). Molekul penyusun bahan akan menyerap radiasi gelombang inframerah sehingga menyebabkan ikatan tunggalnya bervibrasi (bergetar). Vibrasi yang dihasilkan akan membuat pita penyerapan naik sesuai dengan kombinasi gugus fungsi kimianya (Acacia dan Umur, 2014).

Prinsip spektroskopi NIR yaitu berdasarkan pada pengukuran cahaya yang di pantulkan dan ditransmisikan oleh sampel. Transfer energi radiasi yang terjadi akan menjadi energi mekanik terkait dengan adanya gerakan atom bersama oleh ikatan kimia dalam suatu molekul sehingga menghasilkan spektrum NIR. Sumber cahaya pada panjang gelombang 780-2500 nm akan dikenakan pada sampel, selanjutnya cahaya tersebut dipantulkan atau ditransmisikan oleh sampel yang dikumpulkan pada detektor dan menjadi spektrum (Patel, 2017).

Untuk dapat menangkap spektrum sampel, spektrofotometer NIR terdiri atas sumber cahaya (*light source*), monokromator (*monochromator*) biasanya yang digunakan yaitu kisi fraksi, dan detektor (*detector*) yang sering digunakan yaitu timbal sulfida (PBs), siliko, dan Indium galium arsenida (Patel, 2017), lampu tungsten sebagai sumber cahaya. Cahaya polikromatik mengenai kisi, maka akan didispersikan ke beberapa arah dan sudut di fraksi berdasarkan panjang gelombang. Detektor digunakan menerima dan merekam sinyal setelah pemisahan panjang gelombang (Patel, 2017). Gambar 2.6 menunjukkan instrumen pada spektrofotometri NIR



Gambar 2. 6 Instrumentasi spektrofotometri NIR (Reich, 2005)

## 2.7 Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri merupakan metode kimia analisis untuk menentukan komposisi pada suatu sampel secara kualitatif ataupun kuantitatif didasarkan pada interaksi yang terjadi pada materi dengan cahaya. Spektrofotometer adalah alat untuk mengukur energi secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan atau diemisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang (Gusnedi, 2013).

Spektrofotometri UV-Vis merupakan metode yang banyak digunakan pada penetapan senyawa - senyawa organik, umumnya untuk penetapan senyawa dalam jumlah yang sangat kecil (Triyati, 1985). Spektrofotometri UV-Vis bekerja pada rentang panjang gelombang 200-400 nm untuk ultra violet (UV) dan 400-800 nm untuk sinar tampak (Vis) (Adeeyinwo dkk., 2013). Prinsip kerja spektrofotometri UV-Vis adalah berdasarkan adanya interaksi antara materi dengan cahaya yang memiliki panjang gelombang tertentu. Dimana ketika sinar atau cahaya putih ditembakkan melewati larutan sampel maka sebagian akan diserap (absorpsi) dan sebagian lagi ditransmisikan. Perbandingan antara intensitas sinar yang diserap dengan intensitas sinar yang datang akan menghasilkan absorbansi. Semakin tinggi kadar suatu zat pada suatu sampel, maka semakin banyak molekul yang akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu, sehingga nilai absorbansi semakin besar pula (Gusnedi, 2013).

Suatu senyawa dalam sampel dapat dianalisis menggunakan spektrofotometri UV-Vis, jika memiliki gugus kromofor atau gugus kromofor dan gugus auksokrom. Gugus kromofor adalah gugus molekul yang dapat mengabsorpsi radiasi ultra violet dan cahaya tampak. Gugus kromofor terdiri dari ikatan rangkap yang terkonjugasi, seperti dien ( $C=C-C=C$ ), dienon ( $C=C-C=O$ ), benzene dan lain-lain. Gugus auksokrom adalah gugus molekul yang memiliki elektron tidak berikatan dan tidak mengabsorpsi radiasi UV jauh, seperti  $-OH$ ,  $-NH_2$ ,  $NO_2$ ,  $-X$  (Rouessac, 2007).

## 2.8 Kemometrik

Kemometrik merupakan suatu teknik analisis statistik dan matematik untuk memproses, mengevaluasi dan menginterpretasi informasi yang relevan dari data spektra NIR. Metode ini dapat digunakan untuk menganalisis spektrum NIR yang pita penyerapannya saling tumpang tindih (Okazaki, 2012). Fungsi kemometrik adalah untuk mencari korelasi statistik yang baik antara data spektra dengan data parameter kimia untuk proses pengembangan model (Sri Agustinadkk., 2015). Metode kemometrik sering diaplikasikan atau diterapkan pada suatu kondisi, dimana tidak ada teori yang dapat menyelesaikan atau mendiskripsikan suatu masalah yang menggunakan banyak variabel (multivariat). Penggunaan metode kemometrik ini, bertujuan untuk mendiskripsikan sistem yang memiliki hubungan tersembunyi antara data yang tersedia dengan informasi yang dihasilkan (Gad dkk., 2013).

Dalam metode analisis multivariat, tersedia perangkat lunak statistik yang dapat membantu dalam menghasilkan laporan analisis, dapat bekerja dengan kelompok data yang besar dan memberikan kemajuan dalam proses kalkulasi (perhitungan). Salah satu perangkat lunak tersebut adalah *The Unscrambler*. *The Unscrambler* adalah perangkat lunak spesifik dan sering digunakan dalam analisis data multivariat. Tujuannya untuk membantu menganalisis data multivariat dengan membentuk desain eksperimen dan dapat membantu



klasifikasi sampel yang belum diketahui ke dalam berbagai kategori (Jane, 2004).

Berdasarkan teknik analisis, metode multivariat dapat dibagi dalam 2 jenis yaitu analisis kuantitatif dan kualitatif. Analisis kualitatif meliputi; *Linier Discriminant Analysis* (LDA), *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Soft Independent Modelling of Class Analogy* (SIMCA) (Roggo dkk., 2007).

### 2.7.1 Linear Discriminant Analysis (LDA)

LDA termasuk jenis metode *supervised pattern recognition*, tujuan dari metode ini yaitu menggunakan sampel-sampel yang telah diketahui golongannya (*training set*) untuk menemukan suatu aturan meletakkan objek baru yang golongannya tidak diketahui ke dalam golongan yang benar atau tepat (Rohman, 2014b). LDA merupakan metode linear dan parametrik dengan karakteristik diskriminatif yang berfokus untuk menemukan batas optimal antar golongan atau kelas (Roggo dkk., 2007).

### 2.7.2 Support Vector Machine Classificaton (SVM)

SVM termasuk metode kemometrik penggolongan jenis *supervised pattern recognition*. Konsep dasar SVM yaitu sebagai *classifier* (alat pengklasifikasi atau penggolongan) yang digunakan dalam *pattern recognition* (pengenalan pola) atau yang dikenal juga sebagai klasifikasi (Nugroho, A. S., A. B. Witarto, 2003). SVM telah terbukti bermanfaat untuk klasifikasi non linier. Salah satu manfaat SVM adalah tidak membutuhkan sampel dalam jumlah besar untuk pengembangan model dan tidak terpengaruh oleh keberadaan pencilan (Suykens dan Vandewalle, 1999).

### 2.7.3 Soft Independent Modelling of Class Analogy (SIMCA)

SIMCA pertama kali dikenalkan oleh Wold pada tahun 1970, termasuk dalam jenis *supervised pattern recognition*. Pembentukan model SIMCA terjadi dalam dua tahap. Pada tahap pertama, masing-masing golongan (kategori) dibuat model *Principal Component Analysis* (PCA) dilakukan untuk

setiap kelompok pengamatan yang relevan secara terpisah. Pada tahap kedua, dilakukan penggolongan objek atau sampel yang tidak diketahui golongannya dengan menggunakan model SIMCA yang terbentuk dari model PCA (Kanik dkk., 2013). SIMCA dapat dipahami sebagai suatu prosedur yang terdiri dari konstruksi model PCA yang diikuti dengan perhitungan *Orthogona Distance* dan *Score Distance* (OD dan SD) untuk pemisahan antar golongannya (Pomerantsev dan Rodionova, 2014).

Terlepas dari masalah yang berkaitan dengan klasifikasi sederhana, SIMCA diterapkan pada kelas masalah diskriminatif yang lebih umum, misalnya identifikasi. Ini adalah prosedur di mana spektrum mentah dikompresi dengan menggunakan PCA yaitu, data yang menggambarkan sampel dari masing-masing jumlah kelas atau kelompok yang relevan dikumpulkan dan model PCA terpisah dihitung untuk masing-masing dari kelompok yang diinginkan analisis kualitatif (Mark, 1992). Kelas dengan demikian dimodelkan secara independen satu sama lain dan model cluster memperlakukan sampel baru secara terpisah. SIMCA pertama memusatkan dan kemudian mengompresi data mentah dengan menggunakan PCA. Sisa spektrum, yang merupakan indikasi seberapa banyak spektrum dari sampel yang diberikan tidak dijelaskan oleh model PCA, memberikan ukuran keanggotaan kelas yang dapat diandalkan dan sensitif. Dengan menggabungkan dua jarak residual, probabilitas kritis dari sampel yang tidak diketahui milik kelas tertentu dapat diuji. SIMCA diklaim memiliki keunggulan dalam pemisahan bahan yang sangat mirip (Pomerantsev dan Rodionova, 2014).

## 2.9 Validasi Silang

Validasi silang merupakan metode yang digunakan untuk menguji validitas model regresi dengan menggunakan data uji diluar data yang digunakan dalam penentuan regresi (Pranowo dkk., 2007). Prinsipnya berdasarkan pemisahan data, sebagian data digunakan untuk menyesuaikan masing-masing model yang bersaing dan data lainnya digunakan untuk mengukur kinerja prediksi model

dengan kesalahan validasi dan model dengan keseluruhan kinerja terbaik dipilih. Metode validasi silang dibagi dalam beberapa tipe seperti; *Leave-one-out* dan *2-fold cross-validation* (Kohavi, 1995).

#### 2.8.1 *Leave-one-out*

Metode validasi dengan menghapus atau meninggalkan satu sampel untuk validasi silang. Sampel percobaan tunggal digunakan sebagai validasi data dan sampel percobaan yang lain digunakan sebagai training set. Dilakukan secara berulang untuk setiap pengamatan sampel sebagai data validasi.

#### 2.8.2 *2-Fold Cross-Validation*

Metode validasi yang dilakukan dengan membagi data sampel menjadi dua bagian yaitu *training set* (pembentukan model), *test set* (validasi model yang telah dibentuk)

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian *true experimental laboratories*, yaitu penelitian yang dilakukan di laboratorium.

### 3.2 Tempat dan Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia, Fakultas Farmasi, Universitas Jember. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari bulan Februari 2020 sampai selesai.

### 3.3 Rancangan Penelitian

Langkah awal penelitian yang dilakukan yaitu pengambilan rimpang jahe gajah (*Z. officinale* var. *officinale*) pada ketinggian tempat tumbuh yang berbeda yaitu dataran rendah (0-200 mdpl), dataran sedang (201-700 mdpl), dataran tinggi (>700 mdpl). Proses yang dilakukan selanjutnya yaitu perajangan, pengeringan, penghalusan, kemudian pengayakan sampai sampel menjadi serbuk. Sampel serbuk jahe gajah yang di dapat diukur kadar airnya dengan menggunakan alat *moisture content*. Setelah diperoleh kadar air <10%, semua sampel serbuk jahe gajah diukur spektrumnya menggunakan spektrofotometer NIR (Dewick, 2009).

Penetapan kadar flavonoid total dilakukan dengan metode kolorimetri menggunakan reagen aluminium klorida ( $AlCl_3$ ) dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Data spektrum NIR sampel *training set* dibentuk model klasifikasi dengan metode spektroskopi NIR dan kemometrik (LDA, SVM, dan SIMCA). Model klasifikasi terpilih divalidasi menggunakan validasi silang dengan metode *Leave-One-Out-Cross Validation* (LOOCV) dan *2-fold Cross Validation* (2-FCV). Data hasil spektrofotometri UV-Vis yang diperoleh dianalisis dengan metode statistik.

### 3.4 Alat dan Bahan

#### 3.4.1 Alat penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer NIR *Brimrose Luminar 3070*, perangkat lunak *Brimrose*, perangkat lunak *The Unscrambler X 10.2 (Camo)*, spektrofotometer UV-Vis (*Hitachi U-1800*), timbangan analitik digital (*Sartorius*), ultrasonikator, alat penyerbuk (*blender*), vial, corong, labu ukur, pipet micro (*socorex*), kuvet, ayakan mesh 100 dan alat-alat gelas.

#### 3.4.2 Bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel (*training set dan test set*) serbuk jahe gajah (*Z. officinale* var. *officinale*) pada 3 dataran yaitu dataran rendah; dataran sedang; dan dataran tinggi, etanol 96% teknis, kuersetin (*Sigma-Aldrich*), kalium asetat (*UPT BPPTK LIPI*), aluminium klorida 10% (*Merck*), kertas saring, aquadest.

### 3.5 Variabel penelitian

#### 3.5.1 Variabel bebas

Variabel bebas pada penelitian ini yaitu perbedaan ketinggian tempat tumbuh rimpang jahe gajah pada dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi.

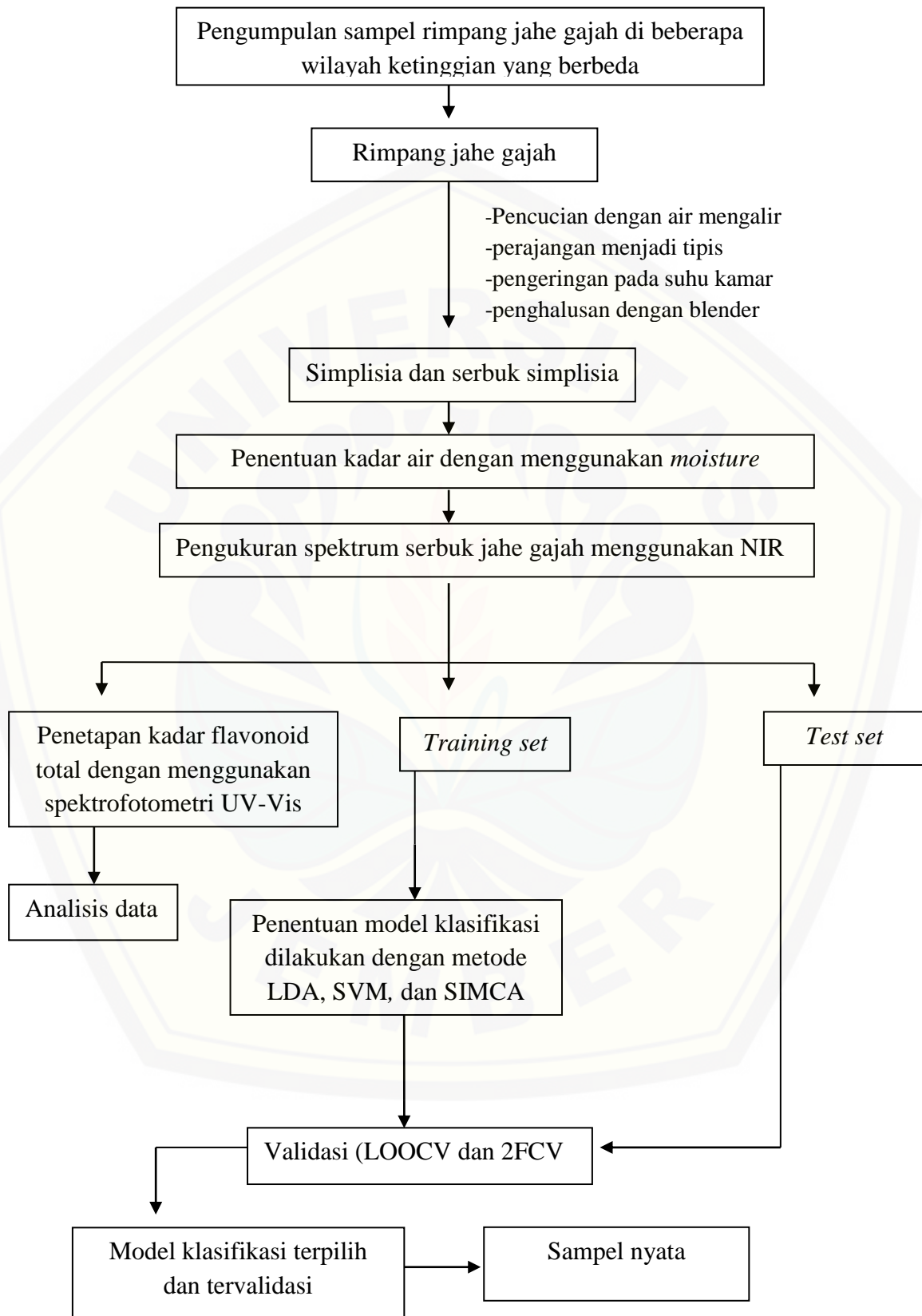
#### 3.5.2 Variabel terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah kandungan flavonoid total dan model klasifikasi serbuk jahe gajah dengan perbedaan ketinggian tempat tumbuh.

#### 3.5.3 Variabel terkontrol

Variabel terkontrol yang digunakan yaitu rimpang jahe dengan varietas jahe gajah, proses pembuatan serbuk jahe dan metode penentuan kadar flavonoid dengan spektrofotometri UV-Vi

### 3.6 Alur Penelitian



### 3.7 Prosedur penelitian

#### 3.7.1 Pengumpulan sampel

Pengumpulan sampel rimpang jahe gajah dilakukan di beberapa wilayah dengan ketinggian berbeda, yaitu dataran rendah (0-200 mdpl) pada daerah Lumajang; Jember; Kediri, dataran sedang (201-700 mdpl) di daerah Situbondo; Probolinggo; Jember; Banyuwangi, dan dataran tinggi (>700 mdpl) pada daerah Malang; Trenggalek. Ketinggian tempat di titik pengumpulan masing-masing sampel ditetapkan dengan menggunakan perangkat lunak *Google Earth Altimeter*. Sampel yang digunakan diambil langsung dari petani jahe. Rimpang jahe yang digunakan yaitu rimpang jahe yang siap panen berusia sekitar  $\pm 8$  bulan dan rimpang yang digunakan harus segar. Sampel yang diambil secara acak dikarenakan petani jahe yang terdapat di satu wilayah yang sama jumlahnya sedikit sehingga kesulitan dalam mengambil sampel jika diambil dalam satu wilayah. Masing-masing dari wilayah dataran yang sama tersebut diambil sebanyak 3 sampel untuk *training set* dan 1 sampel untuk *test set*, total sampel *training set* 9 dan sampel *test set* 3 yang ditunjukkan pada tabel 3.1.

Teknik pengambilan sampel dipilih sebagai upaya penelitian untuk mendapatkan sampel yang representatif (mewakili), dapat menggambarkan kriteria yang diinginkan. Teknik pengambilan sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah teknik *purposive sampling*, yaitu pengambilan sampel yang dilakukan hanya atas dasar pertimbangan peneliti saja yang menganggap kriteria yang dikehendaki telah ada dalam kelompok sampel yang diambil (Setiawan, 2005).

Tabel 3. 1 Daerah-daerah tempat pengambilan sampel

Kode	Kota/kab	Kecamatan	Desa	Mdpl	Keterangan
T1	Trenggalek	Poncokusumo	Gubuk klaka	810	Tinggi ( <i>Training set</i> )
T2	Trenggalek	Pule	Pule	920	Tinggi ( <i>Training set</i> )
T3	Trenggalek	Suruh	Ngrandu	1070	Tinggi ( <i>Training set</i> )
T4	Malang	Dongko	Sumber bening	1100	Tinggi ( <i>Test set</i> )
S1	Situbondo	Arjasa	Kayumas	680	Sedang ( <i>Training set</i> )
S2	Probolinggo	Tiris	Tiris	520	Sedang ( <i>Training set</i> )
S3	Jember	Silo	Pace	580	Sedang ( <i>Training set</i> )
S4	Banyuwangi	Glagah	Glagah	240	Sedang ( <i>Test set</i> )
R1	Lumajang	Tempeh	Kaliwungu	67	Rendah ( <i>Training set</i> )
R2	Jember	mumbulsari	Dusun mandigu, Suco	110	Rendah ( <i>Training set</i> )
R3	Kediri	Tarokan	Bulusari	165	Rendah ( <i>Training set</i> )
R4	Lumajang	Kunir	Dorogowok	75	Rendah ( <i>Test set</i> )

### 3.7.2 Pembuatan Simplisia dan Serbuk Simplisia

Sampel rimpang jahe gajah sebanyak 1 kg yang telah dikumpulkan dicuci dengan air mengalir. Setelah dicuci, rimpang jahe gajah diangin-anginkan pada kondisi suhu ruang dan tidak terkena sinar matahari langsung. Rimpang jahe gajah kemudian dilakukan perajangan sampai rimpang jahe menjadi tipis, setelah itu sampel diangin-anginkan kembali pada kondisi suhu ruang dan tidak terkena sinar matahari langsung hingga kering. Simplisia rimpang jahe gajah yang sudah kering dihaluskan dengan menggunakan alat penyerbuk (blender) sehingga menjadi serbuk simplisia. Serbuk simplisia kemudian diayak dengan menggunakan ayakan mesh 100.



### 3.7.3 Penentuan Kadar air Serbuk Simplisia

Serbuk simplisia di tetapkan kadar airnya dengan menggunakan alat *moisture content*, dimana syaratnya dibawah (<10%). Tahapan penetapan kadar air yaitu menimbang 5g serbuk sampel dengan *moisture content*. Tekan tombol start, tunggu hingga alat bunyi 3 kali dan catat % kadar air yang muncul pada layar alat. Jika % kadar air sampel masih diatas 10%, maka dilakukan pengovenan serbuk simplisia hingga diperoleh % kadar sampel dibawah(<10%).

### 3.7.4 Pengukuran spektrum serbuk jahe gajah menggunakan NIR

Pengukuran spektrum seluruh sampel serbuk jahe gajah (*training set* dan *test set*) menggunakan instrumen NIR *Brimrose Luminar 3070*. Sebelum dilakukan pengukuran spektrum, instrumen dihidupkan dan ditunggu selama 30 menit (waktu *warming up*), selanjutnya dibuka perangkat lunak *Brimrose*. Sampel serbuk jahe gajah diletakkan diatas plat tempat sampel dengan cara menekan sampai menghasilkan ketebalan dan ketinggian yang sama pada setiap replikasi sampel. Setiap sampel dilakukan replikasi sebanyak 5 (lima) kali dan setiap replikasi dilakukan 3 (tiga) kali penembakan. Setiap sampel yang diuji diberi kode nama. Langkah-langkah tersebut diulangi untuk semua sampel. Setelah *scanning* semua sampel, perangkat lunak *Brimrose* ditutup, kemudian data yang telah diperoleh diolah dengan program perangkat lunak *The UnscramblerX 10.2*.

### 3.7.5 Penetapan Kadar Flavonoid Total menggunakan Spektrofotometri UV-Vis

Penetapan kadar flavonoid total menggunakan spektrofotometri UV-Vis mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Azizah dkk. (2014) dengan beberapa modikasi yaitu pada penimbangan sampel dan pada konsentrasi sampel yang digunakan.

#### 1. Pembuatan Larutan Baku Kuersetin

Standar kuersetin ditimbang 5mg dan 10 mg dan dimasukkan dalam labu ukur 10 ml dilarutkan dengan etanol sampai batas volume. Diperoleh konsentrasi larutan baku induk 500 µg/ml dan 1000 µg/ml. Kemudian dibuat satu seri konsentrasi larutan kuersetin (100 µg/ml; 200 µg/ml dan 300 µg/ml)

dengan etanol dari pengenceran larutan baku induk. Larutan yang dihasilkan diencerkan kembali ke dalam labu ukur 10 ml dengan memipet sejumlah tertentu larutan induk, tambahkan 1 ml etanol; 0,2 ml kalium asetat 1M; 0,2 ml aluminium klorida ( $\text{AlCl}_3$  10%) dan akuadest sampai tanda batas (agar diperoleh konsentrasi 2 ppm; 4 ppm; 6 ppm; 8 ppm; 10 ppm; 12 ppm dan 15 ppm).

## 2. Penetapan Panjang Gelombang Maksimum

Larutan standar kuersetin konsentrasi 2, 8 dan 5 ppm hasil pengenceran larutan induk didiamkan selama 30 menit (hasil optimasi). Diukur absorbansinya pada panjang gelombang 200-600 nm. Dilihat hasil panjang gelombang maksimum yang di dapat sama atau tidak anatar konsentrasi 2, 8, dan 15.

## 3. Penetapan waktu inkubasi

Menimbang 100 mg sampel serbuk jahe gajah masukkan dalam labu ukur 10 ml, tambahkan etanol sampai tanda. Selanjutnya diultrasonik  $\pm$  15 menit dandisaring. Memipet 1 ml larutan sampel selanjutnya tambahkan 1 ml etanol; 0,2 ml kalium asetat 1M; 0,2 ml  $\text{AlCl}_3$  10% dan akuadest sampai tanda batas. Campuran kemudian diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum dari menit ke-0 hingga menit ke-90 dengan interval 15 menit. Waktu optimum diperoleh jika hasil absorbansi sudah stabil atau tidak mengalami perubahan yang terlalu besar.

## 4. Penetapan Kadar Flavonoid Total

Sampel serbuk jahe serbuk ditimbang 100 mg lalu masukkan labu ukur 10 ml dan tambahkan etanol sampai tanda batas, diultrasonik  $\pm$  15 menit selanjutnya disaring. Sebanyak 1 ml larutan sampel dilarutkan 1 ml etanol, tambahkan 0,2 ml kalium asetat 1M, 0,2 ml  $\text{AlCl}_3$  10% dan aquadest sampai tanda batas, dan diamkan berdasarkan waktu optimum yang terpilih. Absorbansinya diukur pada panjang gelombang maksimum.

Nilai absorbansi yang didapat dari masing-masing larutan sampel kemudian dimasukkan kedalam persamaan regresi larutan standar kuersetin

sehingga didapatkan kandungan flavonoid total yang ditunjukkan dengan miligram kuersetin ekuivalen per gram serbuk (mg QE/g serbuk).

### 3.7.6 Penentuan Model Klasifikasi

Penentuan model klasifikasi dilakukan dengan metode LDA, SVM, dan SIMCA. Data spektrum sampel *training set* yang diperoleh diolah menggunakan program *The UnscramblerX 10.2*. Langkah-langkah penentuan model klasifikasi sebagai berikut: program *The Unscrambler* versi X 10.2 dibuka dan masukkan data dengan memilih *file, import* data, kemudian dipilih *Brimrose* sehingga muncul tampilan data spektrum dengan masing-masing panjang gelombang. Selanjutnya dibuat kategori objek. Kategori “RENDAH” untuk sampel dari Kabupaten Lumajang, Jember, Kediri. “SEDANG” untuk sampel dari Kabupaten Jember; Situbondo dan Probolinggo, dan “TINGGI” untuk sampel dari Kota Trenggalek dan Malang. Objek dikelompokkan dengan cara memilih *define range* dan *column range* lalu diisi dengan kategori pada kolom dan absorbansi pada kolom yang lain. Dibuat model klasifikasi sebagai berikut :

#### a. *Linear Discriminant Analysis (LDA)*

Model ini dibuat dengan cara klik *tasks, analyze*, lalu pilih *Linear Discriminant Analysis*. Model klasifikasi dapat dikatakan valid apabila % akurasi yang diperoleh sebesar 100%, dimana hasil prediksi dari model telah sesuai dengan klasifikasi yang sebenarnya.

#### b. *Support Vector Machine (SVM)*

Model klasifikasi dibuat dengan klik *tasks, analyze*, lalu pilih *SupportVectorMachine*. Model klasifikasi dikatakan valid apabila % akurasi yang diperoleh sebesar 100%, hal tersebut menunjukkan hasil prediksi dari model telah sesuai dengan klasifikasi yang sebenarnya.

#### c. *oft Independent Modelling of Class Analogy (SIMCA)*

Sebelum membuat model SIMCA terlebih dahulu membuat model PCA dari masing-masing kategori. Model PCA dibuat dengan memilih data spektrum masing-masing kategori, lalu klik *tasks, analyze*, kemudian

pilih *Principal Component Analysis*. Model SIMCA dibuat dengan klik *tasks, predict, Classification*, lalu pilih SIMCA. Model klasifikasi dikatakan valid apabila % akurasi yang diperoleh sebesar 100%, dimana hasil prediksi dari model telah sesuai dengan klasifikasi yang sebenarnya.

### 3.7.7 Validasi Model Terpilih

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

Set validasi dibuat untuk mengevaluasi data dengan mengambil satu set data sampel dari *training set* dimana data tersebut digunakan sebagai set validasi. Sedangkan data yang tersisa digunakan untuk membentuk model baru.

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

Set validasi ini dibuat dengan data spektrum dari 3 sampel *test set*. Dataspektrum tersebut kemudian diolah dan absorbansinya digunakan sebagai prediktor pada model terpilih.

### 3.7.8 Analisis Data

Menggunakan program *SPSS 25 trial version* data hasil penetapan kandungan flavonoid total sampel serbuk jahe gajah dari beberapa wilayah (Trenggalek, Malang, Probolinggo, Situbondo, Lumajang, Jember, dan Batu) diuji normalitas dan homogenitasnya, kemudian dilakukan pengujian *One-Way ANOVA* dan uji lanjutan *Post Hoc* untuk mengetahui ada atau tidak adanya perbedaan kandungan flavonoid total sampel serbuk jahe gajah dari wilayah tersebut. Analisis data dilakukan pada tingkat kepercayaan 99% dengan nilai *significance* atau signifikansi (Sig.) 0,01.

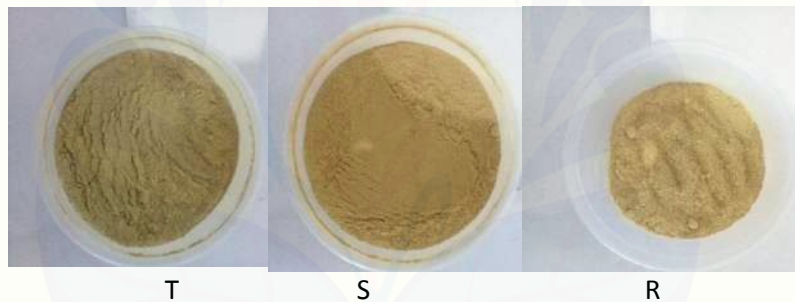
## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan penetapan kadar flavonoid total dan penentuan model klasifikasi serbuk rimpang jahe gajah dari ketinggian berbeda dengan metode spektroskopi NIR-kemometrik. Adapun tahap awal penelitian adalah pengumpulan sampel 1kg rimpang jahe gajah dari 3 dataran yaitu dataran tinggi, sedang, dan rendah. Setiap dataran yang sama diambil sampel masing-masing terdapat 4 wilayah. Kemudian dilakukan preparasi serbuk simplisia rimpang dan uji kadar air. Tahap selanjutnya sampel dibagi menjadi dua kelompok yaitu *training set* dan *test set*. Kemudian dilakukan analisis data spektra NIR dan penetapan kadar flavonoid total dengan spektrofotometri UV-Vis. Berdasarkan hasil data spektra NIR yang diperoleh kemudian dilakukan pembentukan model klasifikasi. Model klasifikasi yang terpilih selanjutnya divalidasi.

### 4.1. Pengumpulan dan preparasi serbuk rimpang jahe gajah

Bahan awal yang digunakan pada penelitian ini adalah rimpang jahe gajah segar yang diperoleh dengan proses sampling secara langsung di wilayah Jawa Timur. Teknik pemilihan sampel menggunakan teknik *purposive sampling* yaitu berdasarkan variasi tempat tumbuh (dari dataran tinggi, sedang sampai rendah). Rimpang jahe gajah yang digunakan yaitu rimpang yang sudah siap panen berkisar usia 8 bulan. Sampel rimpang segar kemudian diproses melalui beberapa tahapan seperti; sortasi basah, pencucian, perajangan, pengeringan dan sortasi kering untuk mendapatkan simplisia rimpang jahe gajah (Depkes, 2008). Proses pengeringan sampel rimpang jahe gajah pada penelitian ini dilakukan dengan diangin-anginkan atau dijemur pada suhu kamar tanpa terkena sinar matahari secara langsung. Hal tersebut bertujuan untuk menghindari terjadinya kerusakan bahan aktif (metabolit) yang terkandung pada rimpang. Selain itu, proses pengeringan juga bertujuan untuk mengurangi kandungan air pada sampel rimpang, dimana air dapat menjadi media pertumbuhan kapang atau jasad renik lainnya yang menyebabkan kerusakan pada simplisia rimpang (Husni dkk., 2014).

Simplisia rimpang kering kemudian dihaluskan dengan mesin penggiling (blender) dan diayak dengan ayakan mesh 100 untuk mendapatkan serbuk simplisia yang diinginkan. Proses pengayakan bertujuan untuk menyeragamkan ukuran partikel serbuk rimpang karena ukuran, bentuk, rongga dan susunan antar partikel dapat mempengaruhi reflektansi dan panjang transmisi cahaya yang melewati sampel (Chang dkk., 2001). Pada penelitian ini dipilih ayakan ukuran 100 mesh yaitu berdasarkan penelitian (Yang, J., Z. Liu, B. Liu, 2012), dimana sampel setelah diayak dengan ukuran mesh 100 dilakukan *scanning* dengan tiga kali replikasi diperoleh spektra dengan tinggi yang berhimpit sedangkan sampel yang diayak dengan ukuran mesh (20, 40 dan 70) diperoleh spektra dengan ketinggian yang tidak sama. Identitas sampel serbuk rimpang jahe gajah yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.1 dan lampiran A.



Gambar 4. 1 Serbuk rimpang jahe : Tinggi (T), Sedang (S), Rendah (R)

#### 4.2. Penetapan Kadar Air Serbuk Simplisia

Pada penelitian ini pengujian kadar air serbuk rimpang jahe gajah menggunakan alat *moisture content*. Tujuannya untuk mengetahui serbuk simplisia yang digunakan telah memenuhi persyaratan atau tidak, dimana syarat kadar air untuk sediaan serbuk rimpang adalah dibawah (<10%) (DepkesRI, 2008). Menurut Husni dkk (2014), kadar air dibawah 10 % dapat menghentikan terjadinya proses atau reaksi enzimatik (reaksi yang dapat menurunkan mutu dan merusakkan pada serbuk simplisia). Selain itu, menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Dewi (2016) kadar air juga dapat berpengaruh terhadap hasil pengukuran spektra pada sampel. Sampel dengan kadar air lebih dari 10%

menunjukkan reflektan spektra yang rendah sedangkan sampel dengan kadar air dibawah 10% menunjukkan reflektan spektra yang lebih tinggi.

Hasil penetapan kadar air diperoleh kadar air dengan rentang 6-8% seperti pada tabel 4.1. Hasil tersebut menunjukkan bahwa serbuk simplisia rimpang jahe gajah yang digunakan telah memenuhi persyaratan dan dapat digunakan untuk tahap pengujian selanjutnya.

Tabel 4. 1 Hasil penetapan kadar air *training set* dan *test set* serbuk rimpang jahe gajah

No	Kode Sampel	Kadar Air (%)
1.	T1	6,133 %
2.	T2	7,500 %
3.	T3	7,233 %
4.	S1	6,500 %
5.	S2	7,150 %
6.	S3	6,430 %
7.	R1	6,211 %
8.	R2	7,608 %
9.	R3	7,133 %
10.	Test set T4	6,500 %
11.	Test set S4	8,200 %
12.	Test set R4	6,133 %

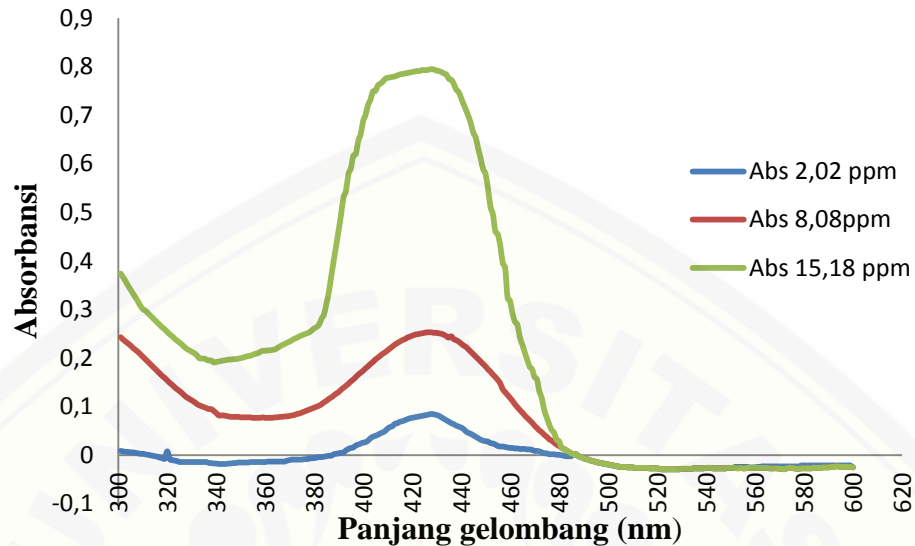
### 4.3. Penentuan Kadar Flavonoid Total

#### 4.3.1. Optimasi Panjang Gelombang maksimum

Sebelum penetapan kadar flavonoid total, dilakukan terlebih dahulu optimasi panjang gelombang maksimum. Optimasi panjang gelombang maksimum bertujuan untuk mencari panjang gelombang yang akan digunakan dalam analisis terhadap sampel. Panjang gelombang maksimum dipilih karena dapat memberikan absorbansi paling maksimum, dimana dengan absorbansi maksimum dapat memberikan nilai penyerapan dengan sensitivitas pengukuran paling tinggi (Behera, S., S. Ghanty, F. Ahmad, S. Santra, 2012).

Pada penelitian ini optimasi panjang gelombang maksimum dilakukan dengan mengukur absorbansi standar (kuersetin) setelah direaksikan dengan etanol,  $\text{AlCl}_3$ , kalium asetat dan akuadest (Chang dkk., 2001). Kueretin digunakan sebagai standar (pembanding) karena termasuk kelompok flavonol terbesar yang sering ditemukan dalam tumbuhan, dimana penyebarannya luas sekitar 60-75% dari flavonoid (Koirewoa dkk., 2012). Selain itu kueretin juga memiliki gugus keto pada atom C-4 dan gugus hidroksil pada atom C-3 atau C-5, dimana dapat bereaksi membentuk kompleks asam dengan  $\text{AlCl}_3$  (Gad dkk., 2013). Optimasi panjang gelombang maksimum dilakukan dengan tiga rentang konsentrasi kueretin yaitu 15,18  $\mu\text{g/ml}$ ; 8,08  $\mu\text{g/ml}$  dan 2,02  $\mu\text{g/ml}$ . Tujuannya untuk membandingkan dari ketiga konsentrasi tersebut dapat memberikan absorbansi yang paling maksimum pada panjang gelombang yang sama atau tidak. Hasil pengukuran menunjukkan dari ketiga konsentrasi yang digunakan memberikan intensitas spektrum yang paling tinggi pada panjang gelombang yang sama yaitu 428 nm. Hasil panjang gelombang tersebut telah sesuai dengan literatur menurut Harborne (1987), dimana rentang panjang gelombang kueretin setelah direaksikan dengan  $\text{AlCl}_3$  berkisar antara 415 sampai 435 nm. Kurva hasil penetapan panjang gelombang maksimum seperti pada Gambar 4.2 dan data hasil pengukuran dapat dilihat pada Lampiran B. Panjang gelombang terpilih ini selanjutnya digunakan untuk penetapan kadar flavonoid total.

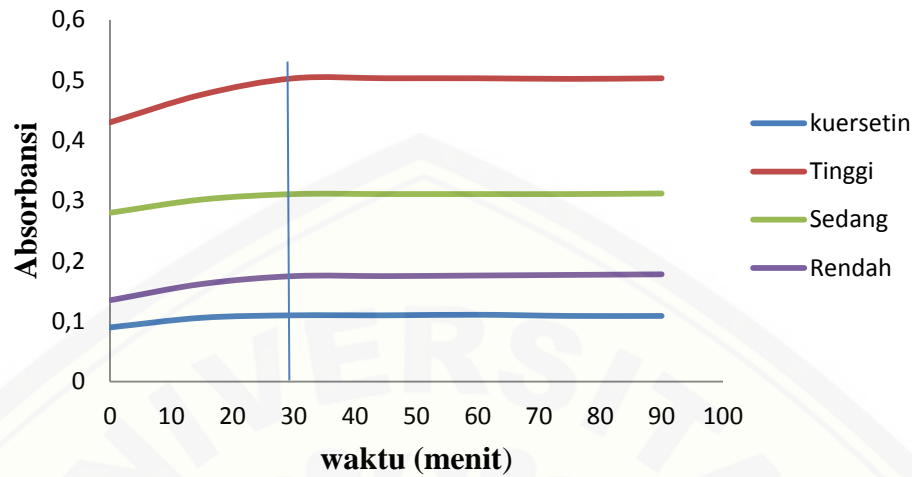




Gambar 4. 2 Spektra panjang gelombang maksimum kuersetin +  $\text{AlCl}_3$

#### 4.3.2. Penetapan Waktu Inkubasi

Penetapan waktu inkubasi sampel dilakukan dengan mereaksikan larutan sampel dengan etanol,  $\text{AlCl}_3$ , kalium asetat dan akuadest. Setelah direaksikan kemudian diamati absorbansinya pada panjang gelombang terpilih yaitu 428 nm mulai menit ke-0 sampai menit ke-90 dengan selang waktu 15 menit. Waktu reaksi dikatakan optimum jika kenaikan atau penurunan absorbansi yang dihasilkan relatif stabil (Molyneux, 2004). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada menit ke-30 absorbansi larutan sampel relatif konstan. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Chang dkk (2002), dimana menunjukkan waktu inkubasi optimum untuk penetapan flavonoid total dengan metode kolorimetri menggunakan  $\text{AlCl}_3$  adalah selama 30 menit. Pada penelitian ini tidak dilakukan optimasi waktu inkubasi standar kuersetin secara langsung, dimana untuk waktu inkubasi yang digunakan sesuai dengan penelitian sebelumnya (Lukman dkk., 2016) yaitu selama 30 menit. Hasil penetapan waktu inkubasi optimum dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan Lampiran D.



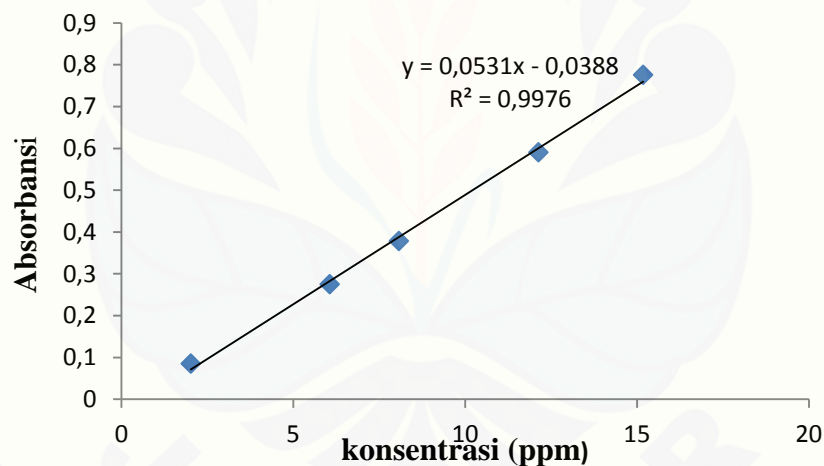
Gambar 4. 3 Hasil optimasi waktu inkubasi

#### 4.3.3. Penetapan Kadar Flavonoid Total Sampel *Training Set* dan *Test Set* dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis

Pada penelitian ini dilakukan penetapan kadar flavonoid total dengan spektrofotometri UV-Vis untuk mengetahui kadar flavonoid yang terdapat pada tiap sampel serbuk tanaman. Adapun tahapan yang dilakukan yaitu menimbang sampel serbuk rimpang dan dilarutkan dengan etanol (Dewi, 2016). Sampel kemudian diultrasonikasi dan disaring untuk memperoleh ekstrak cair sampel. Selanjutnya ekstrak cair yang diperoleh ditampung dalam vial dan disimpan dalam lemari pendingin agar dapat bertahan lebih lama. Pada penelitian ini dipilih pelarut etanol karena selain dapat bertindak sebagai pelarut, etanol juga dapat berfungsi sebagai pengawet sehingga sampel yang terekstraksi dapat tahan lama dan tidak mudah ditumbuhi jamur (Wullur dkk., 2012). Pelarut etanol juga merupakan pelarut ideal yang sering digunakan sebagai pelarut pengekstraksi senyawa-senyawa dengan berat molekul rendah seperti flavonoid. Selain itu etanol juga termasuk pelarut yang bersifat universal yang dapat menarik senyawa polar maupun non polar (Azis dkk., 2014). Pada penelitian ini dipilih metode ekstraksi cair dengan ultrasonikasi karena metode ultrasonikasi memanfaatkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 20-40 kHz yang menyebabkan proses

kavitasi (proses dimana dapat membantu difusi pelarut ke dalam dinding sel tanaman) sehingga dapat mempersingkat waktu dan meningkatkan efisiensi dalam proses ekstraksi (Ashley dkk., 2001).

Penetapan kadar dilakukan dengan mengukur absorbansi larutan kuersetin yang telah direaksikan pada panjang gelombang terpilih yaitu 428 nm. Nilai absorbansi yang didapatkan diplotkan dengan konsentrasi 2,20; 6,07; 8,08; 12,14 dan 15,18  $\mu\text{g/ml}$ , sehingga didapatkan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,9976 dan kurva kalibrasi standar kuersetin  $y = 0,0531x - 0,0388$ ; dengan  $y$  merupakan nilai absorbansi dan  $x$  merupakan nilai konsentrasi kuersetin. Hasil konsentrasi dan absorbansi kuersetin yang dihasilkan seperti pada Gambar 4.4 dan lampiran E3.



Gambar 4. 4 Kurva standar kuersetin

Penetapan kadar flavonoid total pada sampel sama seperti pada standar kuersetin yaitu mengukur absorbansi larutan sampel dengan direaksikan  $\text{AlCl}_3$  dan  $\text{CH}_3\text{COOK}$ . Nilai absorbansi yang didapat dimasukkan ke dalam kurva kalibrasi standar kuersetin untuk mencari nilai konsentrasi yang kemudian digunakan untuk menentukan kadar flavonoid total dalam sampel. Kadar flavonoid total dalam sampel dinyatakan dalam berat ekuivalen kuersetin tiap

gram serbuk (mg QE/g serbuk). Contoh perhitunga dan hasil penentuan kadar Flavonoid total dapat dilihat pada tabel 4.3 dan lampiran F2

Pada tabel 4.2 dapat dilihat kandungan flavonoid serbuk rimpang jahe gajah pada tempat tumbuh dataran tinggi lebih tinggi dibandingkan dengan dataran sedang dan dataran rendah. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa serbuk rimpang jahe gajah pada yang tumbuh di dataran tinggi lebih berpotensi sebagai sumber flavonoid yaitu dengan rata-rata  $\pm$  SD kandungan flavonoid total pada dataran tinggi 9,96 mg QE/g serbuk  $\pm$  0,795, dataran sedang 6,39 mg QE/g serbuk  $\pm$  0,506, dan dataran rendah 4,3544 mg QE/g serbuk  $\pm$  0,292.

Tabel 4. 2 Hasil penentuan kadar flavonoid total pada serbuk rimpang jahe gajah

kode sampel	Rata-rata mg QE/g serbuk $\pm$ RSD	mdpl
T1	8,7902 $\pm$ 0,0478	810
T2	10,1306 $\pm$ 0,0561	920
T3	10,3787 $\pm$ 0,0416	1070
T4	10,5285 $\pm$ 0,0615	1100
S1	5,6799 $\pm$ 0,0068	680
S2	6,4593 $\pm$ 0,0252	240
S3	6,8570 $\pm$ 0,0627	580
S4	6,5969 $\pm$ 0,0342	520
R1	4,0260 $\pm$ 0,0279	67
R2	4,5044 $\pm$ 0,0217	110
R3	4,6762 $\pm$ 0,0507	165
R4	4,2110 $\pm$ 0,0034	75

Pada penelitian ini didapatkan hasil kandungan flavonoid total yang bervariasi pada varietas yang sama, hal tersebut dikarenakan faktor lain yang mempengaruhi jumlah kandungan flavonoid total contoh ketinggian tempat tumbuh. Pada sampel T4 yang diambil dari lokasi tertinggi yaitu 1100 mdpl didapatkan hasil kandungan

flavonoid tertinggi yaitu 10,5285 mg QE/g serbuk . Hasil tersebut sesuai dengan penelitian (Tanamal dkk., 2017) tentang kandungan flavonoid total pada daun melinjo dengan variasi tempat tumbuh, didapatkan hasil semakin tinggi tempat tumbuh maka kandungan flavonoid total yang dihasilkan juga semakin tinggi. Pada umumnya flavonoid akan meningkat apabila tanaman mengalami stress, karena metabolit sekunder digunakan untuk mempertahankan diri dari kondisi lingkungan tersebut (Pinem, L, 2007). Tinggi tempat juga berpengaruh terhadap temperatur udara dan intensitas cahaya. Temperatur dan intensitas cahaya akan semakin kecil dengan semakin tingginya tempat tumbuh (Nurnasari, 2010). Semakin tinggi suatu tempat, maka kelembapan akan meningkat, selain itu juga mempengaruhi kandungan metabolit sekunder. Semakin tinggi suatu tempat maka semakin banyak kandungan metabolit sekunder (Fatchurrozak., Suranto., 2013). Namun, pada sampel S3 meskipun diperoleh dari tempat tumbuh yang memiliki mdpl lebih tinggi dari S2 namun didapatkan kandungan flavonoid total yang lebih rendah. Hal tersebut kemungkinan dapat terjadi karena faktor lain yaitu nutrisi yang tersedia karena unsur hara tanah makro seperti Nitrogen (N), Kalium (K), Bahan Organik (BO), dan Carbon (C) organik mempunyai hubungan yang linier dengan pembentukan metabolit sekunder (Rais, R, 2015).

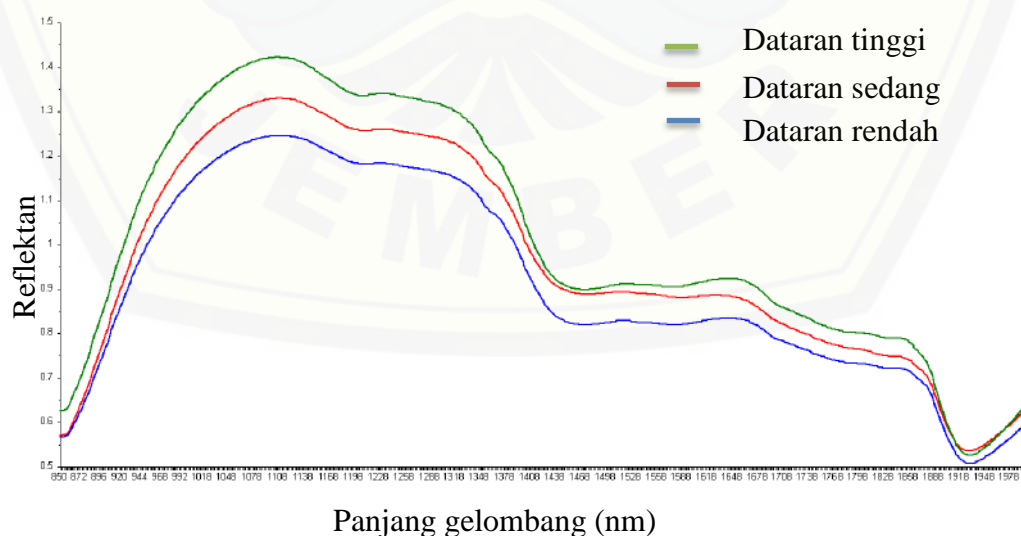
Pada penelitian ini digunakan perangkat lunak SPSS untuk mendukung hasil adanya perbedaan yang bermakna kandungan flavonoid total diantara 3 dataran yaitu dataran tinggi, sedang, dan rendah. Pertama dilakukan uji normalitas terlebih dahulu, karena jumlah data kurang dari 50 maka menggunakan uji normalitas *shapiro wilk*. Data dikatakan normal jika nilai sig. >0,01 hasil penelitian menunjukkan nilai signifikansi data dataran tinggi, sedang, dan rendah yaitu 0,278; 0,647; dan 0,492 , maka dapat disimpulkan data terdistribusi normal. Setelah data terdistribusi normal maka dilanjutkan uji *One way ANOVA* serta dilanjutkan dengan *Post Hoc*.

Nilai sig. < 0,01 pada hasil *One way ANOVA* pada penelitian ini menunjukkan terdapat perbedaan rerata kandungan flavonoid total yang bermakna antara kelompok serbuk rimpang jahe gajah dengan beda tempat tumbuh yaitu di dataran tinggi, sedang, dan rendah, dimana kandungan flavonoid total serbuk rimpang

jahe gajah yang tumbuh di dataran tinggi lebih tinggi dibandingkan pada dataran sedang dan rendah yaitu dengan nilai sig. 0,000. Hasil *One way ANOVA* dapat dilihat pada lampiran F5, selanjutnya dilakukan penentuan model klasifikasi. Penentuan model klasifikasi ini dibuat agar dapat dimanfaatkan sebagai kontrol kualitas bahan baku produk rimpang jahe gajah.

#### 4.4. Penentuan Model Klasifikasi

Penentuan model klasifikasi dilakukan dengan mengambil data spektrum serbuk dari masing-masing sampel *training set*, kemudian dilakukan pengklasifikasian model menggunakan teknik kemometrik. Analisis multivariat yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu analisis secara kualitatif dengan metode LDA, SVM, dan SIMCA untuk mengklasifikasikan beda dataran tempat tumbuh rimpang jahe gajah yaitu dataran tinggi, sedang, dan rendah. Pada saat meletakkan sampel diatas plat tempat sampel dilakukan dengan cara menekan sehingga menghasilkan ketebalan dan ketinggian yang sama pada setiap replikasi. Hal ini dikarenakan kepadatan pengemasan serbuk dapat mempengaruhi bentuk spektra yang dihasilkan karena berkaitan dengan rongga antar partikel dan susunan partikel (Karlinasari, L., M. Sabed, N. j. Wistara, Y. A. Purwanto, 2012). Spektrum hasil *scanning* NIR dapat dilihat pada gambar 4.5 dan lampiran H.



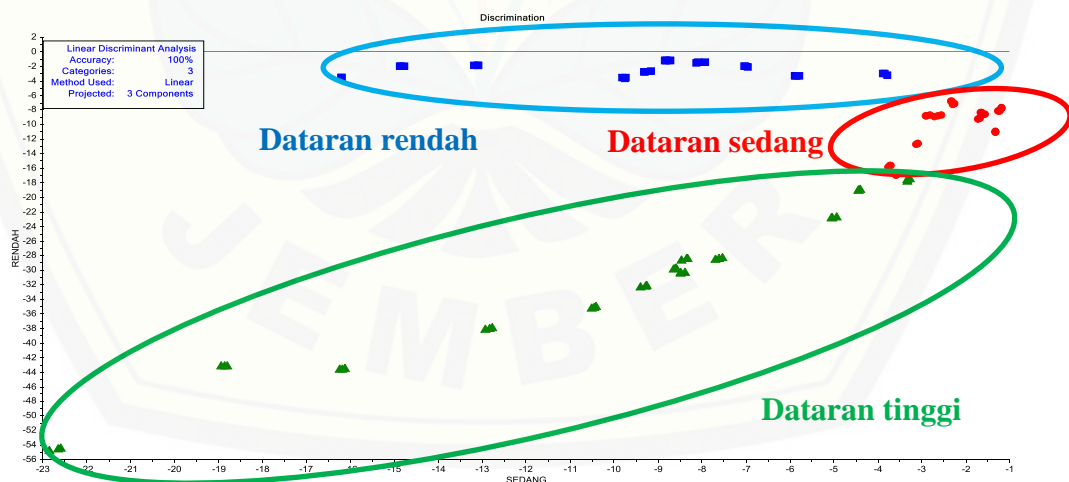
Gambar 4. 5 Spektrum Hasil *Scanning* NIR

#### 4.4.1. Pembentukan model klasifikasi LDA,SVM, dan SIMCA

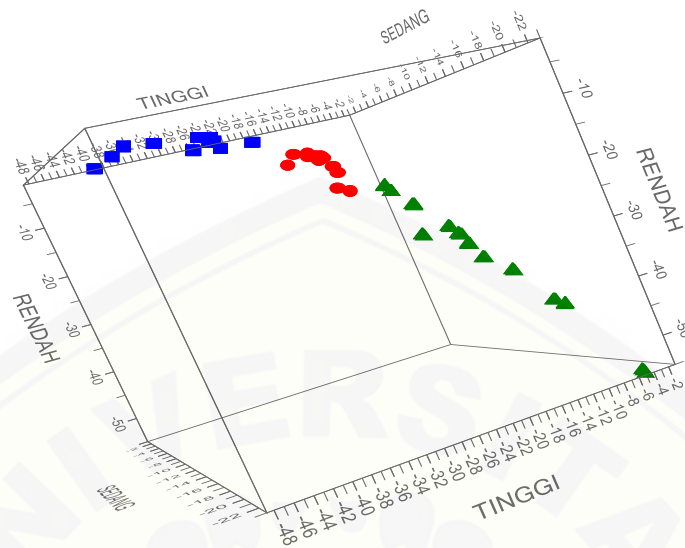
Hasil spektrum *training set* yang telah diperoleh, digunakan untuk membentuk model klasifikais kemometrik berupa LDA, SVM, dan SIMCA. Ketiga model tersebut dimaksudkan untuk mengkategorikan sampel berdasarkan varietasnya. Hasil grafik pemetaan model klasifikasi LDA, SVM, dapat dilihat pada Gambar 4.6 - 4.8. Tabel pemetaan model klasifikasi SIMCA dapat dilihat pada tabel 4.4. Akurasi kemampuan pengenalan model klasifikasi LDA, SVM, dan SIMCA dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Akurasi kemampuan pengenalan model klasifikasi LDA, SVM, dan SIMCA

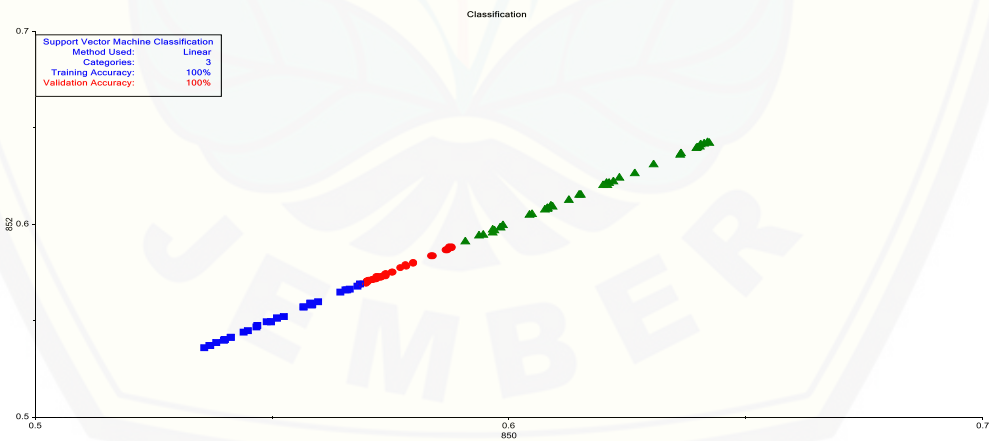
Model	Kemampuan pengenalan (Akurasi)
LDA	100%
SVM	100%
SIMCA	97,3%



Gambar 4. 6 Grafik pemetaan model klasifikasi LDA



Gambar 4. 7 Gambar 3D pemetaan model klasifikasi LDA



Gambar 4. 8 Gambar pemetaan model klasifikasi SVM



Tabel 4. 4 Tabel pemetaan model SIMCA

Kategori Teoritis	Kode sampel	Kategori Prediksi		
		Dataran tinggi	Dataran sedang	Dataran rendah
Dataran tinggi	T1	√		
	T2	√		
	T3	√		
Dataran sedang	S1		√	
	S2			
	S3			
Dataran rendah	R1			√
	R2			√
	R3			√

Kemampuan metode dapat dilihat dari nilai persen akurasi hasil pemetaan model LDA, SVM, dan SIMCA. Nilai akurasi menunjukkan kemampuan model dalam mengelompokkan sampel simulasi ke dalam tiga kategori yang dibentuk yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Nilai akurasi pada model LDA dan SVM adalah 100% sedangkan SIMCA hanya 97,3%. Pada model SIMCA dengan persen 97,3% menunjukkan bahwa model SIMCA yang dibuat berdasarkan pembuatan model PCA dari *training set* belum mampu mengelompokkan semua sampel dalam kategori yang benar. Hal tersebut dikarenakan model klasifikasi SIMCA dibuat berdasarkan model PCA, sedangkan model PCA memiliki kekurangan yaitu kurang optimal dalam pemisahan antar kelas, sehingga akurasi yang dihasilkan kurang dari 100% (Damayanti, F., A. Z. Arifin, 2010). Persen akurasi 100% dari model LDA dan SVM menunjukkan bahwa model dapat mengklasifikasi atau mengkategorikan serbuk rimpang jahe gajah ke dalam wilayah tempat tumbuh yang sesuai dengan ketepatan prediksi 100%.

Rimpang jahe gajah yang beda wilayah tempat tumbuh yaitu pada dataran tinggi, sedang, dan rendah sulit dibedakan baik pada rimpang basah, kering, maupun dalam bentuk bubuknya, sehingga model klasifikasi LDA dan SVM dapat membantu mengenali identitas dari perbedaan dataran tersebut. Kemampuan

pengenalan identitas tersebut dapat dimanfaatkan sebagai kontrol kualitas bahan baku obat tradisional dari rimpang jahe gajah.

#### 4.4.2. Validasi Model Klasifikasi Terpilih

Validasi silang merupakan teknik untuk menilai suatu hasil analisis statistik seberapa jauh dapat diimplementasikan ke dalam set data independen. Hal ini digunakan untuk tujuan prediksi, yaitu untuk memperkirakan seberapa akurat model prediksi yang dibuat untuk dapat diimplementasikan. Model klasifikasi yang divalidasi yaitu model LDA dan SVM. Hal ini karena berdasarkan hasil penelitian model LDA dan SVM lebih baik dibandingkan model klasifikasi SIMCA. Pada penelitian ini, validasi yang dilakukan adalah *Leave-One-Out-Cross Validation* dan *2-Fold-Cross Validation*.

Validasi *Leave-One-Out-Cross Validation* dilakukan dengan mengeluarkan satu set data dari sampel *training set* dan menggunakan set data sampel pengamatan yang tersisa untuk validasi. Pada penelitian ini dilakukan pengeluran pada 1 set T2, S1, R3 secara bergantian dan menggunakan set data sisanya sebagai test set. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah tidak ada sampel yang masuk kedalam kategori dataran yang salah (akurasi sebesar 100%) dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil validasi LOOCV model klasifikasi LDA dan SVM

Kode sampel yang dihilangkan	LDA	SVM
T2	100%	100%
S1	100%	100%
R3	100%	100%

Model klasifikasi LDA dan SVM yang terbentuk divalidasi dengan teknik *2-Fold-Cross Validation*. Validasi *2-Fold-Cross Validation* pada penelitian ini menggunakan 3 sampel test test yang telah diketahui kategorinya. Berdasarkan hasil validasi *2-Fold-Cross Validation* diketahui bahwa pada metode SVM terdapat sampel yang tidak masuk dalam kategori. Hasil persen akurasi yaitu LDA 100% dan SVM 98%, yang artinya bahwa model yang dapat mengkategorikan

pada kategori dengan benar yaitu LDA dikarenakan hasil akurasi yang di dapat yaitu 100%. Pada model SVM hasil yang didapat kurang dari 100% yang menandakan metode tidak valid atau tidak dapat mengkategorikan pada kategori dengan benar. Data kemometrik dan perhitungan kemampuan prediksi dapat dilihat pada lampiran G5.

#### 4.5. Penerapan pada sampel nyata

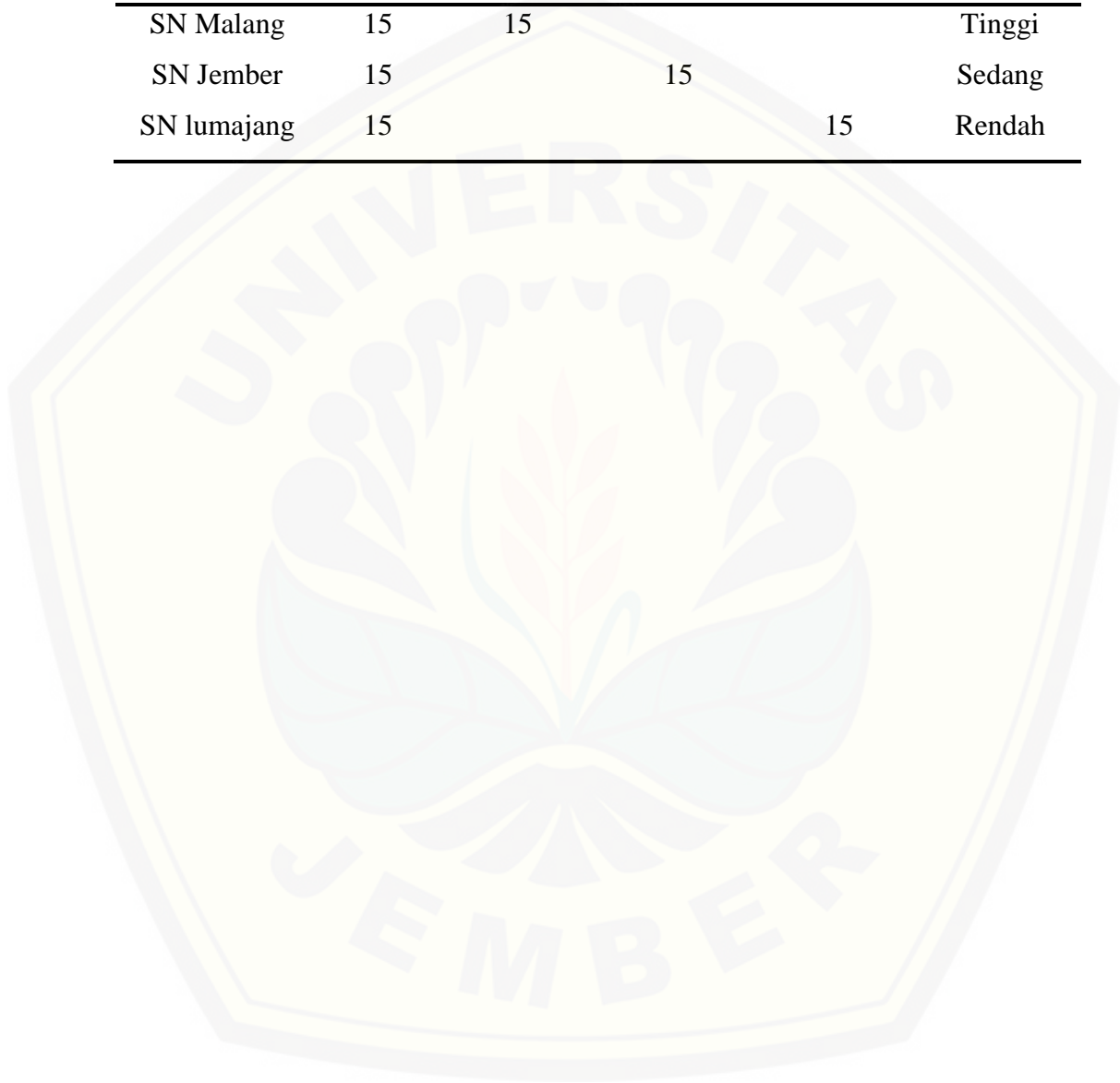
Sampel nyata yang digunakan adalah serbuk yang ada di pasaran atau berupa produk serbuk jahe. Hasil yang didapat setiap serbuk tidak spesifik termasuk ke dalam kategori satu dataran atau berupa campuran tiga dataran yaitu dataran tinggi, sedang, dan rendah. Namun, pada hasil sampel pasaran dengan nama produk Ethes dapat mengklasifikasikan serbuk jahe pada dataran rendah yang dapat dilihat pada tabel 4.6 dan lampiran G 6. Pada penelitian ini, digunakan juga sampel nyata yang sudah diketahui asal daerah atau ketinggian tempat tumbuh dari serbuk tersebut yaitu dari daerah Malang (dataran tinggi), Jember (daratan sedang), Lumajang (dataran rendah). Model klasifikasi dapat memprediksi semua sampel serbuk rimpang jahe gajah dari Kabupaten Malang, Jember, Lumajang, sehingga % prediksi yang didapatkan adalah sebesar 100%. Data hasil klasifikasi sampel nyata pada model LDA dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4. 6 Hasil klasifikasi sampel nyata yang ada di pasaran pada model LDA

Nama Sampel nyata	Prediksi Model (data)			Prediksi Teoritis
	Tinggi	Sedang	Rendah	
Nona	√	√	√	Tidak diketahui
MSH	√	√	√	Tidak diketahui
Ethes			√	Tidak diketahui

Tabel 4. 7 Hasil klasifikasi sampel nyata di Kabupaten Malang, Jember, Lumajang pada model LDA

Nama Sampel	Jumlah data	Prediksi Model (data)			Prediksi Teoritis
		Tinggi	Sedang	Rendah	
SN Malang	15	15			Tinggi
SN Jember	15		15		Sedang
SN lumajang	15			15	Rendah



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Terdapat perbedaan kandungan flavonoid total yang bermakna antara kelompok serbuk rimpang jahe gajah dengan beda tempat tumbuh yaitu dataran tinggi 9,96 mg QE/g serbuk, dataran sedang 6,39 mg QE/g serbuk, dan dataran rendah 4,3544 mg QE/g serbuk. dimana kandungan flavonoid total serbuk rimpang jahe gajah yang tumbuh di dataran tinggi lebih tinggi dibandingkan pada dataran sedang dan rendah yaitu dengan nilai sig. 0,000;
2. Metode spektroskopi inframerah dekat (NIR) dan kemometrik dapat digunakan untuk mengklasifikasikan serbuk rimpang jahe gajah yang berasal dari beberapa daerah di Jawa Timur. Model klasifikasi yang terbentuk yaitu *Linear Discriminant Analysis* (LDA) yang memiliki akurasi sebesar 100%.

### 5.2. Saran

Berdasarkan penelitian, maka peneliti dapat memberikan saran pada penelitian ini yaitu perlu dibentuk model kalibrasi dengan asal daerah sampel yang lebih luas dan lebih banyak sehingga model yang di dapat bisa diimplementasikan ke berbagai wilayah yang lebih luas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Acacia, K. dan P. Umur. 2014. Karakteristik spektra absorbansi nir (near infra red) spektroskopi kayu acacia mangium willd pada 3 umur berbeda. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 6(1):45–52.
- Adnyana, S. 2012. NAPAK tilas jahe gajah (*zingiber officinale roscoe var officinale*) dan jahe merah (*zingiber officinale var rubrum*). 3(1)
- Ahmad, F. A. L. 2012. Analisis penggunaan jamu untuk pengobatan pada pasien di klinik saintifikasi jamu hortus medicus tawangmangu. *Thesis*. 102.
- Aji, N. 2020. FORMULASI dan uji iritasi emulgel kombinasi ekstrak jahe merah (*zingiber officinale r. var rubrum*) dan minyak peppermint. *Pharmacoscript*. 2(2):9–22.
- Ashley, K., R. N. Andrews, L. Cavazos, dan M. Demange. 2001. Ultrasonic extraction as a sample preparation technique for elemental analysis by atomic spectrometry. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*. 16(10):1147–1153.
- Azizah, D. N., E. Kumolowati, dan F. Faramayuda. 2014. Penetapan kadar flavonoid metode alcl<sub>3</sub> pada ekstrak metanol kulit buah kakao (*theobroma cacao l.*). *Kartika Jurnal Ilmiah Farmasi*. 2(2):45–49.
- Bartley, J. P. dan A. L. Jacobs. 2000. Effects of drying on flavour compounds in australian-grown ginger (*zingiber officinale*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80(2):209–215.
- Behera, S., S. Ghanty, F. Ahmad, S. Santra, dan S. B. 2012. UV-visible spectrophotometric method development and validation of assay of paracetamol tablet formulation. *Journal of Analytical & Bioanalytical Techniques*. 03(06):1–6.
- Bermawie N, EA Hadad, N Ajijah, B Martono, S. S. dan S. P. 2009. Usulan pelepasan varietas jahe putih kecil. balai penelitian tanaman obat dan aromatikatle. *Pusat Penelitian Dan Pengembangan Tanaman Perkebunan BPOM*. 2014. Persyaratan mutu obat tradisional. *Jakarta: Kementrian Kesehatan RI*

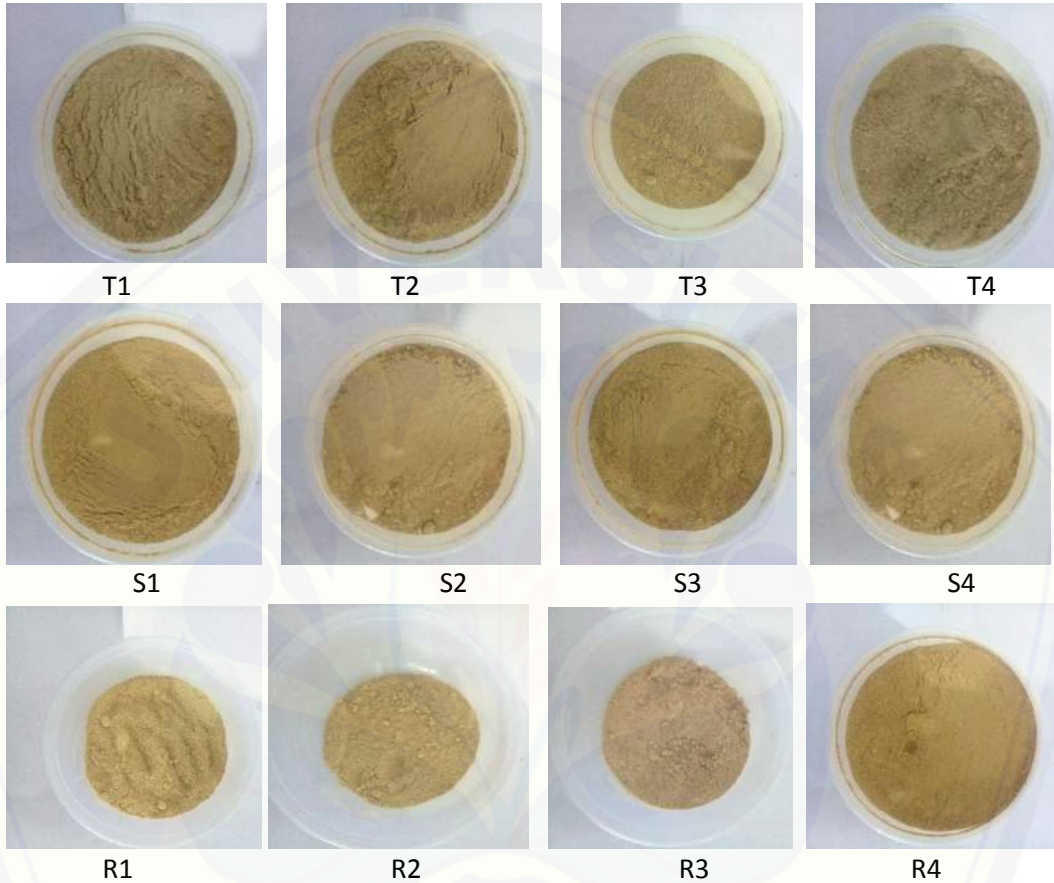
- Brodowska, K. M. 2017. Natural flavonoids: classification, potential role, and application of flavonoid analogues. *European Journal of Biological Research*. 7(2):108–123.
- Chang, C.-W., D. A. Laird, M. J. Mausbach, dan C. R. Hurburgh. 2001. Near-infrared reflectance spectroscopy-principal components regression analyses of soil properties. *Soil Science Society of America Journal*. 65(2):480–490.
- Damayanti, F., A. Z. Arifin, R. S. 2010. Pengenalan citra wajah menggunakan metode two-dimensional linear discriminant analysis dan support vector machine. *Jurnal Ilmiah KURSOR*. 5(3): 147-156.
- Depkes. 1985. Cara pembuatan simplisia. *Jakarta: Depkes RI*
- Dewi, M. K. C. 2016. *Penetapan Kandungan Fenolik Total Serbuk Daun Sirsak (Annona Muricata L.) Varietas Ratu Dan Lokal Dan Model Klasifikasi NIR Kemometrik. Skripsi.*
- Dewick, P. M. 2009. Medicinal natural products a biosynthetic approach 3rd edition. *United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd.*
- Fatchurrozak., Suranto., S. 2013. Pengaruh ketinggian tempat terhadap kandungan vitamin c dan zat antioksidan pada buah carica pubescens di dataran tinggi dieng. *Pasca Sarjana UNS*
- Gad, H. A., S. H. El-Ahmady, M. I. Abou-Shoer, dan M. M. Al-Azizi. 2013. Application of chemometrics in authentication of herbal medicines: a review. *Phytochemical Analysis*. 24(1):1–24.
- Ghasemzadeh, A., H. Z. E. Jaafar, dan A. Rahmat. 2010. Identification and concentration of some flavonoid components in Malaysian young ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) varieties by a high performance liquid chromatography method. *Molecules*. 15(9):6231–6243.
- Ginting, E., J. S. Utomo, dan R. Yulifianti. 2015. Potensi ubijalar ungu sebagai pangan fungsional. *Iptek Tanaman Pangan*. 6(1)
- Gusnedi, R. 2013. Analisis nilai absorbansi dalam penentuan kadar flavonoid untuk berbagai jenis daun tanaman obat. *Pillar of Physics*,. 2:76–83.
- Hapsoh, H. Yahya, dan E. Julianti. 2010. *Budidaya Teknologi Pasca Panen Jahe*
- Husni, A., D. R. Putra, dan I. Y. Bambang Lelana. 2014. Aktivitas antioksidan

- padina sp. pada berbagai suhu dan lama pengeringan. *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*. 9(2):165.
- Jane, M. dan. 2004. Statistics and chemometrics for analytical chemistry, technometrics. *England: Ashford Colour Press Ltd*
- Karlinasari, L., M. Sabed, N. j. Wistara, Y. A. Purwanto, dan H. W. 2012. Karakteristik spectra absorbansi nir spektroskopi kayu acacia mangium willd. pada umur berbeda. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 6(1):45–52.
- Kohavi, R. 1995. A study of cross-validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection. *International Joint Conference of Artificial Intelligence*. (June)
- Koirewoa, Y. A., Fatimawali, dan W. I. Wiyono. 2012. Isolasi dan identifikasi senyawa flavonoid dalam daun beluntas (*pluchea indica* l.). *Pharmacon*. 1(1):47–52.
- Lukman, H., L. Wulandari, dan Y. Retnaningtyas. 2016. Penentuan kadar flavonoid pada ekstrak daun tanaman menggunakan metode nir dan kemometrik. *E-Jurnal Pustaka Kesehatan*. 4(1):8–13.
- Lumbessy, M., J. Abidjulu, dan J. J. E. Paendong. 2013. Uji total flavonoid pada beberapa tanaman obat tradisonal di desa waitina kecamatan mangoli timur kabupaten kepulauan sula provinsi maluku utara. *Jurnal MIPA*. 2(1):50.
- Molyneux, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (dpph) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarinn Journal of Science and Technology*. 26(December 2003):211–219.
- Nugroho, A. S., A. B. Witarto, dan D. H. 2003. Support vector machine- teori dan aplikasinya dalam bioinformatika. *Prosiding Indonesia Scientific Meeting*. (1303–1308)
- Nurnasari, E. D. 2010. Pengaruh kondisi ketinggian tempat terhadap produksi dan mutu tembakau temanggung
- Oboh, G., A. J. Akinyemi, dan A. O. Ademiluyi. 2012. Antioxidant and inhibitory effect of red ginger (*zingiber officinale* var. *rubra*) and white ginger (*zingiber officinale* *roscoe*) on fe 2+ induced lipid peroxidation in rat brain in vitro. *Experimental and Toxicologic Pathology*. 64(1–2):31–36.



- Okazaki, Y. 2012. Near-infrared spectroscopy—its versatility in analytical. *Anal. Chem.* 28(June):545–562.
- Pairul, P. 2017. Jahe ( zingiber officinale ) sebagai anti ulserogenik. *Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.* 7(5):42–46.
- Patel, H. J. 2017. Near infrared spectroscopy: basic principles and use in tablet evaluation. *International Journal of Chemical and Life Sciences.* 6(2):2006.
- Pinem, L, J. 2007. Perbedaan lingkungan dan masa tanam (apium graveolus l.). *Institut Pertanian Bogor*
- Pomerantsev, A. L. dan O. Y. Rodionova. 2014. Concept and role of extreme objects in pca/simca. *Journal of Chemometrics.* 28(5):429–438.
- Prasetyo dan E. Inorih. 2013. PDF Bu Entang Pengelolaan Tanaman Obat.Pdf. 2013.
- Rais, R, I. 2015. Isolasi dan penentuan kadar flavonoid ekstrak etanolik herba sambiloto (andrographis paniculata (burm. f ness). *Fakultas Farmasi Universitas Ahmad Dahlan*
- Ritz, M., L. Vaculíková, dan E. Plevová. 2011. Application of infrared spectroscopy and chemometric methods to identification of selected minerals. *Acta Geodynamica et Geomaterialia.* 8(1):47–58.
- Roggo, Y., P. Chalus, L. Maurer, C. Lema-Martinez, A. Edmond, dan N. Jent. 2007. A review of near infrared spectroscopy and chemometrics in pharmaceutical technologies. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis.* 44(3 SPEC. ISS.):683–700.
- Rouessac, F. dan A. R. 2007. Modern instrumentation methods and techniques. *France: John Wiley & Sons Ltd.*
- Rukmana, H. R. 2002. Usaha tani cabai rawit. *Yogyakarta: Kanisius*
- Schwanninger, M., J. C. Rodrigues, dan K. Fackler. 2011. A review of band assignments in near infrared spectra of wood and wood components. *Journal of Near Infrared Spectroscopy.* 19(5):287–308.
- 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.

- Singletary, K. 2010. Ginger: an overview of health benefits. *Nutrition Today*. 45(4):171–183.
- Tanamal, M. T., P. M. Papilaya, dan A. Smith. 2017. Kandungan senyawa flavonoid pada daun melinjo (*Gnetum gnemon* L.) berdasarkan perbedaan tempat tumbuh. *BIOPENDIX: Jurnal Biologi, Pendidikan Dan Terapan*. 3(2):142–147.
- Teferra, T. F. 2015. (PDF) ginger (*Zingiber officinale* Roscoe.): production, postharvest handling, processing and marketing - a comprehensive extension package manual. (June)
- Wibowo, D. P., R. Mariani, S. U. Hasanah, dan D. L. Aulifa. 2020. Chemical constituents, antibacterial activity and mode of action of elephant ginger (*Zingiber officinale* var. *officinale*) and emprit ginger rhizome (*Zingiber officinale* var. *amarum*) essential oils. *Pharmacognosy Journal*. 12(2):404–409.
- Wresdiyati, T., M. Astawan, I. Ketut, M. Adnyane, B. Anatomi, J. Agatis, K. Ipb, dan D. Bogor. 2003. Aktivitas anti inflamasi oleoresin jahe (*Zingiber officinale*) pada ginjal tikus yang mengalami perlakuan stres [ anti inflammation activity of ginger (*Zingiber officinale*) oleoresin on kidney of rats under stress condition ] karakterisasi oleoresin ja. XIV(2)
- Wullur, A., J. Schaduw, dan A. Wardhani. 2012. Identifikasi alkaloid pada daun sirsak (*Annona muricata* L.). *Jurnal Ilmiah Farmasi Poltekkes Manado*. 3(2):96483.
- Yang, J., Z. Liu, B. Liu, dan Q. Z. 2012. Determination of *Coptis Chinensis* ' Quality by FT-NIR Spectroscopy. 2012.
- Zuhra, C. F., J. B. Tarigan, dan H. Sihotang. 2008. Aktivitas antioksidan senyawa flavonoid dari daun katuk (*Sauropus androgynus* (L) Merr.). *Jurnal Biologi Sumatra*. 3(1):10–13.

**LAMPIRAN****Lampiran A. Bahan yang digunakan****A.1 sampel training set dan test set**

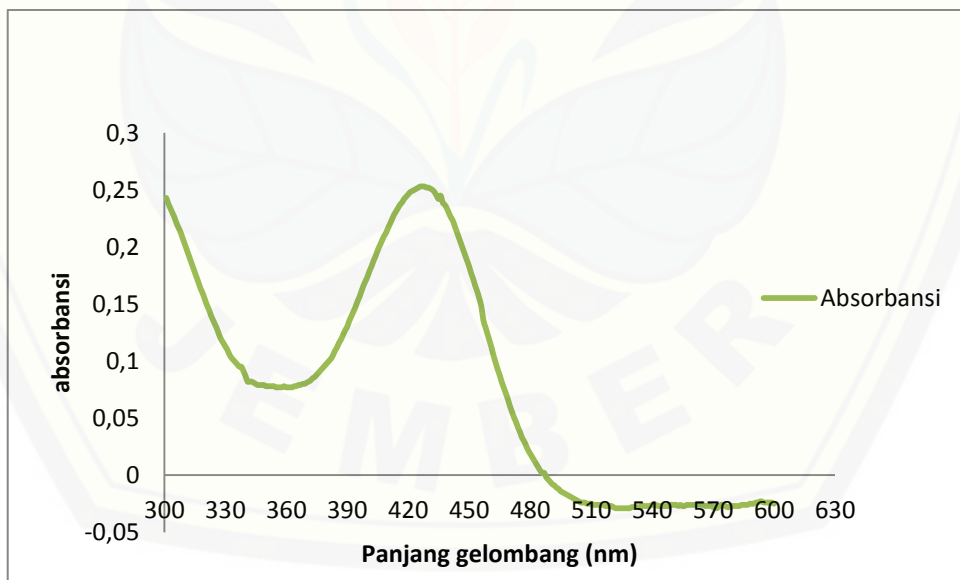
**Lampiran B. Penetapan Panjang Gelombang Maksimum**

**B.1 Grafik Panjang Gelombang dan Absorbansi Standar**

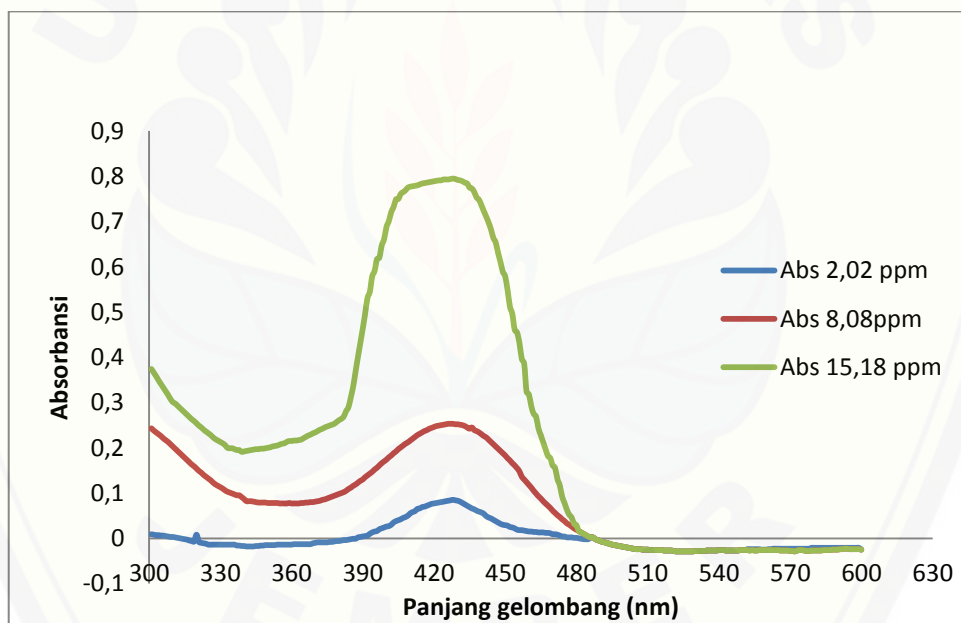
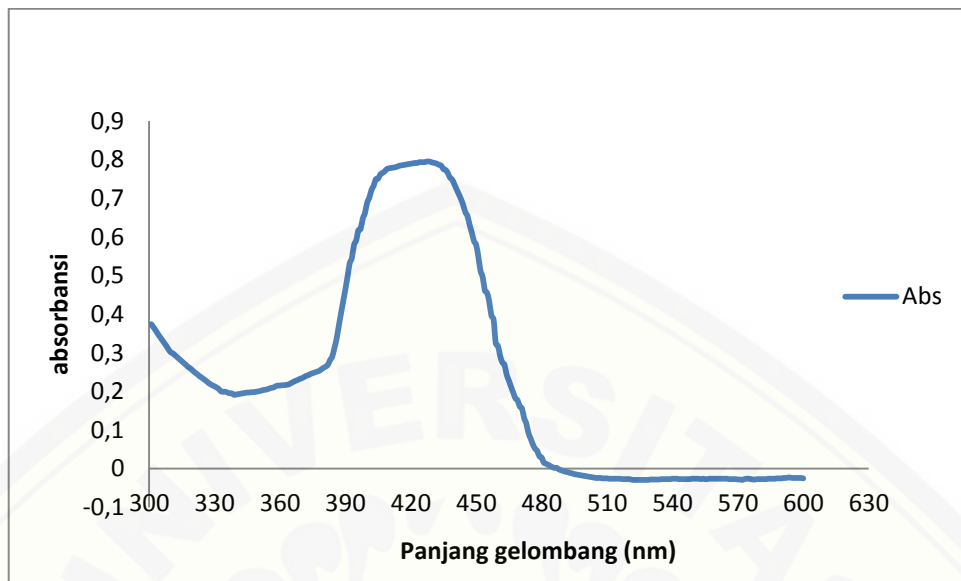
Konsentrasi 2 ppm



Konsentrasi 8 ppm

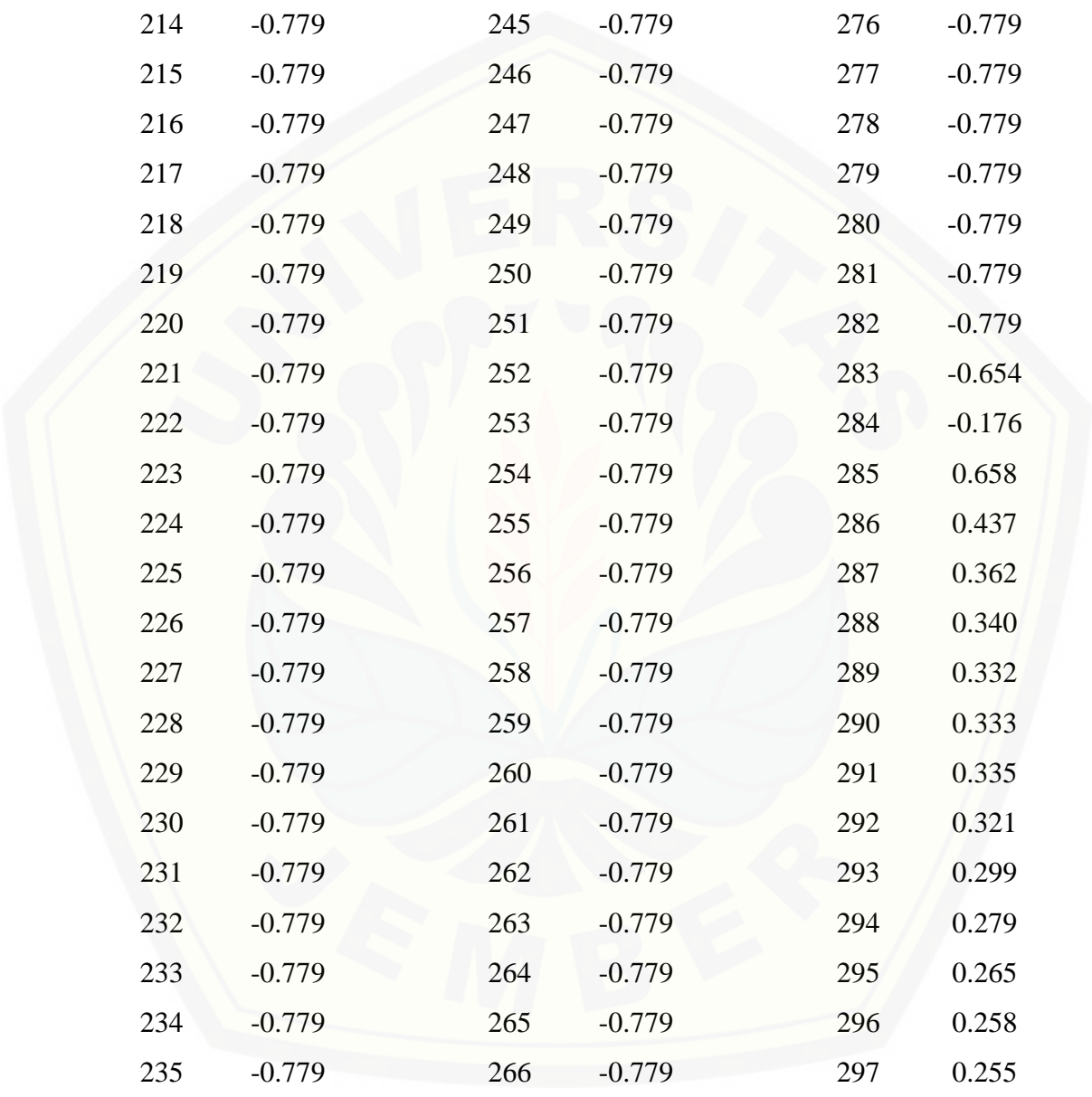


Konsentrasi 15 ppm

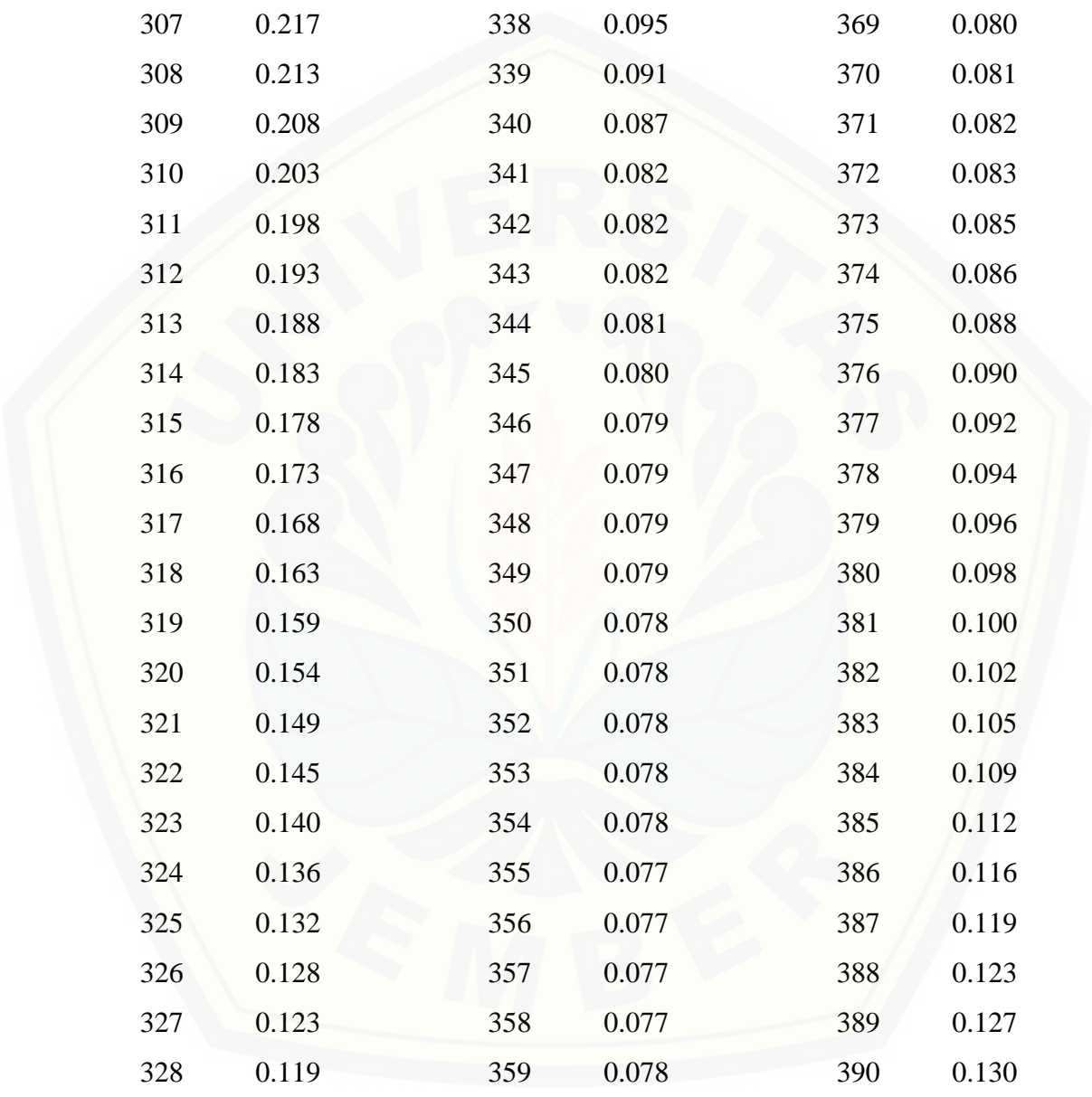


B.2 Data Panjang Gelombang dan Absorbansi Standar 8 ppm

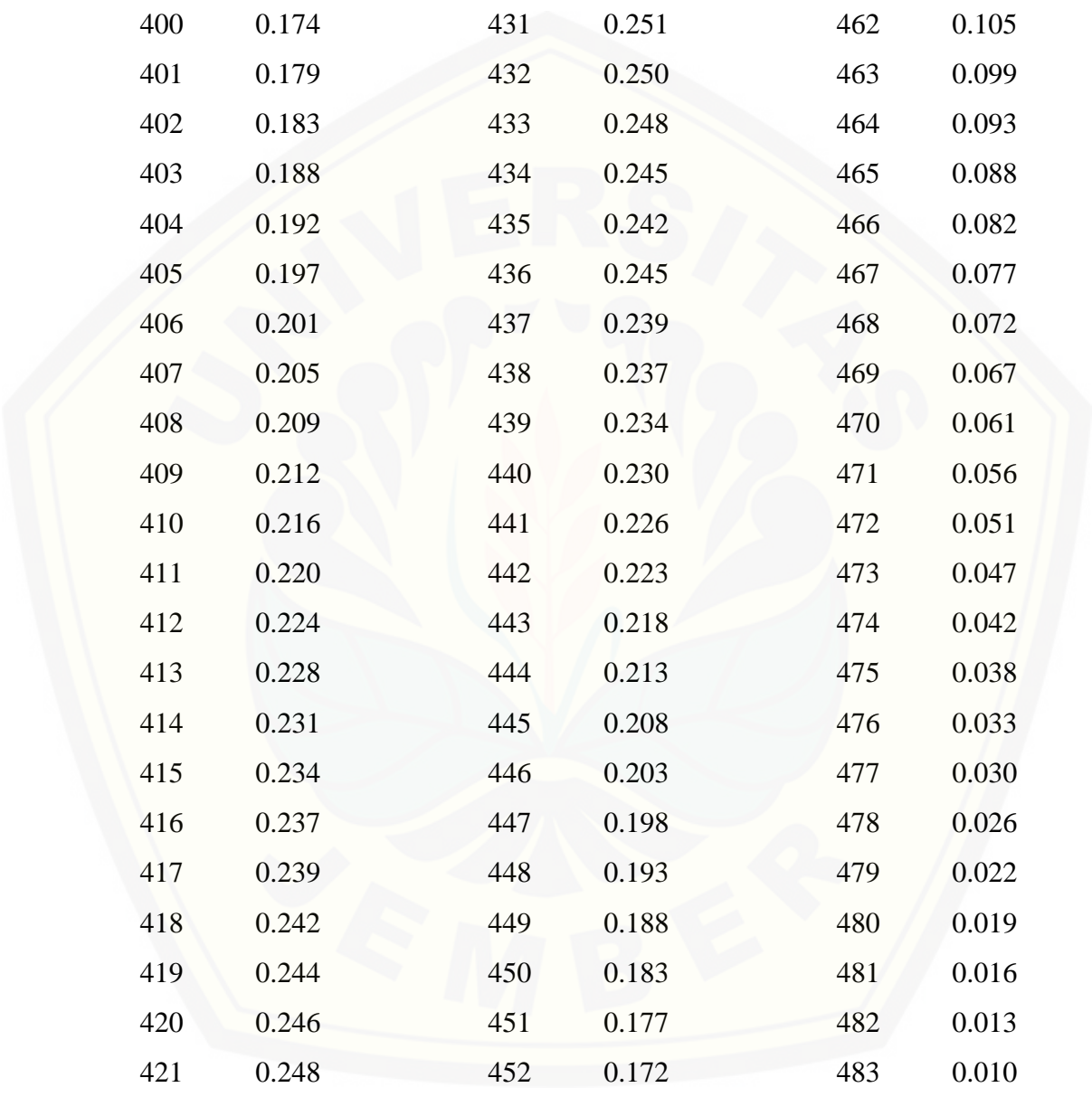
$\lambda$	Abs	$\lambda$	Abs	207	-0.779
201	-0.779	204	-0.779	$\lambda$	Abs
202	-0.779	205	-0.779	208	-0.779
203	-0.779	206	-0.779	209	-0.779



210	-0.779	241	-0.779	272	-0.779
211	-0.779	242	-0.779	273	-0.779
212	-0.779	243	-0.779	274	-0.779
213	-0.779	244	-0.779	275	-0.779
214	-0.779	245	-0.779	276	-0.779
215	-0.779	246	-0.779	277	-0.779
216	-0.779	247	-0.779	278	-0.779
217	-0.779	248	-0.779	279	-0.779
218	-0.779	249	-0.779	280	-0.779
219	-0.779	250	-0.779	281	-0.779
220	-0.779	251	-0.779	282	-0.779
221	-0.779	252	-0.779	283	-0.654
222	-0.779	253	-0.779	284	-0.176
223	-0.779	254	-0.779	285	0.658
224	-0.779	255	-0.779	286	0.437
225	-0.779	256	-0.779	287	0.362
226	-0.779	257	-0.779	288	0.340
227	-0.779	258	-0.779	289	0.332
228	-0.779	259	-0.779	290	0.333
229	-0.779	260	-0.779	291	0.335
230	-0.779	261	-0.779	292	0.321
231	-0.779	262	-0.779	293	0.299
232	-0.779	263	-0.779	294	0.279
233	-0.779	264	-0.779	295	0.265
234	-0.779	265	-0.779	296	0.258
235	-0.779	266	-0.779	297	0.255
236	-0.779	267	-0.779	298	0.251
237	-0.779	268	-0.779	299	0.247
238	-0.779	269	-0.779	300	0.243
239	-0.779	270	-0.779	301	0.243
240	-0.779	271	-0.779	302	0.238

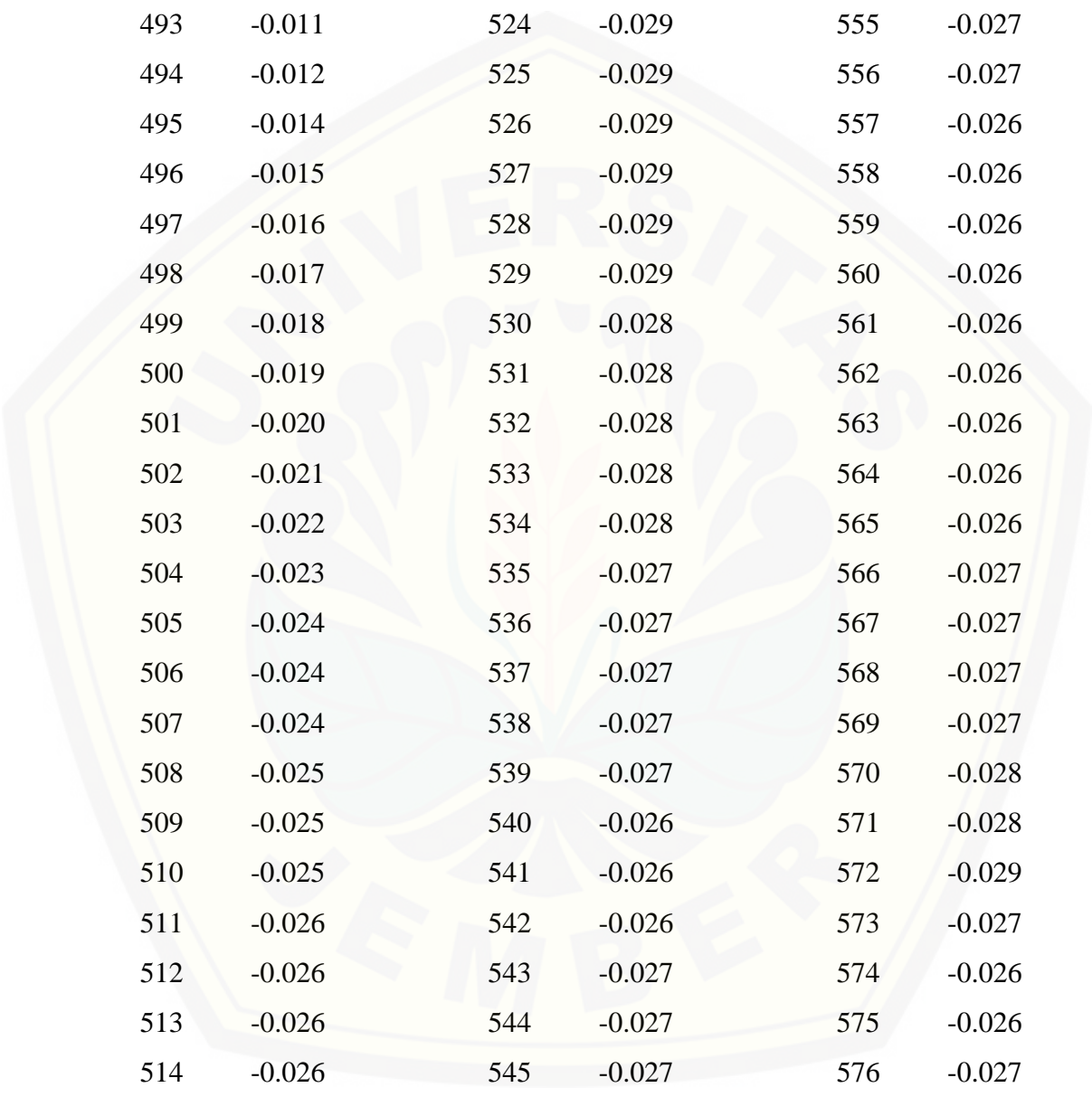


303	0.234	334	0.101	365	0.078
304	0.230	335	0.099	366	0.079
305	0.226	336	0.097	367	0.079
306	0.221	337	0.095	368	0.080
307	0.217	338	0.095	369	0.080
308	0.213	339	0.091	370	0.081
309	0.208	340	0.087	371	0.082
310	0.203	341	0.082	372	0.083
311	0.198	342	0.082	373	0.085
312	0.193	343	0.082	374	0.086
313	0.188	344	0.081	375	0.088
314	0.183	345	0.080	376	0.090
315	0.178	346	0.079	377	0.092
316	0.173	347	0.079	378	0.094
317	0.168	348	0.079	379	0.096
318	0.163	349	0.079	380	0.098
319	0.159	350	0.078	381	0.100
320	0.154	351	0.078	382	0.102
321	0.149	352	0.078	383	0.105
322	0.145	353	0.078	384	0.109
323	0.140	354	0.078	385	0.112
324	0.136	355	0.077	386	0.116
325	0.132	356	0.077	387	0.119
326	0.128	357	0.077	388	0.123
327	0.123	358	0.077	389	0.127
328	0.119	359	0.078	390	0.130
329	0.116	360	0.077	391	0.135
330	0.113	361	0.077	392	0.139
331	0.110	362	0.077	393	0.143
332	0.106	363	0.077	394	0.147
333	0.103	364	0.078	395	0.152



396	0.156	427	0.253	458	0.130
397	0.161	428	0.253	459	0.124
398	0.166	429	0.252	460	0.118
399	0.170	430	0.252	461	0.112
400	0.174	431	0.251	462	0.105
401	0.179	432	0.250	463	0.099
402	0.183	433	0.248	464	0.093
403	0.188	434	0.245	465	0.088
404	0.192	435	0.242	466	0.082
405	0.197	436	0.245	467	0.077
406	0.201	437	0.239	468	0.072
407	0.205	438	0.237	469	0.067
408	0.209	439	0.234	470	0.061
409	0.212	440	0.230	471	0.056
410	0.216	441	0.226	472	0.051
411	0.220	442	0.223	473	0.047
412	0.224	443	0.218	474	0.042
413	0.228	444	0.213	475	0.038
414	0.231	445	0.208	476	0.033
415	0.234	446	0.203	477	0.030
416	0.237	447	0.198	478	0.026
417	0.239	448	0.193	479	0.022
418	0.242	449	0.188	480	0.019
419	0.244	450	0.183	481	0.016
420	0.246	451	0.177	482	0.013
421	0.248	452	0.172	483	0.010
422	0.249	453	0.166	484	0.007
423	0.250	454	0.161	485	0.004
424	0.251	455	0.155	486	0.002
425	0.252	456	0.148	487	-0.000
426	0.253	457	0.136	488	-0.002





489	-0.004	520	-0.027	551	-0.026
490	-0.006	521	-0.028	552	-0.026
491	-0.008	522	-0.029	553	-0.027
492	-0.009	523	-0.029	554	-0.026
493	-0.011	524	-0.029	555	-0.027
494	-0.012	525	-0.029	556	-0.027
495	-0.014	526	-0.029	557	-0.026
496	-0.015	527	-0.029	558	-0.026
497	-0.016	528	-0.029	559	-0.026
498	-0.017	529	-0.029	560	-0.026
499	-0.018	530	-0.028	561	-0.026
500	-0.019	531	-0.028	562	-0.026
501	-0.020	532	-0.028	563	-0.026
502	-0.021	533	-0.028	564	-0.026
503	-0.022	534	-0.028	565	-0.026
504	-0.023	535	-0.027	566	-0.027
505	-0.024	536	-0.027	567	-0.027
506	-0.024	537	-0.027	568	-0.027
507	-0.024	538	-0.027	569	-0.027
508	-0.025	539	-0.027	570	-0.028
509	-0.025	540	-0.026	571	-0.028
510	-0.025	541	-0.026	572	-0.029
511	-0.026	542	-0.026	573	-0.027
512	-0.026	543	-0.027	574	-0.026
513	-0.026	544	-0.027	575	-0.026
514	-0.026	545	-0.027	576	-0.027
515	-0.026	546	-0.027	577	-0.028
516	-0.026	547	-0.027	578	-0.028
517	-0.027	548	-0.027	579	-0.027
518	-0.027	549	-0.026	580	-0.027
519	-0.027	550	-0.026	581	-0.027

582	-0.027	589	-0.025	596	-0.024
583	-0.027	590	-0.025	597	-0.024
584	-0.026	591	-0.024	598	-0.024
585	-0.026	592	-0.024	599	-0.024
586	-0.026	593	-0.023	600	-0.025
587	-0.026	594	-0.023		
588	-0.025	595	-0.024		

### Lampiran C. Uji kadar Air

#### C1. Hasil Uji kadar Air

No	Kode Sampel	Berat sampel (gram)	Suhu	Kadar Air (%)
1.	T1	5,02	105°C	6,133 %
2.	T2	5,01	105°C	7,500 %
3.	T3	5,04	105°C	7,233 %
4.	S1	5,03	105°C	6,500 %
5.	S2	5,04	105°C	7,150 %
6.	S3	5,04	105°C	6,430 %
7.	R1	5,03	105°C	6,211 %
8.	R2	5,03	105°C	7,608 %
9.	R3	5,02	105°C	7,133 %
10.	Test set T4	5,02	105°C	6,500 %
11.	Test set S4	5,01	105°C	8,200 %
12.	Test set R4	5,03	105°C	6,133 %

**Lampiran D. Penetapan Waktu Inkubasi****D.1 Waktu Inkubasi Standar kuersetin**

Waktu Inkubasi Standar kuersetin	
Waktu (menit)	Absorbansi
0	0,090
15	0,106
30	0,110
45	0,110
60	0,111
75	0,109
90	0,109

**D.2 Waktu Inkubasi Sampel dari Dataran Tinggi**

Waktu Inkubasi Sampel dari Dataran Tinggi	
Waktu (menit)	Absorbansi
0	0,430
15	0,476
30	0,503
45	0,503
60	0,503
75	0,502
90	0,503

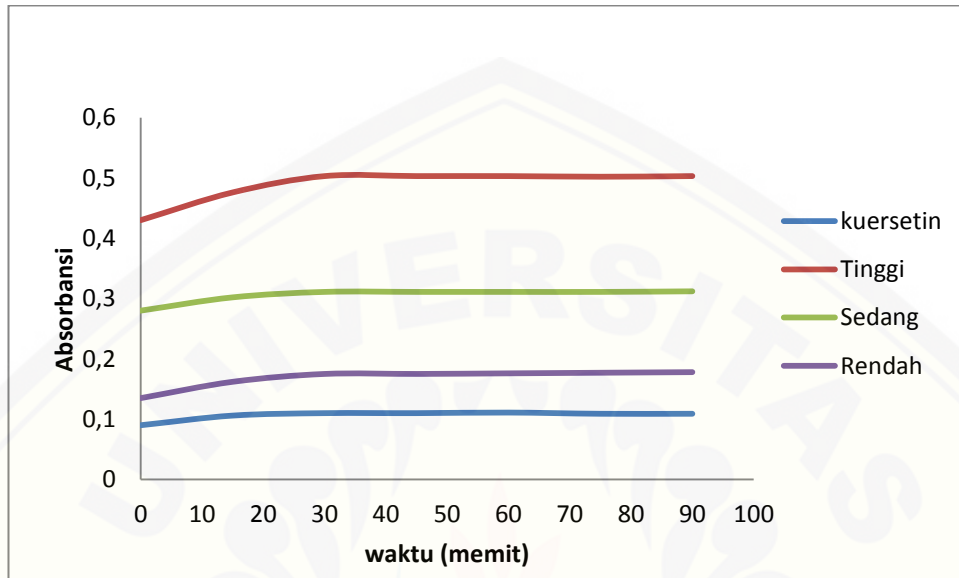
## D.3 Waktu Inkubasi Sampel dari Dataran Sedang

Waktu Inkubasi Sampel dari Dataran Sedang	
Waktu (menit)	Absorbansi
0	0,280
15	0,302
30	0,311
45	0,311
60	0,311
75	0,311
90	0,312

## D.4 Waktu Inkubasi Sampel dari Dataran Rendah

Waktu Inkubasi Sampel dari Dataran Rendah	
Waktu (menit)	Absorbansi
0	0,135
15	0,162
30	0,175
45	0,175
60	0,176
75	0,177
90	0,178

## D.5 Kurva Penetapan Waktu Inkubasi



## Lampiran E. Kurva Baku Kuersetin

## E.1 Pembuatan Larutan Induk

$$5,06 \text{ mg}/10 \text{ ml} \times 1000 = 506 \text{ ppm}$$

$$10,10 \text{ mg}/10 \text{ ml} \times 1000 = 1010 \text{ ppm}$$

## E.2 Pengenceran Larutan Induk

$$\text{a. } 0,5 \text{ ml}/5 \text{ ml} \times 1010 = 101 \text{ ppm}$$

$$\text{b. } 1 \text{ ml}/5 \text{ ml} \times 1010 = 202 \text{ ppm}$$

$$\text{c. } 3 \text{ ml}/5 \text{ ml} \times 506 = 303,6 \text{ ppm}$$

## Pengenceran kembali

$$\text{a. } 0,1 \text{ ml}/10 \text{ ml} \times 202 = 2,02 \text{ ppm}$$

$$\text{b. } 0,2 \text{ ml}/10 \text{ ml} \times 202 = 4,04 \text{ ppm}$$

$$\text{c. } 0,2 \text{ ml}/10 \text{ ml} \times 303,6 = 6,072 \text{ ppm}$$

$$\text{d. } 0,4 \text{ ml}/10 \text{ ml} \times 202 = 8,08 \text{ ppm}$$

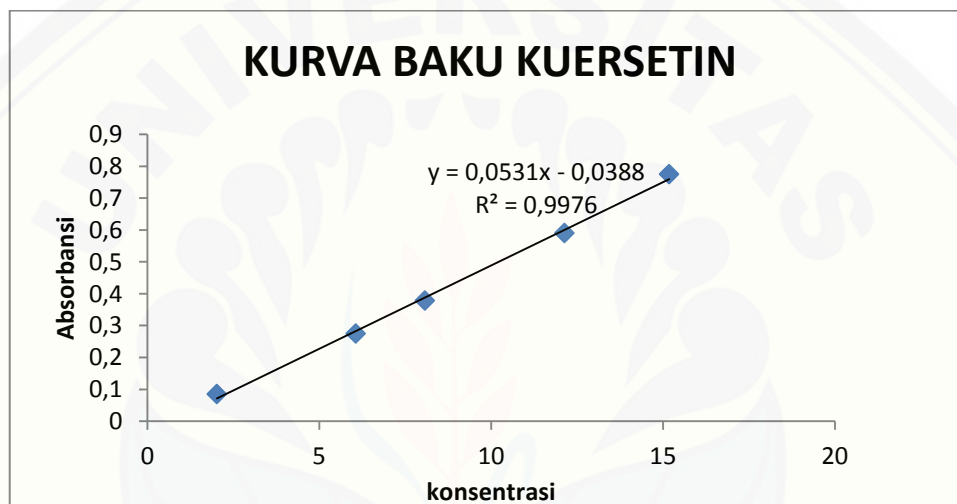
$$\text{e. } 1 \text{ ml}/10 \text{ ml} \times 101 = 10,1 \text{ ppm}$$

$$\text{f. } 0,4 \text{ ml}/10 \text{ ml} \times 303,6 = 12,14 \text{ ppm}$$

$$\text{g. } 0,5 \text{ ml}/10 \text{ ml} \times 303,6 = 15,18 \text{ ppm}$$

## E.3 Kurva Baku Kuersetin dan Persamaan Regresi

Konsentrasi	Absorbansi
2,02 ppm	0,085
6,07 ppm	0,275
8,08 ppm	0,375
12,14 ppm	0,590
15,18 ppm	0,795



**Lampiran F. Perhitungan Penentuan Kandungan flavonoid Total Sampel Serbuk Jahe Gajah Menggunakan Metode Kolorimetri Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis**

## F.1 Contoh Perhitungan

Persamaan Regresi :  $y = 0,0531x - 0,0388$

Sampel T1 Replikasi 1 :

Penimbangan 100,4 mg

$$0,427 = 0,0531x - 0,0388$$

$$x = 8,7721 \text{ ppm}$$

$$x = 8,7721 \text{ } \mu\text{g/ml}$$

Dalam 10 ml :  $8,7721 \text{ } \mu\text{g/ml} \times 10 \text{ ml} = 87,721 \text{ } \mu\text{g}$

Dalam 1 ml :  $87,721 \text{ } \mu\text{g/1ml} \times 10 \text{ ml} = 877,21 \text{ } \mu\text{g} = 0,87721 \text{ mg}$

Kandungan flavonoid total = 0,87721 mg/0,1004 g  
 = 8,7372 mg QE/g serbuk

#### F.2 Hasil Penentuan Kandungan Flavonoid Total Sampel *Training Set*

Kode Sampel	Massa Serbuk (mg)	Abs	mg QE/b serbuk	Rata-rata mg QE/g serbuk	SD	RSD (%)
T1	100,4	0,427	8,7372	8,7902	0,0478	0,5441
	100,5	0,431	8,8034			
	100,4	0,432	8,8301			
T2	100,3	0,503	10,1729	10,1306	0,0561	0,5496
	100,5	0,505	9,9503			
	100,1	0,507	10,2685			
T3	100,2	0,511	10,3333	10,3787	0,0416	0,4008
	100,5	0,517	10,4150			
	100,4	0,515	10,3878			
S1	100,5	0,264	5,6736	5,6799	0,0068	0,1747
	100,2	0,264	5,6869			
	100,4	0,265	5,6793			
S2	100,3	0,305	6,4552	6,4593	0,0252	0,390
	100,3	0,304	6,4364			
	100,4	0,307	6,4863			
S3	100,4	0,324	6,7849	6,8570	0,0627	0,9142
	100,1	0,328	6,8871			
	100,4	0,329	6,8989			
R1	100,4	0,178	4,0584	4,026	0,0279	0,693
	100,4	0,175	4,0100			
	100,4	0,175	4,0100			
R2	100,2	0,201	4,5030	4,5044	0,0217	0,482
	100,3	0,200	4,4835			
	100,5	0,203	4,5268			
R3	100,3	0,208	4,6339	4,6762	0,0507	0,464
	100,5	0,210	4,6622			
	100,4	0,214	4,7324			

F.3 Hasil Penentuan Kandungan Flavonoid Total Sampel *Test Set*

Kode Sampel	Massa Serbuk (mg)	Abs	mg QE/b serbuk	Rata-rata mg QE/b serbuk	SD	RSD (%)
T4	100,2	0,521	10,4795	10,5285	0,0615	0,5842
	100,5	0,522	10,5087			
	100,5	0,529	10,5976			
	100,2	0,311	6,5744			
S4	100,4	0,312	6,5801	6,5969	0,0342	0,5186
	100,4	0,315	6,6363			
	100,2	0,185	4,2066			
R4	100,3	0,186	4,2203	4,211	0,0034	0,0807
	100,2	0,185	4,2066			

## F.4 Rata-Rata Kandungan Flavonoid Total Sampel Serbuk Rimpang Jahe Gajah

- a. Rata-rata kandungan flavonoid total serbuk rimpang jahe gajah di dataran tinggi  $\pm$  SD
- $$= \text{Jumlah kandungan flavonoid total/jumlah sampel}$$
- $$= 8,7902 + 10,1306 + 10,3787 + 10,5285 / 4$$
- $$= 9,96 \text{ mg QE/b serbuk} \pm 0,795$$
- b. Rata-rata kandungan flavonoid total serbuk rimpang jahe gajah di dataran sedang  $\pm$  SD
- $$= \text{Jumlah kandungan flavonoid total/jumlah sampel}$$
- $$= 5,6799 + 6,4593 + 6,8570 + 6,5969 / 4$$
- $$= 6,39 \text{ mg QE/b serbuk} \pm 0,506$$
- c. Rata-rata kandungan flavonoid total serbuk rimpang jahe gajah di dataran rendah  $\pm$  SD
- $$= \text{Jumlah kandungan flavonoid total/jumlah sampel}$$
- $$= 4,026 + 4,5044 + 4,6762 + 4,211 / 4$$
- $$= 4,3544 \text{ mg QE/b serbuk} \pm 0,291$$



F.5 Hasi Uji Normalitas dan One Way ANOVA

a. Uji Normalitas

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
TINGGI	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
SEDANG	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%
RENDAH	3	100.0%	0	0.0%	3	100.0%

Descriptives

		Statistic	Std. Error	
TINGGI	Mean	9.7665	.49338	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	7.6437	
		Upper Bound	11.8893	
	5% Trimmed Mean	.		
	Median	10.1306		
	Variance	.730		
	Std. Deviation	.85455		
	Minimum	8.79		
	Maximum	10.38		
	Range	1.59		
	Interquartile Range	.		
	Skewness	-1.569	1.225	
Kurtosis	.	.		
SEDANG	Mean	6.3321	.34570	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	4.8446	
		Upper Bound	7.8195	
	5% Trimmed Mean	.		
	Median	6.4593		
	Variance	.359		
	Std. Deviation	.59878		

	Minimum		5.68	
	Maximum		6.86	
	Range		1.18	
	Interquartile Range		.	
	Skewness		-.913	1.225
	Kurtosis		.	.
RENDAH	Mean		4.4022	.19453
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	3.5652	
		Upper Bound	5.2392	
	5% Trimmed Mean		.	
	Median		4.5044	
	Variance		.114	
	Std. Deviation		.33693	
	Minimum		4.03	
	Maximum		4.68	
	Range		.65	
	Interquartile Range		.	
	Skewness		-1.239	1.225
	Kurtosis		.	.

#### Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TINGGI	.332	3	.	.864	3	.278
SEDANG	.251	3	.	.966	3	.647
RENDAH	.286	3	.	.931	3	.492

a. Lilliefors Significance Correction

## b. ANOVA

## ANOVA

KANDUNGAN\_FLAVONOID

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	44.295	2	22.148	55.263	.000
Within Groups	2.405	6	.401		
Total	46.700	8			

## POST HOC TEST

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: KANDUNGAN\_FLAVONOID

Tukey HSD

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
DATARAN	DATARAN					
TINGGI	SEDANG	3.43443 <sup>*</sup>	.51690	.001	1.8485	5.0204
	RENDAH	5.36430 <sup>*</sup>	.51690	.000	3.7783	6.9503
SEDANG	TINGGI	-3.43443 <sup>*</sup>	.51690	.001	-5.0204	-1.8485
	RENDAH	1.92987 <sup>*</sup>	.51690	.023	.3439	3.5158
RENDAH	TINGGI	-5.36430 <sup>*</sup>	.51690	.000	-6.9503	-3.7783
	SEDANG	-1.92987 <sup>*</sup>	.51690	.023	-3.5158	-.3439

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## Homogeneous Subsets

### KANDUNGAN\_FLAVONOID

Tukey HSD<sup>a</sup>

DATARAN	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
RENDAH	3	4.4022		
SEDANG	3		6.3321	
TINGGI	3			9.7665
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

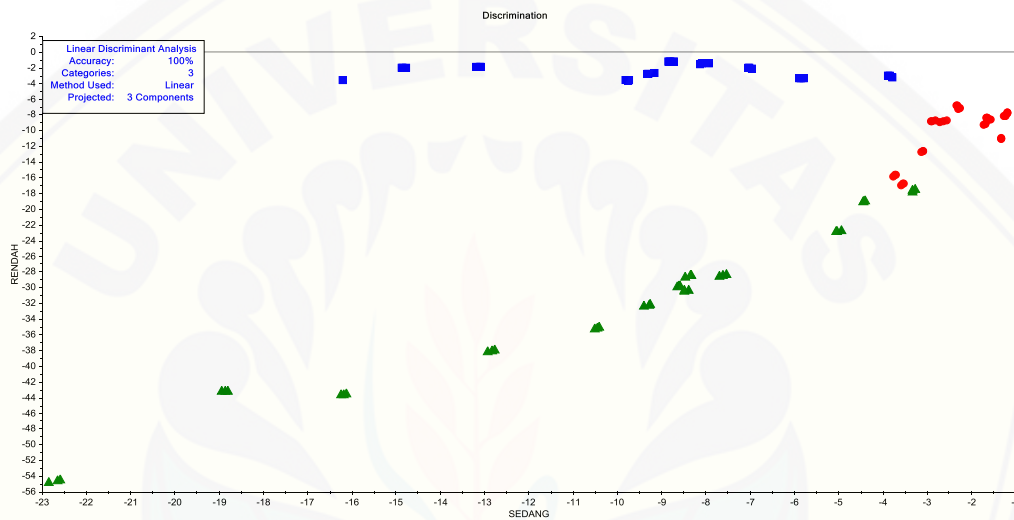
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

### Lampiran G. Hasil Penentuan Klasifikasi dan Validasinya dengan Kemometrik dan Perhitungan Kemampuan Pengenalan

Kemampuan Pengenalan = % Pengenalan

$$= \frac{\sum \text{sampel yang diprediksi benar}}{\sum \text{total sampel yang digunakan}} \times 100 \%$$

#### G.1 Model LDA

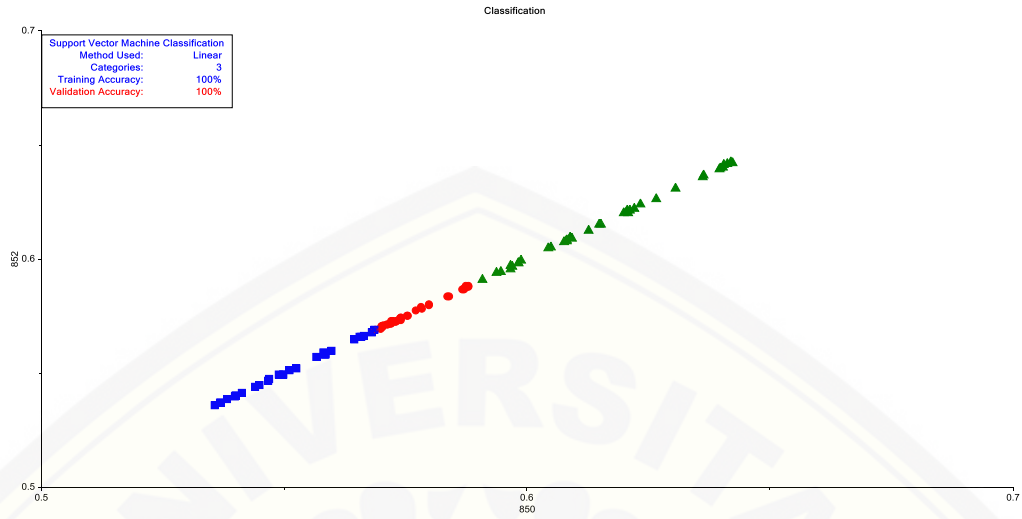


Prediction	SEDANG	RENDAH	TINGGI	Pret	Prediction	SEDANG	RENDAH	TINGGI	Predicted	
S1 (1.1)	1	-1.6442	-8.3987	-8.8308	SED	S3 (3.1)	34	-1.1798	-7.7393	SEDANG
S1 (1.2)	2	-1.6323	-8.4035	-8.8244	SED	S3 (3.2)	35	-1.1826	-7.7459	SEDANG
S1 (1.3)	3	-1.6523	-8.4083	-8.8329	SED	S3 (3.3)	36	-1.5595	-8.6448	SEDANG
S1 (1.4)	4	-1.2195	-8.1778	-9.0855	SED	S3 (3.5)	37	-1.5947	-8.5923	SEDANG
S1 (2.1)	5	-1.2377	-8.1150	-9.1372	SED	S3 (3.4)	38	-1.5998	-8.5871	SEDANG
S1 (2.2)	6	-1.2497	-8.2011	-9.0313	SED	R1 (1.1)	39	-7.0188	-2.0273	RENDAH
S1 (2.3)	7	-3.1200	-12.7267	-8.7818	SED	R1 (1.2)	40	-7.9298	-1.4841	RENDAH
S1 (2.4)	8	-3.0737	-12.6713	-8.7790	SED	R1 (1.3)	41	-8.0890	-1.5157	RENDAH
S1 (3.1)	9	-3.0885	-12.6856	-8.7586	SED	R1 (1.4)	42	-3.7865	-3.1989	RENDAH
S1 (3.2)	10	-2.5425	-8.7790	-9.4391	SED	R1 (2.1)	43	-3.8707	-3.0484	RENDAH
S1 (3.3)	11	-2.6327	-8.8247	-9.4955	SED	R1 (2.2)	44	-3.8396	-3.0576	RENDAH
S1 (3.4)	12	-2.6976	-8.9618	-9.4300	SED	R1 (2.3)	45	-16.1885	-3.5750	RENDAH
S2 (1.1)	13	-2.8809	-8.8101	-15.1803	SED	R1 (2.4)	46	-16.1958	-3.5491	RENDAH
S2 (1.2)	14	-2.8098	-8.7742	-15.0151	SED	R1 (3.1)	47	-16.2004	-3.5346	RENDAH
S2 (1.3)	15	-2.8946	-8.8629	-15.1680	SED	R1 (3.2)	48	-8.7199	-1.2614	RENDAH
S2 (1.4)	16	-3.5848	-16.9990	-8.5782	SED	R1 (3.3)	49	-8.8350	-1.2585	RENDAH
S2 (2.1)	17	-3.5210	-16.7435	-8.6456	SED	R1 (3.4)	50	-8.8006	-1.2777	RENDAH
S2 (2.2)	18	-3.5338	-16.7779	-8.6327	SED	R2 (1.1)	51	-21.1559	-5.8893	RENDAH
S2 (2.3)	19	-3.7485	-15.8443	-10.2985	SED	R2 (1.2)	52	-21.2129	-5.9454	RENDAH
S2 (2.4)	20	-3.7062	-15.6807	-10.3278	SED	R2 (1.3)	53	-21.1940	-5.9618	RENDAH
S2 (3.1)	21	-3.7205	-15.6772	-10.3636	SED	R2 (1.4)	54	-8.7199	-1.2614	RENDAH
S2 (3.2)	22	-2.3214	-6.8653	-13.1069	SED	R2 (2.1)	55	-8.8350	-1.2585	RENDAH
S2 (3.3)	23	-2.3181	-6.8401	-13.0991	SED	R2 (2.2)	56	-8.8006	-1.2777	RENDAH
S2 (3.4)	24	-1.7182	-9.2603	-9.3074	SED	R2 (2.3)	57	-13.0918	-1.9011	RENDAH
S3 (1.1)	25	-1.6720	-9.1546	-9.3847	SED	R2 (2.4)	58	-13.0889	-1.9286	RENDAH
S3 (1.2)	26	-1.6655	-9.1434	-9.3215	SED	R2 (3.1)	59	-13.1813	-1.9444	RENDAH
S3 (1.3)	27	-2.2953	-7.2227	-11.0579	SED	R2 (3.2)	60	-9.1590	-2.6927	RENDAH
S3 (1.4)	28	-2.2604	-7.1525	-11.1023	SED	R2 (3.3)	61	-9.3020	-2.7707	RENDAH
S3 (2.1)	29	-2.2540	-7.1909	-11.0347	SED	R2 (3.4)	62	-9.3116	-2.8043	RENDAH
S3 (2.2)	30	-1.3124	-11.0796	-7.1640	SED	R3 (1.1)	63	-14.7710	-1.9762	RENDAH
S3 (2.3)	31	-1.3166	-11.0394	-7.2643	SED	R3 (1.2)	64	-14.8497	-2.0011	RENDAH
S3 (2.4)	32	-1.3181	-10.9953	-7.3167	SED	R3 (1.3)	65	-14.8611	-2.0003	RENDAH
S3 (2.5)	33	-1.1695	-7.8014	-10.0903	SED	R3 (1.4)	66	-9.7496	-3.6515	RENDAH
S3 (3.1)	34	-1.1798	-7.7393	-10.0999	SED	R3 (2.1)	67	-9.8086	-3.5729	RENDAH

Prediction		SEDANG	RENDAH	TINGGI	Predicted	Prediction		SEDANG	RENDAH	TINGGI	Predicted
	🔒	1	2	3	4		🔒	1	2	3	4
R3 (2.1)	67	-9.8086	-3.5729	-31.6539	RENDAH	T1 (2.3)	81	-16.1688	-43.6606	-2.4171	TINGGI
R3 (2.2)	68	-9.7339	-3.5404	-31.5044	RENDAH	T1 (2.4)	82	-16.2332	-43.7069	-2.4342	TINGGI
R3 (2.3)	69	-8.1158	-1.5287	-27.6789	RENDAH	T1 (3.1)	83	-16.1225	-43.5707	-2.3946	TINGGI
R3 (2.4)	70	-5.8469	-3.3618	-25.4279	RENDAH	T1 (3.2)	84	-9.3827	-32.4615	-1.4934	TINGGI
R3 (3.1)	71	-5.7892	-3.3196	-25.3016	RENDAH	T1 (3.3)	85	-9.2658	-32.2891	-1.4948	TINGGI
R3 (3.2)	72	-5.8750	-3.3581	-25.4775	RENDAH	T1 (3.4)	86	-9.2469	-32.2015	-1.4718	TINGGI
R3 (3.3)	73	-6.9507	-2.1699	-26.5824	RENDAH	T2 (1.1)	87	-18.7991	-43.2190	-4.9498	TINGGI
R3 (3.4)	74	-7.0331	-2.0770	-26.7319	RENDAH	T2 (1.2)	88	-18.9282	-43.2890	-5.0661	TINGGI
T1 (1.1)	75	-12.8255	-38.1085	-1.5267	TINGGI	T2 (1.3)	89	-18.8478	-43.2148	-5.0140	TINGGI
T1 (1.2)	76	-12.9239	-38.1973	-1.5509	TINGGI	T2 (1.4)	90	-4.9352	-22.7907	-1.9062	TINGGI
T1 (1.3)	77	-12.7586	-37.9612	-1.5146	TINGGI	T2 (2.1)	91	-5.0462	-22.9442	-1.8618	TINGGI
T1 (1.4)	78	-3.3226	-17.8367	-3.0198	TINGGI	T2 (2.2)	92	-5.0366	-22.8946	-1.8573	TINGGI
T1 (2.1)	79	-3.2660	-17.6029	-3.0920	TINGGI	T2 (2.3)	93	-22.5854	-54.5286	-4.6291	TINGGI
T1 (2.2)	80	-3.3254	-17.7107	-3.0599	TINGGI	T2 (2.4)	94	-22.6499	-54.6037	-4.6582	TINGGI
T1 (2.3)	81	-16.1688	-43.6606	-2.4171	TINGGI	T2 (3.1)	95	-22.8447	-54.9018	-4.7420	TINGGI
T1 (2.4)	82	-16.2332	-43.7069	-2.4342	TINGGI	T2 (3.2)	96	-10.4988	-35.3034	-1.7500	TINGGI
T1 (3.1)	83	-16.1225	-43.5707	-2.3946	TINGGI	T2 (3.3)	97	-10.4372	-35.1686	-1.7338	TINGGI
T1 (3.2)	84	-9.3827	-32.4615	-1.4934	TINGGI	T2 (3.4)	98	-10.4086	-35.1077	-1.7335	TINGGI
T1 (3.3)	85	-9.2658	-32.2891	-1.4948	TINGGI	T3 (1.1)	99	-4.4362	-19.0992	-3.7687	TINGGI
T1 (3.4)	86	-9.2469	-32.2015	-1.4718	TINGGI	T3 (1.2)	100	-4.4411	-19.0744	-3.7652	TINGGI
T2 (1.1)	87	-18.7991	-43.2190	-4.9498	TINGGI	T3 (1.3)	101	-4.3898	-19.0315	-3.7532	TINGGI
T2 (1.2)	88	-18.9282	-43.2890	-5.0661	TINGGI	T3 (1.4)	102	-8.5876	-29.8853	-1.5210	TINGGI
T2 (1.3)	89	-18.8478	-43.2148	-5.0140	TINGGI	T3 (2.1)	103	-8.5899	-29.8879	-1.5080	TINGGI
T2 (1.4)	90	-4.9352	-22.7907	-1.9062	TINGGI	T3 (2.2)	104	-8.6348	-29.9776	-1.4956	TINGGI
T2 (2.1)	91	-5.0462	-22.9442	-1.8618	TINGGI	T3 (2.3)	105	-8.3852	-30.4109	-1.1521	TINGGI
T2 (2.2)	92	-5.0366	-22.8946	-1.8573	TINGGI	T3 (2.4)	106	-8.4690	-30.4401	-1.1467	TINGGI
T2 (2.3)	93	-22.5854	-54.5286	-4.6291	TINGGI	T3 (2.5)	107	-8.4852	-30.4834	-1.1500	TINGGI
T2 (2.4)	94	-22.6499	-54.6037	-4.6582	TINGGI	T3 (3.1)	108	-7.6125	-28.5199	-1.1906	TINGGI
T2 (3.1)	95	-22.8447	-54.9018	-4.7420	TINGGI	T3 (3.2)	109	-7.6947	-28.6240	-1.1896	TINGGI
T2 (3.2)	96	-10.4988	-35.3034	-1.7500	TINGGI	T3 (3.3)	110	-7.5301	-28.3811	-1.2072	TINGGI
T2 (3.3)	97	-10.4372	-35.1686	-1.7338	TINGGI	T3 (3.4)	111	-8.4506	-28.7519	-6.4255	TINGGI
T2 (3.4)	98	-10.4086	-35.1077	-1.7335	TINGGI	T3 (3.5)	112	-8.3276	-28.4996	-6.2626	TINGGI
T3 (1.1)	99	-4.4362	-19.0992	-3.7687	TINGGI	T2 (3.5)	113	-8.3438	-28.4876	-6.3252	TINGGI
T3 (1.2)	100	-4.4411	-19.0744	-3.7652	TINGGI						

$$\% \text{ Pengenalan} = \frac{113}{113} \times 100\% = 100\%$$

G.2 Model SVM



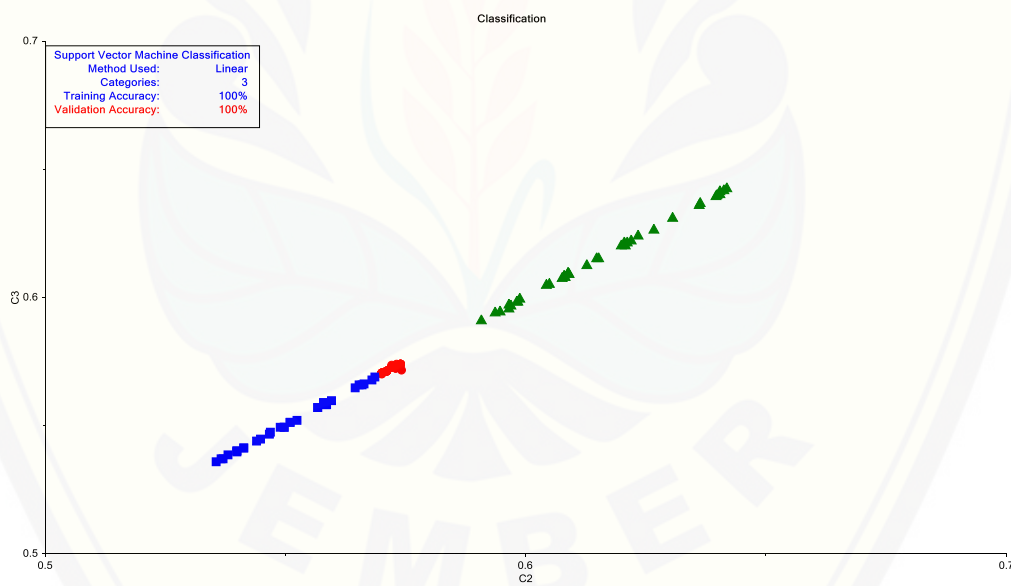
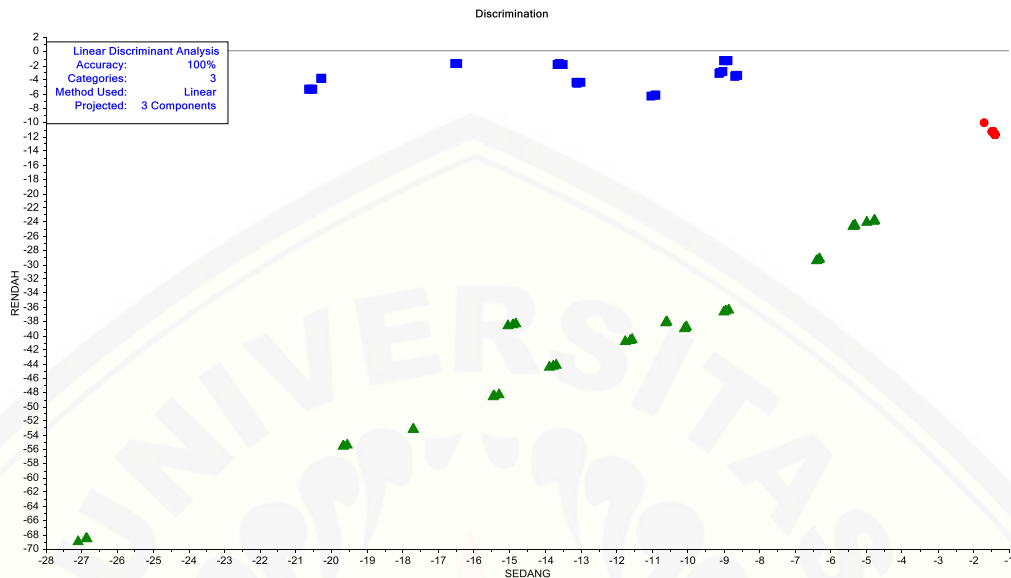
Prediction	C1	Prediction	C1	Prediction	C1	Prediction	C1				
S1 (1.1)	1	SEDANG	S3 (3.1)	34	SEDANG	R3 (2.1)	67	RENDAH	T1 (2.3)	81	TINGGI
S1 (1.2)	2	SEDANG	S3 (3.2)	35	SEDANG	R3 (2.2)	68	RENDAH	T1 (2.4)	82	TINGGI
S1 (1.3)	3	SEDANG	S3 (3.3)	36	SEDANG	R3 (2.3)	69	RENDAH	T1 (3.1)	83	TINGGI
S1 (1.4)	4	SEDANG	S3 (3.5)	37	SEDANG	R3 (2.4)	70	RENDAH	T1 (3.2)	84	TINGGI
S1 (2.1)	5	SEDANG	S3 (3.4)	38	SEDANG	R3 (3.1)	71	RENDAH	T1 (3.3)	85	TINGGI
S1 (2.2)	6	SEDANG	R1 (1.1)	39	RENDAH	R3 (3.2)	72	RENDAH	T1 (3.4)	86	TINGGI
S1 (2.3)	7	SEDANG	R1 (1.2)	40	RENDAH	R3 (3.3)	73	RENDAH	T2 (1.1)	87	TINGGI
S1 (2.4)	8	SEDANG	R1 (1.3)	41	RENDAH	R3 (3.4)	74	RENDAH	T2 (1.2)	88	TINGGI
S1 (3.1)	9	SEDANG	R1 (1.4)	42	RENDAH	T1 (1.1)	75	TINGGI	T2 (1.3)	89	TINGGI
S1 (3.2)	10	SEDANG	R1 (2.1)	43	RENDAH	T1 (1.2)	76	TINGGI	T2 (1.4)	90	TINGGI
S1 (3.3)	11	SEDANG	R1 (2.2)	44	RENDAH	T1 (1.3)	77	TINGGI	T2 (2.1)	91	TINGGI
S1 (3.4)	12	SEDANG	R1 (2.3)	45	RENDAH	T1 (1.4)	78	TINGGI	T2 (2.2)	92	TINGGI
S2 (1.1)	13	SEDANG	R1 (2.4)	46	RENDAH	T1 (2.1)	79	TINGGI	T2 (2.3)	93	TINGGI
S2 (1.2)	14	SEDANG	R1 (3.1)	47	RENDAH	T1 (2.2)	80	TINGGI	T2 (2.4)	94	TINGGI
S2 (1.3)	15	SEDANG	R1 (3.2)	48	RENDAH	T1 (2.3)	81	TINGGI	T2 (3.1)	95	TINGGI
S2 (1.4)	16	SEDANG	R1 (3.3)	49	RENDAH	T1 (2.4)	82	TINGGI	T2 (3.2)	96	TINGGI
S2 (2.1)	17	SEDANG	R1 (3.4)	50	RENDAH	T1 (3.1)	83	TINGGI	T2 (3.3)	97	TINGGI
S2 (2.2)	18	SEDANG	R2 (1.1)	51	RENDAH	T1 (3.2)	84	TINGGI	T2 (3.4)	98	TINGGI
S2 (2.3)	19	SEDANG	R2 (1.2)	52	RENDAH	T1 (3.3)	85	TINGGI	T3 (1.1)	99	TINGGI
S2 (2.4)	20	SEDANG	R2 (1.3)	53	RENDAH	T1 (3.4)	86	TINGGI	T3 (1.2)	100	TINGGI
S2 (3.1)	21	SEDANG	R2 (1.4)	54	RENDAH	T2 (1.1)	87	TINGGI	T3 (1.3)	101	TINGGI
S2 (3.2)	22	SEDANG	R2 (2.1)	55	RENDAH	T2 (1.2)	88	TINGGI	T3 (1.4)	102	TINGGI
S2 (3.3)	23	SEDANG	R2 (2.2)	56	RENDAH	T2 (1.3)	89	TINGGI	T3 (2.1)	103	TINGGI
S2 (3.4)	24	SEDANG	R2 (2.3)	57	RENDAH	T2 (1.4)	90	TINGGI	T3 (2.2)	104	TINGGI
S3 (1.1)	25	SEDANG	R2 (2.4)	58	RENDAH	T2 (2.1)	91	TINGGI	T3 (2.3)	105	TINGGI
S3 (1.2)	26	SEDANG	R2 (3.1)	59	RENDAH	T2 (2.2)	92	TINGGI	T3 (2.4)	106	TINGGI
S3 (1.3)	27	SEDANG	R2 (3.2)	60	RENDAH	T2 (2.3)	93	TINGGI	T3 (2.5)	107	TINGGI
S3 (1.4)	28	SEDANG	R2 (3.3)	61	RENDAH	T2 (2.4)	94	TINGGI	T3 (3.1)	108	TINGGI
S3 (2.1)	29	SEDANG	R2 (3.4)	62	RENDAH	T2 (3.1)	95	TINGGI	T3 (3.2)	109	TINGGI
S3 (2.2)	30	SEDANG	R3 (1.1)	63	RENDAH	T2 (3.2)	96	TINGGI	T3 (3.3)	110	TINGGI
S3 (2.3)	31	SEDANG	R3 (1.2)	64	RENDAH	T2 (3.3)	97	TINGGI	T3 (3.4)	111	TINGGI
S3 (2.4)	32	SEDANG	R3 (1.3)	65	RENDAH	T2 (3.4)	98	TINGGI	T3 (3.5)	112	TINGGI
S3 (2.5)	33	SEDANG	R3 (1.4)	66	RENDAH	T3 (1.1)	99	TINGGI	T2 (3.5)	113	TINGGI
S3 (3.1)	34	SEDANG	R3 (2.1)	67	RENDAH	T3 (1.2)	100	TINGGI			

$$\% \text{ Pengenalan} = \frac{113}{113} \times 100\% = 100\%$$

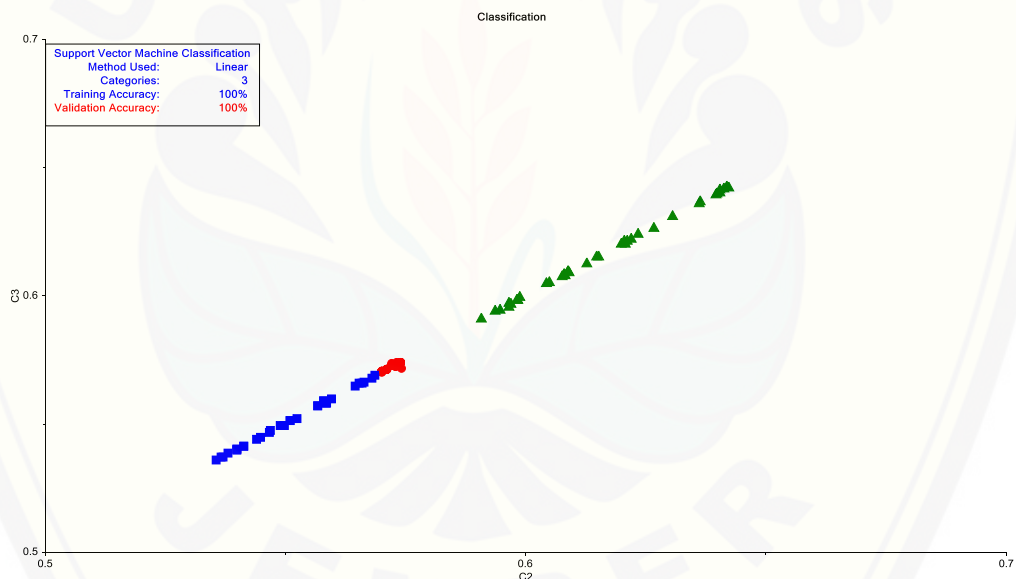
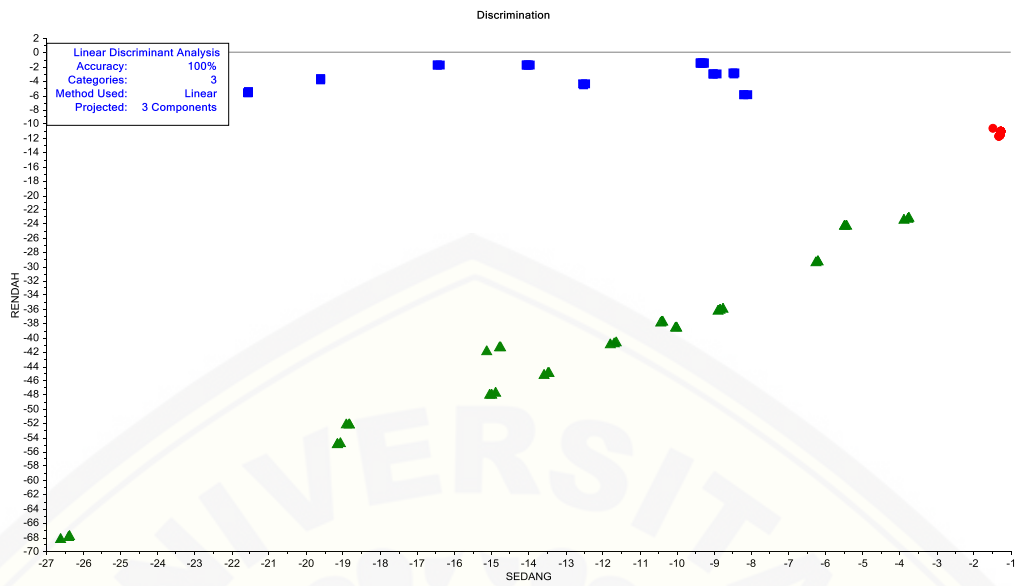




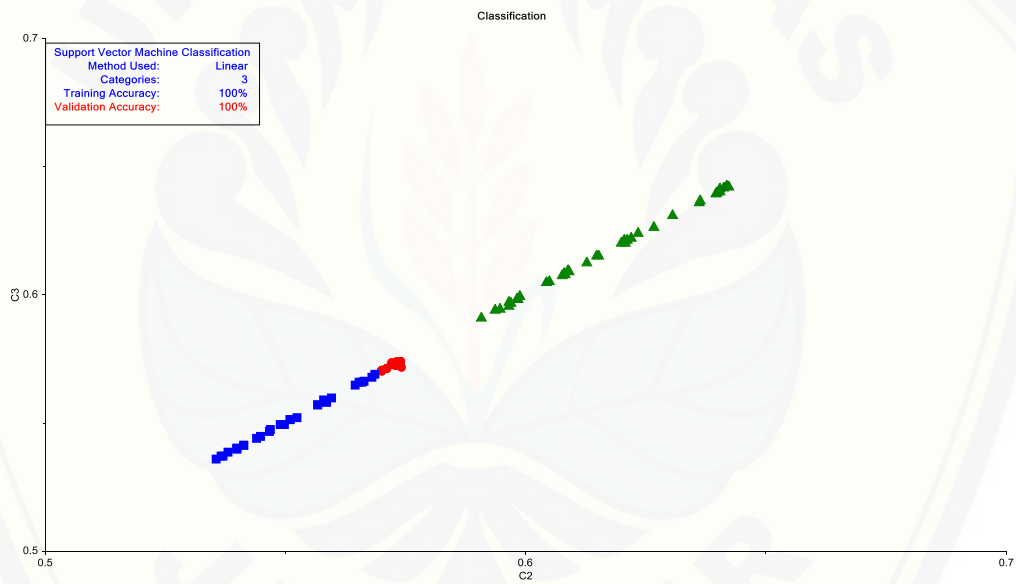
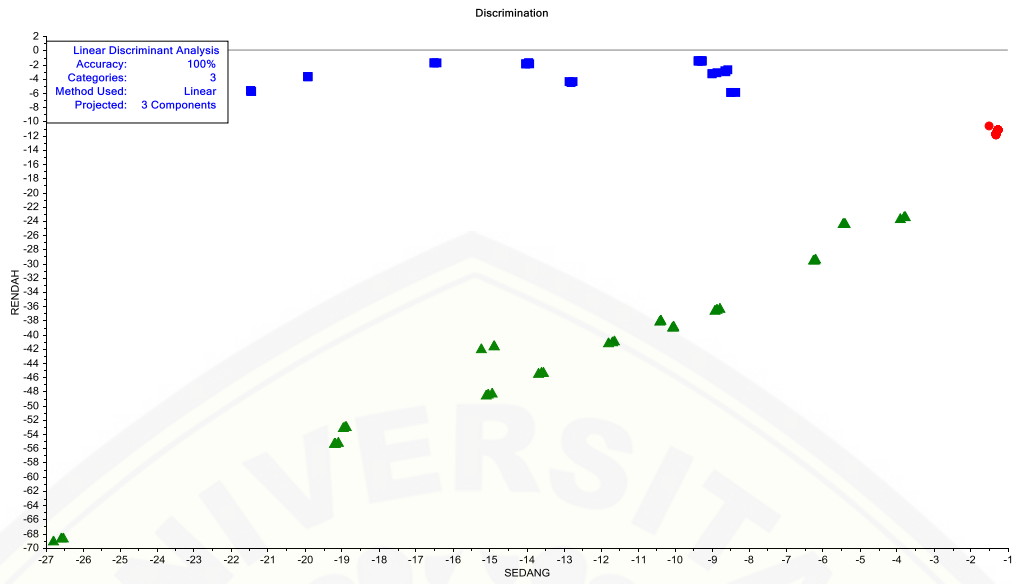
G.4 Validasi LOOCV Model LDA dan SVM



Sampel yang dikeluarkan T2



Sampel yang dikeluarkan S1



Sampel yang dikeluarkan R3

G.5 Validasi 2FCV Model LDA dan SVM

a. LDA

2FCV LDA		SEDANG	RENDAH	TINGGI	Class
	1	2	3	4	
R4 (1.1)	1	-39.1610	-13.9289	-80.8704	RENDAH
R4 (1.2)	2	-39.0628	-13.8417	-80.7173	RENDAH
R4 (1.3)	3	-39.0513	-13.8454	-80.6999	RENDAH
R4 (1.4)	4	-19.1331	-6.6515	-47.8453	RENDAH
R4 (1.5)	5	-19.3391	-6.7902	-48.1352	RENDAH
R4 (2.1)	6	-19.4762	-6.8338	-48.3242	RENDAH
R4 (2.2)	7	-34.8866	-12.3216	-73.6109	RENDAH
R4 (2.3)	8	-34.9437	-12.3210	-73.6560	RENDAH
R4 (2.4)	9	-35.1594	-12.4532	-73.9559	RENDAH
R4 (2.5)	10	-39.1610	-13.9289	-80.8704	RENDAH
R4 (3.1)	11	-19.3391	-6.7902	-48.1352	RENDAH
R4 (3.2)	12	-34.8866	-12.3216	-73.6109	RENDAH
R4 (3.3)	13	-9.1132	-2.8690	-31.6531	RENDAH
R4 (3.4)	14	-9.1681	-2.8921	-31.7620	RENDAH
R4 (3.5)	15	-9.0510	-2.7958	-31.5245	RENDAH
S4 (1.1)	16	-10.0605	-27.6079	-14.3235	SEDANG
S4 (1.2)	17	-9.9316	-27.4495	-14.1708	SEDANG
S4 (1.3)	18	-9.9108	-27.3758	-14.2028	SEDANG
S4 (1.4)	19	-8.9151	-18.9398	-13.0651	SEDANG
S4 (1.5)	20	-8.9531	-18.9889	-13.0118	SEDANG
S4 (2.1)	21	-8.9392	-18.9592	-13.1140	SEDANG
S4 (2.2)	22	-4.2843	-7.9898	-16.2216	SEDANG
S4 (2.3)	23	-4.3378	-7.9981	-16.3623	SEDANG
S4 (2.4)	24	-4.3111	-8.0392	-16.2072	SEDANG
S4 (2.5)	25	-4.3378	-7.9981	-16.3623	SEDANG
S4 (3.1)	26	-4.3378	-7.9981	-16.3623	SEDANG
S4 (3.2)	27	-9.1619	-28.7736	-10.3847	SEDANG
S4 (3.3)	28	-9.2239	-28.9781	-10.2898	SEDANG
S4 (3.4)	29	-9.1917	-28.9399	-10.2481	SEDANG
S4 (3.5)	30	-9.1619	-28.7736	-10.3847	SEDANG
T4 (1.1)	31	-12.3885	-37.2296	-7.5803	TINGGI
T4 (1.2)	32	-12.0957	-32.3492	-8.6206	TINGGI
T4 (1.3)	33	-14.5828	-30.6701	-13.4920	TINGGI
T4 (1.4)	34	-12.0507	-32.3429	-8.6143	TINGGI
T4 (1.5)	35	-12.0957	-32.3492	-8.6206	TINGGI
T4 (2.1)	36	-12.1223	-32.3341	-8.5923	TINGGI
T4 (2.2)	37	-14.5828	-30.6701	-13.4920	TINGGI
T4 (2.3)	38	-14.7066	-30.7342	-13.5738	TINGGI
T4 (2.4)	39	-14.8071	-30.8048	-13.6515	TINGGI
T4 (2.5)	40	-12.3885	-37.2296	-7.5803	TINGGI
T4 (3.1)	41	-12.1895	-36.8352	-7.5349	TINGGI
T4 (3.2)	42	-12.1250	-36.7599	-7.4163	TINGGI
T4 (3.3)	43	-28.7569	-48.2542	-23.6331	TINGGI
T4 (3.4)	44	-28.7911	-48.2382	-23.6483	TINGGI
T4 (3.5)	45	-28.8851	-48.3225	-23.7554	TINGGI

$$\% \text{ Pengenalan} = \frac{45}{45} \times 100\% = 100\%$$

b. SVM

Classified_V	C1	Classified_V	C1
	1		1
R4 (1.1)	1 RENDAH	R4 (3.4)	14 RENDAH
R4 (1.2)	2 RENDAH	R4 (3.5)	15 RENDAH
R4 (1.3)	3 RENDAH	S4 (1.1)	16 SEDANG
R4 (1.4)	4 RENDAH	S4 (1.2)	17 SEDANG
R4 (1.5)	5 RENDAH	S4 (1.3)	18 SEDANG
R4 (2.1)	6 RENDAH	S4 (1.4)	19 SEDANG
R4 (2.2)	7 RENDAH	S4 (1.5)	20 TINGGI
R4 (2.3)	8 RENDAH	S4 (2.1)	21 SEDANG
R4 (2.4)	9 RENDAH	S4 (2.2)	22 SEDANG
R4 (2.5)	10 RENDAH	S4 (2.3)	23 SEDANG
R4 (3.1)	11 RENDAH	S4 (2.4)	24 SEDANG
R4 (3.2)	12 RENDAH	S4 (2.5)	25 SEDANG
R4 (3.3)	13 RENDAH	S4 (3.1)	26 SEDANG
R4 (3.4)	14 RENDAH	S4 (3.2)	27 SEDANG
R4 (3.5)	15 RENDAH	S4 (3.3)	28 SEDANG
S4 (1.1)	16 SEDANG	S4 (3.4)	29 SEDANG
S4 (1.2)	17 SEDANG	S4 (3.5)	30 SEDANG
S4 (1.3)	18 SEDANG	T4 (1.1)	31 TINGGI
S4 (1.4)	19 SEDANG	T4 (1.2)	32 TINGGI
S4 (1.5)	20 TINGGI	T4 (1.3)	33 TINGGI
S4 (2.1)	21 SEDANG	T4 (1.4)	34 TINGGI
S4 (2.2)	22 SEDANG	T4 (1.5)	35 TINGGI
S4 (2.3)	23 SEDANG	T4 (2.1)	36 TINGGI
S4 (2.4)	24 SEDANG	T4 (2.2)	37 TINGGI
S4 (2.5)	25 SEDANG	T4 (2.3)	38 TINGGI
S4 (3.1)	26 SEDANG	T4 (2.4)	39 TINGGI
S4 (3.2)	27 SEDANG	T4 (2.5)	40 TINGGI
S4 (3.3)	28 SEDANG	T4 (3.1)	41 TINGGI
S4 (3.4)	29 SEDANG	T4 (3.2)	42 TINGGI
S4 (3.5)	30 SEDANG	T4 (3.3)	43 TINGGI
T4 (1.1)	31 TINGGI	T4 (3.4)	44 TINGGI
T4 (1.2)	32 TINGGI	T4 (3.5)	45 TINGGI
T4 (1.3)	33 TINGGI		

$$\% \text{ Pengenalan} = \frac{44}{45} \times 100\% = 98\%$$

G.6 Penerapan pada sampel nyata

a. pada produk pasaran

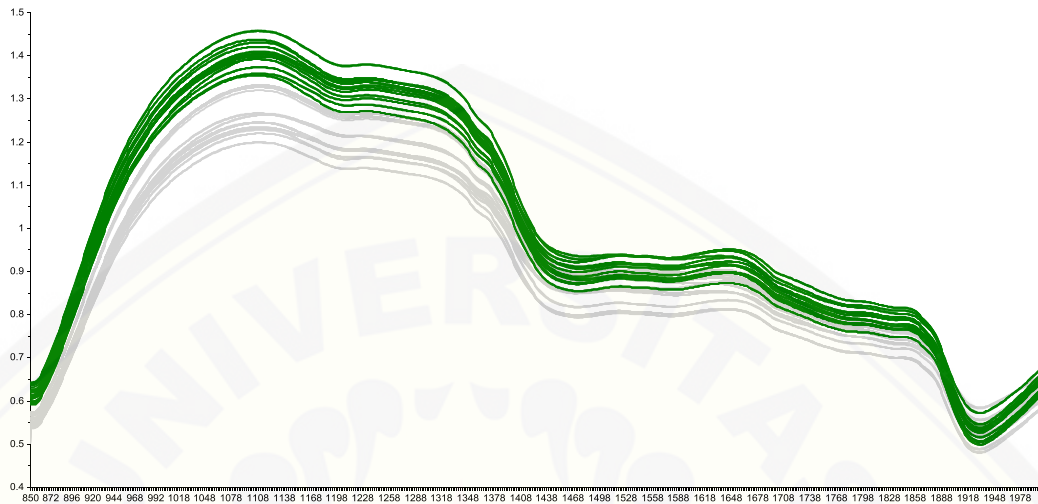
Sampel Nyata LDA	SEDANG	RENDAH	TINGGI	Class	Sampel Nyata LDA	SEDANG	RENDAH	TINGGI	Class
1	2	3	4		1	2	3	4	
sampel nyata nona ( 1 )	-9.4944	-1.8036	-29.5300	RENDAH	sampel nyata nona ( 13 )	-6.9310	-25.8082	-1.7580	TINGGI
sampel nyata nona ( 2 )	-9.6365	-1.8625	-29.6742	RENDAH	sampel nyata nona ( 14 )	-6.9359	-25.7577	-1.7717	TINGGI
sampel nyata nona ( 3 )	-9.6039	-1.8952	-29.5433	RENDAH	sampel nyata nona ( 15 )	-6.9615	-25.8113	-1.7545	TINGGI
sampel nyata nona ( 4 )	-12.1618	-2.0408	-35.9573	RENDAH	sampel nyata msh ( 1 )	-14.2455	-41.8560	-2.2594	TINGGI
sampel nyata nona ( 5 )	-12.2479	-2.0381	-36.0810	RENDAH	sampel nyata msh ( 2 )	-14.2322	-41.8171	-2.2298	TINGGI
sampel nyata nona ( 6 )	-12.2511	-2.0302	-36.1100	RENDAH	sampel nyata msh ( 3 )	-14.3138	-41.9616	-2.2444	TINGGI
sampel nyata nona ( 7 )	-3.4315	-10.7994	-8.2678	SEDANG	sampel nyata msh ( 19 )	-15.0286	-2.3689	-41.5581	RENDAH
sampel nyata nona ( 8 )	-3.4467	-10.7383	-8.3458	SEDANG	sampel nyata msh ( 20 )	-14.9553	-2.3384	-41.3320	RENDAH
sampel nyata nona ( 9 )	-3.5258	-10.8270	-8.3595	SEDANG	sampel nyata msh ( 21 )	-14.9630	-2.3399	-41.3898	RENDAH
sampel nyata nona ( 10 )	-7.1150	-9.7542	-15.6443	SEDANG	sampel nyata msh ( 22 )	-17.2070	-46.6813	-3.5616	TINGGI
sampel nyata nona ( 11 )	-7.1862	-9.7143	-15.8063	SEDANG	sampel nyata msh ( 23 )	-17.0947	-46.4961	-3.5142	TINGGI
sampel nyata nona ( 12 )	-7.3531	-9.9062	-15.8525	SEDANG	sampel nyata msh ( 24 )	-17.1477	-46.6035	-3.5362	TINGGI
sampel nyata nona ( 13 )	-6.9310	-25.8082	-1.7580	TINGGI	sampel nyata msh ( 25 )	-2.7209	-3.8747	-15.9873	SEDANG
sampel nyata nona ( 14 )	-6.9359	-25.7577	-1.7717	TINGGI	sampel nyata msh ( 26 )	-2.7658	-3.8650	-16.0225	SEDANG
sampel nyata nona ( 15 )	-6.9615	-25.8113	-1.7545	TINGGI	sampel nyata msh ( 27 )	-2.7709	-3.8499	-16.0673	SEDANG
sampel nyata msh ( 1 )	-14.2455	-41.8560	-2.2594	TINGGI	sampel nyata msh ( 28 )	-11.4353	-2.3411	-35.1522	RENDAH
sampel nyata msh ( 2 )	-14.2322	-41.8171	-2.2298	TINGGI	sampel nyata msh ( 29 )	-11.4825	-2.3095	-35.2799	RENDAH
sampel nyata msh ( 3 )	-14.3138	-41.9616	-2.2444	TINGGI	sampel nyata msh ( 30 )	-11.5083	-2.3135	-35.3567	RENDAH
sampel nyata msh ( 19 )	-15.0286	-2.3689	-41.5581	RENDAH	sampel nyata ethes ( 1 )	-45.1316	-19.2179	-81.4265	RENDAH
sampel nyata msh ( 20 )	-14.9553	-2.3384	-41.3320	RENDAH	sampel nyata ethes ( 2 )	-45.5639	-19.5280	-81.9043	RENDAH
sampel nyata msh ( 21 )	-14.9630	-2.3399	-41.3898	RENDAH	sampel nyata ethes ( 3 )	-45.7286	-19.6203	-82.1594	RENDAH
sampel nyata msh ( 22 )	-17.2070	-46.6813	-3.5616	TINGGI	sampel nyata ethes ( 34 )	-23.7399	-5.8721	-55.8896	RENDAH
sampel nyata msh ( 23 )	-17.0947	-46.4961	-3.5142	TINGGI	sampel nyata ethes ( 35 )	-24.1116	-6.0179	-56.3357	RENDAH
sampel nyata msh ( 24 )	-17.1477	-46.6035	-3.5362	TINGGI	sampel nyata ethes ( 36 )	-24.1889	-6.0585	-56.4184	RENDAH
sampel nyata msh ( 25 )	-2.7209	-3.8747	-15.9873	SEDANG	sampel nyata ethes ( 37 )	-46.2171	-25.9159	-75.8902	RENDAH
sampel nyata msh ( 26 )	-2.7658	-3.8650	-16.0225	SEDANG	sampel nyata ethes ( 38 )	-46.6743	-26.1445	-76.6080	RENDAH
sampel nyata msh ( 27 )	-2.7709	-3.8499	-16.0673	SEDANG	sampel nyata ethes ( 39 )	-46.6893	-26.2455	-76.4248	RENDAH
sampel nyata msh ( 28 )	-11.4353	-2.3411	-35.1522	RENDAH	sampel nyata ethes ( 40 )	-27.4185	-10.8140	-55.2597	RENDAH
sampel nyata msh ( 29 )	-11.4825	-2.3095	-35.2799	RENDAH	sampel nyata ethes ( 41 )	-27.8787	-11.0989	-55.7871	RENDAH
sampel nyata msh ( 30 )	-11.5083	-2.3135	-35.3567	RENDAH	sampel nyata ethes ( 42 )	-27.9269	-11.1834	-55.7571	RENDAH
sampel nyata ethes ( 1 )	-45.1316	-19.2179	-81.4265	RENDAH	sampel nyata ethes ( 43 )	-30.5501	-23.0944	-47.1845	RENDAH
sampel nyata ethes ( 2 )	-45.5639	-19.5280	-81.9043	RENDAH	sampel nyata ethes ( 44 )	-30.9025	-23.3139	-47.6193	RENDAH
sampel nyata ethes ( 3 )	-45.7286	-19.6203	-82.1594	RENDAH	sampel nyata ethes ( 45 )	-30.8862	-23.3348	-47.5499	RENDAH
sampel nyata ethes ( 34 )	-23.7399	-5.8721	-55.8896	RENDAH					

b. Sampel nyata yang diketahui daratan tempat tumbuh

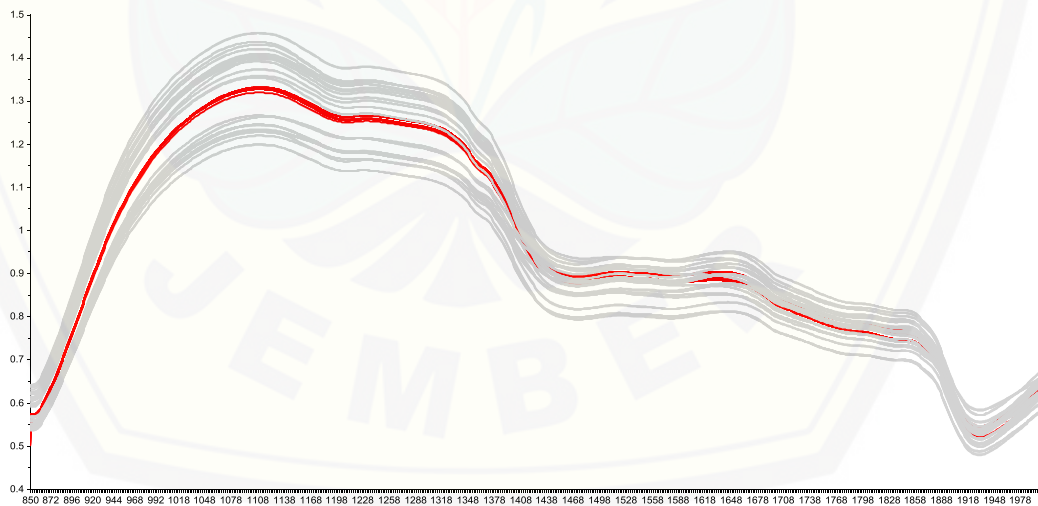
Classified_D	SEDANG	RENDAH	TINGGI	Class	Classified_D	SEDANG	RENDAH	TINGGI	Class
1	2	3	4		1	2	3	4	
SN SEDANG	-1.6442	-8.3987	-8.8308	SEDANG	SN SEDANG	-1.6143	-8.3620	-8.8616	SEDANG
SN SEDANG	-1.6323	-8.4035	-8.8244	SEDANG	SN SEDANG	-1.6143	-8.3619	-8.8617	SEDANG
SN SEDANG	-1.6523	-8.4083	-8.8329	SEDANG	SN SEDANG	-1.6323	-8.4035	-8.8244	SEDANG
SN SEDANG	-1.6442	-8.3987	-8.8308	SEDANG	SN RENDAH	-7.0188	-2.0273	-26.7080	RENDAH
SN SEDANG	-1.6442	-8.3987	-8.8308	SEDANG	SN RENDAH	-21.1559	-5.8893	-48.6647	RENDAH
SN SEDANG	-1.6442	-8.3987	-8.8308	SEDANG	SN RENDAH	-16.2004	-3.5346	-44.2091	RENDAH
SN SEDANG	-1.6442	-8.3987	-8.8308	SEDANG	SN RENDAH	-8.8350	-1.2585	-29.7619	RENDAH
SN SEDANG	-1.6442	-8.3987	-8.8308	SEDANG	SN RENDAH	-13.0918	-1.9011	-37.6887	RENDAH
SN SEDANG	-1.6323	-8.4035	-8.8244	SEDANG	SN RENDAH	-13.1814	-1.9444	-37.7707	RENDAH
SN SEDANG	-1.6323	-8.4035	-8.8244	SEDANG	SN RENDAH	-16.1885	-3.5750	-44.1580	RENDAH
SN SEDANG	-1.6323	-8.4035	-8.8244	SEDANG	SN RENDAH	-16.1958	-3.5491	-44.1863	RENDAH
SN SEDANG	-1.6323	-8.4035	-8.8244	SEDANG	SN RENDAH	-16.2004	-3.5346	-44.2091	RENDAH
SN SEDANG	-1.6143	-8.3620	-8.8616	SEDANG	SN RENDAH	-8.7199	-1.2614	-29.5392	RENDAH
SN SEDANG	-1.6143	-8.3619	-8.8617	SEDANG	SN RENDAH	-8.8350	-1.2585	-29.7619	RENDAH
SN SEDANG	-1.6323	-8.4035	-8.8244	SEDANG	SN RENDAH	-8.8006	-1.2777	-29.6258	RENDAH
SN RENDAH	-7.0188	-2.0273	-26.7080	RENDAH	SN RENDAH	-21.1559	-5.8893	-48.6647	RENDAH
SN RENDAH	-21.1559	-5.8893	-48.6647	RENDAH	SN RENDAH	-21.2129	-5.9454	-48.6059	RENDAH
SN RENDAH	-16.2004	-3.5346	-44.2091	RENDAH	SN RENDAH	-21.1940	-5.9618	-48.5621	RENDAH
SN RENDAH	-8.8350	-1.2585	-29.7619	RENDAH	SN TINGGI	-12.8255	-38.1085	-1.5267	TINGGI
SN RENDAH	-13.0918	-1.9011	-37.6887	RENDAH	SN TINGGI(1	-12.9239	-38.1973	-1.5509	TINGGI
SN RENDAH	-13.1814	-1.9444	-37.7707	RENDAH	SN TINGGI(2	-12.7586	-37.9611	-1.5146	TINGGI
SN RENDAH	-16.1885	-3.5750	-44.1580	RENDAH	SN TINGGI(3	-3.3226	-17.8367	-3.0198	TINGGI
SN RENDAH	-16.1958	-3.5491	-44.1863	RENDAH	SN TINGGI(4	-3.2660	-17.6029	-3.0920	TINGGI
SN RENDAH	-16.2004	-3.5346	-44.2091	RENDAH	SN TINGGI(5	-3.3254	-17.7108	-3.0599	TINGGI
SN RENDAH	-8.7199	-1.2614	-29.5392	RENDAH	SN TINGGI(6	-16.1688	-43.6606	-2.4171	TINGGI
SN RENDAH	-8.8350	-1.2585	-29.7619	RENDAH	SN TINGGI(7	-16.2332	-43.7069	-2.4342	TINGGI
SN RENDAH	-8.8006	-1.2777	-29.6258	RENDAH	SN TINGGI(8	-16.1225	-43.5707	-2.3946	TINGGI
SN RENDAH	-21.1559	-5.8893	-48.6647	RENDAH	SN TINGGI(9	-9.3827	-32.4615	-1.4934	TINGGI
SN RENDAH	-21.2129	-5.9454	-48.6059	RENDAH	SN TINGGI(1	-9.2658	-32.2890	-1.4948	TINGGI
SN RENDAH	-21.1940	-5.9618	-48.5621	RENDAH	SN TINGGI(1	-9.2469	-32.2015	-1.4718	TINGGI
SN TINGGI	-12.8255	-38.1085	-1.5267	TINGGI	SN TINGGI(1	-18.7991	-43.2190	-4.9498	TINGGI
SN TINGGI(1	-12.9239	-38.1973	-1.5509	TINGGI	SN TINGGI(1	-18.9282	-43.2890	-5.0661	TINGGI
SN TINGGI(2	-12.7586	-37.9611	-1.5146	TINGGI	SN TINGGI(1	-18.8478	-43.2148	-5.0140	TINGGI
SN TINGGI(3	-3.3226	-17.8367	-3.0198	TINGGI					

**Lampiran H. Spektra Sampel Hasil Pengukuran NIR**

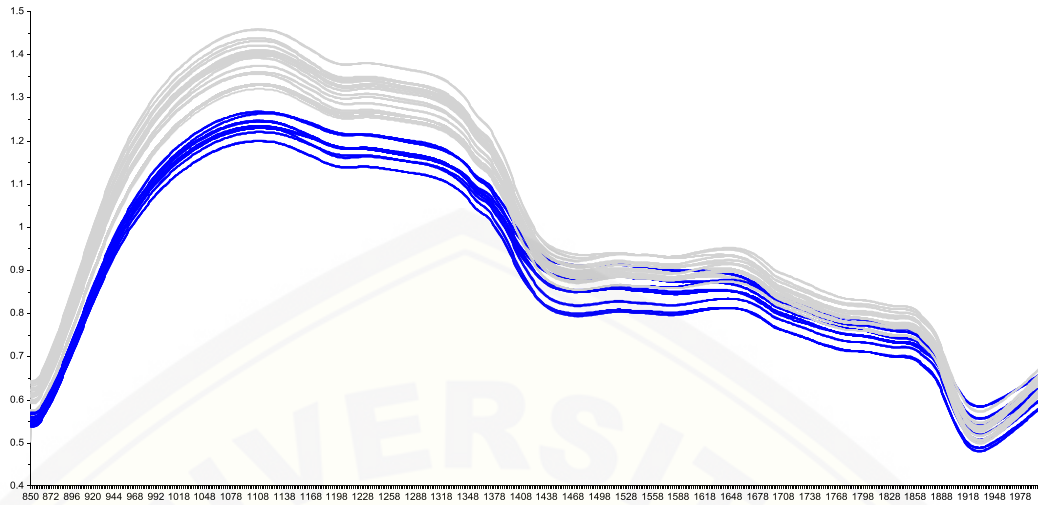
**H.1 Spektra *Training Set***



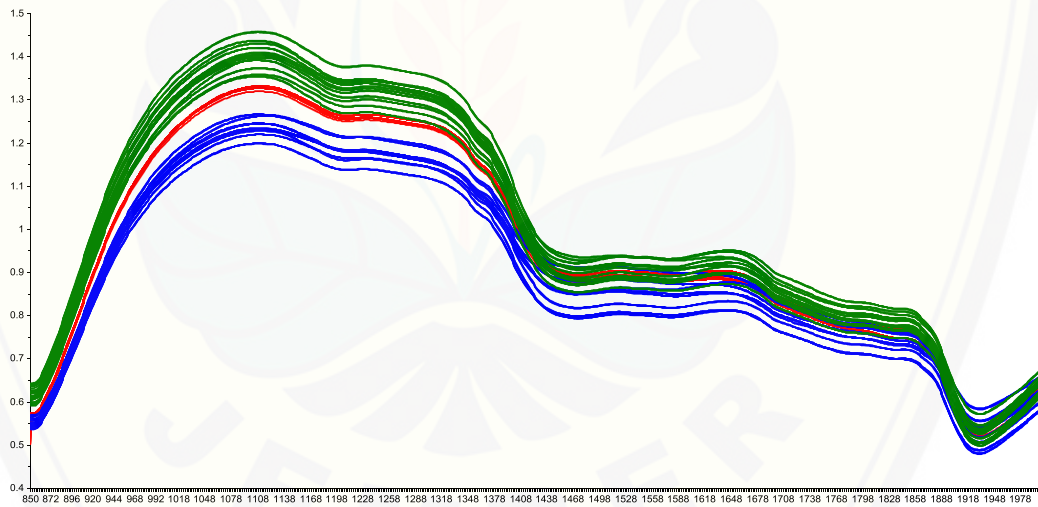
**Spektra *Training set* sampel serbuk jahe gajah pada dataran tinggi**



**Spektra *Training set* sampel serbuk jahe gajah pada dataran sedang**

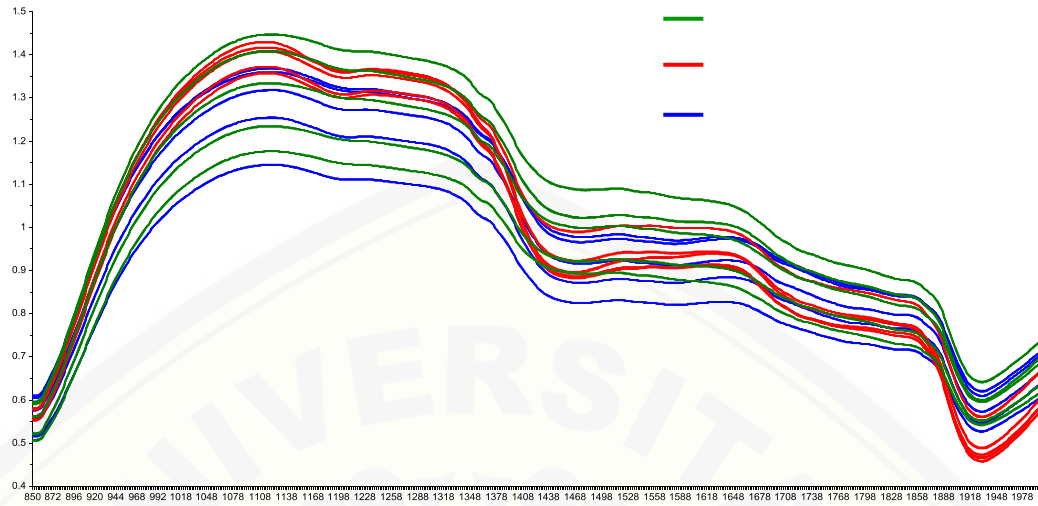


**Spektra *Training set* sampel serbuk jahe gajah pada dataran rendah**



**Keseluruhan sampel *Training Set* serbuk jahe gajah paada 3 dataran**

## H.2 Spektra Test Set



**Spektra Test set pada dataran tinggi, sedang, dan rendah**