



**PENENTUAN KADAR FENOLIK TOTAL DAN MODEL
KLASIFIKASI SERBUK DAUN JAMBU BIJI KRISTAL (*Psidium
guajava* L.) BERBEDA DATARAN DENGAN METODE
SPEKTROSKOPI NIR DAN KEMOMETRIK**

SKRIPSI

Oleh:

Ida Ayu Yunita Widya Antari

NIM 162210101095

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER**

2020



**PENENTUAN KADAR FENOLIK TOTAL DAN MODEL
KLASIFIKASI SERBUK DAUN JAMBU BIJI KRISTAL (*Psidium
guajava* L.) BERBEDA DATARAN DENGAN METODE
SPEKTROSKOPI NIR DAN KEMOMETRIK**

SKRIPSI

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

Oleh:

Ida Ayu Yunita Widya Antari

NIM 162210101095

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER**

2020

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, rezeki, dan nikmat yang terus mengalir;
2. Ajik Ida Bagus Oka Wedha, Mama Suko Andriyani, dan Adik Ida Bagus Satya Mahendra atas doa, kasih sayang, motivasi dan semangat, serta pengorbanan yang selalu menemani penulis dari awal;
3. Guru-guru, dosen, dan pembimbingku di Fakultas Farmasi Universitas Jember, SMA Yayasan Pupuk Kaltim, SMP Yayasan Pupuk Kaltim, SD-1 Yayasan Pupuk Kaltim dan TK Yayasan Pupuk Kaltim yang telah memberi ilmu dan pengetahuan;
4. Almamater tercinta Fakultas Farmasi Universitas Jember.

MOTO

“Eda ngaden awak bisa. Depang anake ngadanin. Geginane buka nyampat. Anak sai tumbuh luu. Ilang luu buke katah. Yadin ririh. Enu liu pelajahin”

yang artinya:

Jangan merasa diri paling bisa. Biarlah orang lain yang menilai. Seperti pekerjaan menyapu. Setiap hari selalu mendapati sampah. Sampah hilang, masih ada debu.

Walaupun kamu pintar, masih banyak yang harus dipelajari

(Petuah Luhur Bali)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Ida Ayu Yunita Widya Antari

NIM : 162210101095

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Penentuan Kadar Fenolik Total dan Model Klasifikasi Serbuk Daun Jambu Biji Kristal (*Psidium Guajava* L.) Berbeda Dataran dengan Metode Spektroskopi NIR dan Kemometrik" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya 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 mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 26 Juli 2020

Yang menyatakan,

Ida Ayu Yunita Widya Antari

NIM 162210101095

SKRIPSI

**PENENTUAN KADAR FENOLIK TOTAL DAN MODEL
KLASIFIKASI SERBUK DAUN JAMBU BIJI KRISTAL (*Psidium
guajava* L.) BERBEDA DATARAN DENGAN METODE
SPEKTROSKOPI NIR DAN KEMOMETRIK**

Oleh:

Ida Ayu Yunita Widya Antari

NIM 162210101095

Pembimbing

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

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penentuan Kadar Fenolik Total dan Model Klasifikasi Serbuk Daun Jambu Biji Kristal (*Psidium Guajava L.*) Berbeda Dataran dengan Metode Spektroskopi NIR dan Kemometrik” karya Ida Ayu Yunita Widya Antari telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Jumat, 24 Juli 2020

tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

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

NIP 198304282008122004

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

NIP 198204062006042002

Tim Penguji

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

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

NIP 197604142002122001

Apt. Dwi Koko Pratoko, S.Farm., M.Sc

NIP 198504282009121004

Mengesahkan

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember,

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

NIP 197604142002122001

RINGKASAN

Penentuan Kadar Fenolik Total dan Model Klasifikasi Serbuk Daun Jambu Biji Kristal (*Psidium Guajava* L.) Berbeda Dataran dengan Metode Spektroskopi NIR dan Kemometrik: Ida Ayu Yunita Widya Antari: 162210101195; 2020; 120 Halaman; Fakultas Farmasi, Universitas Jember

Kelemahan obat tradisional sampai saat ini adalah kurangnya standarisasi atau parameter kontrol kualitas terhadap bahan obat tradisional. Standarisasi dalam bahan obat tradisional perlu dibentuk agar kualitas dan keasliannya bahan obat dapat dievaluasi. Salah satu tanaman obat yang digunakan sebagai bahan obat adalah jambu biji. Jambu biji atau *Psidium guajava* L. merupakan pohon yang tumbuh di daerah tropis dan dikembangkan untuk dipanen buahnya. Jambu biji tidak hanya dikonsumsi sebagai makanan, tetapi bagian tanaman yang lain juga dimanfaatkan sebagai pengobatan tradisional yaitu bagian daun. Salah satu senyawa fitokimia yang terkandung pada daun jambu biji kristal adalah senyawa fenolik.

Penentuan kadar fenolik total pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daun jambu biji kristal yang tumbuh di dataran mana yang lebih berpotensi sebagai sumber senyawa fenolik. Setelah diketahui dataran tinggi mana yang lebih berpotensi, maka dilakukan pembentukan model klasifikasi. Sampel yang digunakan adalah serbuk daun jambu biji kristal yang berasal dari Kota Batu (Dataran Tinggi), Kabupaten Malang (Dataran Sedang), dan Kabupaten Jember (Dataran Rendah). Spektroskopi NIR adalah metode yang digunakan untuk mengategorikan serbuk daun jambu biji kristal berdasarkan ketinggian tempat tumbuhnya. Data spektrum yang dihasilkan dari spektrofotometer NIR terlihat tumpang tindih dan rumit sehingga digunakan kemometrik secara kualitatif (LDA, SVM, dan SIMCA) untuk membentuk model klasifikasi serbuk daun jambu biji kristal berdasarkan ketinggian tempat tumbuhnya. Model kemometrik yang telah terpilih divalidasi menggunakan metode validasi silang, yaitu LOOCV (*Leave One Out Cross Validation*) dan 2FCV (*Two Fold Cross Validation*).

Hasil kandungan senyawa fenolik total serbuk daun jambu biji kristal menggunakan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan bahwa kadar fenolik total rata-rata tertinggi ada pada dataran tinggi (Kota Batu) dengan nilai 3,49 mg GAE/g serbuk. Kadar fenolik total rata-rata pada dataran sedang (Kabupaten Malang) adalah 1,90 mg GAE/g serbuk dan pada dataran rendah (Kabupaten Jember) adalah 1,505 mg GAE/g serbuk. Hasil ini didukung dengan analisis statistika menggunakan uji *One-way ANOVA* dan uji lanjutan *Post Hoc Tukey HSD* yang menunjukkan nilai signifikansi $< 0,05$ yang berarti kadar fenolik total serbuk daun jambu biji kristal dari ketiga dataran tersebut memang memiliki perbedaan yang signifikan.

Pembentukan model klasifikasi menghasilkan dua model dengan akurasi pengelompokan sebesar 100%, yaitu LDA dan SVM. Model SIMCA tidak menghasilkan nilai akurasi sama seperti dua model sebelumnya, yaitu 97,62%. Pemilihan model klasifikasi dilanjutkan dengan validasi silang menggunakan metode LOOCV dan 2FCV. Pada validasi LOOCV, kode sampel yang dikeluarkan dari set data adalah BT1, MG1, dan JR1. Hasil LOOCV pada model LDA dan SVM

menghasilkan nilai akurasi 100% karena semua sampel berhasil dikategorikan sesuai dengan datarannya. Pada validasi menggunakan metode 2FCV, LDA maupun SVM mampu mengategorikan sampel sesuai dengan ketinggian dataran tempat pengambilan sampel sehingga didapatkan nilai akurasi sebesar 100%.



PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena segala karunia dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Penentuan Kadar Fenolik Total dan Model Klasifikasi Serbuk Daun Jambu Biji Kristal (*Psidium Guajava* L.) Berbeda Dataran dengan Metode Spektroskopi NIR dan 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 benar tanpa bantuan dan sumbangan pemikiran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas kuasa dan 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;
3. Ibu Apt. Indah Purnama Sary, S.Si., M.Farm selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Apt. Nia Kristiningrum S.Farm., M.Farm selaku Dosen Pembimbing Anggota yang mau meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan kesabarannya dalam membantu penulisan skripsi ini;
4. Ibu Apt. Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm selaku Dosen Penguji I dan Bapak Apt. Dwi Koko Pratoko, S.Farm., M.Sc selaku Dosen Penguji II yang dengan penuh kesabaran dalam memberikan masukan, kritik, dan masukan kepada penulis;
5. Ibu Apt. Afifah Machlaurin, S.Farm., M.Farm dan Bapak Apt. Ari Satia Nugraha S.F., G. DipSC, M.Sc-res., Ph. D selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan berbagai bimbingan, motivasi, dan perhatiannya selama penulis menempuh masa studi S1 Farmasi;
6. Seluruh Dosen Fakultas Farmasi Universitas Jember yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan, dan juga staf karyawan atas segala bantuan yang diberikan selama penulis menjadi mahasiswa disini;

7. Ajik Ida Bagus Oka Wedha, Mama Suko Andriyani, dan Adik Ida Bagus Satya Mahendra tersayang yang selalu menemani dan mendoakan penulis agar selalu semangat menjalani hari-harinya;
8. Keluarga besar di Bali, Bontang, maupun Malang yang selalu mendoakan dan merestui langkah-langkah penulis;
9. Sahabat dan teman-teman tersayang, Chacha, Fitri, Hani, dan Ragil yang selalu memberi semangat dikala penulis tidak bersemangat dan bersedih;
10. Ibu Wayan dan Mbak Hani selaku teknisi Laboratorium Kimia Fakultas Farmasi Universitas Jember yang sudah banyak membantu penulis;
11. Keluarga besar MORFIN FFUJ Angkatan 2016 atas rasa semangat dan persaudaraannya;
12. Keluarga besar UKMP Karisma atas rasa kebersamaan dan semangat untuk meneliti;
13. Teman-teman penelitian di Laboratorium Kimia, Luluk, Kiki, Veni, Chacha, Rofiq, Ima, Gina, Arin, Ayik, dan teman-teman lain yang selalu menghibur di kala suntuk;
14. KKN 35 UNEJ Kalibendo (Akbar, Arif, Iswan, Lady, Muslim, Pujes, dan Ruli) atas rasa persaudaraannya selama ini;
15. Bapak Hardi, Bapak Mubarak, dan Bapak Asyari yang sudah mengizinkan dan membantu kebunnya penulis tunjuk sebagai tempat pengambilan sampel daun daun jambu biji kristal;
16. Serta untuk setiap nama yang tidak dapat tertulis satu persatu dan untuk seluruh doa-doa yang terucap tanpa sepengetahuan penulis.

Hanya doa dan rasa terima kasih yang dapat penulis panjatkan. Semoga segala kebaikan yang diberikan mendapat balasan dari-Nya. Penulis menyadari penyusunan skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan sehingga penulis mengharap kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan berguna bagi perkembangan ilmu pengetahuan maupun penelitian di masa pendatang.

Jember, 26 Juli 2020

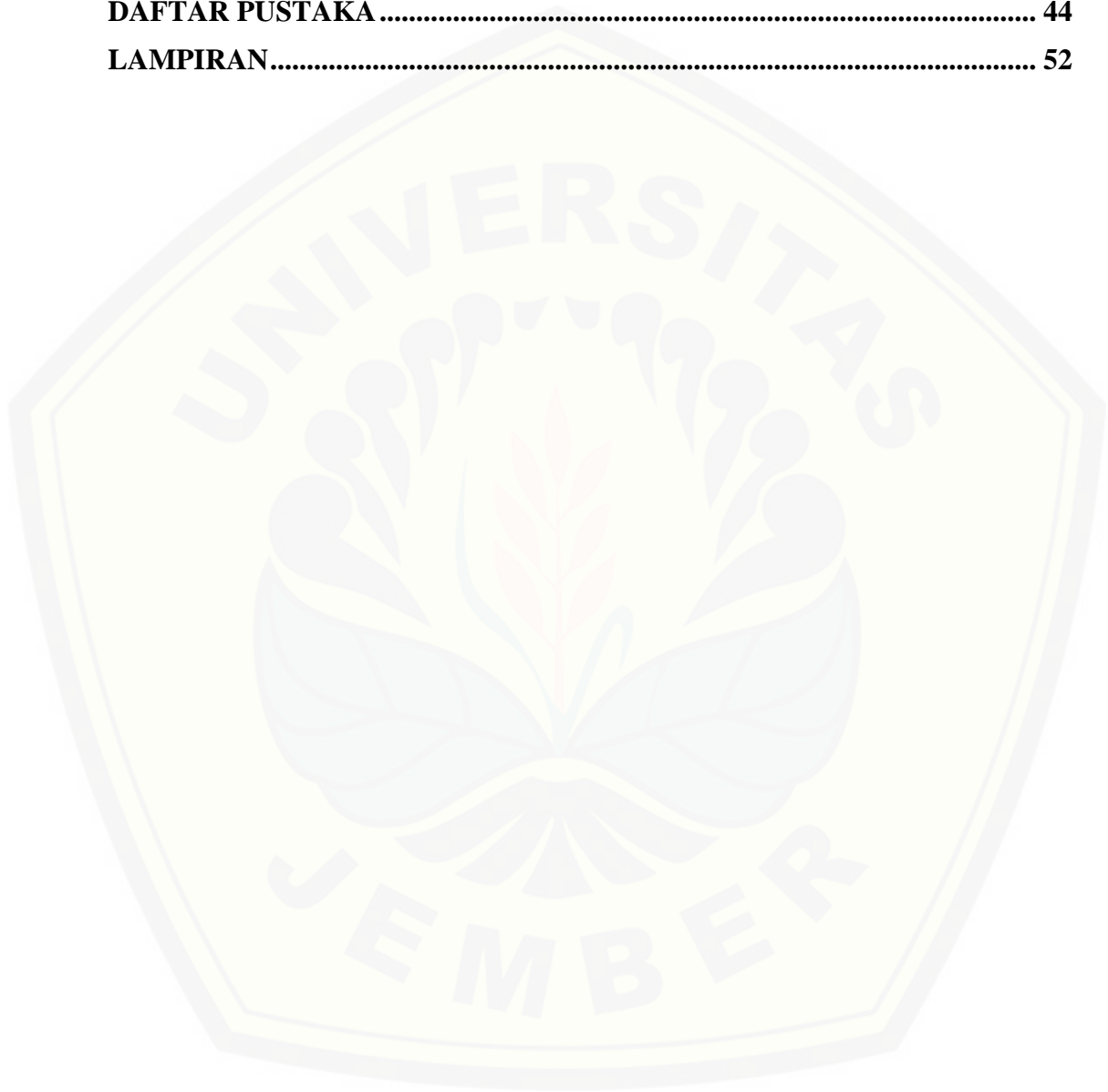
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
HALAMAN RINGKASAN	viii
HALAMAN PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Jambu Biji Varietas Kristal (<i>Psidium guajava</i> L.).....	5
2.1.1 Klasifikasi Daun Jambu Biji Kristal	6
2.1.2 Ciri Makroskopis Daun Jambu Biji.....	7
2.1.3 Kandungan Fitokimia pada Daun Jambu Biji Kristal	8
2.1.4 Manfaat Daun Jambu Biji	9
2.2 Serbuk Simplisia.....	10
2.3 Spektroskopi NIR.....	12
2.4 Analisis Kemometrik.....	13
2.5 Validasi Silang	15
2.6 Senyawa Fenol	15
2.7 Macam Penentuan Kadar Fenolik Total.....	17
2.8 Penentuan Kadar Fenolik Total menggunakan Reagen <i>Folin-Ciocalteu</i>	18
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Jenis Penelitian	20

3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.3	Variabel Penelitian	20
3.3.1	Variabel Bebas	20
3.3.2	Variabel Terikat	20
3.3.3	Variabel Terkendali.....	20
3.4	Definisi Operasional	20
3.5	Rancangan Penelitian.....	21
3.6	Alat dan Bahan Penelitian	22
3.6.1	Alat penelitian	22
3.6.2	Bahan penelitian.....	22
3.7	Alur Penelitian.....	23
3.8	Prosedur Penelitian	24
3.8.1	Pengumpulan Sampel.....	24
3.8.2	Determinasi Daun Jambu Biji Kristal	24
3.8.3	Pembuatan Simplisia dan Serbuk Simplisia.....	24
3.8.4	Penetapan Kadar Air pada Sampel Serbuk	25
3.8.5	Penggunaan Spektrofotometer NIR dalam Pengambilan Data Spektra Sampel Serbuk Daun Jambu Biji Kristal	25
3.8.6	Penentuan Model Klasifikasi Sampel Serbuk Daun Jambu Biji Varietas Kristal.....	26
3.8.7	Validasi Model Klasifikasi.....	27
3.8.8	Penggunaan Spektrofotometer UV-VIS dalam Penentuan Kadar Fenolik Total	27
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1	Pembuatan Sampel dan Determinasi Tanaman	30
4.2	Pembuatan Serbuk Simplisia	30
4.3	Penetapan Kadar Air pada Sampel Serbuk.....	31
4.4	Penentuan Kadar Fenolik Total.....	32
4.4.1	Penetapan Panjang Gelombang Maksimum	33
4.4.2	Penetapan Waktu inkubasi	34
4.4.3	Penentuan Kadar Fenolik Total.....	35
4.5	Penentuan Model Klasifikasi.....	38
4.5.1	Pembentukan Model Klasifikasi LDA, SVM, dan SIMCA.....	38

4.5.2 Validasi Model Klasifikasi Terpilih.....	41
BAB 5. KESIMPULAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	52



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persyaratan Serbuk Simplisia menurut Peraturan Kepala BPOM RI Nomor 12 Tahun 2014	11
Tabel 2.2 Pengelompokan Senyawa Fenolik berdasarkan Jumlah Atom C (Sumber: (Del Rio dkk., 2013)	16
Tabel 4.1 Hasil Penetapan Kadar Air pada Sampel Serbuk Daun Jambu Kristal. 32	
Tabel 4.2 Akurasi Kemampuan Pengenalan Model LDA, SVM, dan SIMCA	39
Tabel 4.3 Akurasi Kemampuan Pengenalan Model SIMCA	40
Tabel 4.4 Hasil Validasi LOOCV Model Klasifikasi LDA dan SVM.....	42
Tabel 4.5 Data Hasil Klasifikasi Sampel pada Validasi 2FCV.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pohon Daum Jambu Biji Kristal (Sumber: Dokumentasi Pribadi)	7
Gambar 2.2 Daun Jambu Biji Kristal (Sumber: Dokumentasi Pribadi).....	8
Gambar 2.3 (A) Senyawa Kuersetin; (B) Kuersetin-3-O- β -D-galaktoksida; (C) Kuersetin-3-O- β -D-arabifuranosida (Sumber: Ekeleme dkk., 2017))	9
Gambar 2.4 Spektra NIR suatu senyawa (Sumber: Karlinasari dkk., 2014))	12
Gambar 2.5 Struktur Senyawa Fenolik (Sumber: Saranraj dkk. (2019)).....	16
Gambar 2.6 Reaksi Senyawa Fenol dengan Reagen <i>Folin-Ciocalteu</i> (Sumber: Singleton dan Rossi, 1965))	19
Gambar 3.1 Skema Alur Penelitian.....	23
Gambar 4.1 Spektra Hasil <i>Scanning</i> Panjang Gelombang	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.2 Hasil Optimasi Waktu Inkubasi	35
Gambar 4.3 Kurva Baku Asam galat (Standar)	36
Gambar 4.4 Grafik Kadar Rata-Rata Fenolik Total Serbuk Daun Jambu Kristal.	36
Gambar 4.5 Grafik Pengelompokan Model Klasifikasi LDA (Keterangan: Biru (Dataran Rendah); Hijau (Dataran Tinggi); Merah (Dataran Sedang)).....	39
Gambar 4.6 Grafik Pengelompokan Model Klasifikasi SVM (Keterangan: Biru (Dataran Rendah); Hijau (Dataran Tinggi); Merah (Dataran Sedang)).....	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Identitas Sampel.....	53
Lampiran B. Kelembaban Sampel.....	56
Lampiran C . Penetapan Panjang Gelombang Maksimum.....	58
Lampiran D. Penetapan Waktu Inkubasi.....	68
Lampiran E. Kurva Baku Asam Galat.....	72
Lampiran F. Perhitungan Penentuan Kadar Fenolik Total Sampel Serbuk Daun Jambu Kristal menggunakan Metode Kolorimetri menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.....	73
Lampiran G. Hasil Penentuan Klasifikasi dan Validasi dengan Kemometrik dan Perhitungan Kemampuan Pengenalan.....	76
Lampiran H. Hasil Analisis Data menggunakan SPSS 23.....	87

DAFTAR ISTILAH

2FCV	: <i>Two Fold Cross Validation</i>
LDA	: <i>Linear Discriminant Analysis</i>
LOOCV	: <i>Leave One Out Cross Validation</i>
mdpl	: <i>meter dari permukaan laut</i>
NIR	: <i>Near-infrared</i>
OD	: <i>Orthogonal distance</i>
PC	: <i>Principal Component</i>
PCA	: <i>Principal Component Analysis</i>
SD	: <i>Score Distance</i>
Sig.	: <i>Significance</i>
SIMCA	: <i>Soft Independent Modelling of Class Analogy</i>
SVM	: <i>Support Vector Machine Classification</i>
UV-Vis	: <i>Ultraviolet-Visible</i>

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Obat tradisional pada zaman ini masih sering digunakan sebagai pencegah, penyembuh, maupun obat komplementer untuk suatu penyakit. Obat tradisional dapat ditemukan hampir di seluruh bagian dunia dan permintaan obat akan tradisional ini terus bertambah. Pada negara berkembang, alasan penting perlunya obat tradisional adalah untuk mencari terapi herbal yang dipercaya dapat meningkatkan kondisi tubuh agar lebih sehat (Ekor, 2014). Kelemahan obat tradisional sampai saat ini adalah kurangnya standarisasi atau parameter kontrol kualitas terhadap bahan obat tradisional. Hal ini terjadi salah satunya dikarenakan pengumpulan bahan awal metode tidak memiliki identifikasi tertentu ataupun pembandingan dari referensi standar (Kunle, 2012). Standarisasi dalam bahan obat tradisional perlu dibentuk agar kualitas dan keasliannya bahan obat dapat dievaluasi.

Obat tradisional berbahan dari tumbuhan obat. Tumbuhan obat merupakan bagian atau keseluruhan tumbuhan itu sendiri mengandung senyawa fitokimia yang berkhasiat terapeutik dan dimanfaatkan sebagai penyembuh penyakit (Sada dan Tanjung, 2010). Salah satu tanaman obat yang digunakan sebagai bahan obat adalah jambu biji.

Jambu biji atau *Psidium guajava* L. merupakan pohon yang tumbuh di daerah tropis dan dikembangkan untuk dipanen buahnya. Umumnya, varietas jambu biji yang digunakan sebagai bahan obat adalah jambu merah (Nuryani, 2017). Sampai saat ini, belum banyak penelitian mengenai jambu kristal. Dikatakan varietas kristal karena jambu biji ini memiliki warna daging yang putih dan terdapat lekukan pada bentuknya sehingga menyerupai kristal (Trubus, 2014). Jambu biji tidak hanya dikonsumsi sebagai makanan, tetapi bagian tanaman yang lain juga dimanfaatkan sebagai pengobatan tradisional yaitu bagian daun.

Daun jambu biji pada umumnya digunakan sebagai agen antidiare (Lutterodt, 1992), anti mikroba dan penyembuh luka (Chah dkk., 2006). Di

Indonesia sendiri, terdapat sediaan Obat Herbal Terstandar yang menggunakan bahan aktif ekstrak daun jambu merah bernama *Psidii*. Obat ini berfungsi untuk meningkatkan jumlah sel darah merah atau trombosit pada tubuh. Ekstrak tersebut dapat menghambat aktivitas enzim *reverse transcriptase* virus dikarenakan adanya senyawa fenolik berupa kuersetin (Muharni dkk., 2013).

Senyawa fenolik dikenal memiliki aktivitas antioksidan. Mekanisme dari senyawa fenolik sebagai antioksidan yaitu melalui ikatan gugus fenol dengan radikal bebas melalui donor atom hidrogen. Donor atom hidrogen dilakukan melalui mekanisme transfer elektron sehingga dapat mengubah fenol menjadi radikal fenoksil. Radikal fenoksil bersifat stabil sehingga tidak terjadi pembentukan radikal (Afnas'ev dkk., 1989). Senyawa antioksidan dapat digunakan untuk menangani beberapa penyakit kronis dan degeneratif seperti kanker, penyakit pernapasan, penyakit neurodegeneratif, dan penyakit pencernaan (Liu dkk., 2018). Senyawa fenolik lain yang dapat ditemukan pada daun jambu biji antara lain asam galat, katekin, epikatekin, dan rutin (Chen dkk., 2009). Senyawa fenolik pada daun jambu biji umumnya diteliti menggunakan GC-MS (*gas chromatography*) (Li dkk., 1999), HPLC-DAD (Rahman dkk., 2018), dan UV-Vis (Fidrianny dkk., 2012).

Menurut Soedarya (2010), faktor tanah dan iklim dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman jambu biji. Salah satunya adalah faktor ketinggian tempat. Secara umum, rendahnya suatu tempat akan menyebabkan jumlah berbagai senyawa fitokimia juga berkurang. Tanaman yang tumbuh pada dataran tinggi, dapat menghasilkan jumlah senyawa fitokimia yang baik karena dapat mengubah paparan lingkungan sehingga dapat menambah aktivitas terapeutik nantinya (Gulzar, 2017). Penelitian mengenai kandungan senyawa dalam jambu kristal mengenai perbedaan tempat tumbuh masih terbatas sehingga perlu diteliti lebih lanjut. Penelitian menggunakan sistem kelompok dapat dikerjakan menggunakan instrumen spektrofotometer NIR dan diolah menggunakan kemometrik.

Spektroskopi *Near Infrared* (NIR) merupakan instrumen dengan metode spektroskopi yang menggunakan area *near-infrared* dari spektrum elektromagnetik (Ulloa, 2018). Spektroskopi NIR dipilih karena memiliki beberapa keuntungan,

yaitu bersifat non-destruktif, tidak menyebabkan polusi, menggunakan alat yang sederhana, kemampuan analisis cepat, dan tidak memerlukan bahan kimia (Karlinasari dkk., 2014). Kombinasi NIR dengan analisis multivariat atau disebut juga dengan kemometrik dapat menghasilkan pengklasifikasian sampel menjadi lebih akurat (Dykes dkk., 2014).

Fakta-fakta di atas menjadi dasar peneliti untuk melakukan penelitian menggunakan sampel berupa daun jambu biji varietas kristal menggunakan metode spektroskopi NIR dan kemometrik dalam pembentukan model klasifikasi berdasarkan ketinggian dan meneliti apakah ada perbedaan kadar fenolik total pada daun jambu kristal yang tumbuh pada ketinggian dataran berbeda. Hasil dari penelitian ini diharapkan menjadi salah satu aplikasi untuk industri farmasi dalam rangka mengembangkan obat tradisional yang berkaitan dengan standarisasi bahan baku.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, rumusan masalah dapat dibuat sebagai berikut:

1. Apakah metode spektroskopi NIR dan kemometrik (LDA, SVM, dan SIMCA) dapat mengklasifikasikan serbuk daun jambu biji varietas kristal berdasarkan ketinggian dataran yang berbeda?
2. Apakah metode spektroskopi NIR dan kemometrik dapat menetapkan kadar fenolik total berdasarkan perbedaan ketinggian dataran?

1.3 Tujuan Penelitian

Sebagai jawaban dari rumusan masalah yang telah disebutkan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kemampuan spektroskopi NIR dan kemometrik dalam mengklasifikasikan serbuk daun jambu biji varietas kristal berdasarkan ketinggian tempat yang berbeda;
2. Mengetahui spektroskopi NIR dan kemometrik dalam menetapkan kadar fenolik total berdasarkan perbedaan ketinggian dataran.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dengan adanya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan referensi mengenai kadar fenolik total dari serbuk daun jambu biji varietas kristal yang berasal dari tiga lokasi dengan ketinggian dataran yang berbeda (Kabupaten Jember, Kabupaten Malang, dan Kota batu) menggunakan kemometrik dan spektroskopi NIR;
2. Memberikan informasi sebagai acuan untuk pengembangan penelitian yang selanjutnya;
3. Dan memberikan referensi untuk metode penentuan kadar fenolik total yang lebih mudah dan sederhana

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jambu Biji Varietas Kristal (*Psidium guajava* L.)

Tanaman jambu biji berbentuk semak atau pohon yang memiliki tinggi 3 m sampai 10 m, kulit batang memiliki permukaan yang halus, serta berwarna cokelat dan mudah mengelupas. Posisi daun berhadapan, bertulang menyirip, berbintik, berbentuk bundar telur agak menjorong atau agak bundar sampai meruncing, panjang helai daun 6 cm sampai 14 cm, lebar 3 cm sampai 6 cm, dan panjang tangkainya yaitu 3 mm sampai 7 mm. Daun muda berambut sedangkan daun tua memiliki permukaan atas yang licin. Bunganya terdiri dari 1 sampai 3 bunga, panjang gagang bunga berkisar dari 2 cm sampai 4 cm, panjang kelopak bunga dari 7 mm sampai 10 mm. Tajuk dari bunga berbentuk bundar telur sungsang, panjang 1,5 cm sampai 2 cm. Buah jambu biji berbentuk bulat atau bulat telur (Departemen Kesehatan RI, 1977).

Jambu biji tersebar dari Asia Tenggara, yaitu Indonesia hingga Asia Selatan, diantaranya India dan Sri Lanka. Jambu di beberapa tempat dikenal sebagai *jambu klutuk* (Jawa), *jambu paratugala* (Makassar), *jambu bigi* (Madura), *sotong* (Bali), *galiman* (Batak), *glima breuh* (Aceh) dan *kayawase* (Maluku) (Departemen Kesehatan RI, 1977). Di Indonesia, terdapat banyak jenis jambu biji yang dibudidayakan. Salah satunya adalah jambu kristal. Ciri utama dari buah jambu kristal adalah memiliki daging buah tebal yang berwarna putih, kulit luar berwarna hijau muda, memiliki sedikit biji dengan persentase 3%, kandungan air sedikit, memiliki rasa manis, serta bertekstur renyah (Soedarya, 2010).

Menurut Soedarya (2010), faktor tanah dan iklim dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman jambu biji. Salah satunya adalah faktor ketinggian tempat. Jambu biji tumbuh pada ketinggian 1-1200 mdpl, dengan ketinggian optimal berkisar 30- 1000 mdpl. Jika tumbuh pada ketinggian kurang dari 30 mdpl, pertumbuhan tanaman kurang optimal, sedangkan jika tumbuh pada dataran tinggi hingga 1800 mdpl, tanaman tua akan tidak berbunga (fase vegetatif

lama) dan jumlah bunga akan sedikit. Dari faktor kelembaban, pohon jambu biji tumbuh dan berkembang baik pada kelembaban udara yang rendah. Pada suhu udara yang rendah serta kelembaban tinggi, tanaman jambu biji akan terkena penyakit pada daunnya. Jika suhu terlalu tinggi, produksi bunga pada tanaman jambu biji menjadi sedikit, serta bunga dan buah akan rusak.

2.1.1 Klasifikasi Daun Jambu Biji Kristal

Menurut taksonomi (sistematika tumbuhan), jambu biji diklasifikasikan sebagai berikut (ITIS, 2019):

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Tracheophyta
Sub Divisio	: Spermatophytina
Class	: Magnoliopsida
Ordo	: Myrtales
Famili	: Myrtaceae
Genus	: <i>Psidium</i> L.
Species	: <i>Psidium guajava</i> Linn



Gambar 2.1 Pohon Daun Jambu Biji Kristal (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2.1.2 Ciri Makroskopis Daun Jambu Biji

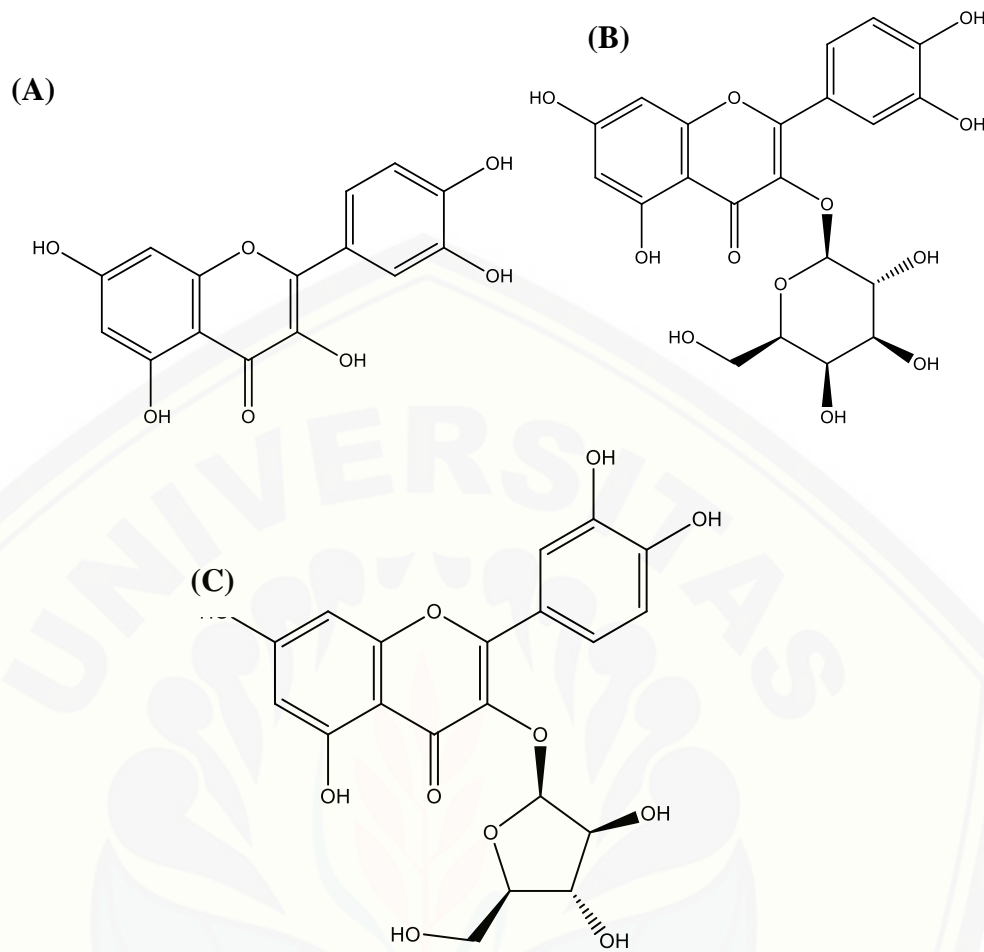
Menurut Materia Medika Jilid I, daun jambu biji memiliki daun tunggal, bertangkai pendek, memiliki panjang tangkai daun 0,5 cm sampai 1 cm; helai daun berbentuk bundar telur agak menjongong atau bulat memanjang dan memiliki panjang daun 5 cm hingga 13 cm, dan memiliki lebar 3 cm hingga 6 cm. Pinggiran dari daun berbentuk rata agak menggulung ke atas, memiliki permukaan atas agak licin, dan berwarna hijau kelabu. Daun jambu biji memiliki tulang ibu tulang daun dan tulang cabang yang menonjol pada permukaan bawah, bentuk pertulangannya adalah menyirip dan berwarna putih kehijauan. Kelenjar minyak dari daun tampak sebagai bintik-bintik berwarna gelap dan jika daun direndam, kelenjar minyak tampak sebagai bintik-bintik yang tembus cahaya (Departemen Kesehatan RI, 1977).



Gambar 2.2 Daun Jambu Biji Kristal (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2.1.3 Kandungan Fitokimia pada Daun Jambu Biji Kristal

Pada umumnya, daun jambu biji mengandung banyak senyawa fenolik termasuk asam galat, katekin, epikatekin, rutin, kuersetin (Chen dkk., 2009). Penelitian menggunakan GC-MS oleh Li dkk., (1999), minyak esensial yang terkandung pada daun jambu biji termasuk kariofilen, kopaen, dan eukaliptol. Senyawa lain yang berhasil diisolasi dari daun jambu biji adalah asam guavanoat, asam guavakumarat, asam 2-hidroksiursolat, asam jakumarat, asam isoneriukumarat, asam asiatat, ilelatifol-D dan β -sitosterol-3-O- β -D-glucopyranoside (Begum dkk., 2002). Penelitian yang dilakukan oleh Ekeleme dkk., (2017) berhasil mengisolasi 5 senyawa flavonoid termasuk kuersetin, kuersetin-3-O- α -L-arabifuranosida, kuersetin-3-O- β -D-arabipiranosida, kuersetin-3-O- β -D-glukosida, dan kuersetin 3-O- β -D-galaktosida.



Gambar 2.3 (A) Senyawa Kuersetin; (B) Kuersetin-3-O-β-D-galaktoksida; (C) Kuersetin-3-O-β-D-arabifuranosida (Sumber: Ekeleme dkk., 2017))

2.1.4 Manfaat Daun Jambu Biji

Daun jambu biji di Indonesia dan dunia secara luas digunakan sebagai agen antidiare (Lutterodt, 1992), anti mikroba dan penyembuh luka (Chah dkk., 2006), pembersih plak pada gigi (Razak dkk., 2006), anti hiperglikemik (Ojewole, 2005), anti inflamasi dan analgesik (Ojewole, 2006), agen hepatoprotektif (Roy dan Das, 2010), agen gastroprotektif (Livingston Raja dan Sundar, 2012), dan anti kanker serta antitumor (Chen dkk., 2007). Daun jambu biji juga memiliki khasiat sebagai antioksidan alami. Ekstrak air panas daun kering jambu biji menunjukkan angka fenolik total yang tinggi menggunakan metode spektrofotometri, yaitu $575,3 \pm 15,5$

(Qian dan Nihorimbere, 2004). Terdapat penelitian mengenai aktivitas antioksidan daun jambu biji dan senyawa antioksidan yang berperan diantaranya adalah asam protokatekat, asam ferulat, kuersetin, guavin B, asam galat, dan kafeat (Thaipong dkk., 2005).

2.2 Serbuk Simplisia

Menurut Departemen Kesehatan RI (1983), simplisia merupakan bahan alami yang digunakan sebagai obat yang belum mengalami pengolahan apapun dan berupa bahan yang telah dikeringkan. Simplisia dibagi ke dalam 3 jenis, yaitu simplisia hewani, nabati, dan mineral (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1995). Simplisia nabati yang dapat digunakan sebagai bahan baku obat dibedakan menjadi 5 jenis sesuai dengan bagian tanaman yang digunakan, yaitu (Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), 1985):

1. Simplisia biji. Contohnya adalah biji kapulaga, merica, kedawung, dan lain-lain
2. Simplisia daun. Contohnya adalah daun kemuning, daun keji beling, daun alpukat, dan lain-lain
3. Simplisia batang. Contohnya pasak bumi, cendana, pule, dan lain-lain
4. Simplisia akar. Contohnya, akar gandapura dan akar alang-alang
5. Simplisia rimpang atau empon-empon. Contohnya berasal dari jenis jahe-jahean seperti jahe, temulawak, dan kunyit.

Simplisia dibuat melalui beberapa tahap, yaitu diawali dengan pengumpulan bahan baku, sortasi basah bahan, pencucian bahan, perajangan, pengeringan, kemudian sortasi kering, pengepakan dan penyimpanan, dan yang terakhir adalah pemeriksaan mutu dari simplisia yang telah dibuat (Departemen Kesehatan RI, 1985).

Menurut Departemen Kesehatan RI (1985), serbuk simplisia nabati adalah simplisia nabati yang berbentuk serbuk, dengan ukuran derajat kehalusan yang sudah ditentukan. Serbuk simplisia nabati tidak boleh mengandung benda asing

yang bukan merupakan bahan asli dari simplisia, antara lain telur nematoda, bagian dari serangga dan hama, serta sisa tanah. Pembuatan simplisia serbuk perlu digerus terlebih dahulu sampai derajat halus tertentu, setelah itu dikeringkan pada suhu tidak lebih dari 60°C (Anief, 1997). Peraturan Kepala BPOM RI Nomor 12 Tahun 2014 tentang Persyaratan Mutu Obat Tradisional menyatakan serbuk simplisia yang dapat diseduh dengan air panas harus memenuhi persyaratan sebagai berikut (Tabel 2.1).

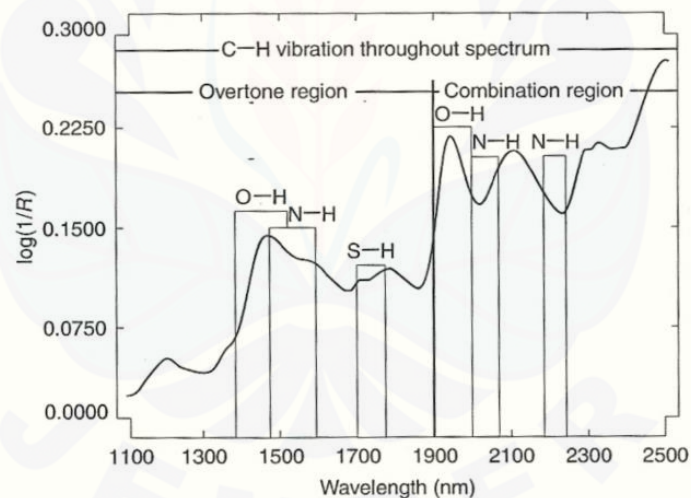
Tabel 2.1 Persyaratan Serbuk Simplisia menurut Peraturan Kepala BPOM RI Nomor 12 Tahun 2014

Kriteria	Persyaratan
Kadar Air	$\leq 10\%$
Cemaran Mikroba	
1. Angka Lempeng Total	$\leq 10^6$ koloni/g
2. Angka Lempeng Khamir	$\leq 10^6$ koloni/g
3. Escherichia coli	negatif/g
4. Salmonella spp	negatif/g
5. Pseudomonas aeruginosa	negatif/g
6. Staphylococcus aureus	negatif/g
Cemaran Logam Berat	
1. Pb	≤ 10 mg/kg atau mg/L atau ppm
2. Cd	$\leq 0,3$ mg/kg atau mg/L atau ppm
3. As	≤ 5 mg/kg atau mg/L atau ppm
4. Hg	$\leq 0,5$ mg/kg atau mg/L atau ppm

2.3 Spektroskopi NIR

Spektroskopi NIR dipilih karena memiliki beberapa keuntungan, yaitu bersifat non-destruktif, tidak menyebabkan polusi, menggunakan alat yang sederhana, kemampuan analisis cepat, dan tidak memerlukan bahan kimia (Karlinsari dkk., 2014). Area *near infrared* pada gelombang elektromagnetik berkisar pada panjang gelombang 780-2500 nm. Beberapa contoh pita yang dapat dideteksi adalah ikatan C-H, N-H, O-H, dan S-H (Blanco dan Villarroya, 2002).

Prinsip dari penggunaan metode spektroskopi NIR adalah teori penyerapan (absorpsi) serta adanya an-harmoni pergerakan ikatan kimia dari senyawa sehingga dapat menyebabkan terjadinya vibrasi molekul yang memiliki energi transisi absorpsi elektronik yang rendah, kombinasi *band* atau pita (termasuk *deformation* dan *stretching*), serta penguatan atau disebut juga *overtones* (Karlinsari dkk., 2014)



Gambar 2.4 Spektra NIR suatu senyawa (Sumber: Karlinsari dkk., 2014))

Spektrofotometer NIR pada umumnya memiliki 5 bagian penting, yaitu kompartemen sampel, sumber cahaya, *light wave selection system*, detektor, dan prosesor sinyal atau komputer (Agelet dan Hurburgh, 2010).

1. Kompartemen sampel

Material yang digunakan sebagai kompartemen sampel adalah sebuah *cup* berbahan silika atau kuarsa (material yang tembus pandang saat dilewati cahaya NIR)

2. Sumber cahaya

Sumber cahaya paling populer digunakan dalam instrumen NIR adalah lampu tungsten halogen, yang memiliki emisi berkisar dari 320 nm hingga 2500 nm. Selain itu, ada pula *tuneable diode lasers*, atau disebut juga SLED (*superluminescent light-emitting diodes*). SLED cocok untuk menghitung absorpsi lemah. Keuntungannya adalah dapat mengontrol emisi cahaya pada panjang gelombang tertentu, menggabungkan sumber cahaya dan pemilihan panjang gelombang tertentu.

3. Pemilihan Panjang Gelombang

4. AOTF (*Acousto-optic tunable filters*) dan LCTF (*Liquid Crystal Tuneable Filters*) dapat memilih panjang gelombang dengan cepat dan menghasilkan reproduktibilitas yang lebih baik tanpa suatu alat.

5. Detektor

Detektor mengubah energi dari cahaya ke dalam sinyal elektrik analog. Sinyal elektrik kemudian diamplifikasi dan diubah ke dalam bentuk digital, sehingga dapat diproses dalam komputer. Detektor yang efektif harus memiliki hubungan linier antara input energi dengan output sinyal. Detektor berbahan *photo-sensitive* menjadi pilihan berdasarkan area NIR yang akan digunakan.

Terdapat tiga faktor utama yang harus diperhatikan pada pengujian menggunakan spektroskopi NIR, yaitu ukuran partikel, kadar air, dan suhu bahan yang akan diuji (Karlinsari dkk., 2014).

2.4 Analisis Kemometrik

Analisis data NIR membutuhkan kemometrik dikarenakan rumitnya data dan adanya tumpang tindih pada *peak*. Kemometrik adalah penggunaan analisis

matematik, statistik, maupun alat komputer dalam analisis kimia. Kemometrik dibentuk untuk menyelesaikan masalah mengenai *peak* yang tertimpa ataupun luas, dan sensitivitas dari karakteristik sampel (Agelet dan Hurburgh, 2010).

Analisis multivariat adalah analisis secara simultan variabel lebih dari satu. Analisis multivariat membantu eksplorasi pada data yang besar dengan cara mengubah kompleks data menjadi lebih sederhana; meningkatkan interpretasi dan ekstraksi data yang diperoleh. Dikarenakan rumitnya analisis data multivariat, penggunaan program statistika dapat mempermudah kerja olah data (Wustqa dkk., 2018). Salah satunya adalah perangkat lunak *The Unscrambler*. Perangkat lunak *The Unscrambler* dapat membantu pengelompokan sampel dengan kategori tidak diketahui.

Tujuan utama dalam menggunakan kemometrik adalah untuk analisis secara kualitatif dan kuantitatif. Dalam penelitian ini dilakukan analisis kemometrik secara kualitatif. Metode dalam analisis kualitatif yaitu LDA (*Linear Discriminant Analysis*), SVM (*Support Vector Machine*), dan *Soft Independent Modelling of Class Analogy* (SIMCA).

1. LDA (*Linear Discriminant Analysis*)

Merupakan metode untuk memprediksi kelas/kelompok suatu sampel yang tidak diketahui dari data kuantitatif (pembanding) (Messai dkk., 2016)

2. SIMCA (*Soft Independent Modelling of Class Analogy*)

SIMCA adalah metode menggunakan data model PCA diikuti dengan perhitungan OD (*orthogonal distances*) dan SD (*score distances*) (Pomerantsev dan Rodionova, 2014)

3. SVM (*Support Vector Machine*)

Metode ini memiliki prinsip *linear classifier*. Selain itu, hanya mampu menangani klasifikasi dua kelas. Data yang diperoleh dapat dikembangkan ke arah data non-linier. *Pattern recognition* dilakukan dengan cara mengubah data pada input *space* ke ruang berdimensi lebih tinggi (Nugroho dkk., 2013)

2.5 Validasi Silang

Validasi silang atau *cross validation* merupakan metode untuk menguji validitas model regresi dengan menggunakan data uji di luar data yang digunakan dalam *fitting* regresi (*resampling*) (Pranowo dkk., 2010). Kohavi (1995) menyatakan terdapat beberapa cara untuk melakukan validasi silang, yaitu LOOCV (*Leave-one-out*), 2FCV (*2-fold-cross-validation*), dan *K-fold cross validation*. Dalam penelitian ini, dilakukan cara LOOCV dan 2FCV.

1. LOOCV (*Leave-one-out*)

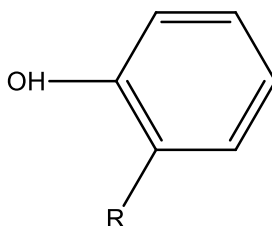
Cara ini mengelompokkan data menjadi 2 kelompok. Satu sampel data dikeluarkan dan dijadikan validasi. Sisa data yang lain dijadikan ke dalam kelompok *training set*. Satu sampel yang dijadikan validasi diambil dari kelompok *trainin set* sehingga terbentuk model baru. Hal ini dilakukan berulang hingga semua sampel *training set* telah menjadi data validasi satu per satu.

2. 2FCV (*2-fold-cross-validation*)

Cara ini membagi data sampel menjadi 2 kelompok yang sama, yaitu *training set* sebagai pembentuk model dan *test set* sebagai validasi model yang terbentuk (Kohavi, 1995).

2.6 Senyawa Fenolik

Senyawa fenol adalah metabolit sekunder yang penting dari suatu tanaman. Ketika memiliki gugus hidroksil lebih dari satu, senyawa disebut polifenol. Pada tanaman senyawa fenol diproduksi melalui dua jalur, yaitu jalur shikimat yang menghasilkan senyawa fenilpropanoid dan jalur asetat yang menghasilkan senyawa fenol sederhana. Kombinasi dua proses ini menghasilkan senyawa flavonoid (Reis Giada, 2013). Senyawa fenol memiliki struktur senyawa berupa cincin aromatik dengan 1 atau lebih gugus hidroksil (Saranraj dkk., 2019). Struktur senyawa fenolik dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.5 Struktur Senyawa Fenolik (Sumber: Saranraj dkk. (2019))

Banyaknya penelitian yang menunjukkan bahwa senyawa fenolik dapat melawan tekanan oksidatif, meyakinkan bahwa senyawa ini memiliki peran sebagai senyawa antioksidan (Furukawa dkk., 2017). Berdasarkan jumlah karbon C, senyawa fenolik dapat dibagi menjadi beberapa sub-kelompok seperti pada tabel berikut (Tabel 2.2).

Tabel 2.2 Pengelompokan Senyawa Fenolik berdasarkan Jumlah Atom C (Sumber: (Del Rio dkk., 2013))

Kelas	Struktur/Kerangka
Fenol sederhana, benzokuinon	C ₆
Asam hidroksibenzoat	C ₆ -C ₁
Asam hidoksisinamat, fenilpropanoid	C ₆ -C ₃
Asetafenon, asam fenilasetat	C ₆ -C ₂
Xanthon	C ₆ -C ₁ -C ₆
Stilben. Antrakuinon	C ₆ -C ₂ -C ₆
Flavonoid, isoflavonoid	C ₆ -C ₃ -C ₆
Lignan, neolignan	(C ₆ -C ₃) ₂
Lignin	(C ₆ -C ₃) _n
Tanin terkondensasi (proantosianidin atau flavolan)	(C ₆ -C ₃ -C ₆) _n

2.7 Macam Penentuan Kadar Fenolik Total

Berbagai metode untuk menentukan kadar fenolik total dari suatu sampel telah dikembangkan karena adanya kemungkinan senyawa tersebut mengalami gangguan dari zat lain dalam tanaman yang mudah teroksidasi. Beberapa metode penentuan kadar fenolik total yang telah digunakan, antara lain:

1. Metode Kolorimetri Folin-Danis

Dengan menggunakan reagen Folin Denis, metode ini memiliki prinsip adanya reaksi antara senyawa oksidan dengan tirosin/triptopan, sehingga membentuk senyawa kompleks berwarna biru yang proporsional dengan jumlah protein yang ada. Biasanya digunakan untuk menentukan kadar tanin total (Sánchez-Rangel dkk., 2013).

2. Metode Kolorimetri *Folin-Ciocalteu*

Metode *Folin-Ciocalteu* merupakan pengembangan dari metode Folin-Danis. Perbedaannya adalah jumlah senyawa molibdat yang digunakan untuk preparasi reagen. Reagen *Folin-Ciocalteu* meningkatkan kadar molibdat untuk mencegah pembentukan presipitasi berwarna putih yang terdapat pada metode Folin-Danis (Sánchez-Rangel dkk., 2013). Metode ini menggunakan reagen Folin berwarna kuning. Senyawa fenolik dapat bereaksi dengan reagen sehingga membentuk kompleks berwarna yang dapat dihitung absorbansinya. Hasil penetapan dinyatakan dalam miligram asam galat ekuivalen per gram sampel (mg GAE/g) (Alfian dan Susanti, 2012).

3. Metode *Lamaison and Carnat*

Metode *Lamaison and Carnat* biasanya digunakan untuk menentukan kadar flavonoid total pada suatu tanaman menggunakan reagen AlCl_3 , sehingga dikenal juga dengan nama metode AlCl_3 . Tahap pertama metode *Lamaison and Carnat* adalah pencampuran sampel dengan pereaksi AlCl_3 . Kemudian campuran diinkubasi 10 menit pada suhu ruang. Selanjutnya diukur absorbansi sampel dengan panjang gelombang 440 nm. Kadar flavonoid dimasukkan ke dalam satuan mg kuersetin/g sampel (Lamaison dan Carnat, 1991)

4. Metode FAS (*Ferrous Ammonium Sulfate*)

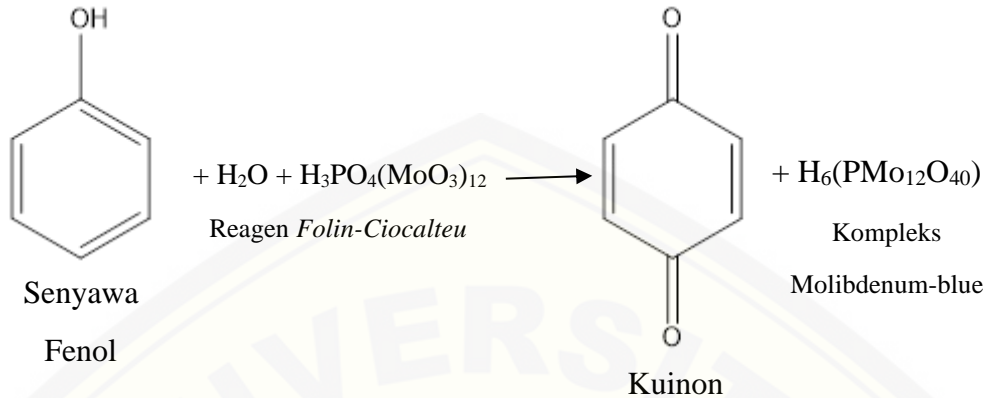
Metode ini umum digunakan untuk menentukan ekivalen asam galat pada jus anggur putih. Sampel terlebih dahulu dinetralkan pH menggunakan Na Bikarbonat, kemudian diencerkan menggunakan air. Sampel ditambahkan dengan reagen FAS. Campuran kemudian dihomogenkan dan diletakkan dalam *waterbath* suhu 40°C-50°C selama 15 menit. Kemudian absorbansi diukur pada panjang gelombang 575 nm (Shaver dkk., 2011).

2.8 Penentuan Kadar Fenolik Total menggunakan Reagen *Folin-Ciocalteu*

Menurut Singleton dan Rossi (1965), penggunaan reagen Folin dapat menghindarkan senyawa fenolik dari masalah presipitasi, memberikan intensitas warna yang lebih tinggi, dan nilai rekoverti yang lebih baik. Selain itu, metode ini juga memiliki kelebihan diantaranya proses yang relatif cepat, sederhana, dan ekonomis (Pelozo dkk., 2008).

Metode ini memiliki prinsip oksidasi pada gugus fenolik hidroksil. Reagen *Folin-Ciocalteu* dapat mengoksidasi senyawa fenolat yang merupakan garam alkali. Selain itu, reagen ini dapat mereduksi senyawa asam heteropoli menjadi suatu kompleks molibdenum-tungsten (Singleton dan Rossi, 1965). Penambahan reagen *Folin-Ciocalteu* pada sampel polifenol membuat gugus fenolik hidroksil bereaksi dengan reagen sehingga membentuk suatu kromofor berwarna biru berupa kompleks fosfotungstat-fosfomolibdat. Absorpsi maksimum dari kromofor tergantung pada larutan basa dan konsentrasi dari senyawa fenolik itu sendiri (Gülçin, 2011). Warna biru yang terbentuk dapat dihitung pada panjang gelombang 750 nm menggunakan metode analisis kolorimetri spektrofotometri UV-Vis. Semakin pekat warna biru yang terbentuk berbanding lurus dengan semakin besarnya konsentrasi senyawa fenolik pada sampel dan semakin banyak ion fenolat yang akan mereduksi asam heteropoli. Untuk membentuk suasana basa, Na_2CO_3 ditambahkan sehingga reaksi reduksi folin oleh gugus hidroksil dari senyawa fenolik dalam sampel dapat terjadi (Singleton dan Rossi, 1965). Penambahan reagen dapat memberikan data spesifik dan akurat pada beberapa jenis senyawa

fenolik (Folin dan Ciocalteu, 1927). Reaksi senyawa fenolik dengan penambahan reagen *Folin-Ciocalteu* dapat dilihat pada gambar berikut (Gambar 2.5).



Gambar 2.6 Reaksi Senyawa Fenol dengan Reagen *Folin-Ciocalteu* (Sumber: Singleton dan Rossi, 1965))

Pembandingan yang sering digunakan pada penentuan kadar fenolik total antara lain asam galat dan kuersetin. Pada daun jambu biji, ditemukan senyawa asam galat sehingga standar yang digunakan pada penelitian ini adalah standar asam galat (Thaipong dkk., 2005). Asam galat yang (asam 3,4,5-trihidroksibenzoat) memiliki aktivitas antioksidan sehingga dapat melawan radikal bebas (Badhani dkk., 2015). Beberapa keuntungan menggunakan standar asam galat adalah murah, mudah larut dalam air, rekristalisasi dalam air, tersedia dalam bentuk kering, dan stabil dalam bentuk kering (Wildenradt dan Singleton, 1974).

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode *true experimental laboratories*, sehingga penelitian dilakukan di dalam laboratorium.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Pupuh Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Analisis, Fakultas Farmasi, Universitas Jember. Penelitian dilaksanakan dari bulan Januari 2020 sampai bulan Juli 2020.

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

Penelitian ini menggunakan variabel bebas berupa ketinggian dataran tempat tumbuh sampel, yaitu dataran tinggi, dataran sedang, dan dataran rendah.

3.3.2 Variabel Terikat

Penelitian ini menggunakan variabel terikat adalah model klasifikasi serbuk daun jambu biji kristal dari tiga lokasi dengan ketinggian dataran yang berbeda serta kadar fenolik total pada sampel.

3.3.3 Variabel Terkendali

Variabel terkendali dari penelitian ini adalah cara penentuan kadar fenolik total dan model klasifikasi dari sampel, serta varietas sampel daun jambu biji.

3.4 Definisi Operasional

Definisi operasional dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel daun jambu biji kristal yang digunakan pada penelitian diambil dari tiga lokasi berbeda dengan ketinggian dataran yang juga berbeda, yaitu

Kabupaten Jember dengan ketinggian 0-400 mdpl, Kabupaten Malang dengan ketinggian 400-800 mdpl, dan Kota Batu dengan ketinggian lebih dari 800 mdpl;

2. Serbuk simplisia daun dibuat dengan cara pengeringan, kemudian digiling;
3. Kadar fenolik total didapat dari nilai absorbansi pada spektrofotometer UV-VIS dan menggunakan metode *Folin-Ciocalteu*. Kemudian dihitung kadarnya ke dalam satuan mg GAE/g serbuk;
4. Model klasifikasi dibentuk menggunakan hasil spektra dari *scan* sampel serbuk simplisia menggunakan spektrofotometer NIR dan data diolah menggunakan analisis kemometrik;
5. Validasi model klasifikasi yang telah terbentuk menggunakan validasi silang metode *Leave One Out Cross Validation* (LOOCV) dan *2-fold cross validation* (2FCV);
6. Analisis data statistik dilakukan menggunakan semua data kadar fenolik sampel yang digunakan.

3.5 Rancangan Penelitian

Penelitian diawali dengan pengumpulan sampel daun jambu biji varietas kristal (*Psidium guajava* L.) pada tiga dataran dengan ketinggian tempat yang berbeda, yaitu Kabupaten Jember, Kabupaten Malang dan Kota Batu. Sampel daun kemudian dibersihkan dan dikeringkan menjadi simplisia daun. Simplisia kemudian diproses ke dalam bentuk serbuk, lalu diayak agar serbuk menjadi lebih halus. Serbuk daun yang sudah diayak selanjutnya dihitung kadar airnya menggunakan alat *moisture analyzer*. Jika kadar air mencapai <10%, dilakukan pengukuran spektrum menggunakan instrumen spektrofotometer NIR pada seluruh sampel serbuk daun jambu.

Sampel yang telah diidentifikasi sesuai dengan ketinggiannya, kemudian dibagi ke dalam dua kelompok yaitu kelompok *test set* dan kelompok *training set*. Penentuan kadar fenolik semua kelompok diukur menggunakan metode kolorimetri (*Folin-Ciocalteu*). Kemudian absorbansi dari sampel diukur menggunakan

instrumen spektrofotometer UV-Vis sebagai metode pembanding. Data spektrum NIR yang didapatkan dari sampel *training set* dibentuk menjadi model klasifikasi menggunakan kemometrik, yaitu LDA, SVM, dan SIMCA, serta metode spektroskopi NIR. Data kadar fenolik total dari seluruh sampel juga dihitung menggunakan spektroskopi UV-VIS.

Model klasifikasi yang telah terbentuk selanjutnya diuji menggunakan validasi silang metode LOOCV (*Leave One Out Cross Validation*) serta metode 2FCV (*2-fold cross validation*) menggunakan data sampel *test set*. Metode statistik digunakan untuk mendapatkan data hasil analisis.

3.6 Alat dan Bahan Penelitian

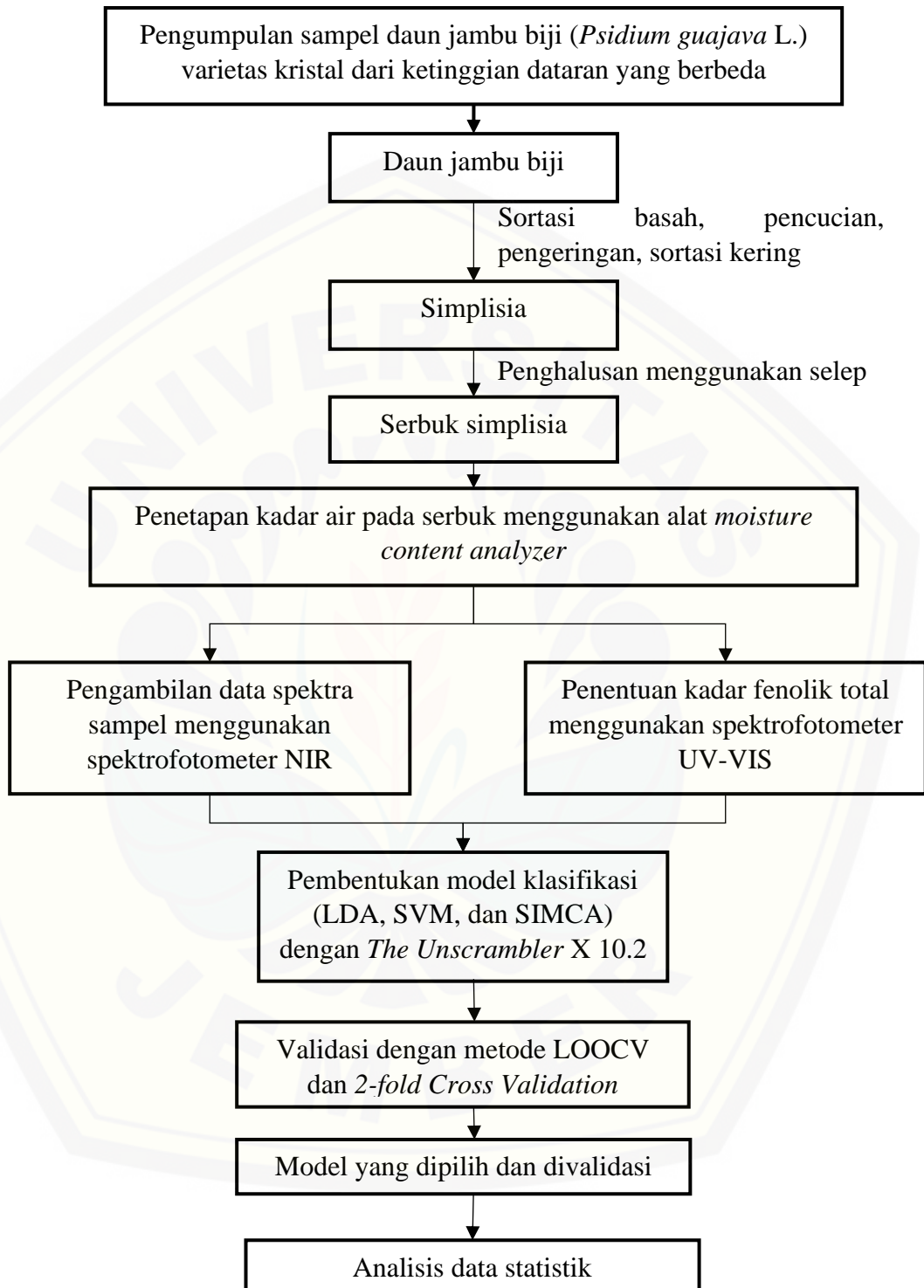
3.6.1 Alat penelitian

Pada penelitian ini, alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut: perangkat lunak *Google Maps*, perangkat lunak *Google Earth*, perangkat lunak Accurate Altimeter, spektrofotometer UV-Vis Hitachi U-1800, timbangan analitik digital, spektrofotometer NIR *Brimrose Luminar* beserta perangkat lunak *Brimrose*, perangkat lunak *The Unscrambler X 10.2*, alat penyerbuk, ultrasonikator, *moisture content analyzer*, desikator, vial, corong kaca, pipet mikro, labu ukur, ayakan mesh 100, kuvet, serta alat-alat gelas lainnya.

3.6.2 Bahan penelitian

Pada penelitian ini, bahan-bahan yang digunakan adalah sampel daun jambu biji kristal (*Psidium guajava L.*) yang diambil dari berbagai wilayah dengan ketinggian dataran yang dibagi ke dalam dataran tinggi, sedang, dan rendah (*training set* dan *test set*), yaitu Kota Batu, Kota Malang, dan Kabupaten Jember. Daun yang diambil merupakan daun muda yang terdapat pada pohon jambu diperlukan metanol 98% teknis, akuades, larutan baku asam galat, pereaksi *Folin-Ciocalteu* Sigma Aldrich, dan Na_2CO_3 Sigma Aldrich.

3.7 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Skema Alur Penelitian

3.8 Prosedur Penelitian

3.8.1 Pengumpulan Sampel

Pengumpulan sampel daun jambu biji kristal menggunakan tiga lokasi dengan ketinggian tempat yang berbeda, yaitu Kabupaten Jember, Kabupaten Malang, dan Kota Batu. Kota Batu merupakan dataran tinggi, Kabupaten Malang sebagai dataran sedang, dan Kabupaten Jember sebagai dataran rendah. Perangkat lunak *Accurate Altimeter* digunakan untuk menetapkan ketinggian tempat dari masing-masing lokasi, dan lokasi juga dapat ditemukan dapat perangkat lunak *Google Maps* serta *Google Earth*. Seluruh sampel yang telah dikumpulkan dari ketiga lokasi sebelumnya dibagi ke dalam kelompok *training set* dan *test set* dengan masing-masing jumlah sampel 3 sampel dan 1 sampel. Untuk pengaplikasian pada sampel nyata, sampel diambil dari Kabupaten Jember, Kabupaten Malang, dan Kota Batu, lokasi dari sampel nyata berbeda dari lokasi pengumpulan keseluruhan sampel *training set* dan *test set*. Jumlah total sampel yang digunakan sebagai sampel nyata adalah 3 sampel.

Pengambilan sampel dalam penelitian menggunakan sampel representatif, artinya dapat menggambarkan dan mewakili kriteria yaitu berdasarkan ketinggian tempat. *Purposive sampling* dipilih sebagai teknik pengambilan sampel dan kriteria yang diinginkan bahwasanya ada dalam sampel yang dikumpulkan atas pertimbangan peneliti.

3.8.2 Determinasi Daun Jambu Biji Kristal

Determinasi daun jambu biji kristal dilakukan di LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi menggunakan dokumentasi dan bagian lengkap dari tumbuhan dalam bentuk simplisia kering. Dilakukannya determinasi untuk memastikan bahwa daun berasal dari spesies *Psidium guajava* L.

3.8.3 Pembuatan Simplisia dan Serbuk Simplisia

Sampel daun jambu biji kristal dikumpulkan sebanyak 1 kg. Sampel dicuci dengan sabun untuk menghilangkan bekas pestisida. Kemudian sampel dibilas

dengan air bersih. Sampel daun dikeringkan dengan cara diangin-anginkan dan dihindarkan dari paparan sinar matahari secara langsung dalam kondisi suhu ruang selama 2 minggu. Setelah 2 minggu pengeringan, sampel dihaluskan menggunakan alat pembuat serbuk, sehingga sampel daun akan berubah menjadi serbuk simplisia. Serbuk simplisia yang telah didapatkan diayak menggunakan ayakan mesh.

3.8.4 Penetapan Kadar Air pada Sampel Serbuk

Penetapan kadar air pada sampel serbuk dapat ditetapkan menggunakan alat *moisture analyzer*. Waktu dan suhu pemanasan diatur terlebih dahulu menjadi 2 menit 15 detik dengan suhu 105°C. Ditimbang terlebih dahulu plat kosong. Kemudian tekan *tarre*. Dimasukkan sampel ke dalam plat sebanyak 5 gram. Tekan start dan sampel akan mengalami pemanasan dengan kondisi sama seperti pengaturan alat. Angka yang muncul merupakan hasil penetapan kadar air dari sampel.

3.8.5 Penggunaan Spektrofotometer NIR dalam Pengambilan Data Spektra Sampel Serbuk Daun Jambu Biji Kristal

Pengambilan data spektra sampel serbuk daun jambu biji menggunakan instrumen spektrofotometer NIR. Dihidupkan spektrofotometer NIR, kemudian ditunggu selama 30 menit sebagai pemanasan dari instrumen. Kemudian dibuka perangkat lunak *Brimrose*. Diletakkan sampel serbuk daun jambu biji di atas plat sampel dengan cara ditekan. Peletakan sampel harus mendapatkan ketinggian dan ketebalan yang sama pada tiap replikasi sampel. Setiap sampel akan dilakukan replikasi sebanyak 5 kali, kemudian setiap replikasi akan dilakukan 3 kali penembakan. Langkah-langkah sebelumnya diulangi hingga semua sampel telah tembakkan dan diberi label nama tiap replikasi sampel. Setelah dilakukan *scanning* seluruh sampel, ditutup perangkat lunak *Brimrose*. Data yang telah didapatkan selanjutnya diolah menggunakan perangkat lunak *The Unscrambler X 10.2*.

3.8.6 Penentuan Model Klasifikasi Sampel Serbuk Daun Jambu Biji Varietas Kristal

Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak *The Unscrambler X 10.2*. Model klasifikasi dibentuk dengan beberapa metode, yaitu LDA (*Linear Discriminant Analysis*), SVM (*Support Vector Machines*), dan SIMCA (*Soft Independent Modelling of Class Analogy*).

Dibuka perangkat lunak *The Unscrambler X 10.2*. Dimasukkan data yang diperoleh dengan cara memilih *file*, selanjutnya klik *import data*, lalu diklik *Brimrose*. Tampilan data dengan panjang gelombang akan muncul. Kemudian, dibentuk kategori objek. Kategori yang akan dibentuk adalah “Dataran Tinggi” untuk sampel yang berasal dari daerah dataran tinggi, “Dataran Sedang” untuk sampel yang berasal dari daerah dataran sedang, dan “Dataran Rendah” untuk sampel yang berasal dari daerah dataran rendah. Masing-masing objek dikelompokkan dengan cara klik *define range* dan *column range*, kemudian kategori pada kolom 1 diisi dengan dan absorbansi diisi pada kolom yang lain. Setelah itu, dibentuk model klasifikasi sebagai berikut:

a. LDA (*Linear Discriminant Analysis*)

Diklik *tasks*, kemudian klik *analyze*, lalu dipilih *Linear Discriminant Analysis*. Model ini dikatakan valid apabila diperoleh nilai % akurasi sebesar 100%. Hal ini menunjukkan bahwa hasil prediksi sesuai dengan klasifikasi yang sebenarnya.

b. SVM (*Support Vector Machines*)

Diklik *tasks*, kemudian klik *analyze*, lalu dipilih *Support Vector Machine*. Model ini dikatakan valid apabila diperoleh nilai % akurasi sebesar 100%. Hal ini menunjukkan bahwa hasil prediksi sesuai dengan klasifikasi yang sebenarnya.

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

Dibentuk terlebih dahulu model PCA sebelum dibuat model SIMCA. Model PCA dibuat dengan cara diklik *tasks*, kemudian diklik *analyze*, lalu diklik *Principal Component Analysis*. Pembentukan model SIMCA dilakukan dengan cara diklik *tasks*, kemudian diklik *predict*, kemudian diklik

classification, kemudian dipilih SIMCA. Model ini dikatakan valid apabila diperoleh nilai % akurasi sebesar 100%. Hal ini menunjukkan bahwa hasil prediksi sesuai dengan klasifikasi yang sebenarnya.

3.8.7 Validasi Model Klasifikasi

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

Dikeluarkan satu set data sampel dari *training set* sebagai set validasi. Data yang tersisa digunakan untuk pembentukan model baru. Langkah ini diulang hingga semua data telah digunakan sebagai set validasi.

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

Validasi dibuat menggunakan 4 sampel *test set*. Pengambilan data spektra NIR dilakukan dengan cara *scanning* sampel *test set*. Data spektra yang diperoleh diolah menggunakan perangkat lunak *The Unscrambler X 10.2*.

3.8.8 Penggunaan Spektrofotometer UV-VIS dalam Penentuan Kadar Fenolik Total

a. Pembuatan Larutan Uji Serbuk

Seluruh sampel serbuk daun jambu ditimbang sebanyak masing-masing 25 gram, kemudian dilakukan replikasi sebanyak tiga kali pada masing-masing sampel. Selanjutnya, sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL dan dilarutkan menggunakan metanol 98% hingga tanda batas, sehingga didapatkan larutan uji dengan konsentrasi 2500 ppm. Kemudian, larutan uji di ultrasonikasi selama 10 menit, selanjutnya disaring menggunakan kertas saring ((Siswanti, 2019)).

b. Pembuatan Larutan Asam Baku Galat

Ditimbang baku asam galat sebanyak 12,5 mg, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL. dilarutkan baku asam galat menggunakan metanol 98% hingga tanda batas sehingga didapatkan konsentrasi larutan induk standar asam galat yaitu 1250 ppm. Selanjutnya, larutan induk 1250 ppm diencerkan menjadi 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 35 ppm, 40

ppm, 50 ppm, 80 ppm, dan 100 ppm dengan cara dipipet sejumlah tertentu larutan induk asam galat kemudian diencerkan ke dalam labu ukur 10 mL menggunakan metanol 98%.

c. Penetapan Panjang Gelombang Maksimum

Larutan asam galat dengan konsentrasi 100 ppm dipipet sebanyak 100 μL . Sebanyak 500 μL *Folin-Ciocalteu* (1:10 v/v air) ke dalam larutan asam galat yang telah dipipet. Kemudian campuran didiamkan selama 6 menit, selanjutnya sebanyak 400 μL Na_2CO_3 (75% g/L air) ditambahkan ke dalam campuran. Diukur absorbansi pada panjang gelombang 400-800 nm. Pemilihan panjang gelombang maksimal adalah panjang gelombang saat nilai absorbansi telah mencapai maksimum (puncak).

d. Penetapan Waktu inkubasi

Larutan asam galat dengan konsentrasi 100 ppm dipipet sebanyak 100 μL . Sebanyak 500 μL *Folin-Ciocalteu* (1:10 g/L air) ke dalam larutan asam galat yang telah dipipet. Kemudian campuran didiamkan selama 6 menit, selanjutnya sebanyak 400 μL Na_2CO_3 (75% g/L air) ditambahkan ke dalam campuran. Langkah ini dilakukan pada larutan uji, masing-masing satu perwakilan dari sampel dataran rendah (Jember), dataran sedang (Situbondo), dan dataran tinggi (Batu). Masing-masing campuran sampel diukur absorbansinya menggunakan panjang gelombang hasil optimasi dari menit ke-0 hingga menit ke-90. Waktu inkubasi dapat ditetapkan pada waktu saat absorbansi mencapai maksimum (titik stabil) yaitu ketika tidak terdapat perubahan absorbansi yang terjadi.

e. Pembentukan Kurva Baku Asam Galat

Larutan asam galat dengan konsentrasi 100 ppm dipipet sebanyak 100 μL . Sebanyak 500 μL *Folin-Ciocalteu* (1:10 v/v air) ke dalam larutan asam galat yang telah dipipet. Kemudian campuran didiamkan selama 6 menit, selanjutnya sebanyak 400 μL Na_2CO_3 (75% g/L air) ditambahkan ke dalam campuran. Diamkan campuran selama waktu inkubasi hasil optimasi. Data konsentrasi larutan standar asam galat dan data absorbansi diolah menjadi

kurva baku asam galat, sehingga dapat dibentuk persamaan regresi dari larutan baku asam galat.

f. Penentuan Kadar Fenolik Total

Larutan asam galat dengan konsentrasi 100 ppm dipipet sebanyak 100 μL . Sebanyak 500 μL *Folin-Ciocalteu* (1:10 v/v air) ke dalam larutan asam galat yang telah dipipet. Kemudian campuran didiamkan selama 6 menit, selanjutnya sebanyak 400 μL Na_2CO_3 (75% g/L air) ditambahkan ke dalam campuran. Campuran kemudian didiamkan pada suhu kamar selama waktu inkubasi hasil optimasi untuk masing-masing sampel berbeda ketinggian dataran. Kemudian absorbansi diukur menggunakan panjang gelombang hasil optimasi. Nilai absorbansi yang didapat dari masing-masing larutan uji dimasukkan ke dalam persamaan regresi larutan baku asam galat sehingga nilai kadar fenolik total dalam satuan miligram asam galat ekuivalen per gram serbuk (mg GAE/ g serbuk).

g. Analisis Data Statistik

Data hasil penentuan kadar fenolik total antara ketinggian yang berbeda dibandingkan menggunakan perangkat lunak *SPSS*. Data yang didapat diuji homogenitas dan normalitasnya. Selanjutnya, dilakukan pengujian *One-Way ANOVA* serta uji lanjutan *Post-Hoc*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan terhadap kadar fenolik total sampel serbuk daun jambu biji varietas kristal diantara ketinggian yang berbeda.

BAB 5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat dibentuk adalah sebagai berikut.

1. Kadar fenolik total serbuk daun jambu kristal tertinggi ada pada sampel yang berasal dari dataran tinggi, diikuti dengan dataran sedang dan kemudian dataran rendah dengan nilai rata-rata kadar fenolik total masing-masing adalah 3,49 mg GAE/g serbuk, 1,905 mg GAE/g serbuk, dan 1,505 mg GAE/g serbuk.
2. Terdapat perbedaan pada rerata kadar fenolik total yang bermakna antara ketinggian dataran yang berbeda dengan nilai Sig. $> 0,05$ dengan masing-masing 0,097, 0858, dan 0,602 untuk masing -masing dataran rendah, sedang, dan tinggi. Analisis dilanjutkan dengan uji *One-way* ANOVA dan tes lanjutan *Post-hoc*. Uji ANOVA menghasilkan nilai Sig. sebesar 0,018, yaitu kurang dari 0,05. Rata-rata kandungan fenolik total dari ketiga ketinggian dapat dikatakan berbeda secara signifikan.
3. Metode spektroskopi NIR dan kemometrik dapat digunakan sebagai aplikasi untuk mengklasifikasikan serbuk daun jambu kristal berbeda ketinggian yang berasal dari Kabupaten Jember, Kabupaten Malang, dan Kota Batu. Model klasifikasi yang terbentuk adalah LDA (*Linear Discriminat Analysis*) dan SVM (*Support Vector Machines*) dengan nilai akurasi sebesar 100%.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian, peneliti dapat memberikan saran pada penelitian ini yaitu dilakukan penambahan sampel yang besar dan lebih luas sehingga model klasifikasi yang dihasilkan akan menjadi lebih baik dan lebih umum.

DAFTAR PUSTAKA

- Afanas'ev, I. B., A. I. Dcrozhko, A. V. Brodskii, V. A. Kostyuk, dan A. I. Potapovitch. 1989. Chelating and free radical scavenging mechanisms of inhibitory action of rutin and quercetin in lipid peroxidation. *Biochemical Pharmacology*. 38(11):1763–1769.
- Agelet, L. E. dan C. R. Hurburgh. 2010. A tutorial on near infrared spectroscopy and its calibration. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. 40(4):246–260.
- Alfian, R. dan H. Susanti. 2012. PENETAPAN kadar fenolik total ekstrak metanol kelopak bunga rosella merah (*hibiscus sabdariffa linn*) dengan variasi tempat tumbuh secara spektrofotometri. *Jurnal Ilmiah Kefarmasian*. 2(1):73–80.
- Anief, M. 1997. *Ilmu Meracik Obat*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Cetakan Ke.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), R. I. 1985. *Pemanfaatan Pekarangan Rumah Untuk Budidaya Tanaman Obat Keluarga*. Edisi II. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Direktorat Pengawasan Obat Tradisional.
- Badhani, B., N. Sharma, dan R. Kakkar. 2015. Gallic acid: a versatile antioxidant with promising therapeutic and industrial applications. *RSC Advances*. 5(35):27540–27557.
- Begum, S., S. I. Hassan, B. S. Siddiqui, F. Shaheen, M. N. Ghayur, dan A. H. Gilani. 2002. Triterpenoids from the leaves of *psidium guajava*. *Phytochemistry*. 61(4):399–403.
- Blanco, M. dan I. Villarroya. 2002. NIR spectroscopy: a rapid-response analytical tool. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*. 21(4):240–250.
- Chah, K. F., C. A. Eze, C. E. Emuelosi, dan C. O. Esimone. 2006. Antibacterial and wound healing properties of methanolic extracts of some nigerian medicinal

plants. *Journal of Ethnopharmacology*. 104(1–2):164–167.

Chen, K. C., C. L. Hsieh, K. D. Huang, Y. B. Ker, C. C. Chyau, dan R. Y. Peng. 2009. Anticancer activity of rhamnoallosan against du-145 cells is kinetically complementary to coexisting polyphenolics in psidium guajava budding leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57(14):6114–6122.

Chen, K. C., C. L. Hsieh, C. C. Peng, H. M. Hsieh-Li, H. S. Chiang, K. D. Huang, dan R. Y. Peng. 2007. Brain derived metastatic prostate cancer du-145 cells are effectively inhibited in vitro by guava (*psidium guajava* l.) leaf extracts. *Nutrition and Cancer*. 58(1):93–106.

Coles, L. 2013. *Functional Foods*. Apple Academic Press.

Del Rio, D., A. Rodriguez-Mateos, J. P. E. Spencer, M. Tognolini, G. Borges, dan A. Crozier. 2013. Dietary (poly)phenolics in human health: structures, bioavailability, and evidence of protective effects against chronic diseases. *Antioxidants and Redox Signaling*. 18(14):1818–1892.

Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1995. *Materia Medika Indonesia Jilid IV*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Direktorat Pengawasan Obat Tradisional. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengawasan Obat Dan Makanan.

Departemen Kesehatan RI. 1977. *Materia Medika Indonesia Jilid I*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Direktorat Pengawasan Obat Tradisional.

Departemen Kesehatan RI. 1983. *Pemnafaatan Tanaman Obat*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Direktorat Pengawasan Obat Tradisional.

Departemen Kesehatan RI. 1985. *Cara Pembuatan Simplisia*. Depkes RI. Jakarta. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Direktorat Pengawasan Obat Tradisional.

- Dykes, L., L. Hoffmann, O. Portillo-Rodriguez, W. L. Rooney, dan L. W. Rooney. 2014. Prediction of total phenols, condensed tannins, and 3-deoxyanthocyanidins in sorghum grain using near-infrared (nir) spectroscopy. *Journal of Cereal Science*. 60(1):138–142.
- Ekeleme, K., P. Tsaku, I. Nkene, U. Ufomadu, R. Abimiku, V. Oti, dan M. Sidi. 2017. Phytochemical analysis and antibacterial activity of psidium guajava l. leaf extracts. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*. 1(2):013–019.
- Ekor, M. 2014. The growing use of herbal medicines: issues relating to adverse reactions and challenges in monitoring safety. *Frontiers in Pharmacology*. 4:177.
- Fidrianny, I., R. Hartati, dan N. Raveendaran. 2012. ANTIOXIDANT activity of ethyl acetate extract of red psidium guajava l. leaves grown in manoko, lembang-indonesia. *Indonesian J. Pharm.* 23(1):36–40.
- Folin, O. dan V. Ciocalteau. 1927. Tyrosine and tryptophane in proteins. *Journal of Biological Chemistry*. 73(2):627–648.
- Furukawa, S., M. Matsuda, S. Furukawa, T. Fujita, M. Shimabukuro, dan M. Iwaki. 2017. Increased oxidative stress in obesity and its impact on metabolic syndrome find the latest version : increased oxidative stress in obesity and its impact on metabolic syndrome. *The Journal of Clinical Investigation*. 114(12):1752–1761.
- Gülçin, I. 2011. Antioxidant activity of eugenol: a structure-activity relationship study. *Journal of Medicinal Food*. 14(9):975–985.
- Gulzar, S. 2017. A study on variation of phytochemical constituents with altitude and in vitro antimicrobial potential of two species of ajuga l. *Advances in Biomedicine and Pharmacy*. 04(01):19–30.
- ITIS. 2019. ITIS Standard Report Page: Psidium Guajava. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=27240#null [Diakses pada December 19, 2019].

- Karlinasari, L., M. Sabed, N. J. Wistara, Y. A. Purwanto, dan H. Wijayanto. 2014. Karakteristik spektra absorbansi nir (near infra red) spektroskopi kayu acacia mangium willd pada 3 umur berbeda. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 6(1):45–52.
- Katno. 2008. *Pengelolaan Pasca Panen Tanaman Obat*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Departemen Kesehatan RI.
- Kohavi, R. 1995. A study of cross-validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection. *International Joint Conference of Artificial Intelligence*. (March 2001)
- Kunle. 2012. Standardization of herbal medicines - a review. *International Journal of Biodiversity and Conservation*. 4(3):101–112.
- Lamaison, J. L. dan A. Carnat. 1991. Content of main flavonoids in flowers and leaves of crataegus monogyna jacq. and crataegus laevigata (poiret) dc. in relation with development stages. *Plantes Medicinales et Phytotherapie (France)*. 65:315–320.
- Li, J., F. Chen, dan J. Luo. 1999. [GC-ms analysis of essential oil from the leaves of psidium guajava]. *Zhong Yao Cai = Zhongyaocai = Journal of Chinese Medicinal Materials*. 22(2):78–80.
- Liu, Z., Z. Ren, J. Zhang, C. C. Chuang, E. Kandaswamy, T. Zhou, dan L. Zuo. 2018. Role of ros and nutritional antioxidants in human diseases. *Frontiers in Physiology*. 9(MAY):1–14.
- Livingston Raja, N. R. dan K. Sundar. 2012. Psidium guajava linn confers gastro protective effects on rats. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. 16(2):151–156.
- Lutterodt, G. D. 1992. Inhibition of microlax-induced experimental diarrhoea with narcotic-like extracts of psidium guajava leaf in rats. *Journal of Ethnopharmacology*. 37(2):151–157.
- Messai, H., M. Farman, A. Sarraj-Laabidi, A. Hammami-Semmar, dan N. Semmar.

2016. Chemometrics methods for specificity, authenticity and traceability analysis of olive oils: principles, classifications and applications. *Foods*. 5(4):77.
- Muharni, S., Almahdy, dan R. D. Martini. 2013. Effect of the use of supplements psidii folium extract (psidium guajava linn.) and red fermented rice (monascus purpureus) in increase of thrombocytes at dengue hemorrhagic fever (dhf) science in the installation of disease in hospital dr. m. djamil padan. *Penelitian Farmasi Indonesia*. 1(2):57–61.
- Nugroho, A. S., B. A. Witarto, dan H. Dwi. 2013. Support Vector Machine -Teori Dan Aplikasinya Dalam Bioinformatika. Jepang: IlmuKomputer.com. 2013
- Nuryani, S. 2017. Pemanfaatan ekstrak daun jambu biji (psidium guajava linn) sebagai antibakteri dan antifungi. *Jurnal Teknologi Laboratorium*. 6(2):41.
- Ojewole, J. A. O. 2005. Hypoglycaemic and hypotensive effects of psidium gajava linn. (myrtaceae) leaf aqueous extract. *Methods and Findings in Experimental and Clinical Pharmacology*. 27(10):689.
- Ojewole, J. A. O. 2006. Anti-inflammatory and analgesic effects of psidium guajava linn. (myrtaceae) leaf aqueous extracts in rats and mice. *Methods and Findings in Experimental and Clinical Pharmacology*. 28(7):441.
- Pelozo, M. I. D. G., M. L. C. Cardoso, dan J. C. P. De Mello. 2008. Spectrophotometric determination of tannins and caffeine in preparations from paullinia cupana var. sorbilis. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 51(3):447–451.
- Pomerantsev, A. L. dan O. Y. Rodionova. 2014. Concept and role of extreme objects in pca/simca. *Journal of Chemometrics*. 28(5):429–438.
- Pranowo, H. D., I. Tahir, dan A. Widiatmoko. 2010. QUANTITATIVE relationship of electronic structure and inhibition activity of curcumin analogs on ethoxyresorufin o-dealkylation (erod) reaction. *Indonesian Journal of Chemistry*. 7(1):78–82.

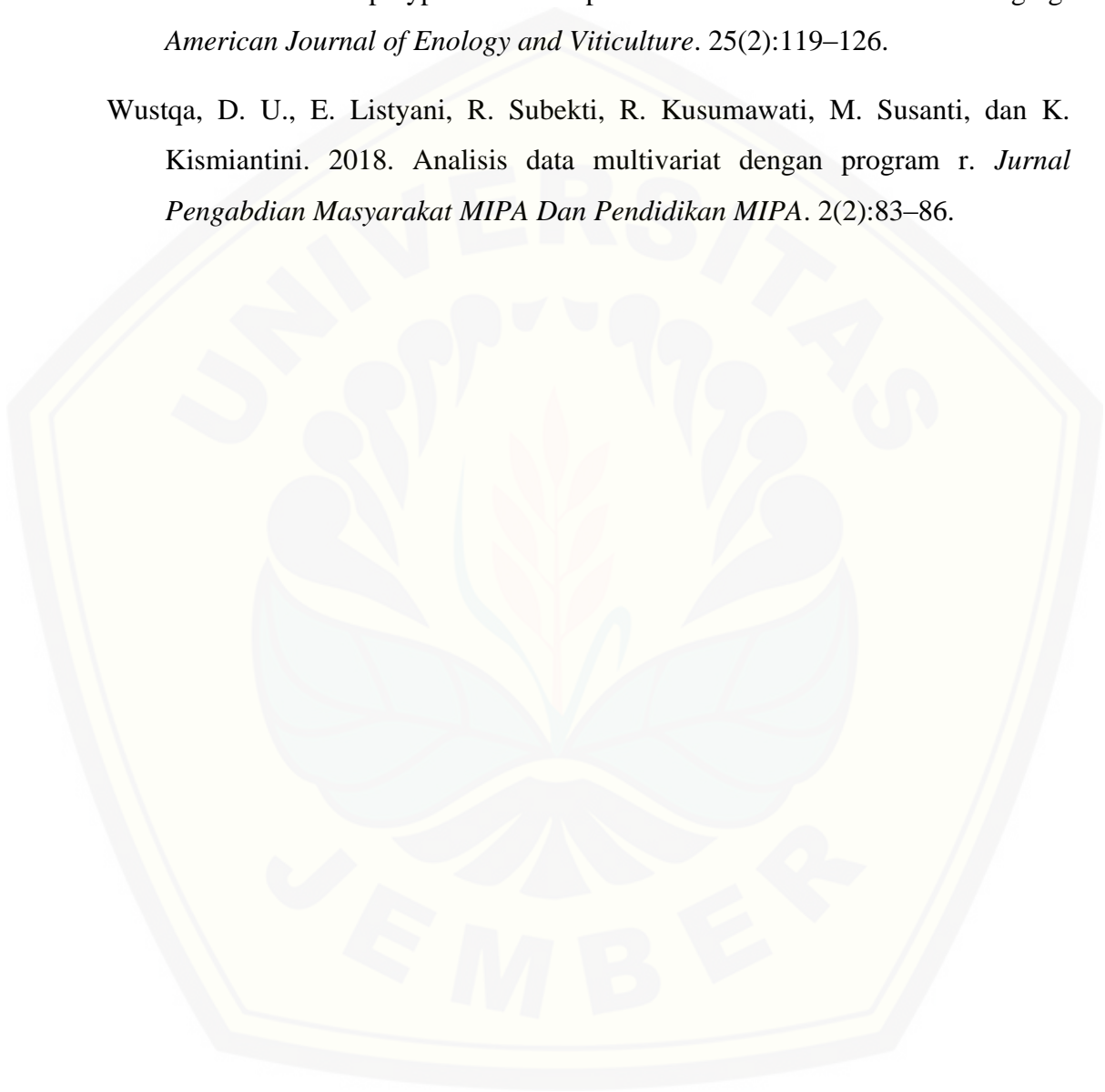
- Qian, H. dan V. Nihorimbere. 2004. Antioxidant power of phytochemicals from psidium guajava. *Journal of Zhejiang University. Science.* 5:676–683.
- Rahman, M. M., S. Zaman, F. Mamun, Z. T. Gias, M. N. Alam, A. Ulla, M. H. Hossain, H. M. Reza, dan M. A. Alam. 2018. Phenolic content analysis in psidium guajava leaves powder by hplc-dad system and in vivo renoprotective and antioxidant activities in fludrocortisone acetate-induced rats. *Journal of Food Biochemistry.* 42(6):e12687.
- Rawat, S. D. dan D. Kumar. 2020. *Paper 12: Organic Spectroscopy.* India
- Razak, F. A., R. Y. Othman, dan Z. H. A. Rahim. 2006. The effect of piper betle and psidium guajava extracts on the cell-surface hydrophobicity of selected early settlers of dental plaque. *Journal of Oral Science.* 48(2):71–75.
- Razali, N. S. M., B. Wenyin, R. D. Arjunan, H. Hashim, dan A. Abdullah. 2019. Total phenolic content and antioxidant activities of date fruit extracts. *Malaysian Applied Biology.* 48(2):103–108.
- Reis Giada, M. de L. 2013. Food phenolic compounds: main classes, sources and their antioxidant power. *Oxidative Stress and Chronic Degenerative Diseases - A Role for Antioxidants*
- Roy, C. dan A. K. Das. 2010. Comparative evaluation of different extracts of leaves of psidium guajava linn. for hepatoprotective activity. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences.* 23:15–20.
- Sada, J. T. dan R. H. R. Tanjung. 2010. Keragaman tumbuhan obat tradisional di kampung nansfori distrik supiori utara , kabupaten supiori – papua. *Jurnal Biologi Papua.* 2(2):39–46.
- Sanaeifar, A., S. S. Mohtasebi, M. Ghasemi-Varnamkhasti, H. Ahmadi, dan J. Lozano. 2014. Development and application of a new low cost electronic nose for the ripeness monitoring of banana using computational techniques (pca, lda, simca, and svm). *Czech Journal of Food Sciences.* 32(6):538–548.

- Sánchez-Rangel, J. C., J. Benavides, J. B. Heredia, L. Cisneros-Zevallos, dan D. A. Jacobo-Velázquez. 2013. The folin-ciocalteu assay revisited: improvement of its specificity for total phenolic content determination. *Analytical Methods*. 5(21):5990–5999.
- Saranraj, P., S. S. Behera, dan R. C. Ray. 2019. *Chapter 7 - Traditional Foods From Tropical Root and Tuber Crops: Innovations and Challenges. Innovations and Challenges*. Elsevier Inc. *Innovations in Traditional Foods*.
- Shaver, L. A., S. H. Leung, A. Puderbaugh, dan S. A. Angel. 2011. Two methods of determining total phenolic content of foods and juices in a general, organic, and biological (gob) chemistry lab. *Journal of Chemical Education*. 88(4):492–495.
- Singleton, V. L. dan J. A. Rossi. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*. 16(3):144–158.
- Siswanti, R. A. Y. N. 2019. Penentuan Model Klasifikasi Daun Sirsak (*Annona Muricata* L.) Varietas Lokal Di Bangkalan, Jember Dan Batu Menggunakan Spektroskopi NIR Dan Kemometrika. Universitas Jember.
- Soedarya, A. 2010. *Agribisnis Guava (Jambu Batu)*. Bandung: Pustaka Grafika.
- Thaipong, K., U. Boonprakob, L. Cisneros-Zevallos, dan D. H. Byrne. 2005. Hydrophilic and lipophilic antioxidant activities of guava fruits. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*. 36 Suppl 4(suppl 4):254–257.
- Trubus, E. 2014. *JAMBU KRISTAL*. PT. Trubus Swadaya.
- Ulloa, G. 2018. *Chapter 1 - Introduction to Biomechatronics/Biomedical Engineering*. Elsevier Inc. *Applied Biomechatronics Using Mathematical Models*.
- Widyaningrum, N., A. Fudholi, dan E. Prawita. 2015. The effect of altitude against

total phenolic and epigallocatechin gallate (egcg) content in green tea leaves. *Proceedings of the IConSSE FSM SWCU (2015)*,. 34–40.

Wildenradt, H. L. dan V. L. Singleton. 1974. The production of aldehydes as a result of oxidation of polyphenolic compounds and its relation to wine aging. *American Journal of Enology and Viticulture*. 25(2):119–126.

Wustqa, D. U., E. Listyani, R. Subekti, R. Kusumawati, M. Susanti, dan K. Kismiantini. 2018. Analisis data multivariat dengan program r. *Jurnal Pengabdian Masyarakat MIPA Dan Pendidikan MIPA*. 2(2):83–86.



LAMPIRAN

Lampiran A Sampel

Lampiran A.1 Bentuk Sampel

Lampiran A.2. Identitas Sampel *Training Set*

Kode	Nama Sampel	mdpl*
JR1	Jember 1	100 mdpl
JR2	Jember 2	128 mdpl
JR3	Jember 3	126 mdpl
MG1	Malang 1	676 mdpl
MG2	Malang 2	662 mdpl

MG3	Malang 3	668 mdpl
BT1	Batu 1	864 mdpl
BT2	Batu 2	880 mdpl
BT3	Batu 3	926 mdpl

***berdasarkan perangkat lunak Accurate Altimeter**

Lampiran A.3. Identitas Sampel *Test Set*

Kode	Nama Sampel	mdpl*
JR4	Jember 4	110 mdpl
MG4	Malang 4	660 mdpl
BT4	Batu 4	906 mdpl

***berdasarkan perangkat lunak Accurate Altimeter**

Lampiran A.4. Surat Determinasi

 <p>LIPI</p>	<p>LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA (INDONESIAN INSTITUTE OF SCIENCES) BALAI KONSERVASI TUMBUHAN KEBUN RAYA PURWODADI Jl. Raya Surabaya - Malang Km. 65 Purwodadi - Pasuruan 67163 Telp. (+62 343) 615033, Faks. (+62 341) 426046 website : http://www.krpurwodadi.lipi.go.id</p>	 
--	---	---

SURAT KETERANGAN IDENTIFIKASI TUMBUHAN

No: ~~0009~~ /IPH.06/HM/I/2020

Kepala Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi LIPI dengan ini menerangkan bahwa material tumbuhan yang dibawa oleh:

Nama	: Ida Ayu Yunita Widya Antari
NIM	: 162210101095
Instansi	: Fakultas Farmasi Universitas Jember
Tanggal material diterima	: 2 Januari 2020

Telah diidentifikasi/determinasi berdasarkan koleksi herbarium dan koleksi kebun serta referensi ilmiah, dengan hasil sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Division	: Magnoliophyta
Class	: Magnoliopsida
Subclass	: Rosidae
Ordo	: Myrtales
Family	: Myrtaceae
Genus	: Psidium
Species	: <i>Psidium guajava</i> L.

Referensi:

1. Backer CA & Bakhuizen van den Brink RC. 1963. Flora of Java Vol.I. NVP Noordhoff, Groningen, The Netherlands. Hal. 335
2. Cronquist A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press, New York, USA. Hal. XV
3. E.W.M.Verheij dan R.E. Coronel. 1992. (esd) PROSEA (Plants Resources of South-East Asia) No 2; Edible fruits and nuts. Hal.267

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Purwodadi, 10 Januari 2020
 An. Kepala
 Kepala Seksi Eksplorasi dan Koleksi Tumbuhan

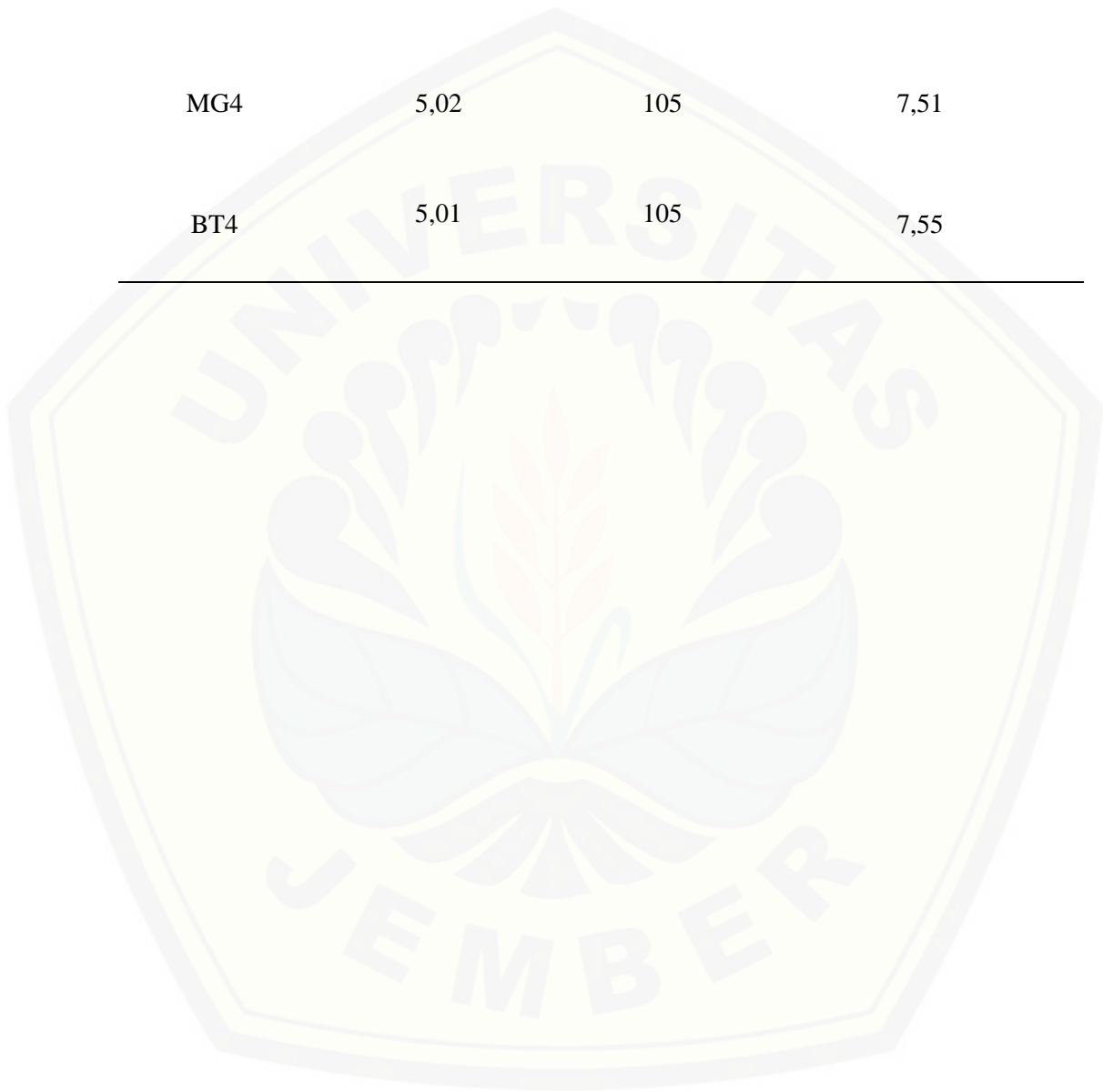

Rony Irawanto, S.Si.,M.T.

Lampiran B Kelembaban Sampel**Lampiran B.1 Sampel Training Set**

Kode Sampel	Massa Serbuk (g)	Suhu (°C)	Kadar Kelembaban (%)
JR1	5,02	105	7,9
JR2	5,01	105	7,55
JR3	5,02	105	7,95
MG1	5,03	105	7,15
MG2	5,02	105	7,15
MG3	5,01	105	7,2
BT1	5,01	105	7,7
BT2	5,00	105	7,1
BT3	5,01	105	7,5

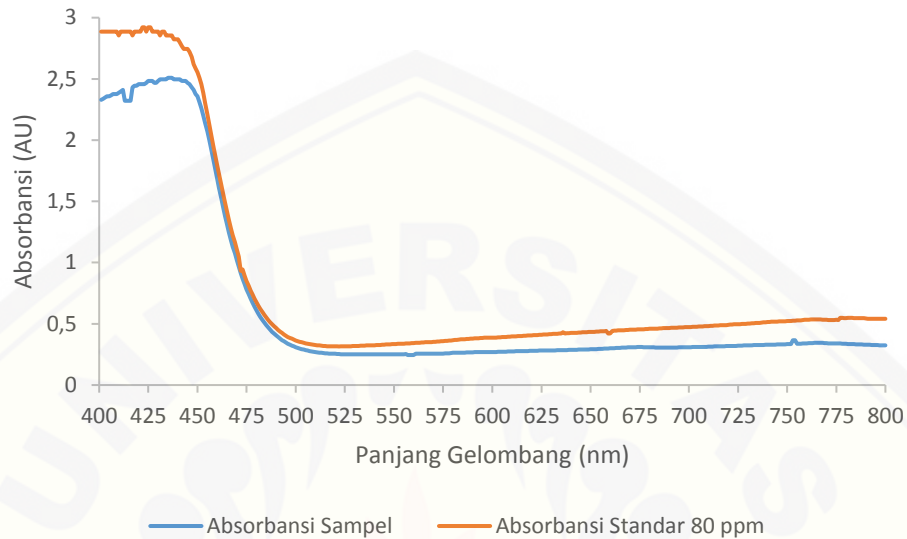
Lampiran B.2. Sampel Test Set

Kode Sampel	Massa Serbuk (g)	Suhu (°C)	Kadar Kelembaban (%)
JR4	5,02	105	7,95
MG4	5,02	105	7,51
BT4	5,01	105	7,55



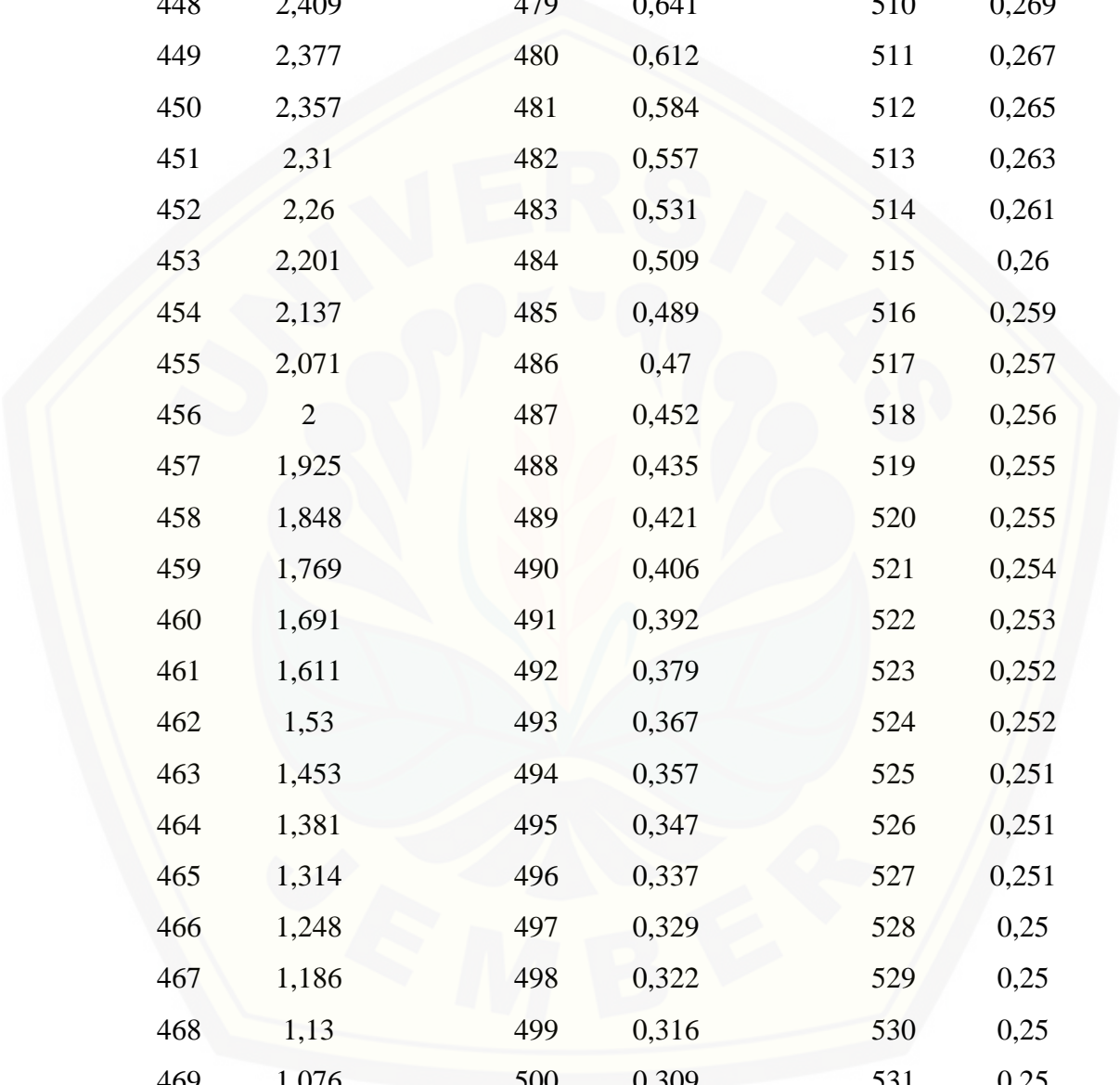
Lampiran C. Penetapan Panjang Gelombang Maksimum

Lampiran C.1 Grafik Panjang Gelombang dan Absorbansi Standar

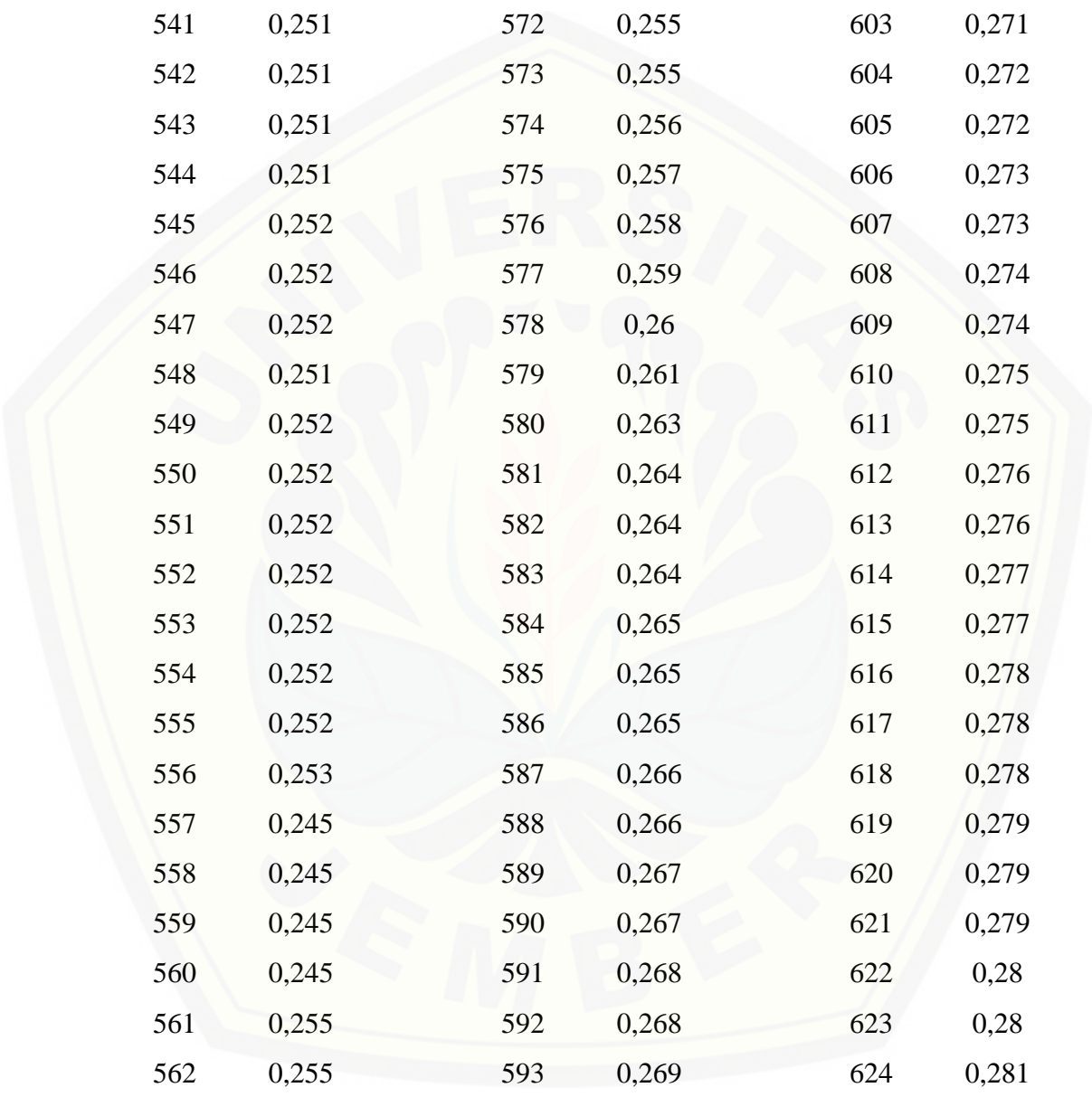


Lampiran C.2 Data Panjang Gelombang dan Sampel (MG2)

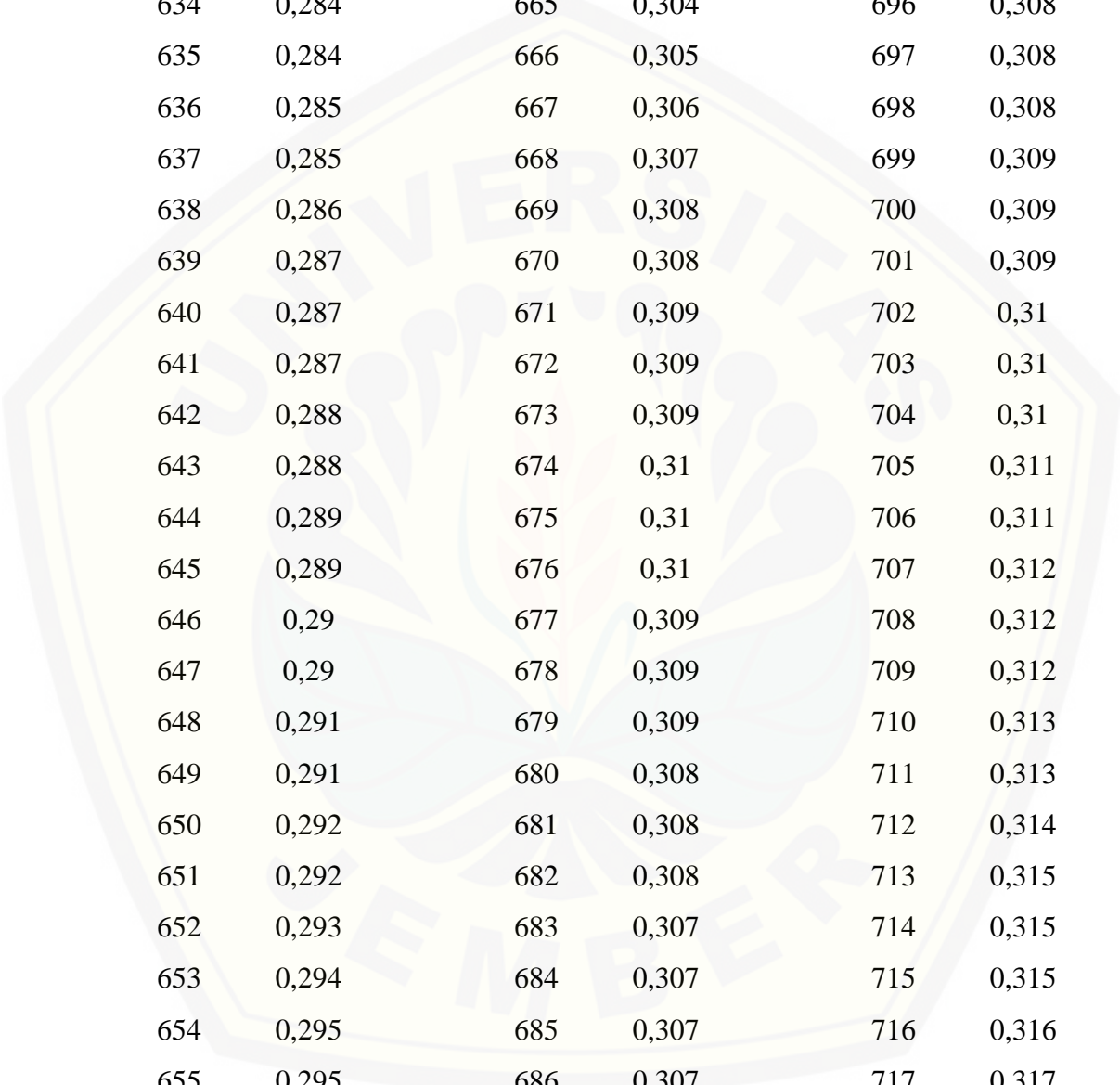
λ	Abs	414	2	429	2,468
400	2,328	415	2	430	2,482
401	2,337	416	2	431	2,495
402	2,347	417	2,432	432	2,495
403	2,357	418	2,444	433	2,495
404	2,357	419	2,444	434	2,495
405	2,366	420	2,456	435	2,509
406	2,377	421	2,456	436	2,509
407	2,377	422	2,456	437	2,509
408	2,377	423	2,456	438	2,495
409	2,387	424	2,468	439	2,495
410	2,398	425	2,482	440	2,495
411	2,409	426	2,482	441	2,495
412	2	427	2,482	442	2,482
413	2,328	428	2,468	443	2,482



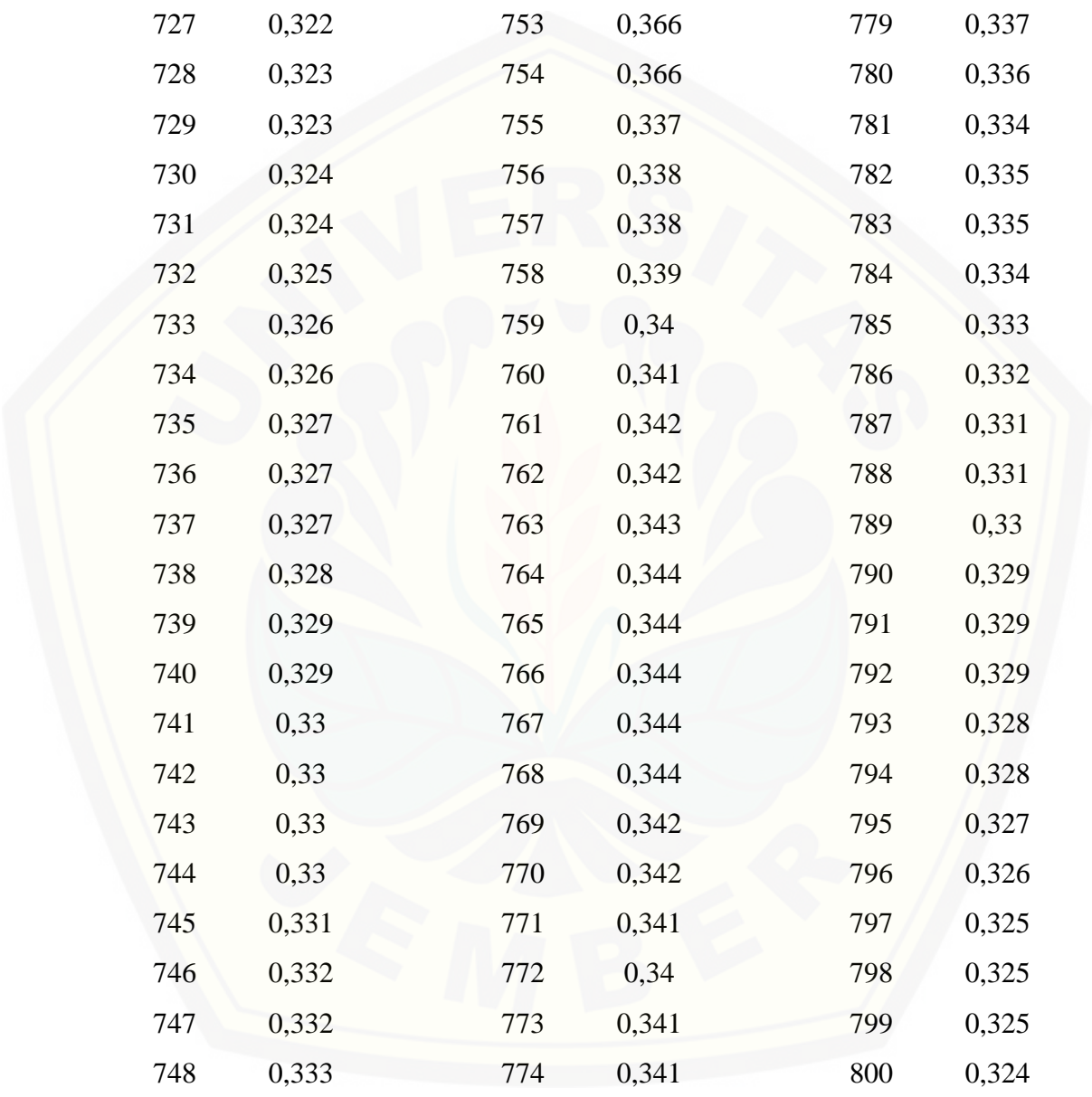
444	2,482	475	0,782	506	0,281
445	2,468	476	0,742	507	0,278
446	2,456	477	0,706	508	0,275
447	2,432	478	0,672	509	0,272
448	2,409	479	0,641	510	0,269
449	2,377	480	0,612	511	0,267
450	2,357	481	0,584	512	0,265
451	2,31	482	0,557	513	0,263
452	2,26	483	0,531	514	0,261
453	2,201	484	0,509	515	0,26
454	2,137	485	0,489	516	0,259
455	2,071	486	0,47	517	0,257
456	2	487	0,452	518	0,256
457	1,925	488	0,435	519	0,255
458	1,848	489	0,421	520	0,255
459	1,769	490	0,406	521	0,254
460	1,691	491	0,392	522	0,253
461	1,611	492	0,379	523	0,252
462	1,53	493	0,367	524	0,252
463	1,453	494	0,357	525	0,251
464	1,381	495	0,347	526	0,251
465	1,314	496	0,337	527	0,251
466	1,248	497	0,329	528	0,25
467	1,186	498	0,322	529	0,25
468	1,13	499	0,316	530	0,25
469	1,076	500	0,309	531	0,25
470	1,02	501	0,303	532	0,25
471	0,966	502	0,298	533	0,25
472	0,915	503	0,293	534	0,251
473	0,869	504	0,289	535	0,251
474	0,825	505	0,285	536	0,251



537	0,251	568	0,255	599	0,27
538	0,251	569	0,255	600	0,27
539	0,251	570	0,255	601	0,27
540	0,251	571	0,255	602	0,27
541	0,251	572	0,255	603	0,271
542	0,251	573	0,255	604	0,272
543	0,251	574	0,256	605	0,272
544	0,251	575	0,257	606	0,273
545	0,252	576	0,258	607	0,273
546	0,252	577	0,259	608	0,274
547	0,252	578	0,26	609	0,274
548	0,251	579	0,261	610	0,275
549	0,252	580	0,263	611	0,275
550	0,252	581	0,264	612	0,276
551	0,252	582	0,264	613	0,276
552	0,252	583	0,264	614	0,277
553	0,252	584	0,265	615	0,277
554	0,252	585	0,265	616	0,278
555	0,252	586	0,265	617	0,278
556	0,253	587	0,266	618	0,278
557	0,245	588	0,266	619	0,279
558	0,245	589	0,267	620	0,279
559	0,245	590	0,267	621	0,279
560	0,245	591	0,268	622	0,28
561	0,255	592	0,268	623	0,28
562	0,255	593	0,269	624	0,281
563	0,255	594	0,269	625	0,281
564	0,255	595	0,27	626	0,281
565	0,255	596	0,27	627	0,282
566	0,255	597	0,27	628	0,282
567	0,255	598	0,27	629	0,282



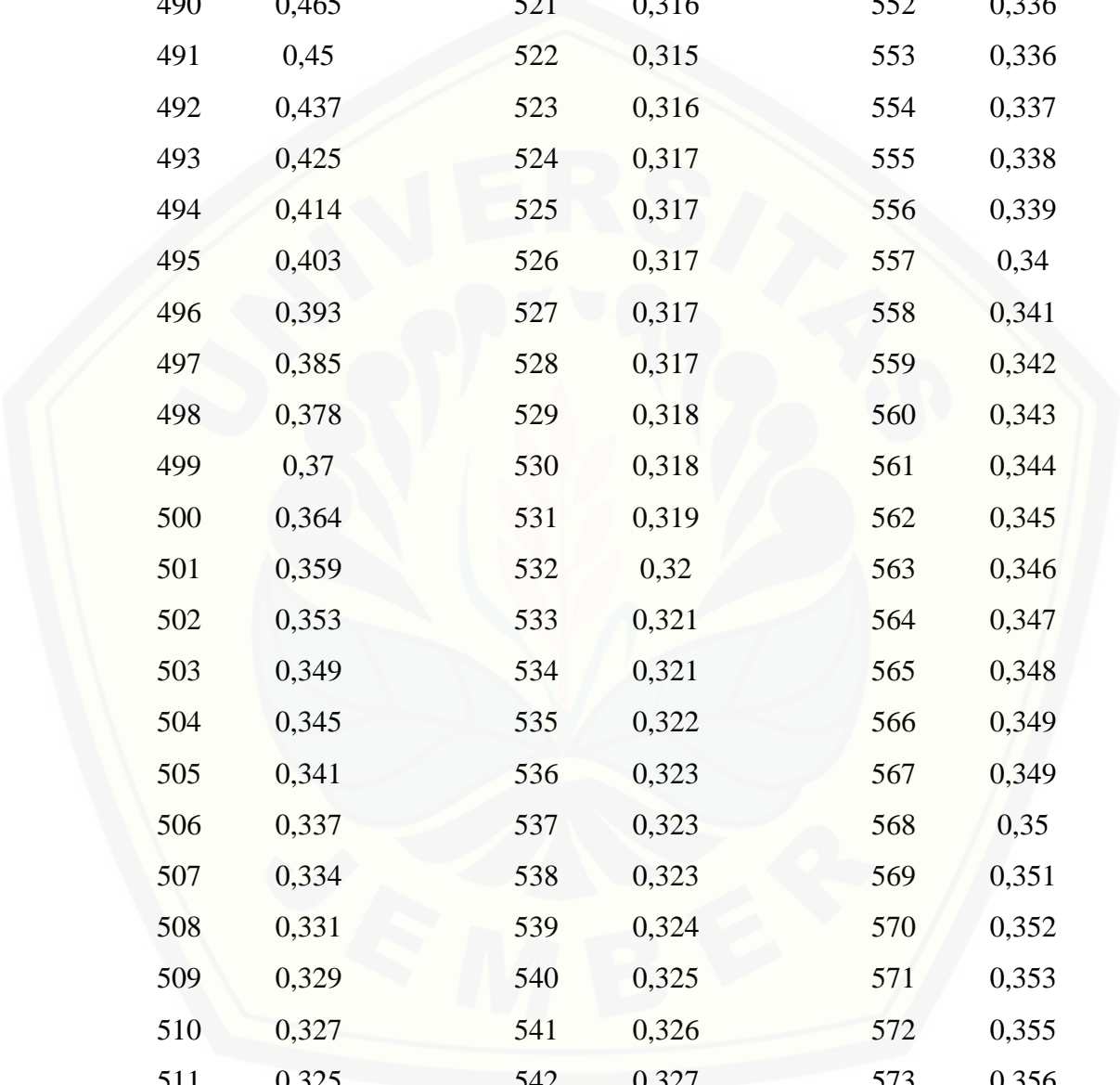
630	0,283	661	0,3	692	0,307
631	0,283	662	0,301	693	0,307
632	0,283	663	0,302	694	0,307
633	0,284	664	0,303	695	0,308
634	0,284	665	0,304	696	0,308
635	0,284	666	0,305	697	0,308
636	0,285	667	0,306	698	0,308
637	0,285	668	0,307	699	0,309
638	0,286	669	0,308	700	0,309
639	0,287	670	0,308	701	0,309
640	0,287	671	0,309	702	0,31
641	0,287	672	0,309	703	0,31
642	0,288	673	0,309	704	0,31
643	0,288	674	0,31	705	0,311
644	0,289	675	0,31	706	0,311
645	0,289	676	0,31	707	0,312
646	0,29	677	0,309	708	0,312
647	0,29	678	0,309	709	0,312
648	0,291	679	0,309	710	0,313
649	0,291	680	0,308	711	0,313
650	0,292	681	0,308	712	0,314
651	0,292	682	0,308	713	0,315
652	0,293	683	0,307	714	0,315
653	0,294	684	0,307	715	0,315
654	0,295	685	0,307	716	0,316
655	0,295	686	0,307	717	0,317
656	0,296	687	0,307	718	0,317
657	0,297	688	0,307	719	0,318
658	0,298	689	0,307	720	0,318
659	0,299	690	0,307	721	0,319
660	0,3	691	0,307	722	0,319



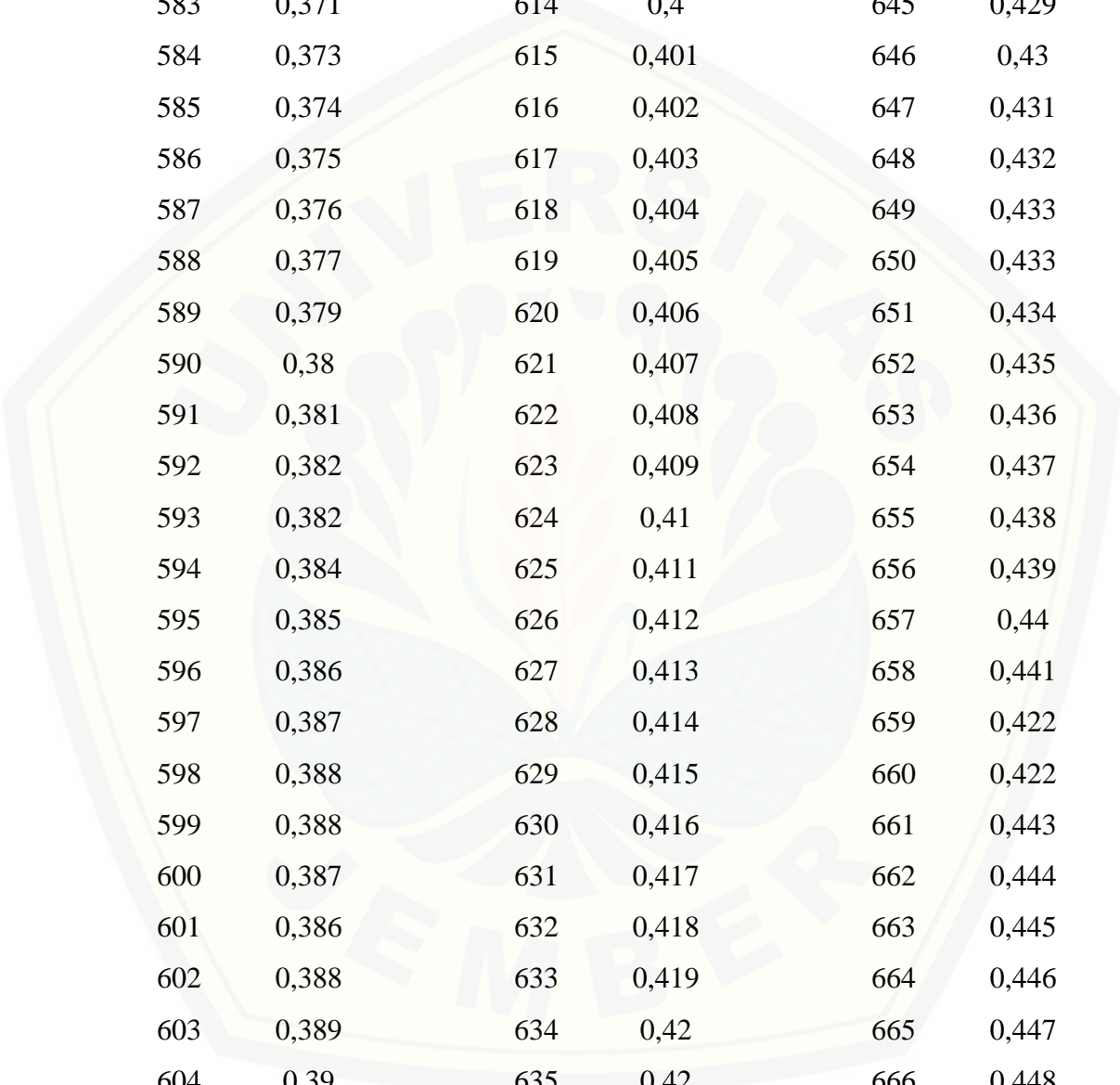
723	0,32	749	0,333	775	0,34
724	0,32	750	0,334	776	0,339
725	0,321	751	0,334	777	0,339
726	0,321	752	0,335	778	0,338
727	0,322	753	0,366	779	0,337
728	0,323	754	0,366	780	0,336
729	0,323	755	0,337	781	0,334
730	0,324	756	0,338	782	0,335
731	0,324	757	0,338	783	0,335
732	0,325	758	0,339	784	0,334
733	0,326	759	0,34	785	0,333
734	0,326	760	0,341	786	0,332
735	0,327	761	0,342	787	0,331
736	0,327	762	0,342	788	0,331
737	0,327	763	0,343	789	0,33
738	0,328	764	0,344	790	0,329
739	0,329	765	0,344	791	0,329
740	0,329	766	0,344	792	0,329
741	0,33	767	0,344	793	0,328
742	0,33	768	0,344	794	0,328
743	0,33	769	0,342	795	0,327
744	0,33	770	0,342	796	0,326
745	0,331	771	0,341	797	0,325
746	0,332	772	0,34	798	0,325
747	0,332	773	0,341	799	0,325
748	0,333	774	0,341	800	0,324

Lampiran C.3 Data Panjang Gelombang dan Standar Asam Galat(80 ppm)

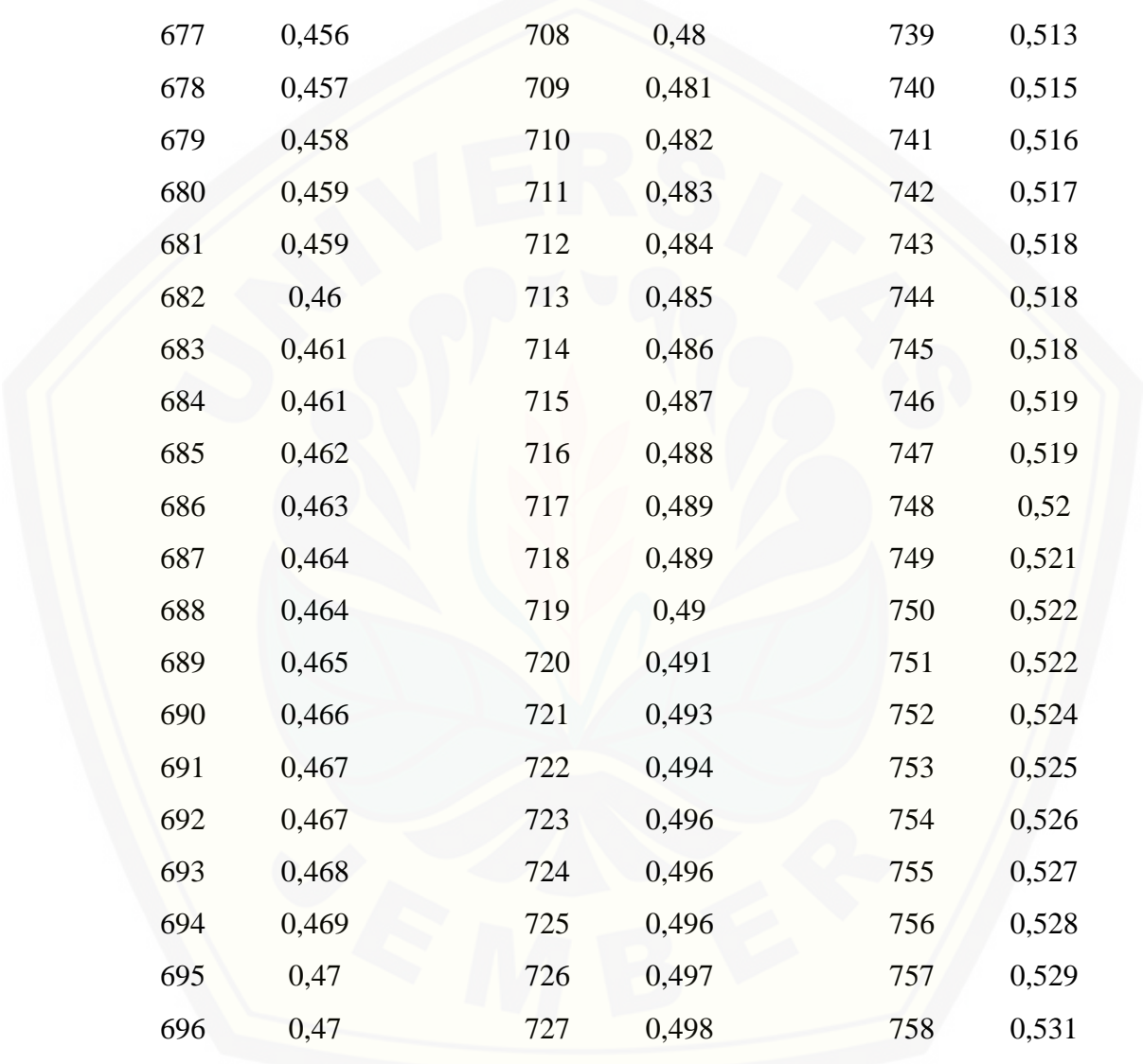
λ	Abs				
		428	2,886	457	2,041
400	2,886	429	2,886	458	1,958
401	2,886	430	2,886	459	1,879
402	2,886	431	2,854	460	1,802
403	2,886	432	2,886	461	1,724
404	2,886	433	2,886	462	1,64
405	2,886	434	2,854	463	1,562
406	2,886	435	2,854	464	1,49
407	2,886	436	2,854	465	1,419
408	2,886	437	2,854	466	1,35
409	2,854	438	2,824	467	1,284
410	2,886	439	2,824	468	1,224
411	2,886	440	2,824	469	1,166
412	2,886	441	2,797	470	1,106
413	2,886	442	2,769	471	1,048
414	2,886	443	2,745	472	0,933
415	2,886	444	2,745	473	0,943
416	2,854	445	2,745	474	0,895
417	2,886	446	2,721	475	0,85
418	2,886	447	2,678	476	0,809
419	2,886	448	2,62	477	0,772
420	2,886	449	2,585	478	0,739
421	2,921	450	2,553	479	0,707
422	2,921	451	2,509	480	0,676
423	2,886	452	2,456	481	0,648
424	2,921	453	2,387	482	0,621
425	2,921	454	2,301	483	0,595
426	2,886	455	2,208	484	0,572
427	2,886	456	2,125	485	0,551



486	0,531	517	0,317	548	0,333
487	0,513	518	0,316	549	0,334
488	0,496	519	0,316	550	0,335
489	0,481	520	0,316	551	0,335
490	0,465	521	0,316	552	0,336
491	0,45	522	0,315	553	0,336
492	0,437	523	0,316	554	0,337
493	0,425	524	0,317	555	0,338
494	0,414	525	0,317	556	0,339
495	0,403	526	0,317	557	0,34
496	0,393	527	0,317	558	0,341
497	0,385	528	0,317	559	0,342
498	0,378	529	0,318	560	0,343
499	0,37	530	0,318	561	0,344
500	0,364	531	0,319	562	0,345
501	0,359	532	0,32	563	0,346
502	0,353	533	0,321	564	0,347
503	0,349	534	0,321	565	0,348
504	0,345	535	0,322	566	0,349
505	0,341	536	0,323	567	0,349
506	0,337	537	0,323	568	0,35
507	0,334	538	0,323	569	0,351
508	0,331	539	0,324	570	0,352
509	0,329	540	0,325	571	0,353
510	0,327	541	0,326	572	0,355
511	0,325	542	0,327	573	0,356
512	0,323	543	0,328	574	0,358
513	0,321	544	0,329	575	0,359
514	0,32	545	0,33	576	0,36
515	0,319	546	0,331	577	0,361
516	0,317	547	0,332	578	0,362



579	0,364	610	0,396	641	0,426
580	0,366	611	0,397	642	0,427
581	0,368	612	0,398	643	0,427
582	0,369	613	0,399	644	0,428
583	0,371	614	0,4	645	0,429
584	0,373	615	0,401	646	0,43
585	0,374	616	0,402	647	0,431
586	0,375	617	0,403	648	0,432
587	0,376	618	0,404	649	0,433
588	0,377	619	0,405	650	0,433
589	0,379	620	0,406	651	0,434
590	0,38	621	0,407	652	0,435
591	0,381	622	0,408	653	0,436
592	0,382	623	0,409	654	0,437
593	0,382	624	0,41	655	0,438
594	0,384	625	0,411	656	0,439
595	0,385	626	0,412	657	0,44
596	0,386	627	0,413	658	0,441
597	0,387	628	0,414	659	0,422
598	0,388	629	0,415	660	0,422
599	0,388	630	0,416	661	0,443
600	0,387	631	0,417	662	0,444
601	0,386	632	0,418	663	0,445
602	0,388	633	0,419	664	0,446
603	0,389	634	0,42	665	0,447
604	0,39	635	0,42	666	0,448
605	0,391	636	0,431	667	0,448
606	0,392	637	0,422	668	0,449
607	0,393	638	0,423	669	0,45
608	0,394	639	0,424	670	0,451
609	0,395	640	0,425	671	0,451



672	0,452	703	0,476	734	0,506
673	0,453	704	0,477	735	0,507
674	0,454	705	0,478	736	0,508
675	0,455	706	0,479	737	0,51
676	0,456	707	0,479	738	0,511
677	0,456	708	0,48	739	0,513
678	0,457	709	0,481	740	0,515
679	0,458	710	0,482	741	0,516
680	0,459	711	0,483	742	0,517
681	0,459	712	0,484	743	0,518
682	0,46	713	0,485	744	0,518
683	0,461	714	0,486	745	0,518
684	0,461	715	0,487	746	0,519
685	0,462	716	0,488	747	0,519
686	0,463	717	0,489	748	0,52
687	0,464	718	0,489	749	0,521
688	0,464	719	0,49	750	0,522
689	0,465	720	0,491	751	0,522
690	0,466	721	0,493	752	0,524
691	0,467	722	0,494	753	0,525
692	0,467	723	0,496	754	0,526
693	0,468	724	0,496	755	0,527
694	0,469	725	0,496	756	0,528
695	0,47	726	0,497	757	0,529
696	0,47	727	0,498	758	0,531
697	0,471	728	0,499	759	0,532
698	0,472	729	0,5	760	0,532
699	0,473	730	0,501	761	0,533
700	0,474	731	0,503	762	0,535
701	0,474	732	0,504	763	0,536
702	0,475	733	0,505	764	0,537

765	0,536	777	0,549	789	0,546
766	0,536	778	0,548	790	0,544
767	0,535	779	0,546	791	0,542
768	0,534	780	0,547	792	0,542
769	0,532	781	0,549	793	0,541
770	0,532	782	0,548	794	0,541
771	0,531	783	0,548	795	0,541
772	0,53	784	0,547	796	0,541
773	0,531	785	0,546	797	0,542
774	0,531	786	0,545	798	0,542
775	0,532	787	0,545	799	0,541
776	0,53	788	0,545	800	0,541

Lampiran D. Penetapan Waktu inkubasi**Lampiran D.1 Waktu inkubasi Standar Asam Galat**

Waktu inkubasi Standar Asam Galat	
Absorbansi	Waktu
0,200	0
0,208	5
0,214	10
0,217	15
0,220	20
0,227	25
0,237	30
0,242	35
0,250	40
0,255	45
0,262	50
0,268	55
0,275	60
0,278	65
0,284	70
0,286	75
0,293	80
0,297	85
0,302	90
0,305	95
0,308	100

Lampiran D.2 Waktu inkubasi Sampel dari Dataran Tinggi (Batu)

Waktu inkubasi Sampel dari Dataran Tinggi	
Absorbansi	Waktu
0,449	0
0,462	5
0,473	10

0,485	15
0,504	20
0,512	25
0,519	30
0,525	35
0,531	40
0,536	45
0,541	50
0,544	55
0,549	60
0,553	65
0,554	70
0,554	75
0,560	80
0,563	85
0,565	90
0,565	95
0,566	100

Lampiran D.3 Waktu inkubasi Sampel dari Dataran Sedang (Malang)

Waktu inkubasi Sampel dari Dataran Sedang

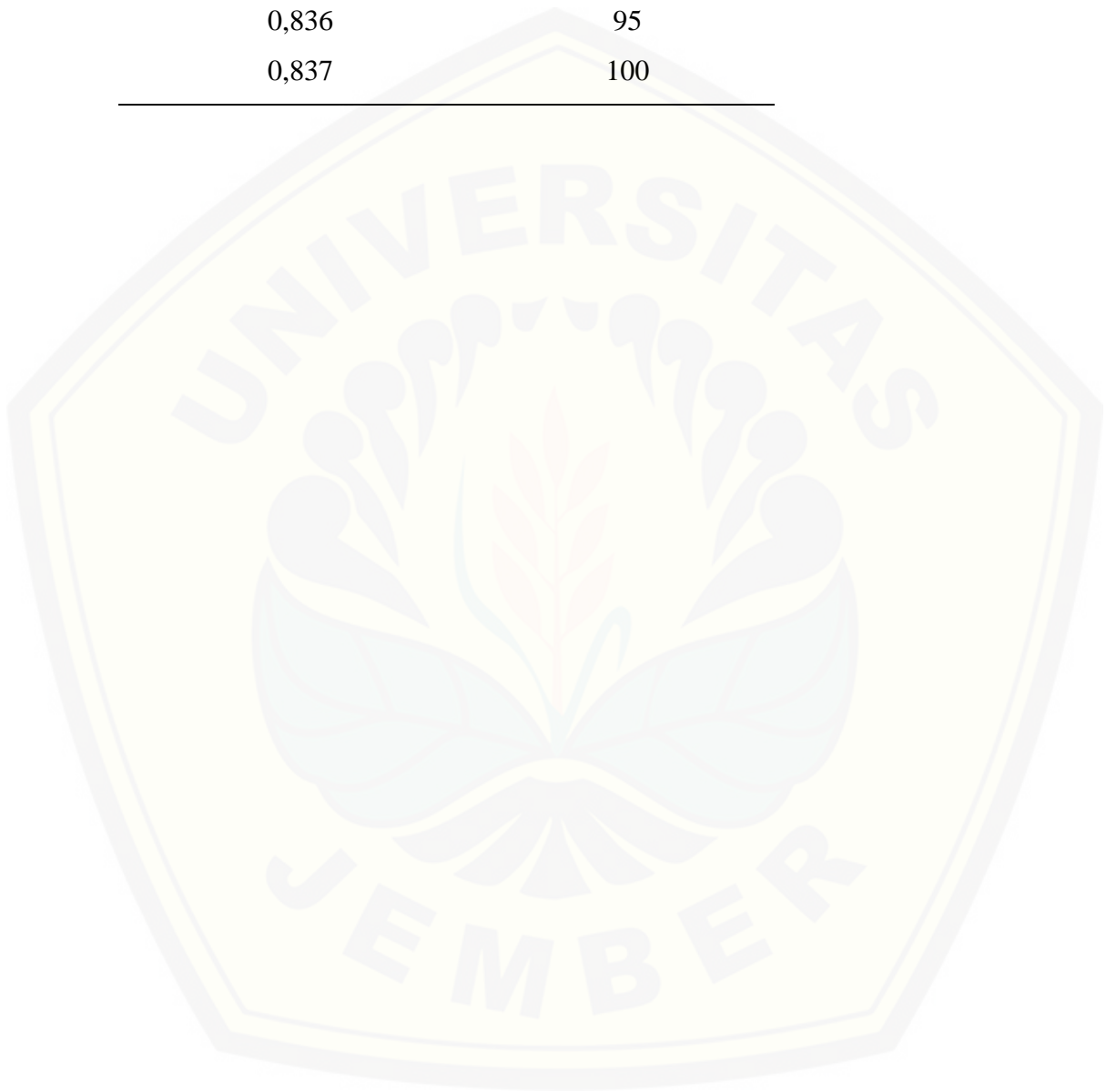
Absorbansi	Waktu
0,314	0
0,329	5
0,335	10
0,342	15
0,348	20
0,353	25
0,358	30
0,361	35
0,366	40

0,369	45
0373	50
0,376	55
0,378	60
0,381	65
0,383	70
0,390	75
0,391	80
0,394	85
0,396	90
0,396	95
0,398	100

Lampiran D.4 Waktu inkubasi Sampel dari Dataran Rendah (Jember)

Waktu inkubasi Sampel dari Dataran Rendah	
Absorbansi	Waktu
0,612	0
0,655	5
0,678	10
0,698	15
0,73	20
0,743	25
0,756	30
0,764	35
0,773	40
0,781	45
0,789	50
0,795	55
0,802	60
0,806	65
0,809	70

0,815	75
0,818	80
0,830	85
0,835	90
0,836	95
0,837	100



Lampiran E. Kurva Baku Asam Galat

Lampiran E.1 Pembuatan Larutan Induk

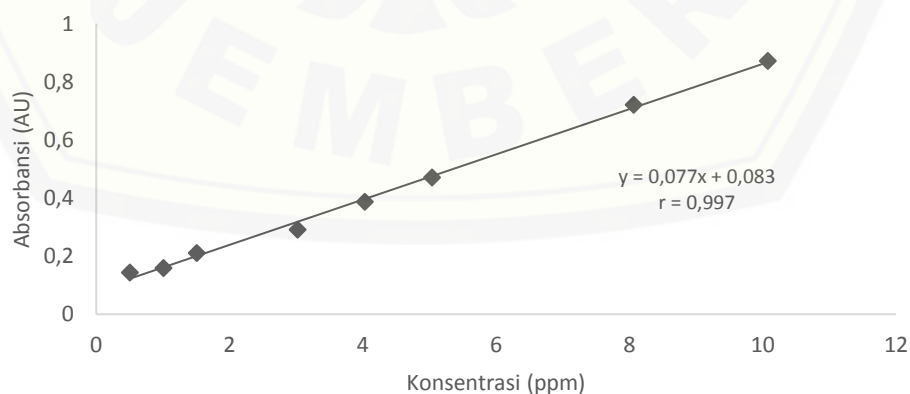
$$12,6 \text{ mg}/25 \text{ ml} \times 1000 = 504 \text{ ppm}$$

Lampiran E.2 Pengenceran Larutan Induk

- | | |
|--|--|
| a. $0,1 \text{ ml}/10 \text{ ml} \times 504 = 5,04 \text{ ppm}$ | e. $0,8 \text{ ml}/10 \text{ ml} \times 504 = 40,32 \text{ ppm}$ |
| b. $0,2 \text{ ml}/10 \text{ ml} \times 504 = 10,08 \text{ ppm}$ | f. $1 \text{ ml}/10 \text{ ml} \times 504 = 50,4 \text{ ppm}$ |
| c. $0,3 \text{ ml}/10 \text{ ml} \times 504 = 15,12 \text{ ppm}$ | g. $1,6 \text{ ml}/10 \text{ ml} \times 504 = 80,64 \text{ ppm}$ |
| d. $0,6 \text{ ml}/10 \text{ ml} \times 504 = 30,24 \text{ ppm}$ | h. $2 \text{ ml}/10 \text{ ml} \times 504 = 100,8 \text{ ppm}$ |

Lampiran E.3 Kurva Baku Asam Galat dan Persamaan Regresi

Konsentrasi	Faktor Pengenceran	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
5,04 ppm	10	0,504	0,143
10,08 ppm	10	1,008	0,159
15,12 ppm	10	1,512	0,21
30,24 ppm	10	3,024	0,291
40,32 ppm	10	4,032	0,387
50,4 ppm	10	5,04	0,471
80,64 ppm	10	8,064	0,721
100,8 ppm	10	10,08	0,872



Lampiran F. Perhitungan Penentuan Kadar Fenolik Total Sampel Serbuk Daun Jambu Kristal Menggunakan Metode Kolorimetri Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

Lampiran F.1 Contoh Perhitungan

Persamaan Regresi : $y = 0.077x + 0.083$

Sampel MG1 Replikasi 2 :

Penimbangan 25,1 mg

$$0,363 = 0,077x + 0,083$$

$$x = 3,636363 \text{ ppm}$$

$$x = 3,636363 \text{ } \mu\text{g/ml}$$

Dalam 10 ml : $3,636363 \text{ } \mu\text{g/ml} \times 10 \text{ ml} = 36,36363 \text{ } \mu\text{g}$

Dalam 1 ml : $36,36363 \text{ } \mu\text{g}/0,1 \text{ ml} \times 1 \text{ ml} = 363,6363 \mu\text{g} = 0,3636363 \text{ mg}$

Kandungan fenolik total = $0,363 \text{ mg}/25,1 \text{ mg}$

= $1,49 \text{ m GAE/g serbuk}$

Lampiran F.2 Hasil Penentuan Kandungan Fenolik Total Sampel *Training Set*

Kode Sampel	Massa Serbuk (mg)	Abs	mg GAE/g serbuk	Rata-rata mg GAE/g serbuk	SD	RSD (%)
JR1	25,2	0,359	1,42	1,42	0,01	0,7
	25,2	0,360	1,41			
	25,2	0,362	1,43			
JR2	25,0	0,355	1,41	1,4	0,01	0,71
	25,1	0,354	1,40			
	25,1	0,355	1,39			
JR3	25,2	0,422	1,75	1,75	0,0058	0,33
	25,3	0,424	1,75			
	25,3	0,426	1,76			
MG1	25,3	0,367	1,47	1,45	0,021	1,49
	25,1	0,363	1,43			
	25,2	0,361	1,44			
MG2	25,1	0,565	2,48	2,48	0,015	0,605
	25,2	0,561	2,46			

	25,2	0,564	2,49			
	25,0	0,477	2,05			
MG3	25,0	0,476	2,04	2,04	0,015	0,73
	25,2	0,474	2,02			
	25,3	0,618	2,75			
BT1	25,2	0,620	2,8	2,8	0,029	1,045
	25,2	0,617	2,75			
	25,3	0,751	3,43			
BT2	25,2	0,751	3,44	3,44	0,01	0,29
	25,2	0,753	3,45			
	25,0	0,824	3,85			
BT3	25,1	0,820	3,81	3,82	0,026	0,68
	25,2	0,822	3,80			

Lampiran F.3 Hasil Penentuan Kandungan Fenolik Total Sampel *Test Set*

Kode Sampel	Massa Serbuk (mg)	Abs	mg GAE/g serbuk	Rata-rata mg GAE/g serbuk	SD	RSD (%)
	25,1	0,360	1,43			
JR4	25,0	0,367	1,48	1,45	0,026	1,8
	25,2	0,363	1,44			
	25,1	0,398	1,63			
MG4	25,1	0,400	1,64	1,63	0,01	0,613
	25,0	0,395	1,62			
	25,1	0,835	3,9			
BT4	25,3	0,830	3,83	3,9	0,035	0,9
	25,3	0,837	3,87			

Lampiran F.4 Rata-Rata Kandungan Fenolik Total Sampel Serbuk Daun Jambu Kristal

Rata-rata kandungan fenolik total serbuk daun jambu kristal Batu (Dataran Tinggi)

$$= \text{Jumlah kandungan fenolik total} / \text{jumlah sampel}$$

$$= 2,8 + 3,44 + 3,82 + 3,9 / 4$$

$$= 3,49 \text{ mg GAE/g serbuk}$$

Rata-rata kandungan fenolik total serbuk daun jambu kristal Malang
(Dataran Sedang)

= Jumlah kandungan fenolik total/jumlah sampel

= $1,45 + 2,48 + 2,04 + 1,63 / 4$

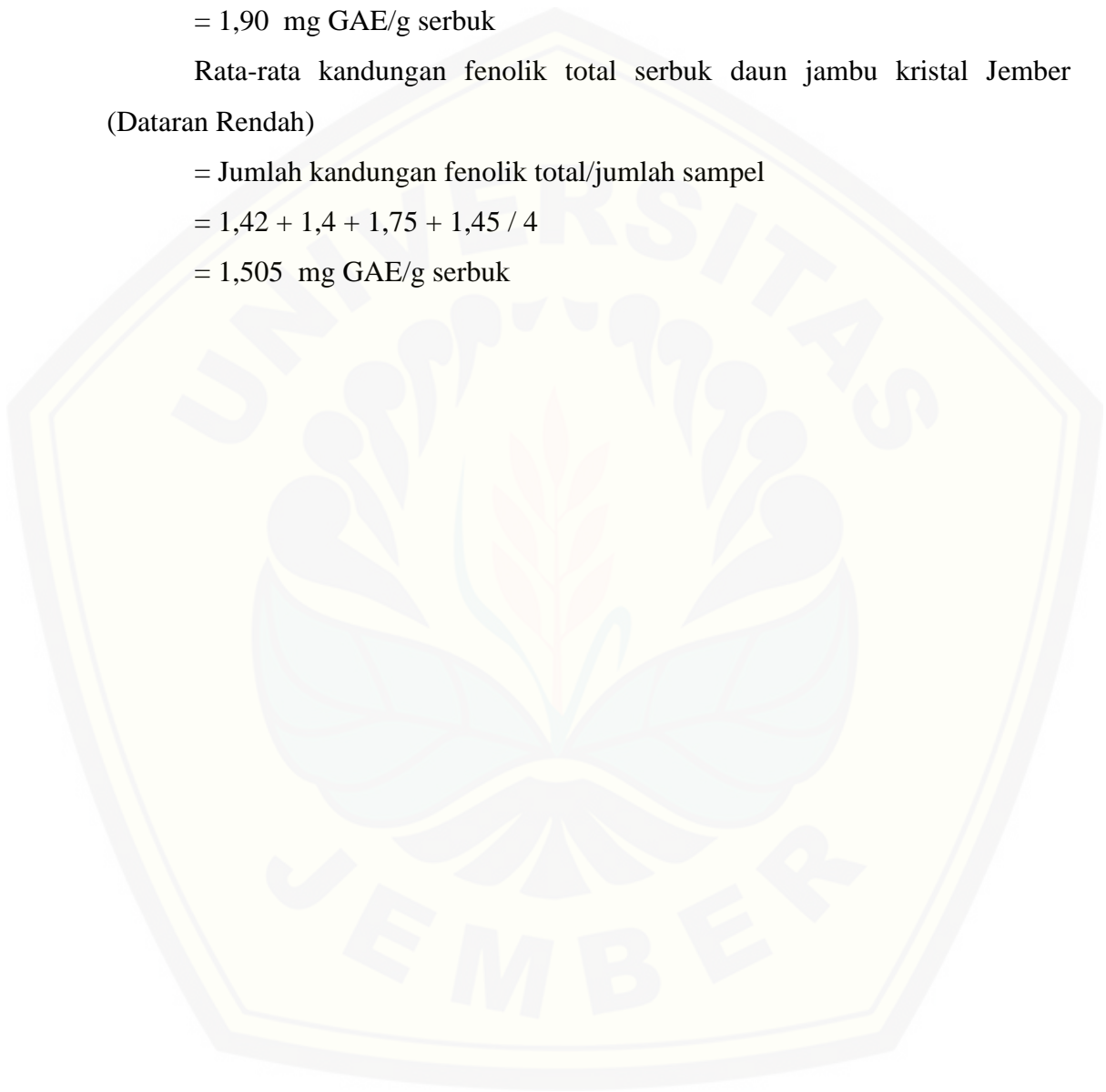
= 1,90 mg GAE/g serbuk

Rata-rata kandungan fenolik total serbuk daun jambu kristal Jember
(Dataran Rendah)

= Jumlah kandungan fenolik total/jumlah sampel

= $1,42 + 1,4 + 1,75 + 1,45 / 4$

= 1,505 mg GAE/g serbuk

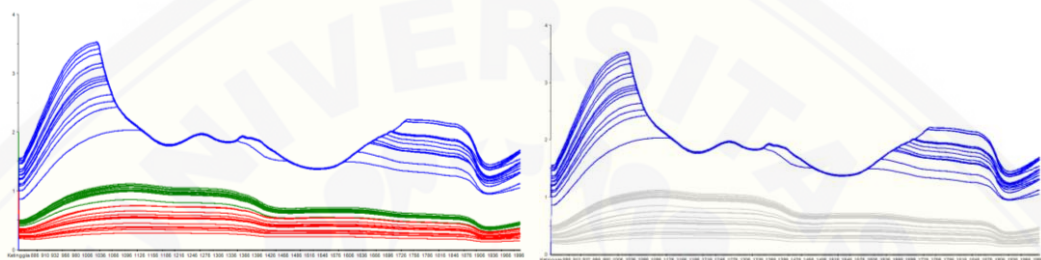


Lampiran G. Hasil Penentuan Klasifikasi dan Validasi dengan Kemometrik dan Perhitungan Kemampuan Pengenalan

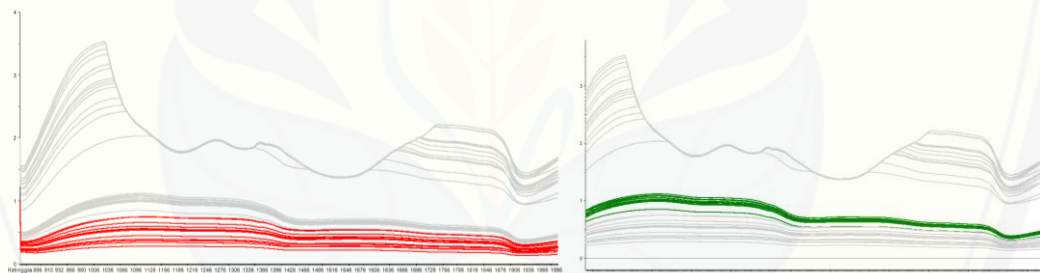
$$= \frac{\sum \text{sampel yang diprediksi benar}}{\sum \text{total sampel yang digunakan}} \times 100 \%$$

Kemampuan Pengenalan = % Pengenalan

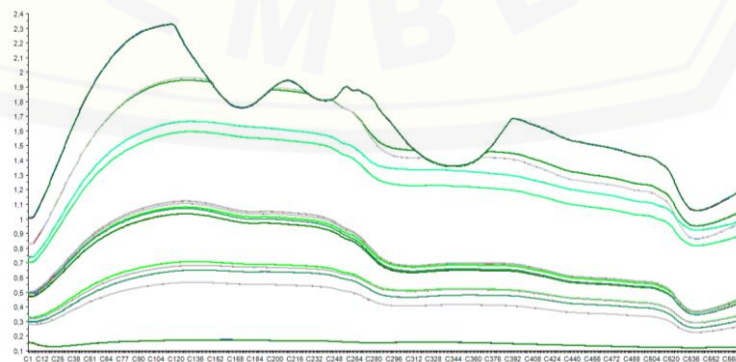
Lampiran G.1 Spektrum Hasil Pengukuran NIR



Spektra *Training Set* Keseluruhan dan Spektra Dataran Rendah (Jember)

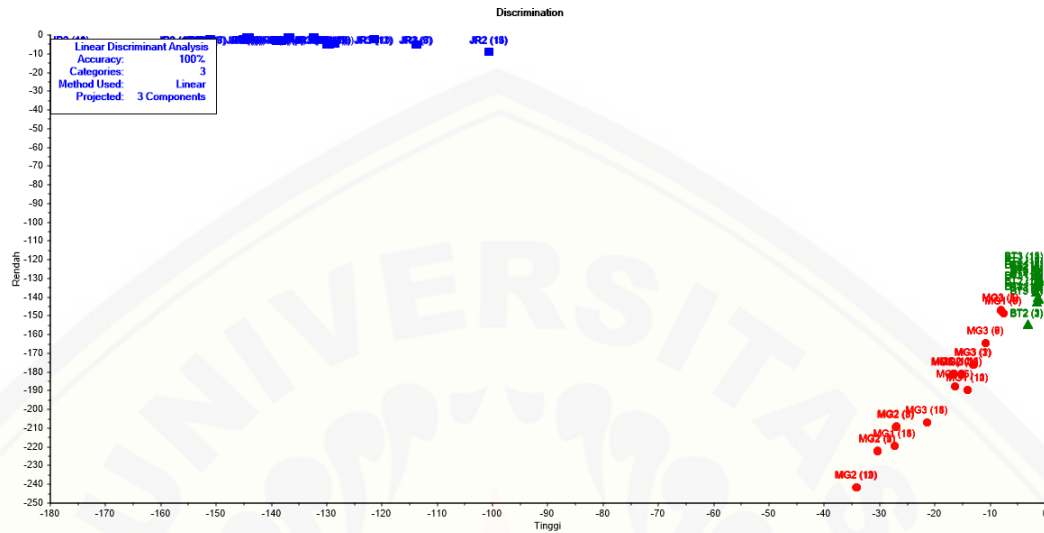


Spektra *Training Set* Dataran Sedang (Malang) dan Spektra Dataran Tinggi (Batu)



Spektra *Test Set*

Lampiran G.2 Model LDA



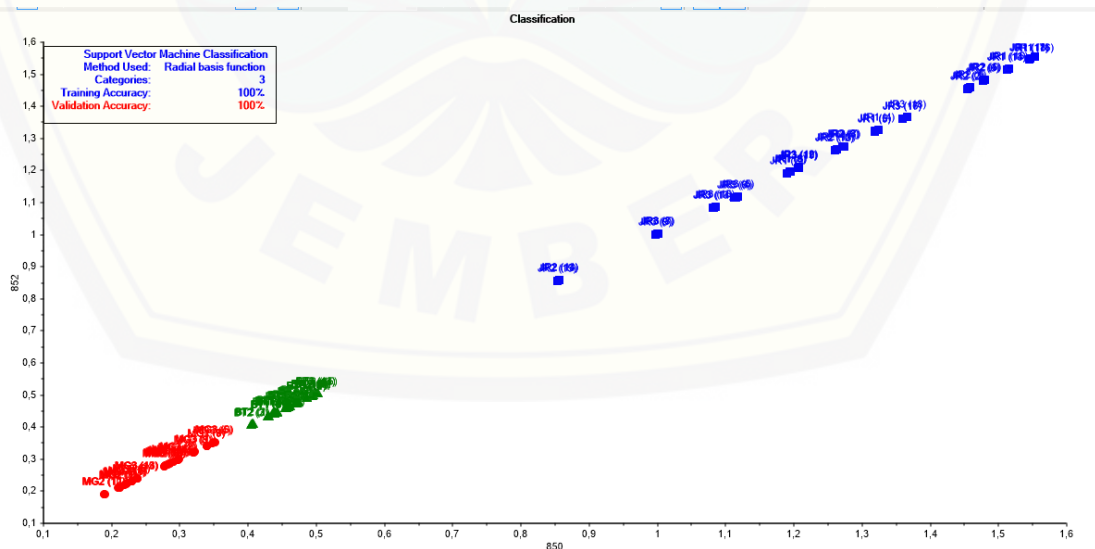
Prediction	Tinggi	Rendah	Sedang	Predicted	
BT1 (1)	1	-1,2523	-129,4812	-20,6978	Tinggi
BT1 (2)	2	-1,2541	-129,4632	-20,7216	Tinggi
BT1 (3)	3	-1,2530	-129,3808	-20,6884	Tinggi
BT1 (4)	4	-1,3208	-134,2894	-14,5044	Tinggi
BT1 (5)	5	-1,3228	-134,1767	-14,5144	Tinggi
BT1 (6)	6	-1,3192	-134,1867	-14,5337	Tinggi
BT1 (7)	7	-1,1842	-132,1633	-16,2419	Tinggi
BT1 (8)	8	-1,1880	-132,0042	-16,2483	Tinggi
BT1 (9)	9	-1,1867	-132,0402	-16,2526	Tinggi
BT1 (10)	10	-1,4457	-127,5987	-15,6497	Tinggi
BT1 (11)	11	-1,4472	-127,5437	-15,6651	Tinggi
BT1 (12)	12	-1,4526	-127,4947	-15,6545	Tinggi
BT1 (13)	13	-1,2377	-129,6942	-16,5473	Tinggi
BT1 (14)	14	-1,2388	-129,7186	-16,5280	Tinggi
BT1 (15)	15	-1,2416	-129,6254	-16,5400	Tinggi
BT2 (1)	16	-3,1072	-155,4350	-8,2609	Tinggi
BT2 (2)	17	-3,1138	-155,4560	-8,2467	Tinggi
BT2 (3)	18	-3,1096	-155,3201	-8,2452	Tinggi
BT2 (4)	19	-1,2062	-130,8286	-16,2969	Tinggi
BT2 (5)	20	-1,2167	-130,5557	-16,2749	Tinggi
BT2 (6)	21	-1,2185	-130,4902	-16,2801	Tinggi
BT2 (7)	22	-1,4148	-133,6655	-22,2028	Tinggi
BT2 (8)	23	-1,4158	-133,6668	-22,2112	Tinggi
BT2 (9)	24	-1,4178	-133,5927	-22,2344	Tinggi
BT2 (10)	25	-1,2332	-141,2251	-14,9840	Tinggi
BT2 (11)	26	-1,2335	-141,1673	-14,9647	Tinggi
BT2 (12)	27	-1,2312	-141,0914	-14,9825	Tinggi
BT2 (13)	28	-1,6503	-138,4581	-23,0158	Tinggi
BT2 (14)	29	-1,6440	-138,3132	-23,0076	Tinggi
BT2 (15)	30	-1,6382	-138,2211	-22,9909	Tinggi
BT2 (1)	31	-1,1159	-132,4844	-18,4582	Tinggi
BT3 (2)	32	-1,1154	-132,5345	-18,4492	Tinggi
BT3 (3)	33	-1,1163	-132,4621	-18,4719	Tinggi
BT3 (4)	34	-1,1990	-142,1556	-16,4191	Tinggi

Prediction	Tinggi	Rendah	Sedang	Predicted	
BT3 (4)	34	-1,1990	-142,1556	-16,4191	Tinggi
BT3 (5)	35	-1,1911	-141,8363	-16,3396	Tinggi
BT3 (6)	36	-1,1888	-141,7505	-16,3537	Tinggi
BT3 (7)	37	-1,5379	-143,7667	-20,7696	Tinggi
BT3 (8)	38	-1,5284	-143,6730	-20,7306	Tinggi
BT3 (9)	39	-1,5259	-143,6183	-20,7318	Tinggi
BT3 (10)	40	-1,3428	-135,3945	-21,3885	Tinggi
BT3 (11)	41	-1,3432	-135,3973	-21,3928	Tinggi
BT3 (12)	42	-1,3398	-135,2263	-21,3894	Tinggi
BT3 (13)	43	-1,5474	-125,2783	-23,1873	Tinggi
BT3 (14)	44	-1,5481	-125,1394	-23,1720	Tinggi
BT3 (15)	45	-1,5510	-124,9732	-23,1705	Tinggi
JR1 (4)	46	-136,5276	-1,2817	-192,5983	Rendah
JR1 (5)	47	-136,8822	-1,2779	-193,0215	Rendah
JR1 (6)	48	-137,0374	-1,2763	-193,2055	Rendah
JR1 (7)	49	-150,8089	-2,2042	-203,8223	Rendah
JR1 (8)	50	-151,0727	-2,2205	-204,1176	Rendah
JR1 (9)	51	-151,1010	-2,2200	-204,1969	Rendah
JR1 (13)	52	-128,3736	-4,7286	-186,5771	Rendah
JR1 (14)	53	-128,7698	-4,6824	-186,9424	Rendah
JR1 (15)	54	-128,9948	-4,6712	-187,2576	Rendah
JR1 (16)	55	-129,4023	-5,2375	-187,1230	Rendah
JR1 (17)	56	-129,7311	-5,2136	-187,5730	Rendah
JR1 (18)	57	-129,9098	-5,2017	-187,6984	Rendah
JR2 (1)	58	-152,6786	-3,1774	-204,9501	Rendah
JR2 (2)	59	-152,9709	-3,1806	-205,2780	Rendah
JR2 (3)	60	-153,1529	-3,1887	-205,4765	Rendah
JR2 (4)	61	-137,9220	-3,1877	-193,4565	Rendah
JR2 (5)	62	-139,0974	-3,1391	-194,3302	Rendah
JR2 (6)	63	-139,4271	-3,1256	-194,7626	Rendah
JR2 (7)	64	-143,9082	-1,3275	-198,1394	Rendah
JR2 (8)	65	-144,1131	-1,3332	-198,3843	Rendah
JR2 (9)	66	-144,4961	-1,3503	-198,7838	Rendah
JR2 (10)	67	-176,7080	-6,6821	-224,2248	Rendah

Prediction		Tinggi	Rendah	Sedang	Predicted
	🏠	1	2	3	4
JR2 (11)	68	-176,9173	-6,6868	-224,5232	Rendah
JR2 (12)	69	-177,1384	-6,7443	-224,6965	Rendah
JR2 (13)	70	-100,4481	-9,3719	-156,5627	Rendah
JR2 (14)	71	-100,5531	-9,3779	-156,7193	Rendah
JR2 (15)	72	-100,6117	-9,3823	-156,8109	Rendah
JR3 (4)	73	-144,5194	-2,4981	-198,0008	Rendah
JR3 (5)	74	-144,9231	-2,5347	-198,3334	Rendah
JR3 (6)	75	-145,1763	-2,5514	-198,6670	Rendah
JR3 (7)	76	-113,5623	-5,4870	-173,2422	Rendah
JR3 (8)	77	-113,6711	-5,5086	-173,4440	Rendah
JR3 (9)	78	-113,8215	-5,4628	-173,5003	Rendah
JR3 (10)	79	-121,2322	-2,2939	-180,4708	Rendah
JR3 (11)	80	-121,3856	-2,2970	-180,6888	Rendah
JR3 (12)	81	-121,5261	-2,3030	-180,9050	Rendah
JR3 (13)	82	-156,9928	-4,7709	-207,3373	Rendah
JR3 (14)	83	-156,9358	-4,7446	-207,3622	Rendah
JR3 (15)	84	-157,0167	-4,7426	-207,5022	Rendah
JR3 (16)	85	-132,1594	-1,6620	-188,9160	Rendah
JR3 (17)	86	-132,3307	-1,6656	-189,2042	Rendah
JR3 (18)	87	-132,5128	-1,6513	-189,2968	Rendah
MG1 (7)	88	-7,4198	-148,9368	-4,4322	Sedang
MG1 (8)	89	-7,4216	-148,9661	-4,4285	Sedang
MG1 (9)	90	-7,4366	-148,8677	-4,4337	Sedang
MG1 (10)	91	-14,0050	-189,8431	-1,4793	Sedang
MG1 (11)	92	-14,0076	-189,7900	-1,4761	Sedang
MG1 (12)	93	-14,0105	-189,7522	-1,4737	Sedang
MG1 (13)	94	-27,2514	-219,6736	-2,4131	Sedang
MG1 (14)	95	-27,2525	-219,6184	-2,4111	Sedang
MG1 (15)	96	-27,2538	-219,6662	-2,4133	Sedang
MG2 (1)	97	-30,2179	-222,3299	-2,9870	Sedang
MG2 (2)	98	-30,2183	-222,3179	-2,9868	Sedang
MG2 (3)	99	-30,2309	-222,3408	-2,9897	Sedang
MG2 (4)	100	-30,2178	-222,2710	-2,9853	Sedang
MG2 (5)	101	-16,2637	-187,9771	-1,1260	Sedang
MG2 (6)	102	-16,2637	-187,9771	-1,1260	Sedang
MG2 (7)	103	-26,9930	-209,3726	-2,1659	Sedang
MG2 (8)	104	-26,9520	-209,3887	-2,1578	Sedang
MG2 (9)	105	-26,9563	-209,2638	-2,1585	Sedang
MG2 (10)	106	-34,1047	-241,6195	-4,6232	Sedang
MG2 (11)	107	-34,1134	-241,6284	-4,6251	Sedang
MG2 (12)	108	-34,1282	-241,6647	-4,6298	Sedang
MG2 (13)	109	-15,1691	-181,3727	-1,2208	Sedang
MG2 (14)	110	-15,2269	-181,1773	-1,2221	Sedang
MG2 (15)	111	-15,2254	-181,1578	-1,2226	Sedang
MG3 (1)	112	-12,9523	-176,2746	-1,5058	Sedang
MG3 (2)	113	-12,9502	-176,2029	-1,5073	Sedang
MG3 (3)	114	-12,9506	-176,0984	-1,5093	Sedang
MG3 (4)	115	-8,0008	-147,2714	-4,4069	Sedang
MG3 (5)	116	-8,0330	-147,2029	-4,4060	Sedang
MG3 (6)	117	-8,0294	-147,1482	-4,4131	Sedang
MG3 (7)	118	-10,6846	-164,6485	-2,2824	Sedang
MG3 (8)	119	-10,7019	-164,6485	-2,2796	Sedang
MG3 (9)	120	-10,7026	-164,6405	-2,2797	Sedang
MG3 (10)	121	-16,7535	-181,4067	-1,2204	Sedang
MG3 (11)	122	-16,6734	-180,9285	-1,2327	Sedang
MG3 (12)	123	-16,6854	-180,9610	-1,2321	Sedang
MG3 (13)	124	-21,3174	-207,0338	-1,4769	Sedang
MG3 (14)	125	-21,3212	-207,0098	-1,4759	Sedang
MG3 (15)	126	-21,3329	-207,0697	-1,4784	Sedang

$$\% \text{ Pengenalan} = \frac{126}{126} \times 100\% = 100\%$$

Lampiran G.3 Model SVM



Class	Ketinggian	Class	Ketinggian	Class	Ketinggian
	1		1		1
BT1 (1)	Tinggi	BT3 (5)	Tinggi	JR2 (12)	Rendah
BT1 (2)	Tinggi	BT3 (6)	Tinggi	JR2 (13)	Rendah
BT1 (3)	Tinggi	BT3 (7)	Tinggi	JR2 (14)	Rendah
BT1 (4)	Tinggi	BT3 (8)	Tinggi	JR2 (15)	Rendah
BT1 (5)	Tinggi	BT3 (9)	Tinggi	JR3 (4)	Rendah
BT1 (6)	Tinggi	BT3 (10)	Tinggi	JR3 (5)	Rendah
BT1 (7)	Tinggi	BT3 (11)	Tinggi	JR3 (6)	Rendah
BT1 (8)	Tinggi	BT3 (12)	Tinggi	JR3 (7)	Rendah
BT1 (9)	Tinggi	BT3 (13)	Tinggi	JR3 (8)	Rendah
BT1 (10)	Tinggi	BT3 (14)	Tinggi	JR3 (9)	Rendah
BT1 (11)	Tinggi	BT3 (15)	Tinggi	JR3 (10)	Rendah
BT1 (12)	Tinggi	JR1 (4)	Rendah	JR3 (11)	Rendah
BT1 (13)	Tinggi	JR1 (5)	Rendah	JR3 (12)	Rendah
BT1 (14)	Tinggi	JR1 (6)	Rendah	JR3 (13)	Rendah
BT1 (15)	Tinggi	JR1 (7)	Rendah	JR3 (14)	Rendah
BT2 (1)	Tinggi	JR1 (8)	Rendah	JR3 (15)	Rendah
BT2 (2)	Tinggi	JR1 (9)	Rendah	JR3 (16)	Rendah
BT2 (3)	Tinggi	JR1 (13)	Rendah	JR3 (17)	Rendah
BT2 (4)	Tinggi	JR1 (14)	Rendah	JR3 (18)	Rendah
BT2 (5)	Tinggi	JR1 (15)	Rendah	MG1 (7)	Sedang
BT2 (6)	Tinggi	JR1 (16)	Rendah	MG1 (8)	Sedang
BT2 (7)	Tinggi	JR1 (17)	Rendah	MG1 (9)	Sedang
BT2 (8)	Tinggi	JR1 (18)	Rendah	MG1 (10)	Sedang
BT2 (9)	Tinggi	JR2 (1)	Rendah	MG1 (11)	Sedang
BT2 (10)	Tinggi	JR2 (2)	Rendah	MG1 (12)	Sedang
BT2 (11)	Tinggi	JR2 (3)	Rendah	MG1 (13)	Sedang
BT2 (12)	Tinggi	JR2 (4)	Rendah	MG1 (14)	Sedang
BT2 (13)	Tinggi	JR2 (5)	Rendah	MG1 (15)	Sedang
BT2 (14)	Tinggi	JR2 (6)	Rendah	MG2 (1)	Sedang
BT2 (15)	Tinggi	JR2 (7)	Rendah	MG2 (2)	Sedang
BT3 (1)	Tinggi	JR2 (8)	Rendah	MG2 (3)	Sedang
BT3 (2)	Tinggi	JR2 (9)	Rendah	MG2 (4)	Sedang
BT3 (3)	Tinggi	JR2 (10)	Rendah	MG2 (5)	Sedang
BT3 (4)	Tinggi	JR2 (11)	Rendah	MG2 (6)	Sedang
		MG2 (6)	Sedang		
		MG2 (7)	Sedang		
		MG2 (8)	Sedang		
		MG2 (9)	Sedang		
		MG2 (10)	Sedang		
		MG2 (11)	Sedang		
		MG2 (12)	Sedang		
		MG2 (13)	Sedang		
		MG2 (14)	Sedang		
		MG2 (15)	Sedang		
		MG3 (1)	Sedang		
		MG3 (2)	Sedang		
		MG3 (3)	Sedang		
		MG3 (4)	Sedang		
		MG3 (5)	Sedang		
		MG3 (6)	Sedang		
		MG3 (7)	Sedang		
		MG3 (8)	Sedang		
		MG3 (9)	Sedang		
		MG3 (10)	Sedang		
		MG3 (11)	Sedang		
		MG3 (12)	Sedang		
		MG3 (13)	Sedang		
		MG3 (14)	Sedang		
		MG3 (15)	Sedang		

$$\% \text{ Pengenalan} = \frac{126}{126} \times 100\% = 100\%$$

Lampiran G.4 Model SIMCA

Sample - Class	PCA Rend	PCA Seda	PCA Tinggi	Sample - Class	PCA Rend	PCA Seda	PCA Tinggi
BT1 (1)			*	BT3 (5)			*
BT1 (2)			*	BT3 (6)			*
BT1 (3)			*	BT3 (7)			*
BT1 (4)			*	BT3 (8)			*
BT1 (5)			*	BT3 (9)			*
BT1 (6)			*	BT3 (10)			*
BT1 (7)			*	BT3 (11)			*
BT1 (8)			*	BT3 (12)			*
BT1 (9)			*	BT3 (13)			*
BT1 (10)			*	BT3 (14)			*
BT1 (11)			*	BT3 (15)			*
BT1 (12)			*	JR1 (4)	*		
BT1 (13)			*	JR1 (5)	*		
BT1 (14)			*	JR1 (6)	*		
BT1 (15)			*	JR1 (7)	*		
BT2 (1)				JR1 (8)	*		
BT2 (2)				JR1 (9)	*		
BT2 (3)				JR1 (13)	*		
BT2 (4)			*	JR1 (14)	*		
BT2 (5)			*	JR1 (15)	*		
BT2 (6)			*	JR1 (16)	*		
BT2 (7)			*	JR1 (17)	*		
BT2 (8)			*	JR1 (18)	*		
BT2 (9)			*	JR2 (1)	*		
BT2 (10)			*	JR2 (2)	*		
BT2 (11)			*	JR2 (3)	*		
BT2 (12)			*	JR2 (4)	*		
BT2 (13)			*	JR2 (5)	*		
BT2 (14)			*	JR2 (6)	*		
BT2 (15)			*	JR2 (7)	*		
BT3 (1)			*	JR2 (8)	*		
BT3 (2)			*	JR2 (9)	*		
BT3 (3)			*	JR2 (10)	*		
BT3 (4)			*	JR2 (11)	*		

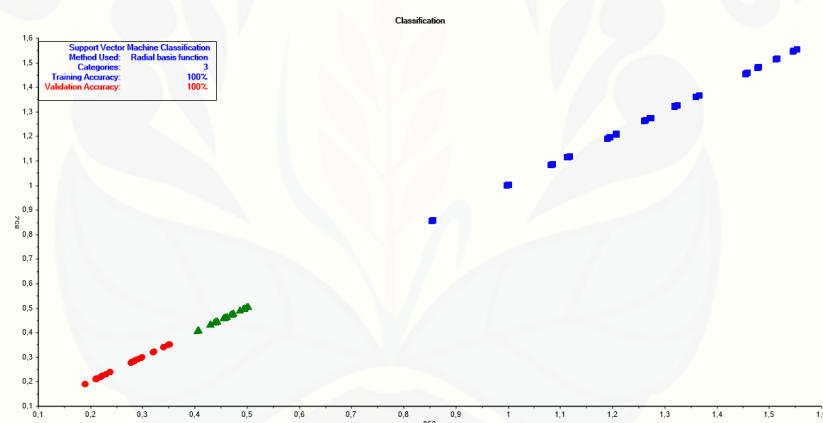
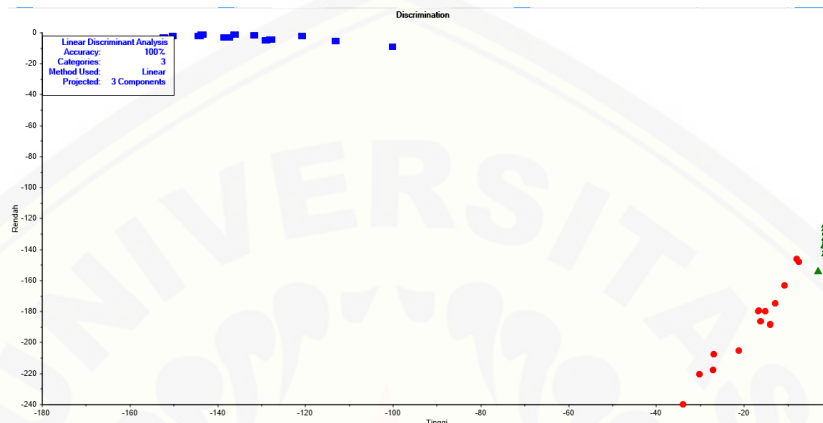
Sample - Class	PCA Rend	PCA Seda	PCA Tinggi
JR2 (12)	*		
JR2 (13)	*		
JR2 (14)	*		
JR2 (15)	*		
JR3 (4)	*		
JR3 (5)	*		
JR3 (6)	*		
JR3 (7)	*		
JR3 (8)	*		
JR3 (9)	*		
JR3 (10)	*		
JR3 (11)	*		
JR3 (12)	*		
JR3 (13)	*		
JR3 (14)	*		
JR3 (15)	*		
JR3 (16)	*		
JR3 (17)	*		
JR3 (18)	*		
MG1 (7)		*	
MG1 (8)		*	
MG1 (9)		*	
MG1 (10)		*	
MG1 (11)		*	
MG1 (12)		*	
MG1 (13)		*	
MG1 (14)		*	
MG1 (15)		*	
MG2 (1)		*	
MG2 (2)		*	
MG2 (3)		*	
MG2 (4)		*	
MG2 (5)		*	
MG2 (6)		*	

MG2 (7)		*	
MG2 (8)		*	
MG2 (9)		*	
MG2 (10)		*	
MG2 (11)		*	
MG2 (12)		*	
MG2 (13)		*	
MG2 (14)		*	
MG2 (15)		*	
MG3 (1)		*	
MG3 (2)		*	
MG3 (3)		*	
MG3 (4)		*	
MG3 (5)		*	
MG3 (6)		*	
MG3 (7)		*	
MG3 (8)		*	
MG3 (9)		*	
MG3 (10)		*	
MG3 (11)		*	
MG3 (12)		*	
MG3 (13)		*	
MG3 (14)		*	
MG3 (15)		*	

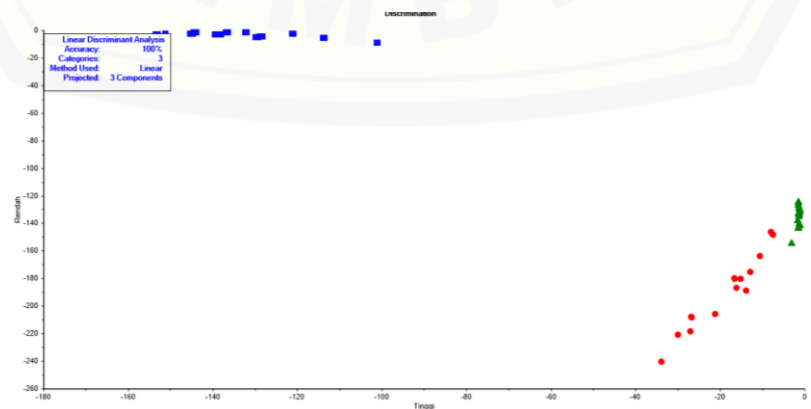
$$\% \text{ Pengenalan} = \frac{123}{166} \times 100\% = 97,62\%$$

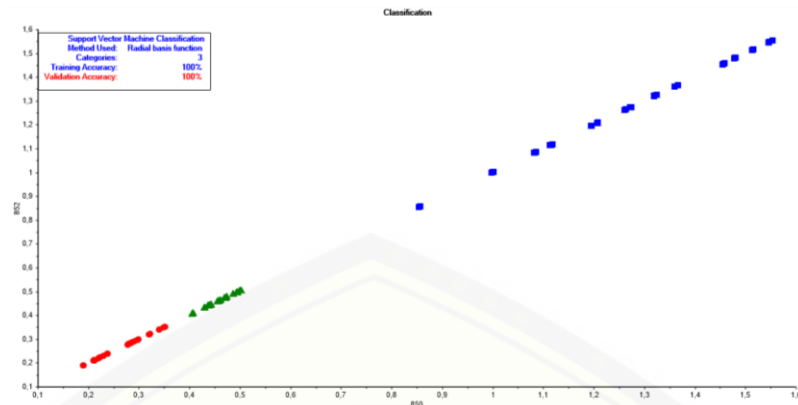
Lampiran G.5 Validasi LOOCV Model LDA dan SVM

Keterangan: Biru (Dataran Rendah); Merah (Dataran Sedang); Hijau (Dataran Tinggi)

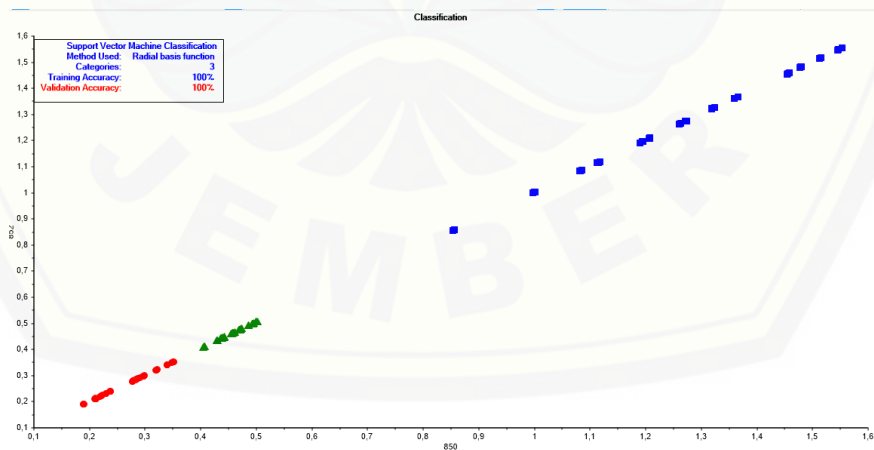
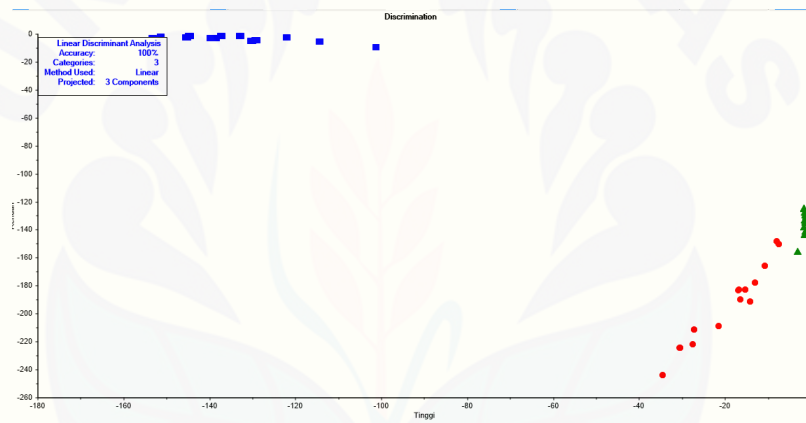


Sampel yang dikeluarkan JR1





Sampel yang dikeluarkan MG1



Sampel yang dikeluarkan BT1

Lampiran G.6 Validasi 2FCV Model LDA dan SVM

a. LDA

2FCV LDA	id	Tinggi	Rendah	Sedang	Class
		1	2	3	
BT4 (1)	1	-1,2001	-139,9053	-18,6074	Tinggi
BT4 (2)	2	-1,1995	-139,8873	-18,6075	Tinggi
BT4 (3)	3	-1,1901	-139,6369	-18,5572	Tinggi
BT4 (4)	4	-1,6117	-134,1163	-23,5104	Tinggi
BT4 (5)	5	-1,6116	-133,9921	-23,5251	Tinggi
BT4 (6)	6	-1,6114	-133,9662	-23,5270	Tinggi
BT4 (7)	7	-1,2775	-132,1315	-21,1257	Tinggi
BT4 (8)	8	-1,2767	-132,1228	-21,1184	Tinggi
BT4 (9)	9	-1,2722	-131,8871	-21,0813	Tinggi
BT4 (10)	10	-1,6922	-143,0867	-22,0628	Tinggi
BT4 (11)	11	-1,6803	-142,9355	-22,0335	Tinggi
BT4 (12)	12	-1,6534	-142,6119	-21,9560	Tinggi
BT4 (13)	13	-1,7541	-132,6162	-24,5267	Tinggi
BT4 (14)	14	-1,7512	-132,5026	-24,5208	Tinggi
BT4 (15)	15	-1,7551	-132,4067	-24,5519	Tinggi
JR4 (1)	16	-55,9556	-23,2879	-92,9335	Rendah
JR4 (2)	17	-55,9750	-23,2847	-92,9623	Rendah
JR4 (3)	18	-56,0293	-23,2574	-93,0235	Rendah
JR4 (4)	19	-97,3802	-9,6074	-150,5345	Rendah
JR4 (5)	20	-97,8577	-9,5104	-150,9095	Rendah
JR4 (6)	21	-97,9068	-9,5268	-151,0282	Rendah
JR4 (7)	22	-80,4428	-16,5157	-138,6957	Rendah
JR4 (8)	23	-80,5165	-16,5148	-138,8116	Rendah
JR4 (9)	24	-80,5927	-16,4942	-138,8905	Rendah
JR4 (10)	25	-85,1500	-14,5197	-122,0554	Rendah
JR4 (11)	26	-85,1272	-14,5304	-122,0129	Rendah
JR4 (12)	27	-85,3321	-14,5057	-122,2122	Rendah
JR4 (13)	28	-135,3490	-4,1702	-188,5412	Rendah
JR4 (14)	29	-135,3122	-4,1891	-188,5908	Rendah
JR4 (15)	30	-135,5272	-4,1939	-188,8335	Rendah
MG4 (1)	31	-45,1780	-260,9164	-8,3398	Sedang
MG4 (2)	32	-45,1941	-260,9753	-8,3478	Sedang
MG4 (3)	33	-45,1865	-260,9837	-8,3464	Sedang
MG4 (4)	34	-14,3819	-181,8425	-1,2715	Sedang
MG4 (5)	35	-14,3954	-181,9167	-1,2702	Sedang
MG4 (6)	36	-14,3996	-181,7788	-1,2708	Sedang
MG4 (7)	37	-9,5236	-151,2797	-3,6103	Sedang
MG4 (8)	38	-9,5593	-151,2417	-3,6086	Sedang
MG4 (9)	39	-9,5708	-151,1569	-3,6165	Sedang
MG4 (10)	40	-11,1408	-162,4469	-2,3709	Sedang
MG4 (11)	41	-11,1818	-162,3767	-2,3722	Sedang
MG4 (12)	42	-11,1911	-162,2861	-2,3775	Sedang
MG4 (13)	43	-11,4129	-151,1798	-3,4599	Sedang
MG4 (14)	44	-11,4415	-151,1351	-3,4655	Sedang
MG4 (15)	45	-11,4474	-151,0939	-3,4710	Sedang

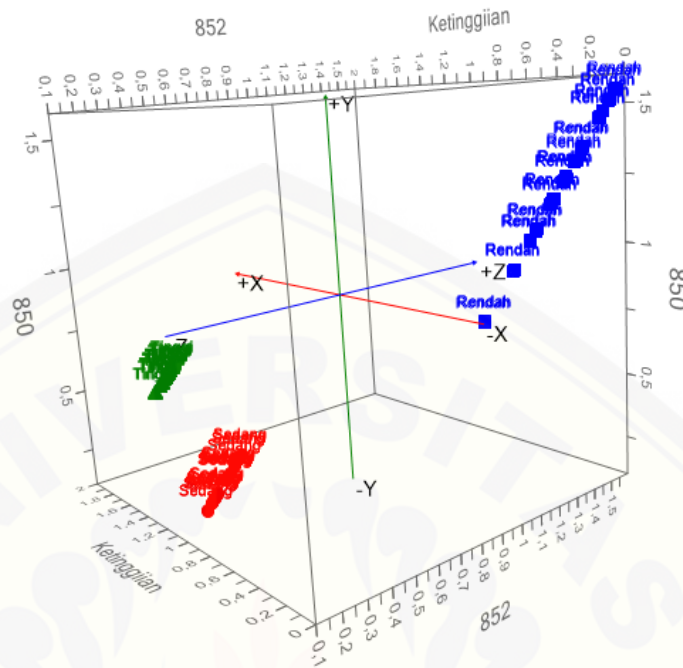
$$\% \text{ Pengenalan} = \frac{45}{45} \times 100\% = 100\%$$

b. SVM

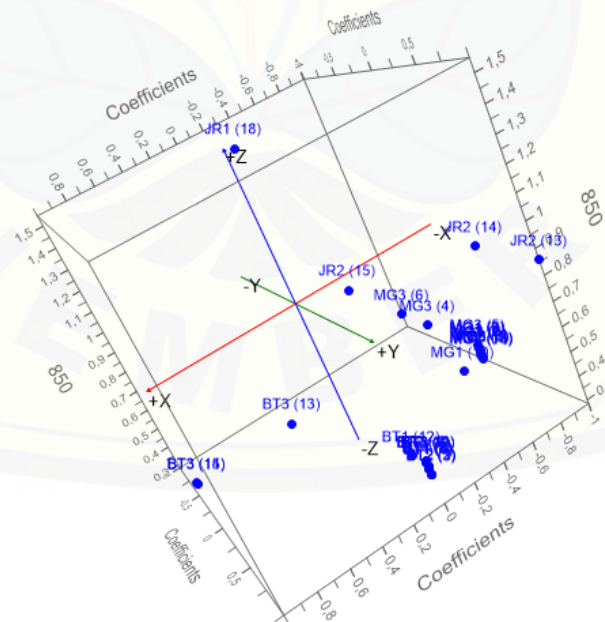
Classified_T		C1
	1	Tinggi
BT4 (1)	1	Tinggi
BT4 (2)	2	Tinggi
BT4 (3)	3	Tinggi
BT4 (4)	4	Tinggi
BT4 (5)	5	Tinggi
BT4 (6)	6	Tinggi
BT4 (7)	7	Tinggi
BT4 (8)	8	Tinggi
BT4 (9)	9	Tinggi
BT4 (10)	10	Tinggi
BT4 (11)	11	Tinggi
BT4 (12)	12	Tinggi
BT4 (13)	13	Tinggi
BT4 (14)	14	Tinggi
BT4 (15)	15	Tinggi
JR4 (1)	16	Rendah
JR4 (2)	17	Rendah
JR4 (3)	18	Rendah
JR4 (4)	19	Rendah
JR4 (5)	20	Rendah
JR4 (6)	21	Rendah
JR4 (7)	22	Rendah
JR4 (8)	23	Rendah
JR4 (9)	24	Rendah
JR4 (10)	25	Rendah
JR4 (11)	26	Rendah
JR4 (12)	27	Rendah
JR4 (13)	28	Rendah
JR4 (14)	29	Rendah
JR4 (15)	30	Rendah
MG4 (1)	31	Sedang
MG4 (2)	32	Sedang
MG4 (3)	33	Sedang
MG4 (4)	34	Sedang
MG4 (5)	35	Sedang
MG4 (6)	36	Sedang
MG4 (7)	37	Sedang
MG4 (8)	38	Sedang
MG4 (9)	39	Sedang
MG4 (10)	40	Sedang
MG4 (11)	41	Sedang
MG4 (12)	42	Sedang
MG4 (13)	43	Sedang
MG4 (14)	44	Sedang
MG4 (15)	45	Sedang

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

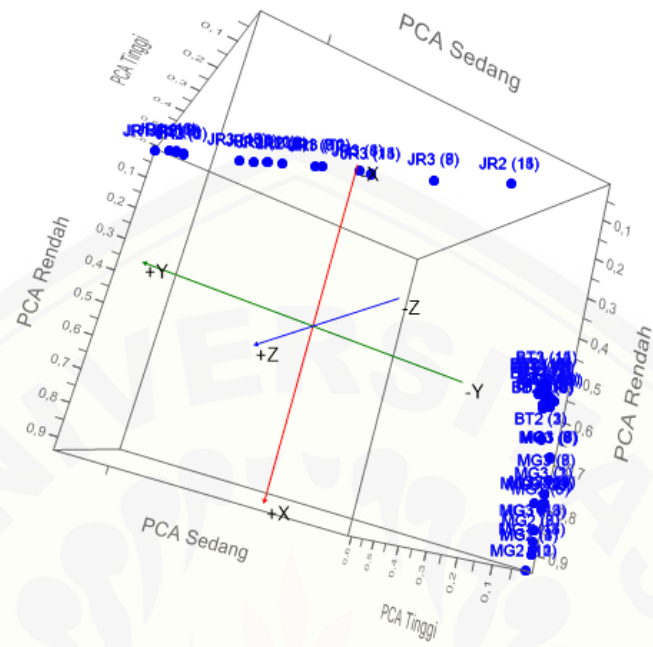
Lampiran G7. Model dengan Plot 3D Scatter



Pemodelan LDA dengan Plot 3D Scatter



Pemodelan SVM dengan Plot 3D Scatter



Pemodelan SIMCA dengan Plot 3D Scatter

Lampiran H. Hasil Analisis Data menggunakan SPSS 23

Lampiran H.1 Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas untuk Persyaratan Uji One-Way ANOVA

Tests of Normality

Dataran		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kandungan Fenolik Total	Dataran Rendah	,367	3	.	,793	3	,097
	Dataran Sedang	,201	3	.	,995	3	,858
	Dataran Tinggi	,261	3	.	,957	3	,602

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kandungan Fenolik Total

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,991	2	6	,126

Lampiran H.2 Hasil Uji *One-Way* ANOVA dan Uji Lanjutan *Post-Hoc*

ANOVA

Kandungan Fenolik Total

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7,760	2	3,880	8,554	,018
Within Groups	2,722	6	,454		
Total	10,482	8			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kandungan Fenolik Total

Tukey HSD

(I) Dataran	(J) Dataran	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	99% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Dataran Rendah	Dataran Sedang	-,4733	,5499	,682	-2,935	1,988
	Dataran Tinggi	-2,1633	,5499	,018	-4,625	,298
Dataran Sedang	Dataran Rendah	,4733	,5499	,682	-1,988	2,935
	Dataran Tinggi	-1,6900	,5499	,050	-4,152	,772
Dataran Tinggi	Dataran Rendah	2,1633	,5499	,018	-,298	4,625
	Dataran Sedang	1,6900	,5499	,050	-,772	4,152

Homogeneous Subsets

Kandungan Fenolik Total

Tukey HSD^a

Dataran	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Dataran Rendah	3	1,523	
Dataran Sedang	3	1,997	
Dataran Tinggi	3		3,687
Sig.		,682	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

