

**KLASIFIKASI GAMBIR BERDASARKAN GEOGRAFIS
MENGUNAKAN SPEKTROSKOPI INFRAMERAH DAN
ANALISIS KEMOMETRIK**

SKRIPSI

Oleh:

WILDA

191000248201015



**PROGRAM STUDI FARMASI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
PADANG
2023**


**KLASIFIKASI GAMBIR BERDASARKAN GEOGRAFIS
MENGUNAKAN SPEKTROSKOPI INFRAMERAH DAN
ANALISIS KEMOMETRIK**

SKRIPSI

Oleh:

WILDA

191000248201015



Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana pada
Program Studi Farmasi Program Sarjana
Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

**PROGRAM STUDI FARMASI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
PADANG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Klasifikasi Gambir Berdasarkan Geografis
Menggunakan Spektroskopi Inframerah dan Analisis
Kemometrik

Nama Mahasiswa : Wilda

Nomor Induk Mahasiswa : 191000248201015

Program Studi : Program Studi Farmasi Program Sarjana

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan panitia sidang ujian akhir Sarjana pada Program Studi Farmasi Program Sarjana Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat dan dinyatakan lulus pada tanggal 15 Agustus 2023

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Apt. Afdhil Arel, M.Farm
NIDN. 1020128401



Nurul Widya, S.Si., M.Si
NIDN. 1027058902

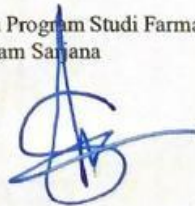
Mengetahui,

Dekan Fakultas Farmasi

Ketua Program Studi Farmasi
Program Sarjana



Apt. Afdhil Arel, M.Farm
NIDN. 1020128401



Apt. Sisri Novrita, M.Clin Pharm
NIDN. 1013119302

HALAMAN PENGHARGAAN

Alhamdulillahirabbil'alamiin, segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

Terimakasih kepada Ayah Bahtiar dan Ibu Raisyah, yang telah memberi dukungan, semangat, nasehat, arahan dan selalu memberi keyakinan kepada saya bahwasannya saya bisa dan mampu menyelesaikan perkuliahan dalam keadaan apapun. Mereka adalah sosok paling berjasa dengan memberi materi dan do'a yang tiada henti setiap saat demi kesuksesan saya dalam menulis skripsi. Gelarku untuk mereka, mereka adalah dua orang yang tidak memiliki gelar sarjana tetapi mereka mampu mengusahakan anaknya agar mendapatkan gelar sarjana, terimakasih Ayah dan Ibu sehat selalu I love You. Adek tercinta Yola Prisiska terimakasih atas do'a dan semangat yang diberikan kepada saya. Untuk diri sendiri yang sudah berjuang dan tetap semangat untuk sampai pada tahap ini.

Partner Skripsi Suci Anggela Soraya terimakasih atas dukungan dan kerjasamanya selama penelitian. Sahabat seperjuangan "Durian Runtuh" (Suci Anggela Soraya, Miftahul Rahmi, Poppy Lizia Permata, Widya Hariyani, Yenni Eranisa, Fakhur Rafiq Yusuf, Al Hadi, dan Bramantio). Terimakasih atas dukungan, semangat, waktu, suka dan duka selama masa perkuliahan sampai ke tahap ini.

RIWAYAT HIDUP

Wilda adalah nama penulis skripsi ini. Lahir pada tanggal 25 Desember 1999, di Ld. Panjang Kabupaten Pasaman. Penulis merupakan Anak Pertama dari pasangan Pak Bahtiar dan Ibu Raisyah. Penulis pertama kali masuk pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 05 Kp. Kajai pada tahun 2006 dan tamat pada tahun 2012, kemudian melanjutkan pendidikan ke MTsN 03 Pasaman Barat dan tamat pada tahun 2015. Penulis melanjutkan ke SMA Negeri 1 Kinali dan tamat pada tahun 2018. Pada tahun 2019 penulis terdaftar sebagai Mahasiswi di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat Fakultas Farmasi Program Studi Farmasi Program Sarjana dan tamat pada tahun 2023.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala atas selesainya skripsi ini. Terimakasih kepada orang tua, dosen-dosen, civitas akademika Fakultas Farmasi dan teman-teman yang membantu menyelesaikan selama proses skripsi ini.

Padang, 15 Agustus 2023

Wilda

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wilda
Nomor Induk Mahasiswa : 191000248201015
Judul Skripsi : Klasifikasi Gambir Berdasarkan Geografis
Menggunakan Spektroskopi Inframerah dan
Analisis Kemometrik

Dengan ini menyatakan bahwa:

- a. Skripsi yang saya tulis merupakan hasil karya saya sendiri, terhindar dari unsur plagiarisme, dan data beserta seluruh isi skripsi tersebut adalah benar adanya.
- b. Saya menyerahkan hak cipta dari skripsi tersebut kepada Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat untuk dapat dimanfaatkan dalam kepentingan akademis.

Padang, 15 Agustus 2023



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamiin, segala puji bagi Allah Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Klasifikasi Gambir Berdasarkan Geografis Menggunakan Spektroskopi Inframerah dan Analisis Kemometrik”** yang merupakan syarat untuk menyelesaikan program Pendidikan Sarjana Farmasi di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat Padang.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Apt. Afdhil Arel, M.Farm selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, Padang.
2. Ibu Apt. Sisri Novrita, S.Farm., M.Clin Pharm selaku Ketua Prodi S-1 Farmasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, Padang.
3. Bapak apt. Afdhil Arel, M.Farm selaku pembimbing I dan Ibu Nurul Widya, S.Si., M.Si selaku pembimbing II, yang telah membimbing penulis dengan penuh perhatian dan kesabaran serta meluangkan waktu untuk memberikan petunjuk, arahan, dan nasehat dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.
4. Bapak Dedi Satria, S.Si., M.Eng., Ph.D selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan nasehat dalam kegiatan akademik yang diberikan selama ini.
5. Bapak Dedi Satria, S.Si., M.Eng., Ph.D dan Ibu Apt. Rida Rosa, M.Farm selaku penguji yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis.
6. Seluruh dosen dan Tenaga Kependidikan Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, yang telah memberikan ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Pranata laboratorium Fakultas Farmasi yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis selama mengerjakan penelitian.

Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Semoga penelitian ini bermanfaat dan Allah Subhanahu wa Ta'ala melimpahkan rahmat-Nya bagi kita semua.

Padang, 15 Agustus 2023

Wilda



INTISARI

KLASIFIKASI GAMBIR BERDASARKAN GEOGRAFIS MENGUNAKAN SPEKTROSKOPI INFRAMERAH DAN ANALISIS KEMOMETRIK

Oleh:

Wilda

191000248201015

Indonesia adalah negara pengekspor utama gambir dan sebagian besar berasal dari Sumatera Barat, Lima Puluh Kota dan wilayah Pesisir Selatan. Gambir (*Uncaria gambir* Roxb) merupakan komoditas tanaman industri yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Gambir adalah ekstrak kering daun dan ranting yang diperoleh dengan cara direbus, ditekan, diendapkan, ditiriskan, dicetak dan dikeringkan yang mengandung senyawa polifenol. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui klasifikasi gambir secara geografis di Sumatera Barat dengan menggunakan metode spektrofotometri inframerah dan analisis kemometrik. Hasil dari penelitian ini menunjukkan sampel gambir asal Lima Puluh Kota dan Pesisir Selatan berhasil dibedakan dengan analisis kemometrik yang dapat dilihat dari pemodelan OPLS-DA. Sementara itu, dari nilai VIP dapat secara signifikan kemampuan diskriminan model berdasarkan penskalaan (Ctr-Scaling) lebih baik dari pada yang lain yang membuktikan bahwa VIP adalah cara yang baik untuk memilih variabel yang berguna. Berdasarkan plot VIP terdapat bilangan gelombang $1067-1064\text{ cm}^{-1}$ yang membedakan sampel gambir dari dua daerah tersebut. Kombinasi spektroskopi inframerah dan analisis kemometrik adalah metode yang efektif untuk membedakan gambir berdasarkan geografisnya.

Kata Kunci: Gambir, Spektrofotometer Inframerah, Analisis Kemometrik, Klasifikasi, Geografis

ABSTRACT

GEOGRAPHIC CLASSIFICATION OF GAMBIR USING INFRARED SPECTROSCOPY AND CHEMOMETRIC ANALYSIS

By:

Wilda

191000248201015

Indonesia is a major exporter of gambir and most of it comes from West Sumatra, Lima Puluh Kota and Pesisir Selatan regions. Gambir (*Uncaria gambir* Roxb) is an industrial plant commodity that has high economic value. Gambir is a dry extract of leaves and twigs obtained by boiling, pressing, settling, draining, molding and drying which contains polyphenolic compounds. The purpose of this study was to determine the geographical classification of gambir in West Sumatra using infrared spectrophotometric methods and chemometric analysis. The results of this study showed that gambir samples from Lima Puluh Kota and Pesisir Selatan were successfully distinguished by chemometric analysis which can be seen from OPLS-DA modeling. Meanwhile, from the VIP value, the discriminant ability of the model based on scaling (Ctr-Scaling) is significantly better than the others which proves that VIP is a good way to select useful variables. Based on the VIP plot, there are wave numbers $1067\text{-}1064\text{ cm}^{-1}$ that distinguish the gambir samples from the two regions. The combination of infrared spectroscopy and chemometric analysis is an effective method to distinguish gambir based on its geography.

Keywords: Gambir, Infrared Spectrophotometer, Chemometric Analysis, Classification, Geographic

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGHARGAAN.....	ii
RIWAYAT HIDUP.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
INTISARI.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Ektrak Gambir (<i>Uncaria gambir roxb</i>).....	3
2.2 Geografis Penghasil Gambir.....	6
2.3 Spektrofotometer Inframerah.....	8
2.4 Analisis Kemometrik.....	9
BAB III METODE PENELITIAN.....	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	11
3.2 Alat dan Bahan.....	11
3.3 Prosedur Penelitian.....	11
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	14
4.1 Uji Organoleptis.....	14
4.2 Kadar Air.....	15
4.3 Analisis Ekstrak Gambir dengan FTIR.....	15

4.4 Analisis Multivariat.....	18
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	25
5.1 Kesimpulan.....	25
5.2 Saran.....	25
DAFTAR PUSTAKA	26

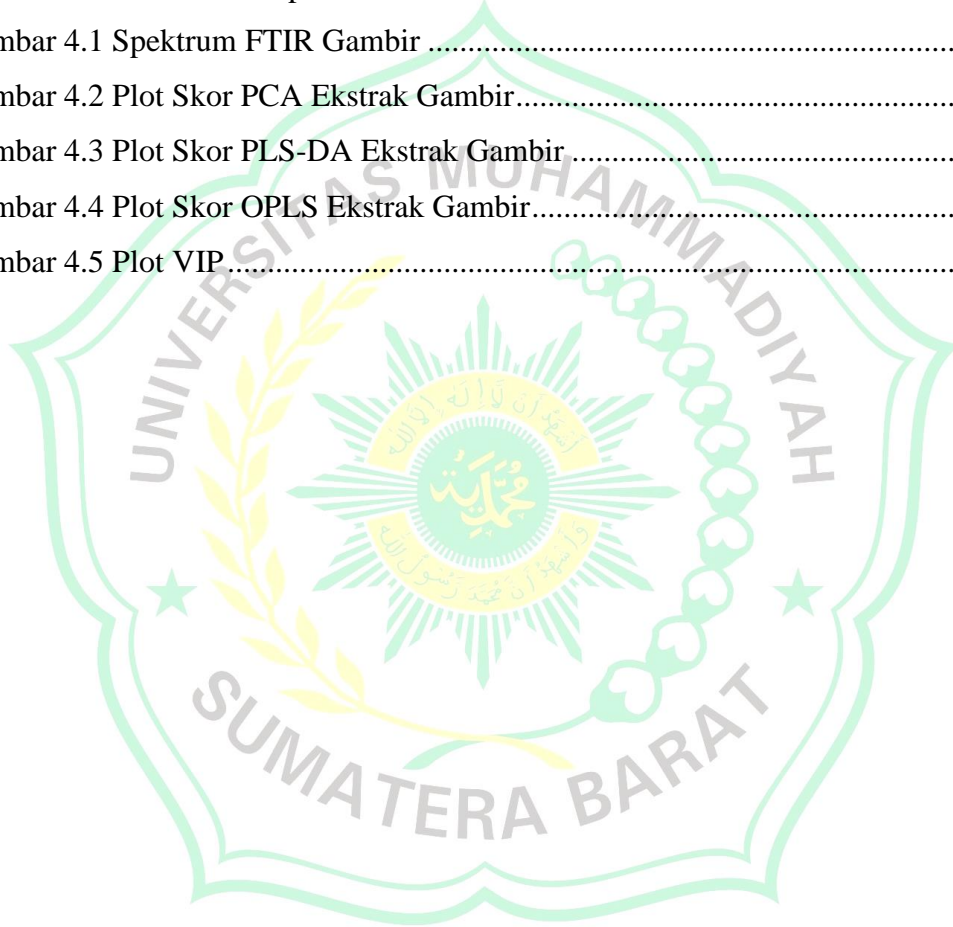


DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Alur Penelitian	30
Lampiran 2. Tabel Data dan Perhitungan Kadar Air	31
Lampiran 3. Alat Spektrofotometer Inframerah.....	32
Lampiran 4. Data Matrik.....	33
Lampiran 5. Data Normalisasi	34
Lampiran 6. Data Penskalaan.....	35
Lampiran 6. a Data Penskalaan PCA	35
Lampiran 6. b Data Penskalaan PLS-DA.....	35
Lampiran 6. c Data Penskalaan OPLS-DA	35
Lampiran 7. Spektrum FTIR Gambir.....	36
Lampiran 7. a Spektrum FTIR Gambir Bukit Barisan.....	36
Lampiran 7. b Spektrum FTIR Gambir Kapur IX	37
Lampiran 7. c Spektrum FTIR Gambir Pangkalan Koto Baru.....	38
Lampiran 7. d Spektrum FTIR Gambir Harau	39
Lampiran 7. e Spektrum FTIR Gambir Batang Kapas.....	40
Lampiran 7. f Spektrum FTIR Gambir Koto XI Tarusan	41
Lampiran 7. g Spektrum FTIR Gambir Sutera	42
Lampiran 7. h Spektrum FTIR Gambir Quality Control	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ekstrak Gambir	3
Gambar 2.2 Senyawa Kimia (a) flavanoid, (b) alkaloid, dan (c) tanin,	5
Gambar 2.3 Struktur Senyawa Katekin.....	5
Gambar 2.4 Peta Kabupaten Lima Puluh Kota	6
Gambar 2.5 Peta Pesisir Selatan.....	7
Gambar 2.6 Skema Alat Spektrofotometer Inframerah	8
Gambar 4.1 Spektrum FTIR Gambir	16
Gambar 4.2 Plot Skor PCA Ekstrak Gambir.....	19
Gambar 4.3 Plot Skor PLS-DA Ekstrak Gambir	21
Gambar 4.4 Plot Skor OPLS Ekstrak Gambir.....	22
Gambar 4.5 Plot VIP.....	23



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kualitas Gambir Menurut Standar Nasional Indonesia	4
Tabel 2.2 Produksi Gambir Berdasarkan Perkecamatan.....	7
Tabel 4.1 Uji Organoleptis.....	14
Tabel 4.2 Kadar Air.....	15
Tabel 4.3 Rentang Bilangan Gelombang Spektrum FTIR.....	17



DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Nama	Penggunaan pertama kali pada halaman
FTIR	<i>Fourier Transform Infra Red</i>	1
Mdpl	Meter diatas permukaan laut	7
μm	mikrometer	8
PLS-DA	<i>Partial Least Squares Discriminant Analysis</i>	9
PCA	<i>Principal Komponen Analisis</i>	9
OPLS-DA	<i>Orthogonal Partial Least Square Discriminant Analysis</i>	9
ATR	<i>Attenuated Total Rreflectance</i>	12
SOP	<i>Standar Operasional Prosedur</i>	12
QC	Quality Control	14
BK	Batang Kapas	20
PB	Pangkalan koto barau	20
VIP	<i>Variable Importance for the Projection</i>	23

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara pengeksportir utama gambir, Provinsi Sumatera Barat adalah penghasil gambir terbesar terutama di wilayah Lima Puluh Kota dan Pesisir Selatan. Negara tujuan ekspor utama gambir adalah India dan Singapura. Pemasaran produk gambir di Indonesia masih menghadapi keterbatasan kuantitatif dan kualitatif, meskipun dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai produk potensial. Gambir merupakan produk dari daun gambir yang mengandung senyawa polifenol. Senyawa polifenol pada gambir adalah katekin, katekin merupakan senyawa flavanoid yang berperan sebagai agen antimikroba dan antioksidan (R. Rauf *et al.*, 2012).

Gambir adalah tumbuhan daerah tropis setinggi kurang lebih 1,5-2 meter yang termasuk dalam famili Rubiaceae dan tumbuh luas di dataran tinggi Argentina, Filipina, dan Indonesia (Sabarni, 2015). Ekstrak gambir diperoleh dengan cara direbusan, dikempa, ditiriskan, diendapkan, dicetak dan dikeringkan. Secara tradisional, rebusan daun muda digunakan sebagai obat diare, obat kumur dan sakit tenggorokan (Arel, 2015).

Penggunaan spektrofotometer inframerah dikombinasikan dengan kalibrasi multivariat telah banyak dikembangkan. kemometrik adalah studi tentang analisis kesamaan sifat-sifat beberapa komponen kimia atau suatu aplikasi (software) minitab yang menggabungkan ilmu kimia dengan matematika atau statistik (Risal, 2020). Menggabungkan spektrofotometer inframerah dengan kemometri dapat memperluas kemungkinan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) sebagai metode alternatif untuk analisis komponen tanaman (Rumoroy *et al.*, 2019). Kombinasi (FTIR) dan metode analisis kemometri dapat berfungsi sebagai alat yang efektif untuk melacak dan membedakan sampel berdasarkan asal geografisnya (Rozali *et al.*, 2022).

Sejauh ini belum ada penelitian yang meneliti terkait klasifikasi gambir berdasarkan geografis yang menggunakan spektrofotometer inframerah dan analisis kemometrik, maka dari itu dapat dilihat dari beberapa artikel atau penelitian sebelumnya, Salah satunya adalah artikel tentang penelitian penggunaan

spektroskopi FTIR dan kemometrik untuk klasifikasi *carob* yang membedakan menurut asal geografisnya.

Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi penggunaan spektrofotometer inframerah dikombinasikan dengan analisis kemometrik sebagai alat yang cepat, dan tidak merusak sampel untuk membedakan dan mengklasifikasikan gambir berdasarkan geografis.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah ada perbedaan antara bilangan gelombang spektroskopi inframerah gambir berdasarkan geografis?
2. Bagaimana cara menentukan klasifikasi gambir menggunakan spektrofotometer inframerah (FTIR) dan analisis kemometrik?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui analisis kemometrik ada perbedaan bilangan gelombang spektroskopi inframerah berdasarkan geografis
2. Untuk mengetahui cara menentukan klasifikasi gambir menggunakan spektrofotometer inframerah (FTIR) dan analisis kemometrik

1.4 Manfaat Penelitian

Untuk mengetahui bagaimana cara membedakan gambir asal Lima Puluh Kota dan Pesisir Selatan berdasarkan nilai bilangan gelombang dari spektrum FTIR yang dikombinasikan dengan analisis data multivariat kemometrik.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekstrak Gambir (*Uncaria gambir roxb*)

Gambir adalah ekstrak kental yang diperoleh dengan mengolah daun dan batang gambir, diendapkan dan dicetak dalam berbagai bentuk, yang dikeringkan (Badan Standarisasi Nasional, 2000). Gambir adalah ekstrak kering daun dan ranting yang diperoleh dengan cara direbus, ditekan, diendapkan, ditiriskan, dicetak dan dikeringkan. Secara tradisional, rebusan daun gambir muda digunakan masyarakat seperti obat, misalnya obat diare, sebagai obat kumur sakit tenggorokan, penyakit kulit dan juga digunakan sebagai obat sariawan (Afdhil, 2015).



Gambar 2.1 Ekstrak Gambir

Gambir merupakan produk ekspor Indonesia, sekitar 80% perdagangan gambir dunia berasal dari Indonesia, dan produksi gambir berasal dari Provinsi Sumatera Barat sebanyak 90% (Aris Purwanto *et al.*, 2014). Ekstrak gambir dapat dilihat pada **Gambar 2.1** adalah produk turunan yang diperoleh dari daun tanaman gambir yang mengandung senyawa polifenol. Senyawa polifenol yang terkandung dalam gambir adalah katekin (A. Rauf *et al.*, 2015). Katekin merupakan senyawa dengan sifat antioksidan karena mengandung gugus fenolik. Katekin dicirikan tidak berwarna dan sedikit larut dalam air dingin, tetapi sangat larut dalam air panas, larut dalam alkohol, etil asetat, dan hampir tidak larut dalam kloroform, benzena, dan eter. Stabilitas katekin tergantung pada kandungan fenol katekin. Katekin juga

efektif sebagai agen antibakteri, proses antibakteri katekin dapat terjadi karena adalah senyawa yang larut dalam pelarut semi polar, dimana etil asetat adalah pelarut semi polar (Aprilliza AM *et al.*, 2021).

Sedangkan menurut Farmakope Herbal Indonesia gambir adalah ekstrak kering yang terbuat dari daun suku rubiaceae yang mengandung tanin sekurangnya 90% yang diperhitungkan sebagai katekin (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2017). Katekin memiliki rasa manis juga dapat berubah menjadi katekin tannat (memberikan rasa pahit) bila dipanaskan cukup lama atau dipanaskan dengan larutan basa (Aditya & Ria Ariyanti, 2016). Mutu gambir menurut SNI 01-3391-2000, ditunjukkan pada **Tabel 2.1** (Badan Standarisasi Nasional, 2000).

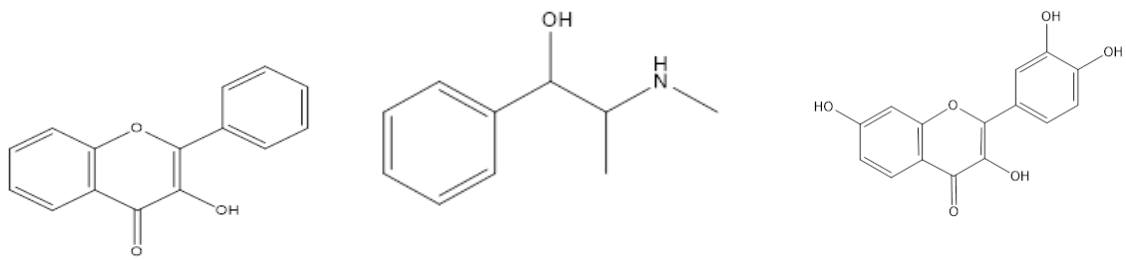
Tabel 2.1 Kualitas Gambir Menurut Standar Nasional Indonesia

No.	Jumlah uji	Persyaratan	
		Mutu 1 (%)	Mutu 2 (%)
1.	Kadar air	Mak. 14	Mak. 16
2.	Kadar abu	Mak. 5	Mak. 5
3.	Kadar katekin	Min. 60	Min. 50

Sumber: Standar Nasional Indonesia (SNI, 2000)

2.1.1 Kandungan Senyawa Gambir

Menurut Adiansyah dkk (2017), hasil skrining fitokimia getah gambir mengandung senyawa golongan flavanoid alkaloid dan tanin dimana struktur dari senyawa kimia tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2.2**. Karena lapisan alkoholnya berwarna merah, kuning atau jingga. Gambir terdapat senyawa kimia, terutama pada bagian daunnya.



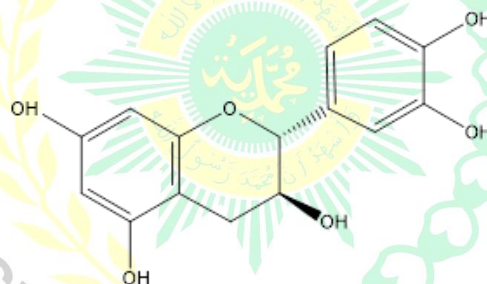
(a) Flavanoid

(b) Alkaloid

(c) Tanin

Gambar 2.2 Senyawa Kimia (a) flavanoid, (b) alkaloid, dan (c) tanin,

Sedangkan menurut Hernani, Hidayat, T., 2020, kandungan kimia yang dimiliki daun gambir adalah katekin. Katekin merupakan senyawa polifenol golongan flavanoid yang kaya akan gambir yang memiliki sifat fungsional. Secara garis besar, gambir merupakan salah satu senyawa fungsional golongan polifenol, yang merupakan antioksidan berfungsi sebagai radikal bebas yang dapat melindungi tubuh dari serangan penyakit. Struktur senyawa katekin yang dapat dilihat pada **Gambar 2.3**



Gambar 2.3 Struktur Senyawa Katekin

Katekin merupakan salah satu senyawa polifenol yang terdapat didalam gambir. Komponen utama gambir adalah katekin, yang merupakan senyawa flavanoid yang terdapat pada gambir dan makanan lain seperti buah. Senyawa katekin yang larut dalam pelarut organik dan air panas (Donna *et al.*, 2014). Senyawa katekin tidak berwarna dan murni, katekin tidak stabil bila disimpan terlalu lama, dan mudah teroksidasi oleh cahaya dan panas (Aprilliza AM *et al.*, 2021).

2.1.2 Khasiat Gambir

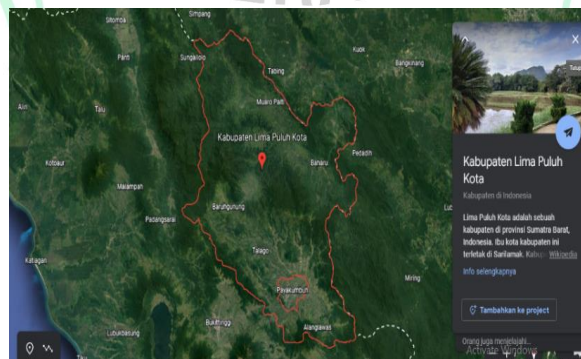
Manfaat dan kegunaan gambir cukup beragam, yaitu untuk bahan baku yang digunakan dalam industri farmasi, pewarna dalam industri tekstil, cat, pestisida dan lain-lain. Selain itu, makanan dan minuman ringan seperti teh celup gambir, jus gambir dan manisan saat ini sedang dikembangkan. Pemanfaatan gambir pertama kali di Provinsi Sumatera Barat digunakan sebagai tinta pada Pilkada Payakumbuh Tahun 2013 dan bisa digunakan pada Pilkada 2014 maupun Pilkada Kabupaten dan Kota di Indonesia (Palmarum Nainggolan, 2013).

Secara tradisional, khasiat daun tumbuhan gambir yang bermanfaat sebagai obat luka, obat demam, obat diare, radang tenggorokan, infeksi jamur dan bakteri (Hernani, Hidayat, T., 2020).

2.2 Geografis Penghasil Gambir

1.2.1 Daerah Lima Puluh Kota

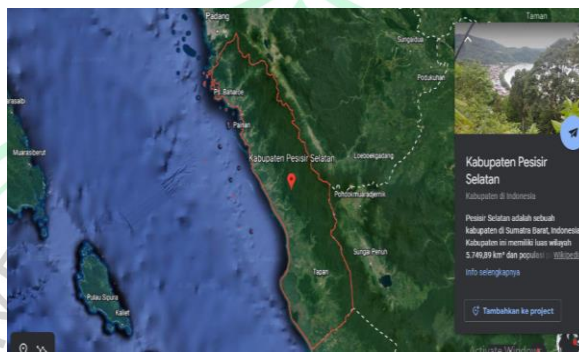
Di Kabupaten Lima Puluh Kota itu, ciri-ciri alamnya yang cocok untuk anaman gambir. Ketinggiannya antara 110 sampai 2261 meter di atas permukaan laut. Topografi bervariasi antara datar dan bukit-bukit seperti yang terlihat pada **Gambar 2.4** terdapat pegunungan dan bukitan, suhu 21-33°C dan kelembaban 45% sampai dengan 50%. Oleh karena itu, indikasi geografis berdasarkan data tersebut dianggap cocok untuk tanaman gambir. Produksi gambir dari daerah Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat digunakan sebagai penyamak kulit, menyirih, pewarna (Anis Ersita, 2020). Berdasarkan data BPS tahun 2020, produksi gambir Kabupaten Lima Puluh Kota sebanyak 6.802,00 (Bps.go, 2020).



Gambar 2.4 Peta Kabupaten Lima Puluh Kota (diambil dari google earth)

1.2.2 Daerah Pesisir Selatan

Secara geografis Kabupaten Pesisir Selatan berbukit-bukit, 0-1000 mdpl memiliki 57 sungai dan di aliri oleh 18 sungai, yaitu 11 sungai besar dan 7 sungai kecil. Seperti pada **Gambar 2.5** daerah Pesisir Selatan memiliki iklim tropis dengan suhu berkisar 23⁰C hingga 32⁰C yang berada ditepi pantai. Oleh karena itu, indikasi geografis ini cocok untuk tanaman gambir. Gambir bermanfaat sebagai bahan baku obat, karna terbukti efektif sebagai antibakteri (Nofirman, 2022). Dilihat dari data bps 2020, produksi gambir di wilayah Pesisir Selatan sebesar 451,00 (Bps.go, 2020).



Gambar 2.5 Peta Pesisir Selatan (diambil dari google earth)

Berdasarkan data Bps di atas, terdapat dua Kabupaten yaitu Lima Puluh Kota dan wilayah Pesisir Selatan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.2 Produksi Gambir Berdasarkan Perkecamatan

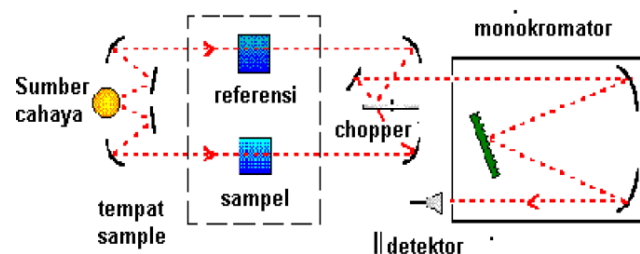
Kacamatan di kabupaten lima puluh kota	Produksi (Ton)	Kontribusi % (Ekspor)
Kapur IX	3.439.35	43,9
Pangkalan koto baru	2.442.85	31,2
Bukik barisan	1.312.50	16,8
Harau	235,41	3,0
Kecamatan yang ada di pesisir selatan	Produksi	Kontribusi % (Ekspor)
Koto IX tarusan	3.073.70	76,7
Batang kapas	488,68	12,2
Sutera	324,64	8,1

Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS)

2.3 Spektrofotometer Inframerah

Spektroskopi inframerah adalah teknik yang didasarkan pada getaran atom-atom suatu molekul. Keuntungan dari teknik inframerah ini adalah tidak merusak, membutuhkan jumlah sampel yang relatif kecil, cepat dan akurat (Wulandari *et al.*, 2016). Rentang bilangan gelombang 4000-1500 cm^{-1} memberikan informasi tentang gugus fungsi yang paling penting, sedangkan rentang 1500-1000 cm^{-1} disebut sebagai daerah sidik jari (Alauhdin *et al.*, n.d.). Analisis kimia menggunakan FTIR dikarenakan cepatnya perolehan jumlah yang besar, analisis ini banyak digunakan untuk mengidentifikasi suatu senyawa pada tumbuhan, dimana parameternya adalah bilangan gelombang yang timbul dari penyerapan gugus fungsi yang unik pada senyawa tersebut. Untuk memproses data spektrofotometri inframerah menggunakan statistik multivariat atau kemometrik (Risal, 2020). Spektrofotometri inframerah sering digunakan untuk menentukan gugus fungsi suatu zat organik, dan menentukan informasi struktur suatu zat organik dengan membandingkan daerah sidik jari. Radiasi infra merah memiliki beberapa rentang frekuensi tidak bisa dilihat dengan mata telanjang. Pengukuran spektra inframerah pertengahan pada panjang gelombang 2,5-50 mikrometer (μm) (Dachriyanus, 2017).

Cahaya yang digunakan dalam spektrum inframerah adalah lampu tungsten atau glow stick. Spektrofotometer inframerah menggunakan monokromator, yang bertindak sebagai pemilih panjang gelombang seperti yang terlihat pada gambar 2.6 skema alat.



Gambar 2.6 Skema Alat Spektrofotometer Inframerah (Dachriyanus, 2017).

Detektor yang ditepatkan disatu sisi komposit dapat membaca frekuensi yang ditransmisikan ke sampel yang tidak diserap oleh senyawa. Total energi yang dibutuhkan untuk setiap ikatan berbeda sehingga setiap ikatan menyerap radiasi inframerah pada frekuensi yang berbeda. Ikatan dapat berfluktuasi ke atas dan ke bawah dalam waktu, jika memberikan daya yang tepat pada ikatan, getarannya menjadi lebih kuat. Dasar interpretasi spektrum inframerah adalah identifikasi serapan ikatan spesifik dari masing-masing gugus fungsi.

Spektrofotometer inframerah berguna untuk mengidentifikasi zat dengan cara membandingkan spektrum senyawa standar, terutama di wilayah sidik jari. Dalam prakteknya, spektrum IR hanya dapat digunakan untuk menentukan gugus fungsi. Spektrum inframerah hanya dapat digunakan untuk pendeteksian jika memiliki spektrum senyawa pembanding yang akan diukur dalam kondisi yang sama, dibandingkan dengan wilayah sidik jarinya (Dachriyanus, 2017).

Secara umum, inframerah mengacu pada bagian spektrum dari elektromagnetik yang terletak di antara rentang gelombang tampak dan gelombang mikro. Teknik ini dapat memberikan informasi tentang struktur kimia, perubahan akibat tekanan dan reaksi kimia (Budi Gunawan, 2010).

2.4 Analisis Kemometrik

Kemometrik adalah studi tentang analisis kesamaan sifat-sifat beberapa komponen kimia. Salah satu penggunaan kemometrik adalah untuk mendefinisikan variabel dalam jumlah yang banyak untuk menggambarkan kaitan antara sampel dari beberapa variabel. Pengertian kemometrik yaitu suatu aplikasi (software) minitab yang menggabungkan kimia dengan matematika atau statistik (Risal, 2020).

Metode statistik multivariat sangat berguna dalam memproses spektrum IR. Keuntungan utama dari metode statistik multivariat adalah kemampuannya untuk mengekstraksi data spektral IR dan memeriksa data spektral ini untuk aplikasi kualitatif dan kuantitatif. Metode statistik multivariat yang paling umum digunakan adalah *Principal Component Analisis* (PCA), *Partial Least Squares Discriminant Analysis* (PLS-D), dan *Orthonogonal Partial Least Square Discriminant Analysis* (OPLS-DA), (Wulandari *et al.*, 2016).

Perangkat lunak SIMCA versi 14.1 digunakan untuk proses spektral dan analisis data multivariat. (PCA) adalah teknik analisis data yang digunakan untuk menghasilkan model multivariat linier dari kumpulan data yang besar dan kompleks. PCA merupakan metode penelitian adaptif yang dapat diterapkan pada data numerik jenis apapun karena tidak memerlukan asumsi distribusi. PCA untuk mengembangkan model kelas berdasarkan indeks kesamaan menggunakan perangkat lunak SIMCA 14.1 (Elfiky *et al.*, 2022).



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan kurang lebih 3 bulan dari bulan Januari sampai April 2023 di Laboratorium Penelitian Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat dan Laboratorium Kimia Universitas Negeri Padang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang diperlukan pada penelitian ini adalah komputer pengolah data, timbangan analitik (*Shimadzu*), lumpang & alu, oven (*Lab companion*), ayakan mesh 100, dan spektrofotometer inframerah FTIR Frontier (*perkinElmer*).

3.2.2 Bahan

Bahan yang diperlukan adalah ekstrak gambir yang telah dihaluskan yang diambil dari Kabupaten Lima Puluh Kota dan Pesisir Selatan.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dari daerah Kabupaten Lima Puluh Kota dan Pesisir Selatan Sumatera Barat.

3.3.2 Preparasi Sampel

Sampel gambir yang berasal dari masing-masing kecamatan yang dapat dilihat pada **Tabel 2.2** Sampel dihaluskan terlebih dahulu dengan menggunakan lumpang dan alu, kemudian dilakukan pengayakan dengan mesh 100 untuk mendapatkan ukuran partikel yang sama atau konsisten.

a. Organoleptis

Dilakukan uji organoleptis terhadap sampel gambir yang telah diambil dari daerah Lima Puluh Kota dan Pesisir Selatan. Uji organoleptis yang dilakukan berupa bentuk, warna dan bau.

b. Kadar Air

Sampel yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 60 mg dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 3 jam (Badan Standarisasi

Nasional, 2000). Untuk mengetahui sampel sudah kering atau belumnya dilakukan perhitungan dengan cara:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat awal}} \times 100\%$$

c. Pengukuran Gambir dengan Spektrofotometer Inframerah

Alat spektrofotometer inframerah lakukan background alatnya, letakkan sampel di atas *Attenuated Total Reflectance* (ATR), permukaan ATR dibersihkan dengan aseton sebelum memindai sampel berikutnya, lakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Pengujian dilakukan sesuai dengan *Standar Operasional Prosedur* (SOP) spektrofotometer inframerah UATR perkinElmer Frontier C90704 dalam rentang bilangan gelombang 4000 sampai 600 cm^{-1} spektrum yang dihasilkan dianalisis menggunakan spektrum IR version 10.6.1 FTIR *Perkin Erlemer* (Christou *et al.*, 2018).

d. Pra-perlakuan Data

Data spektrum dari hasil pengukuran spektrofotometer inframerah dirubah menjadi suatu data matriks yang berisi observasi suatu sampel gambir dari geografis Kabupaten Lima Puluh Kota dan Pesisir Selatan didapat hasil berupa bilangan gelombang. Data matriks dilakukan proses pendahuluan, proses pendahuluan yang digunakan adalah normalisasi yang bertujuan untuk meningkatkan puncak yang tumpang tindih, meningkatkan resolusi, dan menghilangkan kesalahan antar sampel selama pengukuran dengan FTIR. Perangkat lunak SIMCA 14.1 digunakan untuk pra-perlakuan spektra dan analisis data multivariat (Elfiky *et al.*, 2022). Normalisasi dilakukan dengan rumus:

$$\text{Normalisasi} : \frac{\text{respons} - (\text{respons terendah})}{\text{respons tertinggi} - \text{respons terendah}} \times 2$$

Keterangan:

- Respons : Data asli
- Respons terendah : Nilai minimum
- Respons tertnggi : Nlai maksimum

e. Analisis Statistik Multivariat

1. PCA

PCA merupakan teknik analisis data yang digunakan untuk menghasilkan model multivariat linier dari kumpulan data yang besar dan kompleks. PCA adalah metode pengenalan pola tanpa pengawasan yang digunakan untuk mengurangi dimensi dataset sambil mempertahankan variabel sebanyak mungkin. Penggunaan utama PCA bersifat deskriptif dari pada inferensial. Sebagai alat deskriptif, PCA terutama merupakan metode eksplorasi adaptif yang dapat diterapkan pada data numerik jenis apapun karena tidak memerlukan asumsi distribusi (Elfiky *et al.*, 2022).

2. PLS-DA

PLS-DA adalah pemodelan yang digunakan untuk keperluan klasifikasi. PLS-DA adalah pemodelan klasifikasi linear yang bertujuan untuk menemukan model matematis yang mampu mengenali keanggotaan setiap sampel sesuai dengan kelas melalui serangkaian pengukuran (Sampaio *et al.*, 2020).

3. OPLS-DA

OPLS-DA juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi yang mampu membedakan sampel berdasarkan geografis. OPLS-DA dapat dengan mudah menghasilkan pemisahan kelompok statistik tanpa adanya validasi (Elfiky *et al.*, 2022). OPLS-DA adalah metode diskriminan dan klasifikasi berdasarkan regresi OPLS yang memisahkan semua variasi sistematis dalam matrik menjadi matrik terikat.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Organoleptis

Pada penelitian ini digunakan sebanyak 7 kg sampel gambir yang diambil dari masing-masing kecamatan di daerah Lima Puluh Kota dan Pesisir Selatan, Sumatera Barat. Sampel gambir yang dihaluskan diayak dengan ayakan mesh 100 dengan tujuan untuk mendapatkan pertikel dengan ukuran yang sama atau serupa. Untuk sampel Quality Control (QC) diambil dari masing-masing sampel sebanyak 50 mg lalu dihomogenkan.

Tabel 4.1 Uji Organoleptis

Kabupaten	Kecamatan	Organoleptis		
		Bentuk	warna	Bau
Lima Puluh Kota	Harau	Bulat utuh	Coklat kehitaman	Khas gambir
	Kapur IX	Bulat utuh	Kuning kecoklatan	Khas gambir
	Bukit barisan	Bulat utuh	Hitam	Khas gambir
	Pangkalan koto baru	Bulat utuh	Coklat	Khas gambir
Pesisir Selatan	Sutera	Bulat utuh	Coklat	Khas gambir
	Batang kapas	Bulat utuh	Coklat	Khas gambir
	Koto XI tarusan	Bulat utuh	Kucing kecoklatan	Khas gambir

Dari pemeriksaan organoleptis pada sampel gambir di Kabupaten Lima Puluh Kota dan Pesisir Selatan dapat dilihat pada **Tabel 4.1** dimana bentuk dan bau gambir yang berasal dari Kabupaten Lima Puluh Kota dan Pesisir Selatan adalah sama, yaitu berbentuk bulat utuh dan beraroma khas gambir. Namun sampel gambir ini memiliki perbedaan warna terdapat 4 warna gambir yaitu coklat kehitaman yang berasal dari Kecamatan Harau, warna hitam yang berasal dari Kecamatan Bukit Barisan, warna kuning kecoklatan berasal dari Kecamatan Kapur IX dan Koto XI Tarusan, warna coklat yang berasal dari Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Sutera dan Batang Kapas.

Namun perbedaan warna tersebut dapat di ketahui dari kandungan katekin yang tinggi, katekin berwarna putih sampai kekuningan. Katekin merupakan senyawa yang tidak stabil terhadap pengaruh lingkungan seperti suhu, dan oksidasi. Besarnya kandungan katekin dari masing-masing sampel memiliki hubungan yang terbalik dengan kandungan tanin. Semakin tinggi kandungan katekin semakin rendah kadar tanin, kandungan katekin gambir dapat diprediksi dari warnanya, semakin hitam warna gambir makin rendah kandungan katekin. Sedangkan tanin berwarna coklat kemerahan hingga kehitaman (Yeni *et al.*, 2017).

4.2 Kadar Air

Susut pengeringan dilakukan dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam, tujuan sampel dioven untuk mengurangi kadar air yg terkandung di dalam sampel. Setelah dioven didapat hasil kadai air dari masing-masing sampel yang dapat dilihat pada **Tabel 4.2** sudah memenuhi ketentuan yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI) sesuai dengan mutu 1 yaitu 14% (Badan Standarisasi Nasional, 2000). Contoh perhitungan kadar air dapat dilihat pada **Lampiran 2**. Setelah sampel dikeringkan dilakukan pengukuran dengan menggunakan spektrofotometer inframerah frontier FTIR.

Tabel 4.2 Kadar Air

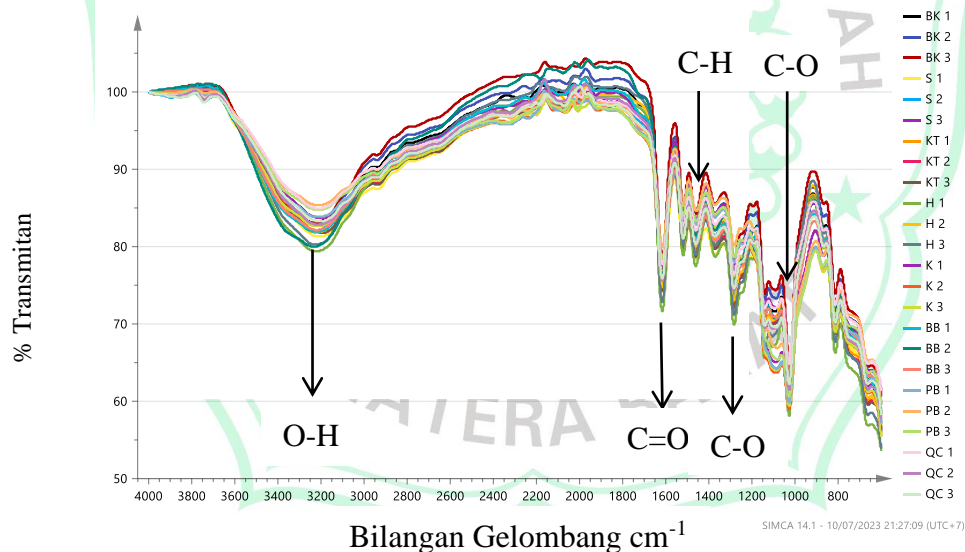
No.	Kecamatan	Kadar air (%)
1.	Harau	10
2.	Bukit barisan	11,66
3.	Kapur IX	8,33
4.	Pangkalan koto baru	8,33
5.	Sutera	13,33
6.	Batang kapas	11,66
7.	Koto IX tarusan	13,33
8.	Quality control	11,42

4.3 Analisis Ekstrak Gambir dengan (FTIR)

Spektroskopi FTIR adalah suatu teknik analisis yang cepat dan mudah, yang memungkinkan semua sifat kimia sampel ditampilkan dalam spektrum FTIR. Informasi ini tidak dapat diamati dengan hanya melihat pola serapan spektrum saja,

tetapi diperlukan perangkat lunak software SIMCA 14.1 berupa teknik kemometrik. Profil spektrum FTIR ekstrak gambir bahan-bahan yang digunakan memberikan pola yang sangat identik satu sama lain, kecuali pada nilai serapan masing-masing spektrum yang menunjukkan bahwa komposisi kimianya hampir sama (Purwakusumah *et al.*, 2014).

Menurut Purwakusum (2014), pola spektrum FTIR dapat menggambarkan perubahan konsentrasi maupun profil komposisi metabolit dari suatu sampel. Oleh karena itu, spektrum ini dapat digunakan untuk membedakan tanaman yang satu dengan yang lainnya, walaupun komposisi senyawa kimianya belum diketahui secara pasti. Spektrum IR yang dihasilkan mempunyai ratusan ribu data dengan berbagai macam informasi. Oleh karena itu, perlu dipilih rentang bilangan gelombang untuk melihat keberadaan variabel yang dapat berperan secara signifikan dalam analisis multivariat. Hal tersebut dapat meminimalkan kemungkinan ketidak terpisahan pada pola PCA. Dari hasil analisis FTIR, pola spektral ditunjukkan pada gambar



Gambar 4.1 Spektrum FTIR Gambir

Keterangan:

- BK : Batang Kapas
- S : Sutera
- KT : Koto XI Tarusan
- H : Harau
- K : Kapur IX
- BB : Bukit Barisan

PB : Pangkalan Koto Baru
QC : Quality Control

Tabel 4.3 Rentang Bilangan Gelombang Spektrum FTIR

Bilangan gelombang (cm^{-1})	Jenis ikatan
3205 - 3236	Regang O-H
1653 - 1611	Regang C=O
1475 - 1459	C-H bending
1292 - 1278	C-O
1035 - 1025	C-O

Gugus fungsi regang O-H pada pengujian FTIR memberikan pita serapan yang kuat pada rentang bilangan gelombang 3205-3236 cm^{-1} , gugus fungsi karbonil C=O terdapat pada bilangan gelombang 1653-1611 cm^{-1} , dan gugus fungsi C-H bending, dan C-O dapat dilihat pada **Tabel 4.3** (Ningsih & Rahayuningsih, 2019).

Gambar 4.1 menunjukkan spektrum FTIR sampel gambir dari daerah Lima Puluh Kota dan Pesisir Selatan dengan pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Spektrum yang diperoleh dari semua sampel sama dan berbeda hanya pada nilai kuantitatif absorbansi spektral masing-masing. Secara visual, tidak ada perbedaan yang signifikan, maka dari itu hasil pengukuran sampel gambir dianalisis dengan menggunakan analisis kemometrik perangkat SIMCA 14.1 untuk melihat perbedaan dari masing-masing absorban yang diserap suatu senyawa tertentu.

Kemometrik bertujuan untuk membedakan suatu tanaman, klasifikasi suatu spesies berdasarkan asal tumbuh tanaman dan dapat membuktikan keaslian pada tanaman. Maka dari itu kombinasi antara Spektroskopi inframerah dan kemometrik sangat tepat untuk menentukan gambir berdasarkan geografisnya (Tahir *et al.*, 2017).

Hasil pengukuran spektrofotometer inframerah berupa data yang terdiri dari spektrum IR, nilai % transmittan dan bilangan gelombang yang dapat dilihat pada gambar 10. Spektrum FTIR dihasilkan dari penyerapan berbagai komponen kimia yang terkandung dalam ekstrak gambir, spektrum FTIR ekstrak gambir dari berbagai kecamatan tidak berbeda secara visual yang menunjukkan bahwa kandungan komponen kimia secara umum adalah sama.

Data hasil pengukuran spektrofotometer inframerah berupa bilangan gelombang dan nilai absorban. Langkah selanjutnya dilakukan pre-parasi data, data asli dirubah dalam bentuk matriks data. Sampel terdiri dari 7 kecamatan dan 1 sampel QC setiap sampel diulang 3 kali. Semua matriks data kemudian dilakukan pra-pemrosesan. Matriks data dilakukan normalisasi tujuannya untuk merubah data yang minus menjadi positif, kemudian diklasifikasi menggunakan SIMCA 14.1 dengan pemodelan PCA, PLS-DA dan OPLS-DA.

Proses pendahuluan yang digunakan pada matriks data adalah normalisasi. Normalisasi merupakan sebuah proses pembentukan struktur basis data sehingga sebagian besar data yang meragukan bisa dihilangkan. Proses pendahuluan yang dilaksanakan menggunakan data absorban dengan ukuran bilangan gelombang 4000-600 cm^{-1} . Normalisasi juga bisa menghilangkan kerangkapan data, mengurangi kompleksitas data dan mempermudah pemodifikasian data.

4.4 Analisis Multivariat

4.4.1 Principal Component Analysis (PCA)

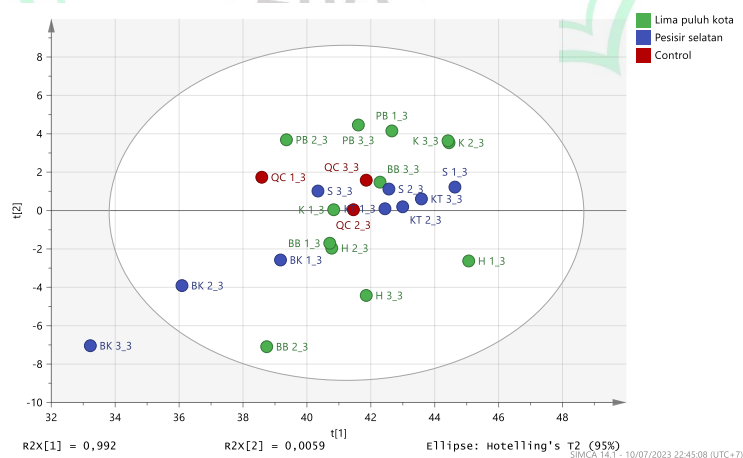
PCA adalah salah satu analisis multivariat yang banyak digunakan. Metode PCA adalah salah satu pendekatan statistika yang dapat memfasilitasi hubungan suatu data multivariat. Metode ini diterapkan untuk mengurangi informasi pada spektrum menjadi seperangkat variabel baru, yang disebut komponen utama. Data hasil pengukuran spektroskopi inframerah dilakukan pendahuluan yaitu pra-perlakuan data yang bertujuan untuk mendapatkan data yang baik, pendahuluan yang dilakukan yaitu normalisasi data yang bertujuan untuk menghilangkan data yang mengganggu pada proses analisis multivariat (Rachmawati *et al.*, 2017).

Hasil pengukuran FTIR berupa spektrum memiliki matriks data yang berukuran besar dan sangat kompleks sehingga sulit jika di analisis secara visual. Maka dari itu perlu analisis multivariat seperti kemometrik. Pada penelitian ini dilakukan pemodelan analisis PCA untuk mengekstrak data menjadi lebih sederhana. Sebelum melakukan pemodelan PCA dilakukan terlebih dahulu penskalaan yang dapat dilihat pada **Lampiran 6.a** yang dilakukan pada SIMCA 14.1. Tujuannya untuk melihat perbandingan antar skeling. Untuk data penskalaan diambil nilai R^2 yang tertinggi, jadi penskalaan yang ditetapkan adalah ParN dengan nilai $R^2 = 0,997$ dan $Q^2 = 0,997$ menunjukkan hasil yang baik. R^2 adalah

ukuran kecocokan yaitu seberapa baik model dengan data. Q2 adalah persentase variasi set dengan PCA, Q2 menunjukkan seberapa baik model memprediksi data, nilai Q2 besar $> 0,5$ menunjukkan prediksi yang baik. Pada metode PCA terlebih dahulu dibutuhkan pendahuluan terhadap spektrum FTIR yaitu dengan normalisasi data yang bertujuan untuk menghindari adanya masalah yang disebabkan pergeseran garis dasar dan untuk meningkatkan resolusi spektrum yang berimpitan (Purwakusumah *et al.*, 2014).

Mendapatkan perbedaan mengenai informasi pada sampel gambar diperlukan analisis multivariat berupa analisis kemometrik. Teknik kemometrik untuk mengidentifikasi pengelompokan pola spektral gambar di dua wilayah dilakukan dengan menggunakan pemodelan PCA. PCA menyederhanakan variabel spektrum menjadi beberapa variabel. PCA digambarkan dalam bentuk plot skor, plot skor adalah peta pengamatan proyeksi dari beberapa objek ke dalam PCA dan dapat digunakan untuk menemukan persamaan atau perbedaan antar sampel.

Hasil analisis PCA ditampilkan dalam bentuk skor plot **Gambar 4.2** yang memperlihatkan pengelompokan dari hasil spektrum FTIR. Plot skor akan menggambarkan pengelompokan setiap sampel berdasarkan variabel pengukuran (absorban gugus fungsi). Plot skor menunjukkan bahwa semakin dekat satu sampel dengan sampel lain, semakin mirip profil metabolit antara sampel (Purwakusumah *et al.*, 2014). Pada penelitian ini menunjukkan hasil analisis PCA memiliki kelompok yang berdekatan, semakin dekat skor plot sampel satu dengan sampel yang lain maka semakin mirip komponen metabolit. Plot skor hasil analisis PCA ekstrak gambar ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Plot Skor PCA Ekstrak Gambar

Gambar 4.2 menunjukkan grafik plot skor seluruh sampel ekstrak gambir, sampel kurang terkelompokan dengan baik berdasarkan jenis gambir dan daerah tempat tumbuh gambir tersebut, dapat dilihat dari plot skor PCA warna biru menandakan sampel dari Pesisir Selatan, warna hijau gambir Lima Puluh Kota dan warna merah merupakan sampel QC.

Sampel gambir mirip satu sama lain memiliki plot skor yang berdekatan. Plot skor PCA data spektrum FTIR mampu menjelaskan 95% dari variasi total. Plot skor ini menunjukkan pola-pola yang terdapat pada spektrum FTIR semakin dekat plot skor masing-masing sampel, maka semakin besar kesamaan sampel tersebut. Pengelompokan tersebut didasarkan pada daerah asal ekstrak gambir. Skor t_1 (komponen pertama) menjelaskan variasi terbesar dari ruang X, di ikuti oleh t_2 . Oleh karena itu, plot dari t_1 vs t_2 adalah sebuah jendela dalam ruang X, yang menampilkan bagaimana observasi X terletak satu sama lain. Informasi yang dapat dilihat dari Plot skor PCA ini menunjukkan adanya *outlier*, kelompok, kesamaan, dan pola lain dalam data. Dari plot skor PCA terdapat satu data *outlier* yaitu pada sampel (BK) Batang Kapas, perbedaan ini mungkin disebabkan oleh kesalahan pengukuran, sampel dari kategori lain, atau kesalahan intrumental.

Sampel QC sebagai sampel yang dapat melihat ketelitian saat pengerjaan pada saat penelitian atau pada pre-parasi sampel. Dari plot skor dapat kita lihat sampel yang berwarna merah yaitu sampel (QC). Terdapat 2 sampel QC yang berdekatan yaitu QC2 dan QC3 dibagian tengah dan satu sampel QC yang jaraknya berjauhan yaitu QC1 yang plot skornya lebih dekat dengan sampel (PB) Pangkalan Koto Baru. Terpisahnya sampel QC1 dapat disebabkan besar kemungkinan banyaknya sampel PB yang terambil.

4.4.2 *Partial Least Squares Discriminant Analysis (PLS-DA)*

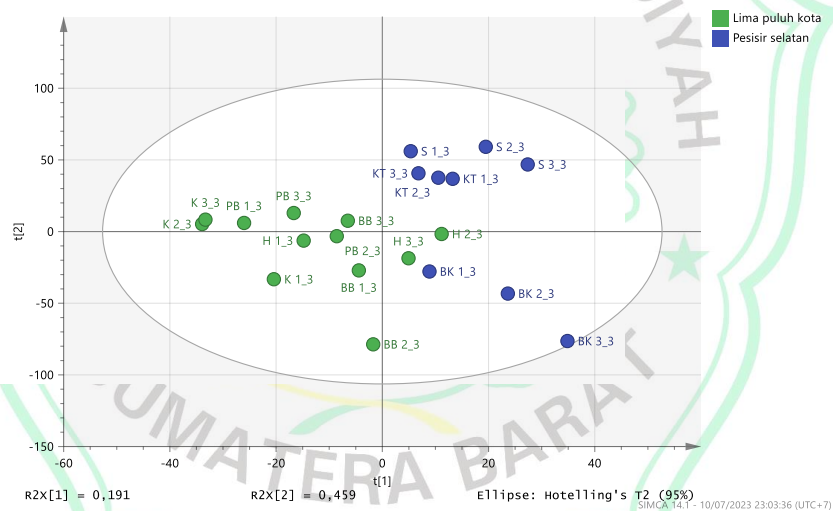
PLS-DA merupakan salah satu teknik analisis kemometrik yang digunakan untuk melakukan pengenalan pola dan membangun suatu model prediksi dari mutu berdasarkan perbedaan daerah tempat tumbuh gambir. PLS-DA menggunakan teknik pendekatan PCA, dengan menggunakan dua buah matrik X dan matrik Y (Rodionova, 2005).

Selain analisis PCA data absorban gugus fungsi dari ekstrak gambir juga dilakukan analisis menggunakan PLS-DA. Analisis diskriminan merupakan metode

terawasi yang memberikan aturan untuk memisahkan kelompok pengamatan yang telah diketahui dimana pengamatan baru dapat diklasifikasikan ke dalam kelompok yang telah ditentukan tersebut. Pemodelan PLS-DA dilakukan untuk membedakan sampel gambir anatar ke dua daerah tersebut (Elfiky *et al.*, 2022).

PLS mampu memprediksi variabel respon dari variabel penduga dalam jumlah banyak. Pemodelan PLS ini membutuhkan data variabel penduga (variabel x) dan variabel respon (variabel y) PLS ini dapat ditinjau dari parameter seperti nilai *R-square* (R^2) nilai R^2 menunjukkan linearitas dan korelasi antar variabel prediktor terhadap variabel respon. Model PLS dikategorikan sebagai model yg baik apabila nilai parameter R^2 menghasilkan nilai yang mendekati 1 (Brereton & Lloyd, 2014).

penelitian ini pemodelan PLS-DA dilakukan untuk klasifikasi sampel gambir asal Pesisir Selatan dan Lima Puluh Kota dapat dilihat pada gambar



Gambar 4.3 Plot Skor PLS-DA Ekstrak Gambir

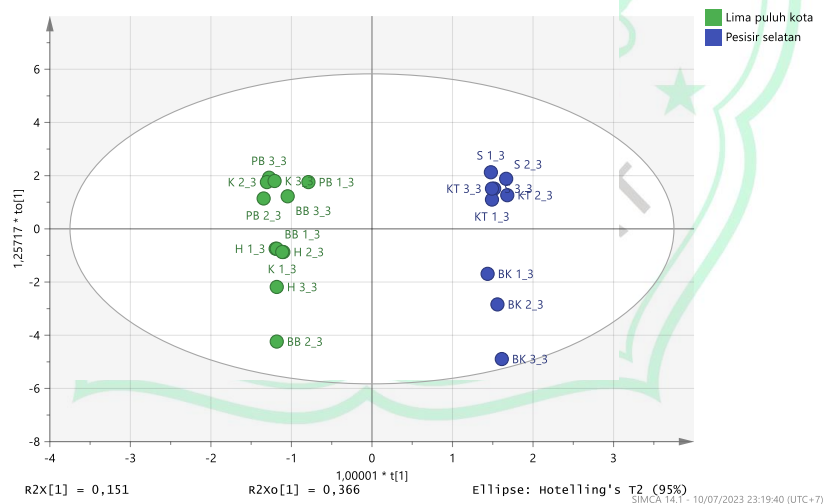
Gambar 4.3 menunjukkan hasil analisis PLS-DA yang cukup baik dilihat dari pola plot skornya yang sudah mulai terkelompok masing-masing sampel. Model PLS-DA tersebut digunakan untuk memprediksi dan mengklasifikasikan sampel berdasarkan daerah tumbuh gambir. Pada model PLS-DA ini pra-perlakuan datanya sama seperti model PCA juga dilakukan penskalaan terlebih dahulu, pada model PLS-DA ini skaling yang diambil yaitu UV-scaling dengan nilai R^2 tertinggi. Nilai $R^2 = 0,649$ nilai dan $Q^2 = 0,447$ yang dapat dilihat pada **Lampiran**

6.b. Nilai R2 ini tergolong cukup baik, yang dimaksud dengan R2 adalah ukuran kecocokan yaitu seberapa baik model dengan data, sedangkan untuk Q2 adalah persentase variasi set pelatihan dengan PLS yang diprediksi oleh model menurut validasi silang.

4.4.3 Orthogonal Partial Least Square (OPLS)

OPLS-DA adalah metode diskriminan dan klasifikasi berdasarkan regresi OPLS yang memisahkan semua variasi sistematis dalam matrik menjadi matrik terikat. Analisis OPLS banyak digunakan untuk mengidentifikasi variabel utama yang memengaruhi pengelompokan sampel berdasarkan karakteristik data matriks Y, prinsip OPLS yaitu mengoreksikan dua jenis matriks data, yaitu komponen X dan komponen Y (Nancy Dewi Yuliana, Alfi Khatib, Young Hae Choi, 2011).

Pada analisis OPLS ini sampel gambar sudah dapat di klasifikasikan berdasarkan geografis atau asal tumbuh gambar. Analisis OPLS ini data matriks sudah terkelompokan dengan baik terdapat 2 kelompok yang terpisah yaitu sampel gambar asal Lima Puluh Kota dan sampel gambar asal Pesisir Selatan. Hasil skor plot analisis OPLS dapat dilihat pada **Gambar**

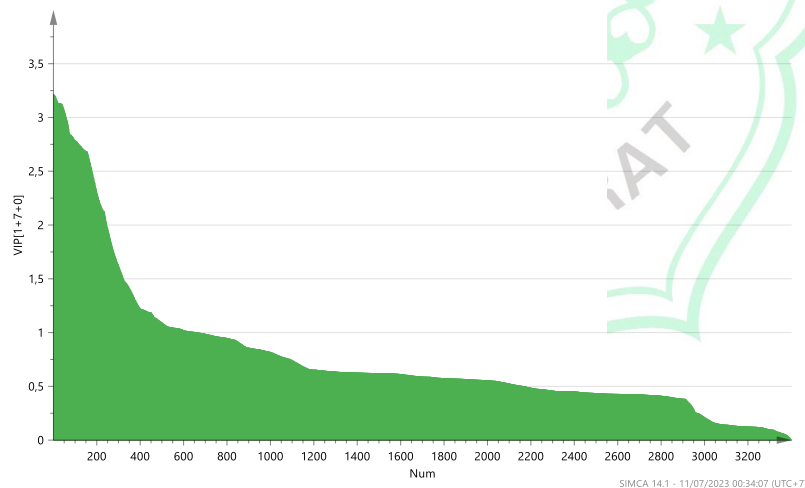


Gambar 4.4 Plot Skor OPLS Ekstrak Gambar

Berdasarkan **Gambar 4.4**, model OPLS-DA setelah metode penskalaan (Ctr-scaling) karena memiliki nilai R2= 0,996 dan Q2= 0,815 klasifikasi yang baik penskalaan dapat dilihat pada **Lampiran 6.c** OPLS ini dapat dilihat dengan jelas bahwa sampel yang berwarna hijau sampel asal Kabupaten Lima Puluh Kotan dan

warna biru sampel asal Pesisir Selatan. Yang terkelompokkan dengan baik, sehingga sampel dapat berhasil dibedakan berdasarkan geografisnya. Maka dari itu, pemodelan OPLS-DA dapat secara efektif membedakan sampel gambir asal lima puluh kota dan pesisir selatan. Maka dari itu pada penelitian ini membedakan gambir berdasarkan geografisnya (Du *et al.*, 2021).

Berdasarkan data analisis FTIR, dalam mengidentifikasi senyawa aktif digunakan plot *Variable Importance for the Projection* (VIP) untuk memilih daerah spektral yang efektif untuk klasifikasi. Nilai VIP biasanya untuk menjelaskan kontribusi variabel terhadap model. Nilai VIP yang lebih besar dari 1 menunjukkan variabel X yang penting, dan nilai yang lebih rendah dari 0,5 menunjukkan variabel X yang tidak penting. Dalam penelitian ini, dipilih variabel VIP > 1 variabel yang dipilih analisis VIP sebagai informasi yang berguna untuk klasifikasi. Analisis lain selain OPLS yaitu X varian plot yang digunakan mengidentifikasi area puncak ekstrak gambir yang dominan. Berdasarkan data yang didapatkan, diketahui bahwa bilangan gelombang 1067-1064 cm^{-1} merupakan yang paling dominan kemudian diidentifikasi gugus fungsi tersebut dengan menggunakan plot VIP. Plot VIP ini diurutkan dari yang tertinggi ke terendah, dan menunjukkan interval kepercayaan untuk nilai VIP, data VIP yang diambil dengan nilai 1 ke atas (Du *et al.*, 2021).



Gambar 4.5 Plot VIP

Berdasarkan nilai plot VIP bilangan gelombang yang berkorelasi memiliki nilai VIP > 0,5. berdasarkan plot VIP tersebut dapat diklasifikasikan berdasarkan bilangan gelombang yang tertera pada tabel. didapatkan nilai VIP paling tinggi pada

daerah bilangan gelombang 1067-1064 cm^{-1} . Bilangan gelombang 1067-1064 cm^{-1} memiliki gugus fungsi C=C bending (Movasaghi *et al.*, 2008).



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil spektrum FTIR memiliki gugus fungsi yang dominan yaitu O-H, C=O, C-H dan C-O. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel gambir dapat dibedakan menggunakan analisis kemometrik dengan pemodelan OPLS-DA yang mencapai diskriminan terbaik. Sementara itu, analisis VIP terbukti cara yang efektif untuk memilih variabel yang berguna dan signifikan meningkatkan akurasi model. Model OPLS-DA dengan penskalaan (vip Ctr scaling) adalah yang tertinggi, yang menunjukkan kemampuan diskriminan yang baik. Berdasarkan plot VIP, nilai VIP yang tertinggi adalah pada bilangan gelombang 1067-1064 cm^{-1} , pada bilangan gelombang ini yang menjadi pembeda antara gambir Lima Puluh Kota dan Pesisir Selatan.

Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa kombinasi spektroskopi inframerah dan analisis kemometrik merupakan metode yang efektif untuk membedakan gambir berdasarkan geografis.

5.2 Saran

Disarankan untuk peneliti berikutnya menggunakan metode dan analisis data yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, M., & Ria Ariyanti, P. (2016). Manfaat gambir (*Uncaria gambir* Roxb) sebagai Antioksidan. In *Uncaria gambir* Roxb) sebagai Antioksidan Majority / (Vol. 5, Issue 3).
- Afdhil, A. (2015). Pembuatan gambir galamai (*black cube*) menggunakan oven microwave. *Scientia vol. 5 no. 1, februari 2015 pembuatan, 5(1)*.
- Alauhdin, M., Eden, W. T., & Alighiri, D. (n.d.). Aplikasi Spektroskopi Inframerah untuk Analisis Tanaman dan Obat Herbal.
- Anis Ersita. (2020). *Berita resmi indikasi geografis*.
- Aprilliza AM, M. N., Anggraeny, Y. N., & Wina, E. (2021). Peran Senyawa Katekin dan Derivatnya Dalam Mitigasi Produksi Metana Asal Fermentasi di Dalam Rumen. *Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences, 31(1)*, 13. <https://doi.org/10.14334/wartazoa.v31i1.2548>
- Aris Purwanto, Y., Wayan Budiastira, I., Syamsu, K., Teknik Pertanian, J., & Teknologi Pertanian, F. (2014). Prediksi kandungan katekin gambir (*Uncaria gambir* Roxb.) Dengan spektroskopi nir prediction of catechin content in gambier (*Uncaria gambir* Roxb.) using nir spectroscopy. In *Khaswar Syamsu J Tek Ind Pert* (Vol. 24, Issue 1).
- Anonim, Badan Standarisasi Nasional. (2000). *SNI 01-3391-2000 Gambir* (pp. 1–12).
- Bps.go. (2020). Luas Lahan Produksi Gambir Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Sumatera Barat 2018-2020. www.sumbar.bps.go.id.
- Brereton, R. G., & Lloyd, G. R. (2014). Partial least squares discriminant analysis: Taking the magic away. *Journal of Chemometrics, 28(4)*, 213–225. <https://doi.org/10.1002/cem.2609>
- Budi Gunawan, C. D. A. (2010). Karakterisasi Spektrofotometri IR dan Scanning Electron Microscopy (SEM) Sensor Gas Dari Bahan Polimer Poly Ethelyn Glycol (PEG). *Jurnal Sains Dan Teknologi, 29*, 1–17. www.iosrjournals.org
- Christou, C., Agapiou, A., & Kokkinofa, R. (2018). Use of FTIR spectroscopy and chemometrics for the classification of carobs origin. *Journal of Advanced Research, 10*, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2017.12.001>
- Dachriyanus, D. (2017). Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi. In *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. <https://doi.org/10.25077/car.3.1>

- Donna, D., Damanik, P., Surbakti, N., & Hasibuan, R. (2014). Ekstraksi katekin dari daun gambir (*Uncaria gambir roxb*) dengan metode maserasi. In *Jurnal Teknik Kimia USU* (Vol. 3, Issue 2).
- Du, H., Chen, W., Lei, Y., Li, F., Li, H., Deng, W., & Jiang, G. (2021). Discrimination of authenticity of *Fritillariae Cirrhosae Bulbus* based on terahertz spectroscopy and chemometric analysis. *Microchemical Journal*, 168(April), 106440. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2021.106440>
- Elfiky, A. M., Shawky, E., Khattab, A. R., & Ibrahim, R. S. (2022). Integration of NIR spectroscopy and chemometrics for authentication and quantitation of adulteration in sweet marjoram (*Origanum majorana L.*). *Microchemical Journal*, 183(September), 108125.
- Hernani, Hidayat, T., & K. (2020). teknologi pengolahan dan pengembangan produk olahan daun gambir.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2017). Farmakope Herbal Indonesia Edisi II (II).
- Movasaghi, Z., Rehman, S., & Rehman, I. U. (2008). Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy of biological tissues. *Applied Spectroscopy Reviews*, 43(2), 134–179. <https://doi.org/10.1080/05704920701829043>
- Nancy Dewi Yuliana, Alfi Khatib, Young Hae Choi, R. V. T. (2011). *Enhanced Ultrasonography To cite this version : r Fo Pe er Re vi.*
- Ningsih, E., & Rahayuningsih, S. (2019). Extraction, Isolation, Characterisation and Antioxidant Activity Assay of Catechin Gambir (*Uncaria gambir* (Hunter). Roxb. *Al-Kimia*, 7(2). <https://doi.org/10.24252/al-kimia.v7i2.7800>
- Nofirman. (2022). Pembentukan masyarakat perlindungan indikasi geografi (mpig) gambir di kecamatan koto xi tarusan kabupaten pesisir selatan, sumatera barat. 1(3), 375–380. <http://repo.stkip-pgri-sumbar.ac.id/id/eprint/2134/>
- Palmarum Nainggolan. (2013). Teknologi Perbenihan Tanaman Gambir (*Uncaria gambir* Roxb). Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Utara, 1–26.
- Purwakusumah, E. D., Rafi, M., Safitri, U. D., Nurcholis, W., & Adzkiya, M. A. Z. (2014). Identifikasi dan autentikasi jahe merah menggunakan kombinasi spektroskopi ftir dan kemometrik (Identification and Authentication of Jahe Merah Using Combination of FTIR Spectroscopy and Chemometrics). *Jurnal Agritech*, 34(01), 82–87. <http://dx.doi.org/10.22146/agritech.9526>
- Rachmawati, Rohaeti, E., & Rafi, M. (2017). Combination of near infrared spectroscopy and chemometrics for authentication of taro flour from wheat and sago flour. *Journal of Physics: Conference Series*, 835(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/835/1/012011>

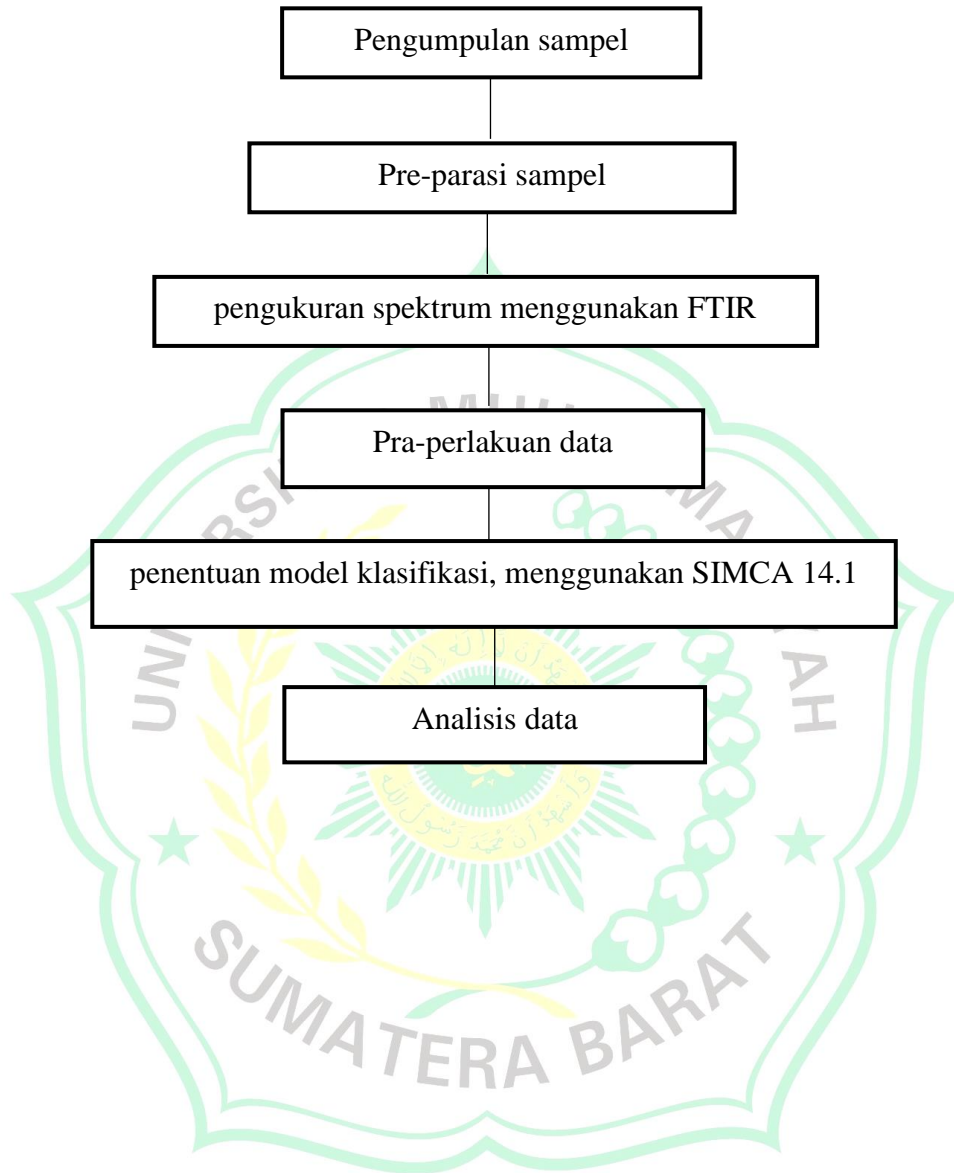
- Rauf, A., Rahmawaty, & Siregar, A. Z. (2015). The Condition of *Uncaria Gambir* Roxb. as One of Important Medicinal Plants in North Sumatra Indonesia. *Procedia Chemistry*, 14, 3–10. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2015.03.002>
- Rauf, R., Santoso, U., Studi Gizi, P., Ilmu Kesehatan, F., Muhammadiyah Surakarta, U., Yani, J. A., Pos, T., Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, J., & Teknologi Pertanian, F. (2012). Aktifitas Antioksidan Ekstrak Gambir Yang Dipurifikasi Menggunakan Kromatografi Kolom Sephadex Lh-20. In *agritech* (Vol. 32, Issue 2).
- Risal, Y. (2020). Analisis Kemometrik Senyawa Inhibitor Tirosinase Menggunakan Spektrofotometer IR (FTIR). *Majalah Farmasi Dan Farmakologi*, 24(2), 59–62. <https://doi.org/10.20956/mff.v24i2.10610>
- Rodionova, O. Y. (2005). Brereton, R.G., *Chemometrics: Data Analysis for the Laboratory and Chemical Plant*, Chichester: Wiley, 2003, 489 pp. *Journal of Analytical Chemistry*, 60(10), 994–996. <https://doi.org/10.1007/s10809-005-0223-6>
- Rozali, N. L., Azizan, K. A., Singh, R., Nabihah, S., Jaafar, S., Othman, A., Weckwerth, W., & Ramli, U. S. (2022). Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy approach combined with discriminant analysis and prediction model for crude palm oil authentication of different geographical and temporal origins. *Food Control*, 109509. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109509>
- Rumoroy, J. D., Sudewi, S., & Siampa, J. P. (2019). Analisis total fenolik daun gedi hijau (*Abelmoschus manihot* L.) dengan menggunakan spektroskopi ftir dan kemometrik. *Pharmacon*, 8(3), 758. <https://doi.org/10.35799/pha.8.2019.29402>
- Sabarni. (2015). Teknik Pembuatan Gambir (*Uncaria gambir* Roxb) Secara Tradisional Elkawnie. In *Journal of Islamic Science and Technology* (Vol. 1, Issue 1).
- Sampaio, P. S., Castanho, A., Almeida, A. S., Oliveira, J., & Brites, C. (2020). Identification of rice flour types with near-infrared spectroscopy associated with PLS-DA and SVM methods. *European Food Research and Technology*, 246(3), 527–537. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03419-5>
- Tahir, I., Bambang, S., & Jiwandhana, D. R. A. (2017). Aplikasi Khemometri untuk Klasifikasi Air Kelapa Segar dan Olahannya Berdasarkan Spektra UV dan Kandungan Mineral. *Bimipa*, 24(4), 303–312.
- Wulandari, L., Retnaningtyas, Y., Nuri, & Lukman, H. (2016). Analysis of Flavonoid in Medicinal Plant Extract Using Infrared Spectroscopy and Chemometrics. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/4696803>

Yeni, G., Syamsu, K., Mardiyati, E., & Muchtar, H. (2017). Penentuan teknologi proses pembuatan gambir murni dan katekin terstandar dari gambir asalan. *Jurnal Litbang Industri*, 7(1), 1–10.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Alur Penelitian



Lampiran 2. Tabel Data dan Perhitungan Kadar Air

No.	Kecamatan	Berat awal (mg)	Berat akhir (mg)	Hasil selisih kadar air (%)
1.	Harau	0,60	0,54	10
2.	Koto XI tarusan	0,60	0,52	13,33
3.	Sutera	0,60	0,52	13,33
4.	Batang kapas	0,60	0,53	11,66
5.	Bukit barisan	0,60	0,53	11,66
6.	Pangkalan koto baru	0,60	0,55	8,33
7.	Kapur XI	0,60	0,55	8,33
8.	QC	0,35	0,31	11,42

$$\begin{aligned}\text{Kadar air} &= \frac{\text{berat awal}-\text{berat akhir}}{\text{berat awal}} \times 100\% \\ &= \frac{0,60-0,52}{0,60} \times 100\% \\ &= \frac{0,08}{0,60} \times 100\% \\ &= 13,33\%\end{aligned}$$

Lampiran 3. Alat Spektrofotometer Inframerah



Lampiran 4. Data Matrik

Kode Sampel	Kecamatan	Kabupaten	4000	3999	3998	3997	3996	3995	3994	3993	3992	3991	3990	3989	3988	3987
H 1	Harau 1	Lima puluh kota	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,0001
H 2	Harau 2	Lima puluh kota	0	0	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004
H 3	Harau 3	Lima puluh kota	0	0	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004	0,0004
BB 1	Bukit barisan 1	Lima puluh kota	0	0	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0003	-0,0003	-0,0003	-0,0003	-0,0004	-0,0004
BB 2	Bukit barisan 2	Lima puluh kota	0	0	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0003	-0,0003	-0,0003	-0,0003	-0,0004	-0,0004
BB 3	Bukit barisan 3	Lima puluh kota	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0001
PB 1	Pangkalan koto baru 1	Lima puluh kota	0	0	0	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
PB 2	Pangkalan koto baru 2	Lima puluh kota	0	0	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004
PB 3	Pangkalan koto baru 3	Lima puluh kota	0	0	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004
K 1	Kapur IX 1	Lima puluh kota	0	0	0	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
K 2	Kapur IX 2	Lima puluh kota	0	0	0	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
K 3	Kapur IX 3	Lima puluh kota	0	0	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
S 1	Sutera 1	Pesisir selatan	0	0,0001	-0,0001	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004	0,0004	0,0005	0,0005	0,0005	0,0006
S 2	Sutera 2	Pesisir selatan	0	0,0001	0,0001	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004	0,0005	0,0005	0,0006	0,0006	0,0007	0,0007	0,0008
S 3	Sutera 3	Pesisir selatan	0	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004	0,0005	0,0005	0,0005	0,0006	0,0006
KT 1	Koto XI tarusan 1	Pesisir selatan	0	0	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004	0,0004	0,0005	0,0005
KT 2	Koto XI tarusan 2	Pesisir selatan	0	0	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004	0,0004	0,0005
KT 3	Koto XI tarusan 3	Pesisir selatan	0	0	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004
BK 1	Batang kapas 1	Pesisir selatan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BK 2	Batang kapas 2	Pesisir selatan	0	0	0	0	0	0	0	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
BK 3	Batang kapas 3	Pesisir selatan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0001
QC 1	Quality control 1	Control	0	0	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004	0,0004	0,0005
QC 2	Quality control 2	Control	0	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004	0,0005	0,0005	0,0005	0,0006	0,0006
QC 3	Quality control 3	Control	0	0	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004	0,0004	0,0005	0,0005

Lampiran 5. Data Normalisasi

kode sampel	kecamatan	kabupaten	4000	3999	3998	3997	3996	3995
H 1	Harau 1	Lima puluh kota	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127
H 2	Harau 2	Lima puluh kota	0,127	0,127	0,128	0,128	0,128	0,129
H 3	Harau 3	Lima puluh kota	0,127	0,127	0,128	0,128	0,129	0,129
BB 1	Bukit barisan 1	Lima puluh kota	0,127	0,127	0,126	0,126	0,126	0,126
BB 2	Bukit barisan 2	Lima puluh kota	0,127	0,127	0,126	0,126	0,126	0,126
BB 3	Bukit barisan 3	Lima puluh kota	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127
PB 1	Pangkalan koto baru 1	Lima puluh kota	0,127	0,127	0,127	0,128	0,128	0,128
PB 2	Pangkalan koto baru 2	Lima puluh kota	0,127	0,127	0,128	0,128	0,128	0,129
PB 3	Pangkalan koto baru 3	Lima puluh kota	0,127	0,127	0,128	0,128	0,129	0,129
K 1	Kapur IX 1	Lima puluh kota	0,127	0,127	0,127	0,128	0,128	0,128
K 2	Kapur IX 2	Lima puluh kota	0,127	0,127	0,127	0,128	0,128	0,128
K 3	Kapur IX 3	Lima puluh kota	0,127	0,127	0,128	0,128	0,128	0,129
S 1	Sutera 1	Pesisir selatan	0,127	0,128	0,128	0,129	0,129	0,129
S 2	Sutera 2	Pesisir selatan	0,127	0,128	0,128	0,129	0,129	0,129
S 3	Sutera 3	Pesisir selatan	0,127	0,128	0,128	0,129	0,129	0,129
KT 1	Koto XI tarusan 1	Pesisir selatan	0,127	0,127	0,128	0,128	0,129	0,129
KT 2	Koto XI tarusan 2	Pesisir selatan	0,127	0,127	0,128	0,128	0,129	0,129
KT 3	Koto XI tarusan 3	Pesisir selatan	0,127	0,127	0,128	0,128	0,128	0,129
BK 1	Batang kapas 1	Pesisir selatan	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127
BK 2	Batang kapas 2	Pesisir selatan	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127
BK 3	Batang kapas 3	Pesisir selatan	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127
QC 1	Quality control 1	Control	0,127	0,127	0,128	0,128	0,129	0,129
QC 2	Quality control 2	Control	0,127	0,128	0,128	0,129	0,129	0,129
QC 3	Quality control 3	Control	0,127	0,127	0,128	0,128	0,129	0,129

Lampiran 6. Data Penskalaan
Lampiran 6. a Data Penskalaan PCA

Project window - Active model: M4 (PCA-X) - ParN

No.	Model	Type	A	N	R2X(cum)	R2Y(cum)	Q2(cum)	Date	Title	Hierarchical
2	M2	PCA-X	2	24	0,997		0,997	16/05/2023	UVN	
3	M3	PCA-X	8	24	0,995		0,982	16/05/2023	Par	
4	M4	PCA-X	2	24	0,997		0,997	16/05/2023	ParN	
5	M5	PCA-X	8	24	0,996		0,987	16/05/2023	Ctr	
6	M6	PCA-X	11	24	0,998		0,99	16/05/2023	Frozen	

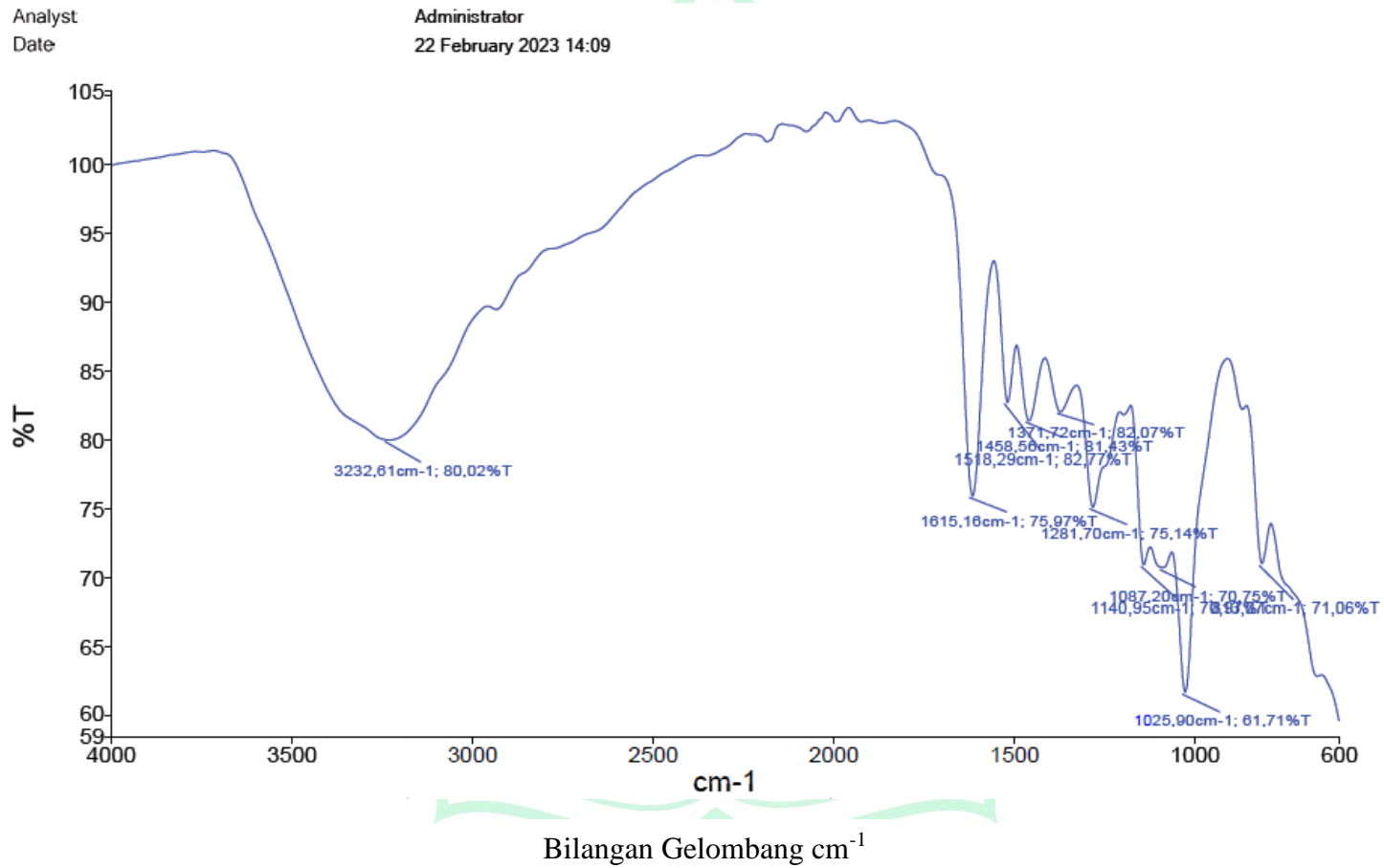
Lampiran 6. b Data Penskalaan PLS-DA

No.	Model	Type	A	N	R2X(cum)	R2Y(cum)	Q2(cum)	Date	Title	Hierarchical
7	M7	PLS-DA	2	21	0,649	0,69	0,447	19/05/2023	UV	
8	M8	PLS-DA	0	21				19/05/2023	UVN	
9	M9	PLS-DA	0	21				19/05/2023	Par	
10	M10	PLS-DA	0	21				19/05/2023	ParN	
11	M11	PLS-DA	2	21	0,617	0,624	0,536	19/05/2023	Ctr	

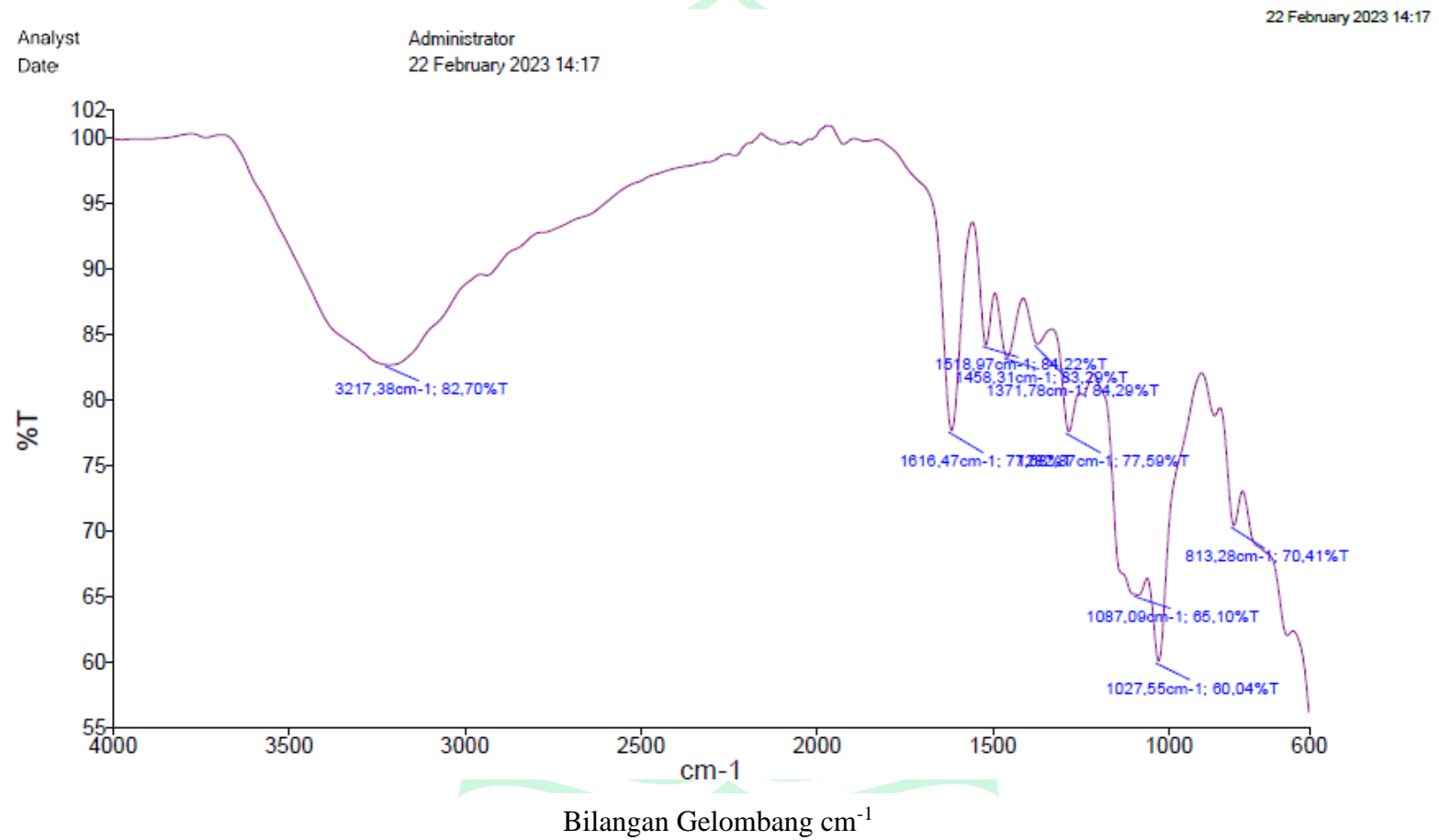
Lampiran 6. c Data Penskalaan OPLS-DA

No.	Model	Type	A	N	R2X(cum)	R2Y(cum)	Q2(cum)	Date	Title	Hierarchical
14	M14	OPLS-DA	0+0+0	21				19/05/2023	UVN	
15	M15	OPLS-DA	1+2+0	21	0,944	0,674	0,593	19/05/2023	Par	
16	M16	OPLS-DA	0+0+0	21				19/05/2023	ParN	
17	M17	OPLS-DA	1+7+0	21	0,996	0,992	0,815	19/05/2023	Ctr	
18	M18	OPLS-DA	1+7+0	21	0,996	0,99	0,803	19/05/2023	Frozen	

Lampiran 7. Spektrum FTIR Gambir
Lampiran 7. a Spektrum FTIR Gambir Bukit Barisan



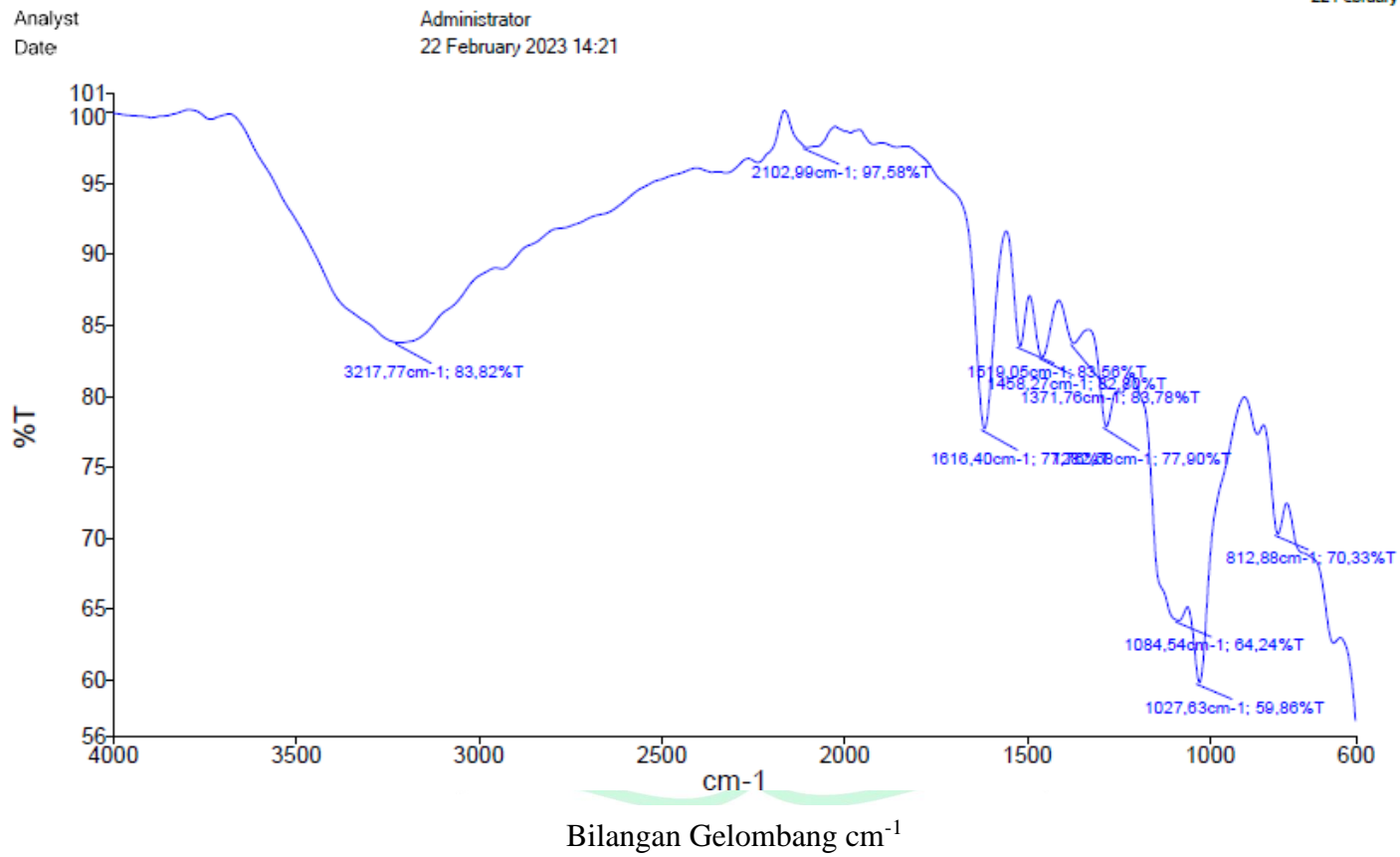
Lampiran 7. b Spektrum FTIR Gambir Kapur IX



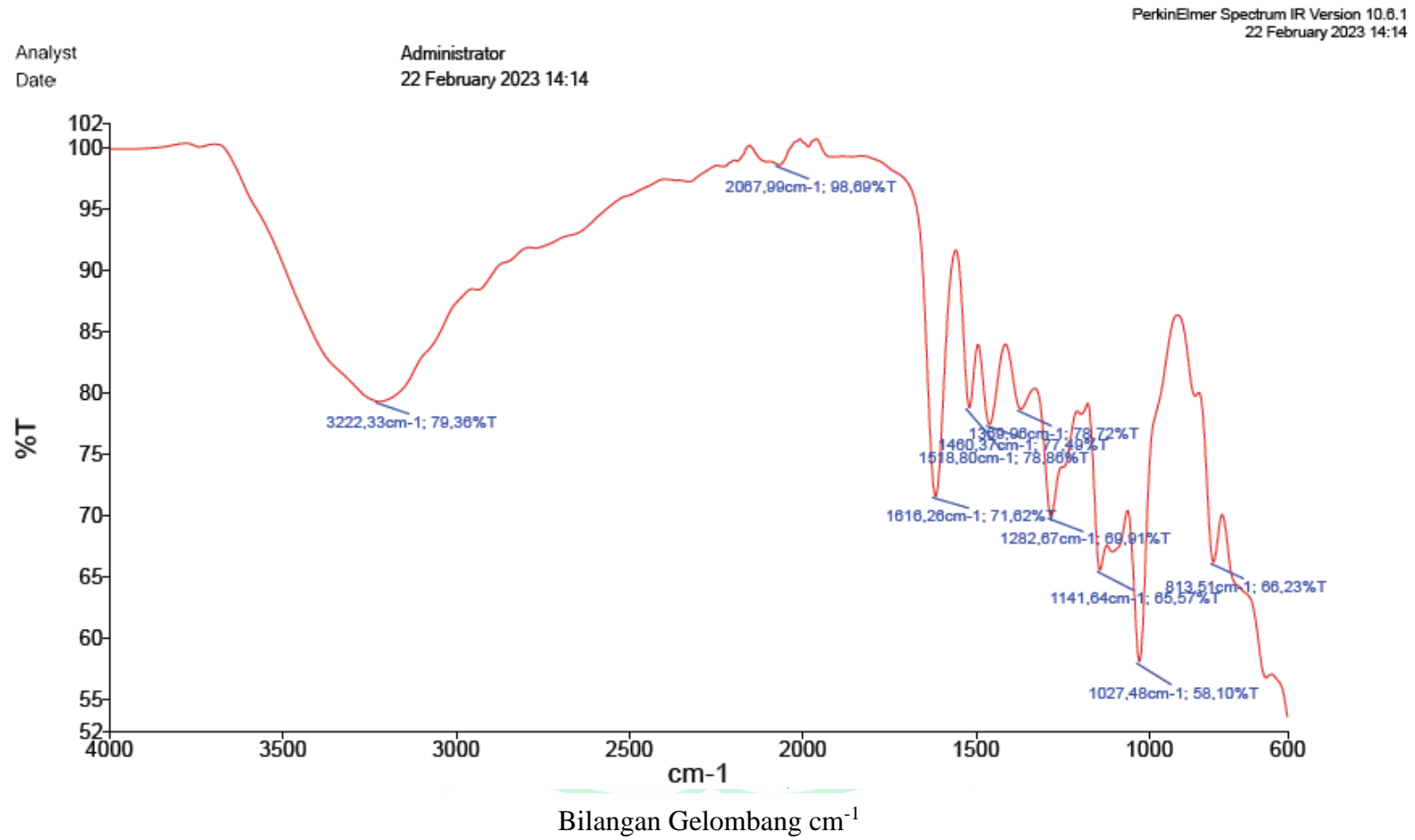
Lampiran 7. c Spektrum FTIR Gambir Pangkalan Koto Baru



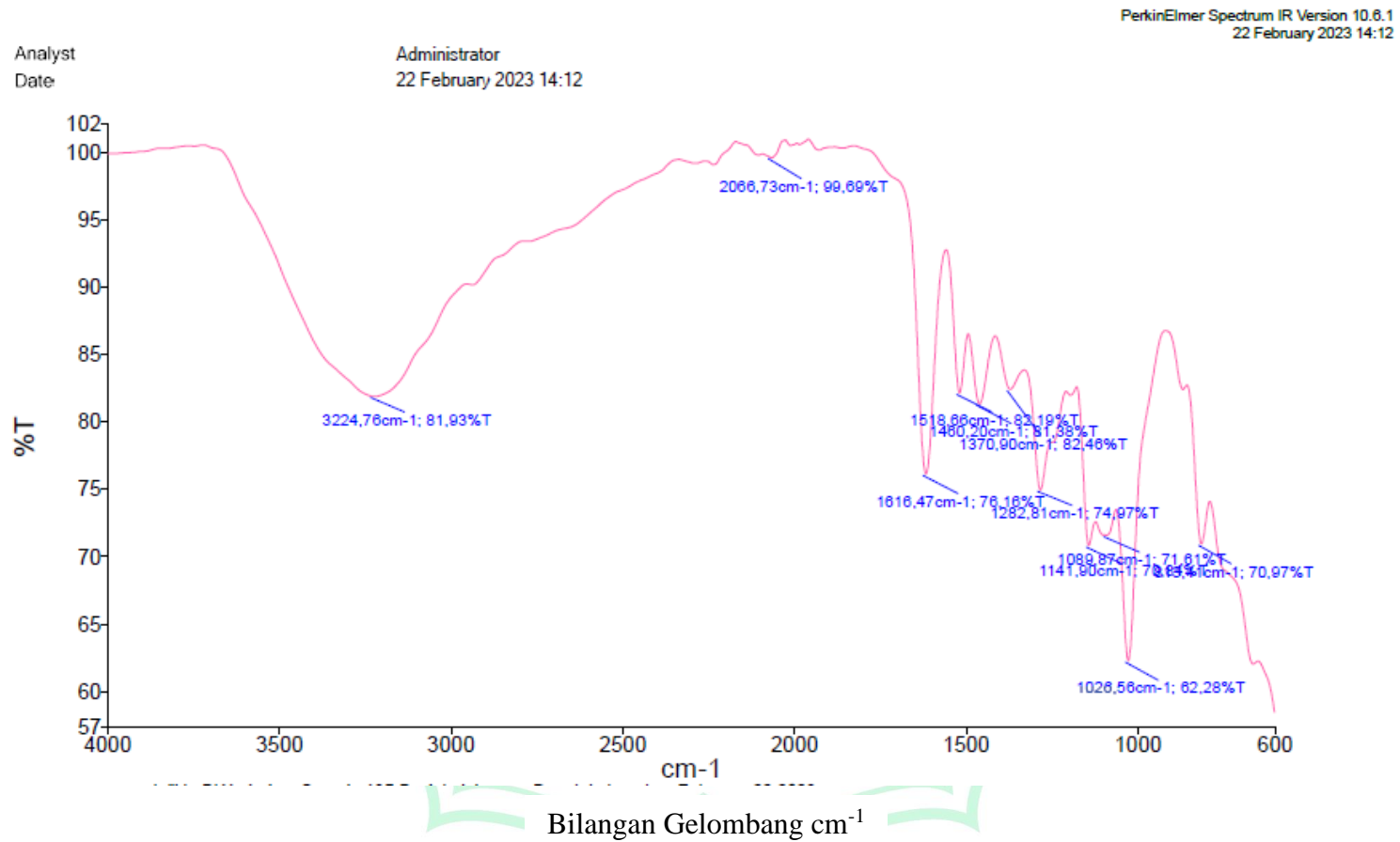
PerkinElmer Spectrum IR Version 10.6.1
22 February 2023 14:21



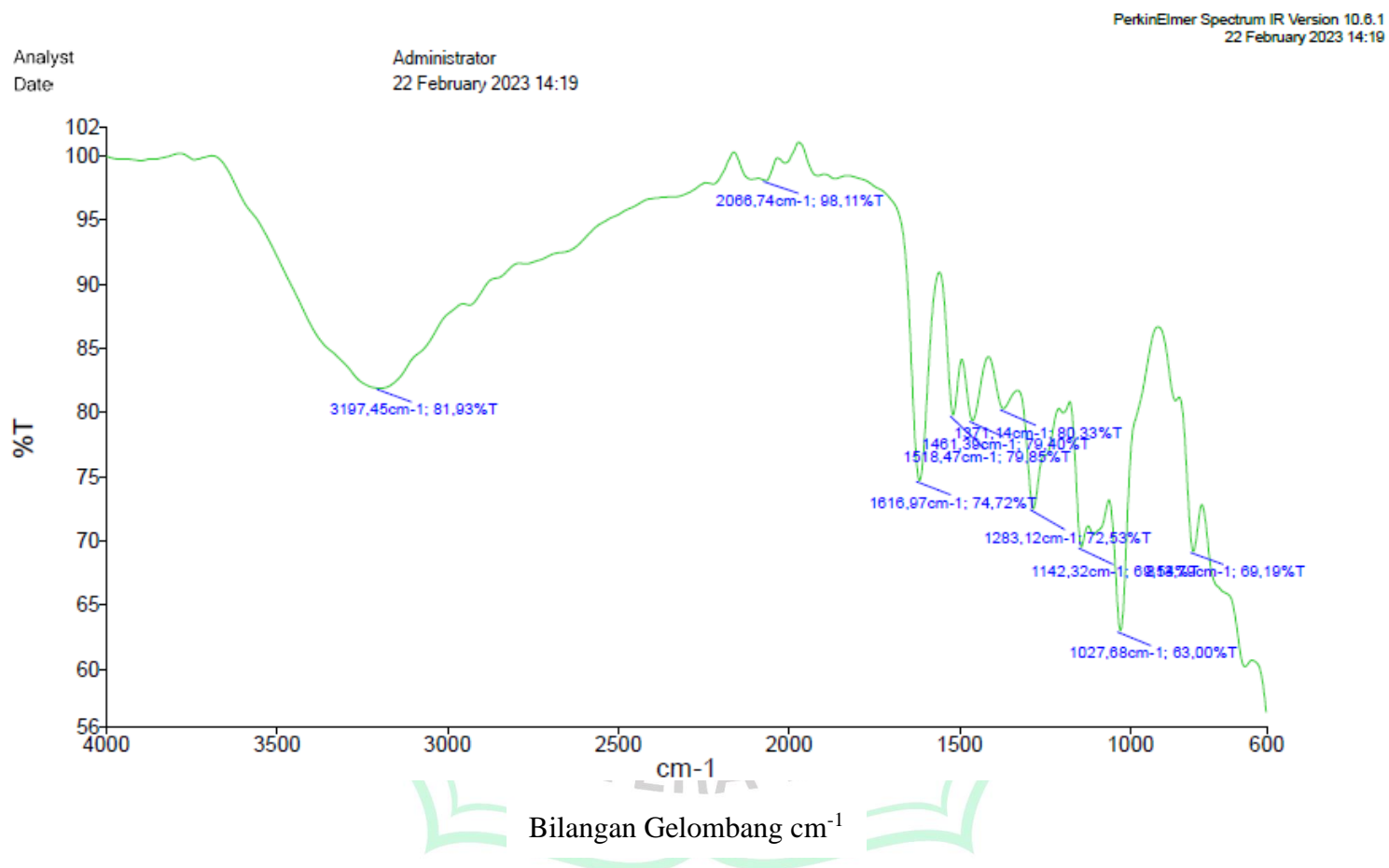
Lampiran 7. d Spektrum FTIR Gambir Harau



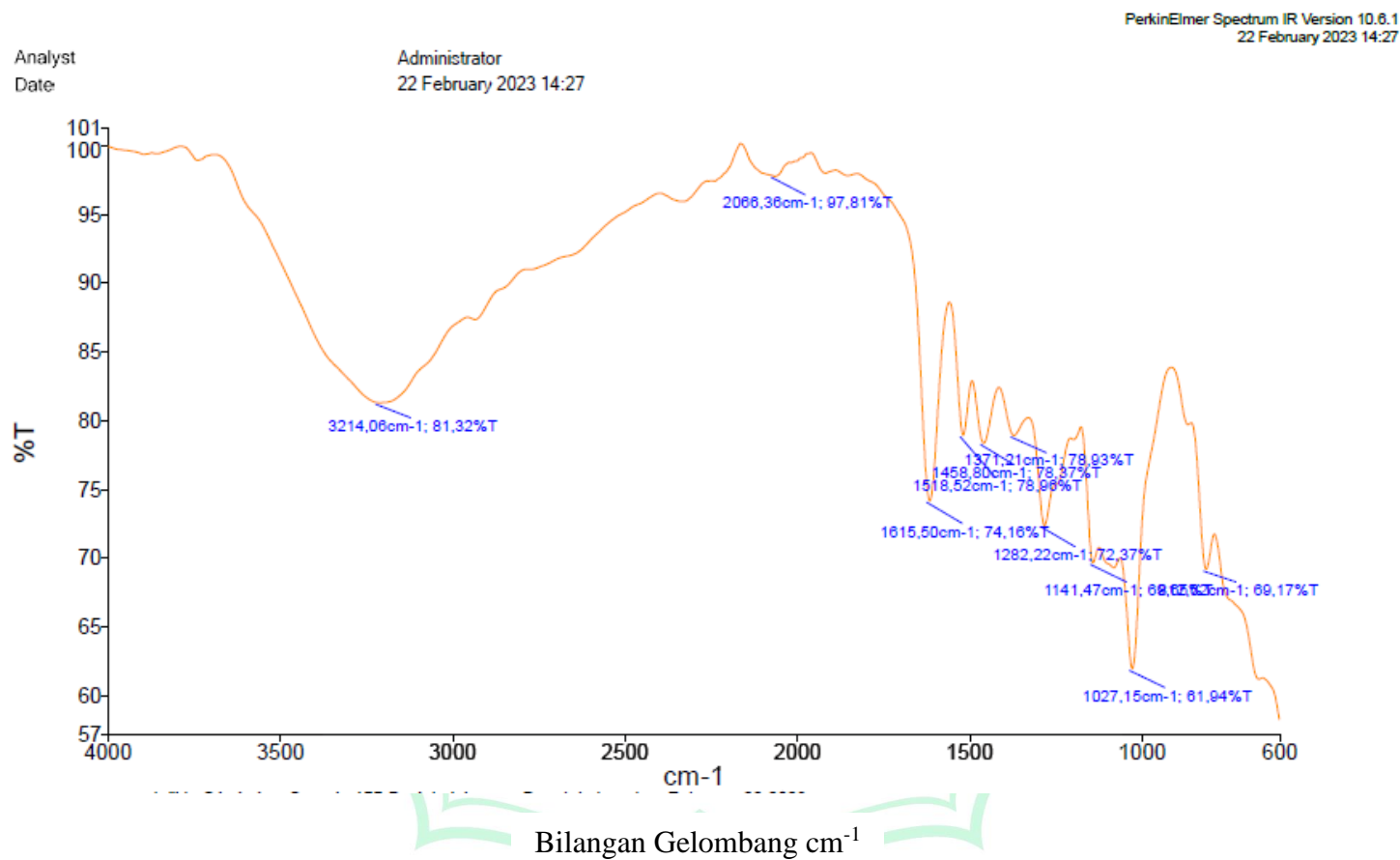
Lampiran 7. e Spektrum FTIR Gambir Batang Kapas



Lampiran 7. f Spektrum FTIR Gambir Koto XI Tarusan



Lampiran 7. g Spektrum FTIR Gambir Sutura



Lampiran 7. h Spektrum FTIR Gambar Quality Control

