

**ANALISIS KANDUNGAN PREDNISON DALAM JAMU
MENGUNAKAN SPEKTROFOTOMETRI *FOURIER TRANSFORM*
INFRARED (FTIR) DAN KEMOMETRIKA**

(Skripsi)

Oleh

HAYA ULFA ATIQA H

2157011011



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2025

**ANALISIS KANDUNGAN PREDNISON DALAM JAMU
MENGUNAKAN SPEKTROFOTOMETRI *FOURIER TRANSFORM*
INFRARED (FTIR) DAN KEMOMETRIKA**

Oleh

Haya Ulfa Atiqah

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

ANALISIS KANDUNGAN PREDNISON DALAM JAMU MENGUNAKAN SPEKTROFOTOMETRI *FOURIER TRANSFORM INFRARED* (FTIR) DAN KEMOMETRIKA

Oleh

HAYA ULFA ATIQA

Penggunaan bahan kimia obat (BKO) seperti prednison dalam jamu merupakan pelanggaran serius yang dapat membahayakan kesehatan masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan prednison sebagai BKO dalam beberapa sampel jamu yang beredar di Kota Bandar Lampung menggunakan kombinasi metode spektrofotometri *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan analisis kemometrika.

Sampel terdiri dari standar prednison, jamu simulasi, dan sampel jamu kemasan yang diperoleh secara acak dari lima kecamatan. Spektrum inframerah diperoleh dari hasil pengukuran FTIR pada daerah bilangan gelombang 4000–400 cm^{-1} . Data spektrum kemudian dikonversi menjadi nilai absorbansi dan dianalisis menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA) untuk klasifikasi dan *Partial Least Squares* (PLS) untuk prediksi kadar prednison.

Hasil analisis PCA menunjukkan bahwa delapan dari sembilan sampel jamu mengelompok dekat dengan jamu simulasi, mengindikasikan tidak adanya kandungan prednison. Sementara satu sampel menunjukkan penyimpangan dari pola jamu murni. Model PLS menghasilkan nilai R^2 sebesar 0,999885 untuk set kalibrasi dan 0,999853 untuk set validasi, serta nilai RMSEC dan RMSEV yang sangat rendah, menunjukkan tingkat akurasi dan presisi model yang sangat baik. Dengan demikian, kombinasi FTIR dan kemometrika terbukti efektif sebagai metode skrining cepat dan non-destruktif dalam mendeteksi BKO berupa prednison dalam sampel jamu kemasan.

Kata Kunci : FTIR, Prednison, Jamu, PCA, PLS, Kemometrika

ABSTRACT

ANALYSIS OF PREDNISONE CONTENT IN HERBAL MEDICINE USING FOURIER TRANSFORM INFRARED (FTIR) SPECTROPHOTOMETRY AND CHEMOMETRICS

By

HAYA ULFA ATIQA H

The use of pharmaceutical chemicals (BKO) such as prednison in traditional herbal medicine constitutes a serious violation that poses significant health risks to the public. This study aims to detect the presence of prednison as a BKO in several jamu samples circulating in Bandar Lampung City using a combination of Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy and chemometric analysis. The samples consisted of pure prednison standard, simulated herbal jamu, and packaged jamu products randomly collected from five subdistricts. Infrared spectra were obtained through FTIR measurements in the wavenumber range of 4000–400 cm^{-1} . The spectral data were converted into absorbance values and analyzed using Principal Component Analysis (PCA) for classification and Partial Least Squares (PLS) for quantifying prednison content. PCA results showed that eight out of nine jamu samples clustered near the simulated jamu, indicating the absence of prednison. One sample, however, deviated from the pattern of pure herbal jamu. The PLS model yielded an R^2 value of 0.999885 for the calibration set and 0.999853 for the validation set, along with very low RMSEC and RMSEV values, indicating excellent accuracy and precision. Therefore, the combination of FTIR and chemometrics proves to be an effective, rapid, and non-destructive screening method for detecting pharmaceutical adulterants such as prednison in herbal medicine samples.

Keywords: FTIR, Prednisone, Herbal Medicine, PCA, PLS, Chemometrics

Judul Skripsi : ANALISIS KANDUNGAN PREDNISON
DALAM JAMU MENGGUNAKAN
SPEKTROFOTOMETRI *FOURIER*
TRANSFORM INFRARED (FTIR) DAN
KEMOMETRIKA

Nama Mahasiswa : **Haya Ulfa Atiqah**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2157011011

Jurusan : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Sonny Widiarto, S.Si., M.Sc.
NIP. 197110301997031003

Dr. Sudibyo, S.T., M.Sc.
NIP. 198203272015021002

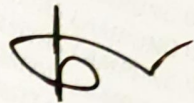
2. Ketua Jurusan Kimia FMIPA

Prof. Dr. Mita Rilyanti, S.Si., M.Si.
NIP. 197205302000032001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

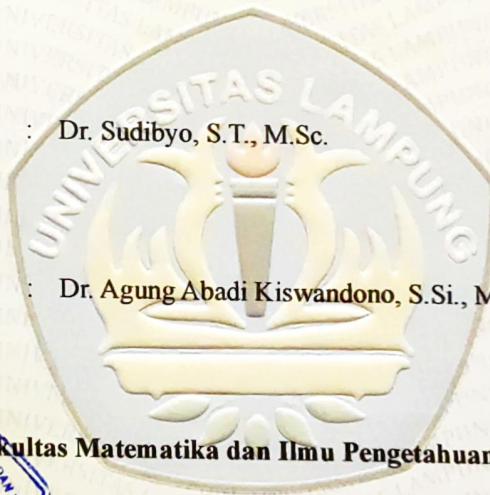
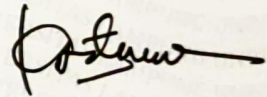
Ketua : Dr. Sonny Widiarto, S.Si., M.Sc.



Sekretaris : Dr. Sudibyo, S.T., M.Sc.



Anggota : Dr. Agung Abadi Kiswandono, S.Si., M.Sc.



Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dr. Eng Heri Satria, M.Si.
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 08 Agustus 2025

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

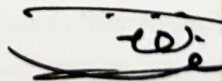
Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Haya Ulfa Atiqah
NPM : 2157011011
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya yang berjudul “**Analisis Kandungan Prednison Dalam Jamu Menggunakan Spektrofotometri *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan Kemometrika**” adalah benar karya saya sendiri dan saya tidak keberatan jika sebagian atau seluruh data dalam skripsi tersebut digunakan oleh dosen atau program studi untuk kepentingan publikasi sesuai dengan kesepakatan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sadar dan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 19 Agustus 2025
Yang Menyatakan,



Haya Ulfa Atiqah
NPM. 2157011011



RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Haya Ulfa Atiqah, lahir di Cilegon pada 29 April 2003. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Erinaldi dan Ibu Fera Dewita. Saat ini penulis bertempat tinggal di Jln. Alamanda Kuning No. 19b, Rt/Rw 003/007, Kelurahan Kota Bumi, Kecamatan Purwakarta, Kota Cilegon, Banten.

Penulis memulai pendidikan formal di TK Aisyah Durian pada tahun 2008 dan lulus pada tahun 2009. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan di SD Negeri 08 Durian yang diselesaikan pada tahun 2015. Pendidikan tingkat menengah pertama ditempuh di MTs Pondok Pesantren Muallimin Muhamadiyah Sawah Dangka dan lulus pada tahun 2018. Kemudian, penulis melanjutkan ke MA Pondok Pesantren Muallimin Muhamadiyah Sawah Dangka dan lulus pada tahun 2021. Penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SMMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah mengikuti Karya Wisata Ilmiah yang diselenggarakan oleh BEM FMIPA Unila tahun 2021. Penulis juga aktif dalam organisasi kampus dan terdaftar sebagai Anggota Biro Kesekretariatan Himpunan Mahasiswa Kimia (HIMAKI), pada periode 2022. Penulis juga pernah menjadi Anggota Biro Kesekretariatan dan Mushola Rohani Islam (ROIS) FMIPA Unila pada periode 2023. Kemudian penulis juga pernah menjadi Staf Ahli Dinas Hubungan Internal dan Eksternal Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) pada periode 2024. Selain itu, pada tahun ini penulis juga mengikuti Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) Kuliah Kerja Nyata (KKN) yang telah terlaksana pada

periode 1. Kemudian di tahun yang sama penulis juga telah melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PT SUCOFINDO Cabang Bandar Lampung dengan judul **“Analisis Proksimat Terhadap Nilai Kalori Pada Batubara di PT. SUCOFINDO Bandar Lampung”**. Pada tahun 2025, penulis menyelesaikan penelitian di Laboratorium Badan Riset Inovasi Nasional (BRIN) Tanjung Bintang, Lampung Selatan dengan judul **“Analisis Kandungan Prednison Dalam Jamu Menggunakan Spektrofotometri *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan Kemometrika”**.

MOTTO

“Barang siapa menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga”

(HR, Muslim)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhan-Mu lah engkau berharap”

(QS. Al-Insyirah: 6-8)

“Tidak ada ujian yan tidak bisa diselesaikan. Tidak ada kesulitan yang melebihi batas kesanggupan. Karena, Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kadar kesanggupannya”

(QS. Al Baqarah: 286)

“Baraja ka nan manang, mancontoh ka nan sudah”

“Cukuplah Allah menjadi penolong kami dan Allah adalah sebaik-baik pelindung”

(QS. Ali Imran: 173)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”

(Q.S Ar-Ra'd: 11)

PERSEMBAHAN



“Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang”

Puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta’ala atas rahmat dan karunia-Nya, shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad Shallallahu Alaihi Wasallam.

Kupersembahkan karya ini dengan segala kerendahan hati, sebagai wujud bakti, rasa syukur, dan ucapan terima kasih kepada:

Kedua orang tua tercinta, Bapak Erinaldi dan Ibu Fera Dewita.

Terima kasih atas cinta, doa, dukungan, dan pengorbanan tiada henti yang selalu menjadi sumber kekuatan dan motivasi saya dalam menyelesaikan studi ini.

Kakakku tersayang Fadli Ferari, S.T.

Terima kasih telah menjadi sahabat, mentor, sekaligus penguat hati dalam suka dan duka perjalanan kuliahku.

Bapak Dr. Sonny Widiarto, S.Si., M.Sc., Bapak Dr. Sudibyo, S.T., M.Sc., Bapak Dr. Agung Abadi Kiswandono, S.Si., M.Sc., serta seluruh Bapak dan Ibu dosen Jurusan Kimia. Terima kasih telah membimbing, menasehati, serta memberikan ilmu ilmunya. Semoga Allah Subhanahu Wa Ta’ala membalas segala kebaikan yang telah diberikan.

Keluarga besar, teman-teman seperjuangan, diriku sendiri, dan Almamater Tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah – Nya, Penulis dapat menyelesaikan penelitian serta dapat menuliskannya dalam bentuk karya tulis ilmiah.

Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Dengan judul skripsi **“Analisis Kandungan Prednison Dalam Jamu Menggunakan Spektrofotometri *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan Kemometrika”**.

Penyusunan skripsi ini penulis banyak menghadapi kesulitan. Penulis banyak memperoleh dukungan, bantuan, saran, arahan, dan bimbingan, pada penyusunan skripsi ini. Penulis ingin menyampaikan terima kasih pada kesempatan ini kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Penulis mengucapkan terima kasih pada :

1. Allah SWT, yang selalu memberikan karunia yang luar biasa kepada penulis.
2. Kedua orang tua penulis ayahandaku tercinta Bapak erinaldi dan Ibuku tersayang Fera Dewita, yang selalu sabar memberikan kasih sayang, dukungan, motivasi, materi dan yang selalu mendoakan penulis. Gelar ini kupersembahkan untuk kedua orang tua penulis.
3. Kepada kakak ku tercinta Fadli Ferari, S.T. skripsi ini kusampaikan sebagai ungkapan terima kasih atas segala perhatian, nasihat, dan support tanpa lelah dari kakak.
4. Bapak Dr. Sonny Widiarto, S.Si., M.Sc., selaku dosen pembimbing satu yang senantiasa meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing penulis dengan sabar sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

5. Bapak Dr. Sudibyo, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing dua yang telah membantu memberikan pemikiran, arahan, dan koreksi dalam penyusunan skripsi ini serta telah memberikan akses penuh untuk melakukan penelitian ini di laboratorium BRIN Tanjung Bintang, Lampung Selatan.
6. Bapak Dr. Agung Abadi Kiswandono, S.Si., M.Sc., selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan kritik membangun yang sangat berharga dalam penyempurnaan skripsi ini.
7. Dr. Yuli Ambarwati, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing dan mendampingi penulis selama masa studi dengan penuh perhatian dan dukungan.
8. Ibu Dr. Dian Herasari, M.Si. selaku Wakil Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung.
9. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
10. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan nasihat dan ilmu yang sangat bermanfaat selama masa studi.
11. Keluarga besar sang penulis yang senantiasa memberikan dukungan serta doa, skripsi ini menjadi bukti kecil rasa terima kasih saya atas segala dukungan dan kasih yang diberikan.
12. Untuk sahabat-sahabat terbaikku Ririn Destiana, S.Si., Nurmala Rohmah S.Si., Dinda Aprilia Defi, S.Si. Vira Nurmalia, S.Si., Deviola Apriyanti Rajagukguk dan Ribka Crisma Yohana Silalahi. Kalian bukan hanya teman, tapi sudah seperti rumah di tengah hiruk-pikuk perkuliahan. Terima kasih sudah selalu ada, saling menguatkan, dan berbagi tawa juga lelah bersama. Semoga kebersamaan ini tetap terjaga, meski nanti kita akan berjalan ke arah yang berbeda.
13. Sahabat-sahabat perjuanganku, Jamu Research 21 Ririn Destiana, S.Si., Nurmala Rohmah, S.Si., Prety Marita, S.Si., dan Rahmadina Pratiwi, S.Si., yang sudah bersama-sama menghadapi suka duka penelitian ini sampai kita mendapatkan gelar di belakang nama kita.
14. Kepada seseorang yang tak kalah penting kehadirannya, Muhammad Dafa Al-isra', A.Md.Kom., yang selalu menemani dan menjadi support system penulis

pada hari yang tak mudah selama proses pengerjaan skripsi. Terimakasih telah mendengarkan keluh kesah, berkontribusi banyak dalam penulisan skripsi ini, memberikan dukungan, semangat, pikiran maupun bantuan dan senantiasa sabar menghadapi saya, terimakasih telah menjadi bagian perjalanan saya hingga penyusunan skripsi ini.

15. Terima kasih untuk diriku sendiri, yang telah bertahan sejauh ini. Untuk semua lelah yang dipendam, air mata yang disembunyikan, dan semangat yang terus dijaga meski sering goyah. Terima kasih sudah tidak menyerah, bahkan saat rasanya ingin berhenti.
16. Terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada teman-teman Kelas A atas kebersamaan, tawa, kerja sama, dan semangat yang kita bagi selama masa perkuliahan.
17. Seluruh teman-teman Kimia Angkatan 2021 atas kebersamaan dan perjuangan yang kita lalui bersama selama masa kuliah ini.
18. Terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dan mendukung proses penyusunan skripsi ini.
19. Almameter tercinta Universitas Lampung.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari masih banyak kekurangan, mengingat keterbatasan penulis dalam pengetahuan, kemampuan, pengalaman, dan waktu. Namun inilah yang terbaik yang dapat penulis lakukan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Bandar Lampung, 19 Agustus 2025
Penulis,

Haya Ulfa Atiqah

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	5
1.3 Manfaat Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Obat Tradisional	6
2.2 Jamu	7
2.3 Bahan Kimia Obat (BKO)	9
2.4 Prednison	10
2.5 Spektrofotometri <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	12
2.5.1 Prinsip FTIR	12
2.5.2 Kelebihan FTIR	13
2.6 Kemometrika	14
2.6.1 <i>Principle Component Analysis</i> (PCA)	16
2.6.2 <i>Partial Least Square</i> (PLS)	18
III. METODE PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat	19
3.2 Alat dan Bahan	19
3.3 Prosedur Penelitian	19
3.3.1 Sampling Sampel Jamu	19

3.3.2 Preparasi Standar Prednison	20
3.3.3 Preparasi Jamu Simulasi	21
3.3.4 Preparasi Sampel Jamu Kemasan	21
3.3.5 Pembuatan Set Kalibrasi dan Set Validasi	21
3.3.5.1 Preparasi Set Kalibrasi	21
3.3.5.1 Preparasi Set Validasi	22
3.3.6 Pengukuran FTIR.....	23
3.3.7. Analisis Menggunakan <i>Principal Component Analysis</i> (PCA) dan <i>Partial Least Square</i> (PLS).....	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Pengantar	27
4.2 Lokasi Sampling.....	27
4.3 Preparasi Standar Prednison, Jamu Simulasi dan Sampel Jamu Kemasan .	28
4.4. Hasil Karakterisasi Fourier Transform Infrared (FTIR).....	29
4.4.1 Standar Prednison dan Jamu Simulasi	29
4.4.2 Sampel Jamu Kemasan	31
4.5 Analisis Kemometrika Metode <i>Principal Component Analysis</i> (PCA)	33
4.6 Set Kalibrasi dan Set Validasi.....	42
4.6.1 Hasil Karakterisasi Spektrofotometer FTIR dari Set Kalibrasi dan Set Validasi.....	43
4.6.1.1 Spektrum Set Kalibrasi	43
4.6.1.2 Spektrum Set Validasi	44
4.6.2 Analisis Kemometrika Metode <i>Partial Least Square</i> (PLS).....	45
4.6.2.1 Hasil Model PLS dari Set Kalibrasi	46
4.6.2.2 Hasil Model PLS dari Set Validasi	47
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur senyawa Prednison (Anonim,2024).....	11
Gambar 2. Instrumen Spektrofotometer FTIR (Anonim, 2024).....	13
Gambar 3. Spektrum FTIR Senyawa Prednison (Leonardo et al.,2019).....	14
Gambar 4. Plot score klasifikasi <i>C. aeruginosan</i> , <i>C. xanthorrhiza</i> , dan adulteran (Kusumadewi dkk., 2022).....	17
Gambar 5. Bagan Alir Tahap Analisis Kualitatif.....	25
Gambar 6. Bagan Alir Tahan Analisis Kuantitatif.....	26
Gambar 7. Peta Lokasi Pengambilan Sampel.....	28
Gambar 8. Spektrum Standar Prednison dan Jamu Simulasi	29
Gambar 9. Spektrum Sampel Jamu Kemasan	32
Gambar 10. Scree Plot Sampel Hasil Analisis PCA.....	38
Gambar 11. Score Plot 2D PCA Sampel Hasil Analisis PCA	39
Gambar 12. Plot 3D PCA Sampel Hasil Analisis PCA	41
Gambar 13. Spektrum Set Kalibrasi	43
Gambar 14. Spektrum Set Validasi.....	44
Gambar 15. Model PLS dari set Kalibrasi.....	46
Gambar 16. Model PLS dari Set validasi	47

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Konsentrasi prednison untuk set kalibrasi	22
Tabel 2. Konsententrasi Prednison untuk set validasi	23
Tabel 3. Klasifikasi Spektrum FTIR Standar Prednison dan Jamu Simulasi	30
Tabel 4. Nilai Eigen Korelasi dengan Matriks pada Standar dan Sampel Jamu ..	35

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara dengan kekayaan hayati terbesar di dunia. Tanaman obat tersebar luas di berbagai daerah dan telah dimanfaatkan secara turun-temurun dalam bentuk ramuan tradisional. Pemanfaatan tumbuhan lokal oleh masyarakat terus berkembang, terutama dalam bentuk jamu yang digunakan untuk menunjang kesehatan maupun mengatasi keluhan ringan sehari-hari. Tradisi penggunaan jamu ini terus diwariskan dari generasi ke generasi dan hingga kini masih bertahan sebagai bagian dari budaya pengobatan tradisional yang kuat (Fatimawali dkk., 2023). Dalam kehidupan sehari-hari, jamu telah menjadi salah satu pilihan utama masyarakat sebagai upaya menjaga kesehatan dan mengatasi berbagai keluhan ringan. Jamu dikenal karena dianggap lebih aman, terjangkau, serta mudah diperoleh dibandingkan obat-obatan kimia. Berbagai jenis jamu tradisional seperti beras kencur, kunyit asam, temulawak, dan jamu pahitan banyak dikonsumsi karena diyakini dapat membantu meredakan keluhan tubuh seperti pegal-pegal, nyeri sendi, rematik, asam urat, dan kelelahan otot. Jamu-jamu tersebut biasanya disajikan dalam bentuk cair dan dikemas dalam botol, namun memiliki daya simpan yang terbatas dan mudah mengalami penurunan mutu apabila jamu tersebut tidak disimpan dalam kondisi yang sesuai (Permatasari dan Listiyani, 2023).

Data menunjukkan bahwa sekitar 30,4% rumah tangga di Indonesia memanfaatkan Pelayanan Kesehatan Tradisional (Yankestrad), termasuk penggunaan jamu. Angka ini menunjukkan bahwa minat terhadap pengobatan tradisional cukup tinggi. Beberapa faktor yang memengaruhi tingginya

penggunaan jamu adalah ketersediaan bahan baku yang melimpah, harga yang relatif murah, anggapan bahwa jamu minim efek samping, serta adanya kesadaran masyarakat akan pentingnya kembali ke pengobatan alami (Rosyada dkk., 2019). Namun, meningkatnya konsumsi jamu juga menimbulkan tantangan tersendiri, terutama terkait keamanan produk yang beredar di pasaran. Dalam upaya meningkatkan efek terapi, sebagian produsen jamu menambahkan bahan kimia obat (BKO) ke dalam produknya secara tidak sah. Penambahan ini bertujuan agar konsumen merasakan manfaat dalam waktu singkat dan meningkatkan daya tarik produk di pasaran (Rivani dkk., 2022). Banyak industri jamu tradisional, baik berskala besar maupun kecil, diduga melakukan kecurangan serupa dengan mencampurkan BKO untuk meningkatkan khasiat tanpa memperhatikan dampaknya terhadap kesehatan (Pradika, 2023).

Penggunaan BKO yang tidak sesuai dosis dan tidak disertai informasi yang jelas sangat berbahaya bagi kesehatan. Produk jamu yang seharusnya berbasis bahan alami menjadi tercemar oleh senyawa sintetis yang hanya boleh digunakan dalam pengobatan medis di bawah pengawasan dokter. Salah satu BKO yang sering ditemukan dalam jamu adalah prednison, senyawa dari golongan kortikosteroid yang biasa digunakan dalam pengobatan medis untuk mengatasi peradangan, gangguan sistem imun, dan penyakit kronis lainnya. Meskipun mampu memberikan efek pereda nyeri yang cepat, penggunaan prednison secara tidak terkontrol dapat menimbulkan dampak serius. Konsumsi jangka panjang dan dalam dosis tinggi dapat meningkatkan risiko osteoporosis, gangguan metabolisme, serta gangguan hormonal. Risiko patah tulang belakang diketahui meningkat lima kali lipat pada individu yang mengonsumsi prednison dengan dosis harian 7,5 mg atau lebih (Wirastuti dkk., 2016). Efek samping lain yang dapat ditimbulkan antara lain penurunan daya tahan tubuh, peningkatan tekanan darah, dan kerusakan organ (Fikayuniar dan Abriyani, 2020).

Pemerintah telah melarang penggunaan BKO dalam produk jamu sebagaimana tertuang dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 246/Menkes/Per/V/1990 pada Bab V Pasal 23. Peraturan ini menegaskan bahwa bahan kimia obat tidak boleh dicampurkan ke dalam sediaan obat tradisional

karena berpotensi menimbulkan risiko kesehatan yang serius. Namun, masih banyak dijumpai produk jamu yang tidak memiliki izin edar dan tidak mencantumkan komposisi secara jelas, sehingga masyarakat perlu lebih waspada dan selektif dalam memilih produk jamu yang aman untuk dikonsumsi.

Untuk mendeteksi keberadaan BKO seperti prednison dalam jamu, berbagai metode analisis telah digunakan. Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (HPLC) merupakan metode yang umum digunakan karena memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi. Namun, teknik ini membutuhkan waktu analisis yang cukup lama, biaya yang relatif tinggi, serta persiapan sampel yang kompleks. Kromatografi Lapis Tipis (KLT) juga sering digunakan sebagai metode skrining awal, tetapi memiliki sensitivitas yang rendah dan kurang dapat diandalkan untuk analisis kuantitatif. Sementara itu, spektrofotometri UV-Vis digunakan untuk mendeteksi senyawa berdasarkan serapan pada panjang gelombang tertentu, namun rentan mengalami gangguan dari senyawa pengotor yang memiliki spektrum serupa, sehingga hasilnya kurang spesifik.

Sebagai alternatif yang lebih efisien dan praktis, penggunaan spektrofotometri *Fourier Transform Infrared* (FTIR) mulai banyak dikembangkan. FTIR mampu menganalisis gugus fungsional dalam molekul berdasarkan interaksi dengan radiasi inframerah dan menghasilkan spektrum unik yang disebut sebagai fingerprint. FTIR dapat digunakan untuk mendeteksi prednison secara cepat dan tanpa merusak sampel. Untuk meningkatkan akurasi dan ketepatan identifikasi, FTIR biasanya dikombinasikan dengan metode kemometrika seperti *Partial Least Square* (PLS) dan *Principal Component Analysis* (PCA). Kombinasi ini mampu mengekstrak informasi penting dari spektrum yang kompleks serta mengatasi masalah puncak-puncak yang tumpang tindih dan adanya noise dari instrumen.

Penelitian oleh Fatmarahmi *et al.* (2021) memperkuat efektivitas pendekatan ini dengan mengembangkan metode untuk kuantifikasi dan klasifikasi jamu pegal linu yang mengandung prednison dan metamizol menggunakan spektroskopi FTIR-ATR dan kemometrika. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa teknik ini mampu mengklasifikasikan secara akurat antara produk jamu yang murni dan yang telah tercemar obat sintetis dengan tingkat akurasi mencapai

100% melalui analisis diskriminan (DA). Metode kalibrasi yang digunakan yaitu *Principal Component Regression* (PCR) menunjukkan performa terbaik berdasarkan nilai R^2 tertinggi dan nilai akar kuadrat dari rata-rata kesalahan kalibrasi (*Root Mean Square Error of Calibration* / RMSEC) serta nilai akar kuadrat dari rata-rata kesalahan validasi (*Root Mean Square Error of Validation* / RMSEV) terendah. Namun, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, yaitu hanya menggunakan tiga sampel produk jamu pegal linu dan tidak membahas secara spesifik validasi model untuk prednison secara terpisah, sehingga aplikasinya dalam konteks luas atau pada produk jamu dari berbagai merek. Selain itu, penelitian tersebut tidak menjelaskan mengenai proses preprocessing spektrum dan parameter khusus untuk PLS yang memungkinkan peningkatan akurasi prediksi kuantitatif prednison.

Penelitian ini memfokuskan secara spesifik pada analisis keberadaan prednison dalam jamu dari berbagai merek yang diperoleh dari pasar tradisional di wilayah Bandar Lampung. Penelitian ini juga dilengkapi dengan pemodelan PLS yang dilatih dengan konsentrasi prednison standar dari 0% hingga 100% serta divalidasi secara statistik dengan parameter kalibrasi yang lengkap seperti R^2 , RMSEC, dan RMSEV, sehingga diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih aplikatif dalam mendeteksi kandungan prednison secara kuantitatif dalam produk jamu secara luas dan dapat mengintegrasikan preprocessing spektra untuk meningkatkan akurasi model. Dengan pendekatan ini, spektrofotometri FTIR yang dipadukan dengan kemometrika diyakini dapat menjadi metode analisis yang akurat dan efisien untuk mendeteksi prednison dalam sediaan jamu.

Pertimbangan atas keterbatasan berbagai metode analisis konvensional serta keunggulan pendekatan spektroskopi yang dipadukan dengan kemometrika mendorong dilakukannya penelitian ini, yang difokuskan pada deteksi prednison dalam jamu secara spesifik dan kuantitatif. Metode spektrofotometri FTIR yang dikombinasikan dengan PCA dan PLS dipilih karena lebih cepat, efisien, dan minim penggunaan bahan kimia dibandingkan metode konvensional. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan prednison dalam beberapa jenis jamu yang beredar di pasaran. Hasil penelitian ini

diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengawasan keamanan jamu serta perlindungan konsumen dari paparan bahan kimia obat yang tidak sesuai peraturan, khususnya prednison, sehingga dapat mendukung kebijakan pemerintah dalam menjamin mutu dan keamanan obat tradisional di Indonesia.

1.2 Tujuan Penelitian

Bedasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi keberadaan senyawa prednison dalam beberapa merek jamu yang beredar di pasaran Kota Bandar Lampung.
2. Menganalisis spektrum inframerah dari sampel jamu menggunakan metode spektrofotometri FTIR.
3. Menerapkan metode kemometrika yaitu PCA untuk klasifikasi dan PLS untuk prediksi kadar prednison dalam sampel jamu.
4. Mengevaluasi efektivitas kombinasi metode FTIR dan kemometrika dalam mendeteksi BKO prednison secara cepat, akurat, dan non-destruktif pada produk jamu.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan manfaat teoritis dan praktis. Secara teoritis, penelitian ini memperkaya ilmu di bidang analisis kimia dan kemometrika melalui penerapan kombinasi FTIR dan teknik multivariat PCA serta PLS dalam mendeteksi prednison sebagai BKO dalam jamu. Selain itu, dapat menjadi referensi metode analisis non-destruktif dalam pengawasan mutu produk herbal. Secara praktis, penelitian ini menawarkan metode alternatif yang cepat dan akurat untuk mendeteksi prednison, serta dapat dimanfaatkan oleh instansi seperti BPOM dalam pengawasan jamu. Hasilnya juga diharapkan meningkatkan kesadaran konsumen dalam memilih produk jamu yang aman.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Obat Tradisional

Obat tradisional merupakan hasil ramuan dari bahan-bahan alami seperti tumbuhan, hewan, mineral, atau galenika yang telah digunakan secara turun-temurun dalam praktik pengobatan di Indonesia. Penggunaannya sangat populer di kalangan masyarakat sebagai upaya menjaga kesehatan dan menangani berbagai keluhan penyakit. Berdasarkan hasil survei, sekitar 59,12% masyarakat Indonesia memilih menggunakan obat tradisional, seperti jamu. Salah satu jenis jamu yang paling sering dikonsumsi adalah jamu pegal linu, yang dipercaya mampu meredakan nyeri otot dan sendi, meningkatkan daya tahan tubuh, serta memperlancar peredaran darah (Muamanah dkk., 2023).

Pemanfaatan obat tradisional terus bertahan dan berkembang karena dianggap aman serta memiliki nilai budaya tinggi. Negara-negara di Asia, Afrika, dan Amerika juga masih mengandalkan pengobatan herbal. Di Afrika, lebih dari 80% populasi menggunakan pengobatan herbal sebagai terapi utama. Indonesia, dengan lebih dari 400 kelompok etnis, memiliki tradisi kuat dalam penggunaan bahan alam sebagai obat, yang sekarang dikembangkan melalui berbagai pendekatan ilmiah (Adiyasa dan Meiyanti, 2021).

Berdasarkan regulasi Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), obat tradisional diklasifikasikan menjadi tiga kelompok, yaitu jamu, obat herbal terstandar (OHT), dan fitofarmaka. Jamu adalah produk yang pengembangannya berdasarkan pengalaman empiris masyarakat tanpa uji klinis. OHT telah melalui tahap uji praklinis untuk membuktikan khasiat dan keamanannya. Sementara itu, fitofarmaka merupakan kategori tertinggi dari obat tradisional karena telah melalui uji praklinis dan klinis serta dibuktikan secara ilmiah memiliki khasiat

dan aman digunakan. Dalam hal ini, fitofarmaka dianggap sebagai bentuk obat tradisional yang paling dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dan berpotensi tinggi dalam pengembangan industri obat alami (Faramayuda, 2020).

Seiring meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pola hidup sehat alami, konsumsi obat tradisional pun mengalami peningkatan. Industri jamu merespons tren ini dengan menggunakan teknologi modern untuk meningkatkan mutu dan kapasitas produksi. Perkembangan ini didorong oleh kemudahan akses untuk masyarakat terhadap produk jamu modern serta meningkatnya permintaan global terhadap produk herbal Indonesia (Suharmiati, 2006). Namun, masih ditemukan pelanggaran regulasi berupa penambahan senyawa sintetis ke dalam produk jamu. Beberapa produsen menambahkan bahan kimia obat seperti prednison ke dalam produk mereka untuk memberikan efek terapeutik yang cepat. Padahal, praktik ini bertentangan dengan ketentuan dalam Permenkes RI No. 006 Tahun 2012 Pasal 37 yang melarang keberadaan BKO dalam obat tradisional (Rahmadani dkk., 2021).

2.2 Jamu

Jamu merupakan salah satu bentuk obat tradisional yang telah digunakan secara turun-temurun oleh masyarakat Indonesia dan menjadi bagian penting dari warisan budaya yang masih dilestarikan hingga kini. Ramuan ini biasanya dibuat dari berbagai bagian tumbuhan seperti daun, batang, kulit kayu, bunga, dan rimpang, serta terkadang ditambahkan dengan bahan dari hewan yang diproses sesuai norma dan kebiasaan masyarakat. Produk jamu dikenal luas dalam berbagai bentuk penyajian, seperti jamu gendong, jamu racikan, maupun jamu kemasan siap minum yang kini lebih mudah dijumpai di pasaran. Keberadaan jamu sebagai obat tradisional menunjukkan bahwa pemanfaatan tanaman obat masih sangat diminati karena diyakini memberikan manfaat kesehatan secara alami. Masyarakat mempercayai khasiat jamu karena lebih aman dibandingkan dengan obat-obatan sintetis, terutama digunakan dalam jangka panjang (Ananda dan Suprihati, 2023).

Sebagai salah satu warisan leluhur, jamu telah digunakan oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari, terutama karena khasiatnya yang dipercaya aman dan

alami. Jamu tergolong ke dalam kategori obat tradisional yang bahan bakunya belum distandardisasi secara ilmiah namun tetap digunakan karena efektivitasnya telah dirasakan secara empiris. Kebiasaan mengonsumsi jamu masih bertahan hingga kini, sebab produk ini dianggap tidak menimbulkan efek samping berat bila dibandingkan dengan penggunaan obat kimia dalam jangka panjang. Jamu telah menjadi bagian dari gaya hidup sehat masyarakat yang semakin menyadari pentingnya penggunaan bahan- bahan alami untuk menjaga dan meningkatkan kesehatan (Maryam dkk., 2023).

Menurut data dari Pelayanan Kesehatan Tradisional (Yankestrad), tercatat bahwa dari total 294.962 rumah tangga yang disurvei, sebanyak 89.753 atau sekitar 30,4% secara rutin menggunakan jamu dalam kehidupan sehari-hari. Beberapa faktor yang mendorong tingginya angka konsumsi jamu antara lain adalah harga yang relatif terjangkau, kemudahan dalam memperoleh produk, minimnya risiko efek samping, serta adanya tren gaya hidup kembali ke alam atau back to nature. Fenomena ini menggambarkan adanya pergeseran kesadaran masyarakat terhadap pemanfaatan produk-produk alami untuk menjaga kesehatan. Namun, peningkatan konsumsi ini juga menimbulkan permasalahan baru, yakni penyalahgunaan bahan kimia oleh oknum produsen yang tidak bertanggung jawab. Mereka menambahkan BKO ke dalam produk jamu guna mempercepat efek terapi dan meningkatkan nilai jualnya. Berdasarkan laporan BPOM tahun 2015, ditemukan sebanyak 54 merek jamu yang mengandung BKO, suatu pelanggaran serius terhadap peraturan perundang-undangan (Wahyuningsih dkk., 2021).

Jenis jamu yang paling sering terindikasi mengandung BKO meliputi jamu pegal linu, jamu rematik, jamu asam urat, dan jamu encok. Jamu-jamu ini banyak dikonsumsi oleh masyarakat yang bekerja dengan aktivitas fisik berat dan membutuhkan efek analgesik instan. Jamu rematik dipercaya dapat mengurangi kekakuan sendi dan membantu pergerakan tubuh menjadi lebih leluasa, sementara jamu asam urat dikonsumsi untuk mengurangi kadar purin berlebih dalam darah serta mencegah peradangan sendi. Jamu encok digunakan untuk membantu meredakan ketegangan otot dan meningkatkan fleksibilitas tubuh. Tren kembali ke alam mendorong masyarakat untuk memanfaatkan tanaman herbal seperti jahe,

temulawak, kunyit, dan daun sirih yang digunakan dalam formulasi jamu sebagai alternatif pengobatan alami. Sebelum hadirnya layanan medis modern, masyarakat telah menggunakan tanaman-tanaman ini untuk menjaga kesehatan dan mengobati berbagai keluhan penyakit, membuktikan betapa kuatnya posisi jamu dalam kehidupan masyarakat Indonesia (Muhrodi dan Maesaroh, 2023).

2.3 Bahan Kimia Obat (BKO)

Bahan Kimia Obat (BKO) merupakan senyawa sintetis atau hasil isolasi dari bahan kimia alam yang digunakan dalam pengobatan modern dan memiliki efek farmakologis yang kuat. Dalam konteks jamu, keberadaan BKO bertentangan dengan prinsip dasar pengobatan tradisional yang menekankan pada penggunaan bahan alami. Salah satu alasan utama produsen menambahkan BKO ke dalam jamu adalah untuk meningkatkan efek terapeutik secara instan dan meningkatkan penjualan produk. Sayangnya, tindakan ini sangat berbahaya karena tidak disertai dengan informasi dosis yang tepat serta peringatan mengenai efek samping yang mungkin ditimbulkan. Hal ini dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, terutama jika dikonsumsi dalam jangka panjang tanpa pengawasan medis yang memadai (Maryam dkk., 2023).

Penggunaan BKO dalam produk jamu dapat membahayakan kesehatan konsumen karena BKO merupakan obat keras yang seharusnya hanya digunakan dengan resep dan pengawasan dokter. Konsumsi BKO tanpa kontrol dapat menimbulkan efek toksik pada tubuh, termasuk kerusakan organ seperti hati dan ginjal, gangguan metabolik, serta ketergantungan. Untuk menghindari risiko tersebut, BPOM telah menetapkan regulasi ketat dan memberikan peringatan keras kepada para produsen jamu agar tidak mencampurkan BKO ke dalam produknya. Apabila ditemukan pelanggaran, BPOM berwenang untuk menarik dan memusnahkan produk, serta mencabut izin edar dari produk yang terbukti mengandung BKO meskipun telah memiliki izin sebelumnya (Hasan dkk., 2023).

Berbeda dengan pengobatan tradisional yang menggunakan bahan alami, pengobatan modern dengan BKO dilakukan berdasarkan takaran dosis yang jelas

dan telah melalui uji klinis yang ketat. Namun, ketika senyawa ini digunakan dalam produk jamu tanpa kontrol dan informasi memadai, risiko efek samping meningkat secara signifikan. Oleh karena itu, penting bagi konsumen untuk lebih waspada terhadap produk jamu yang tidak mencantumkan komposisi lengkap dan tidak memiliki izin edar resmi. Selain itu, edukasi kepada masyarakat perlu ditingkatkan agar mereka memahami bahaya BKO serta mampu memilih produk jamu yang benar-benar aman dan alami (Andini dkk., 2022).

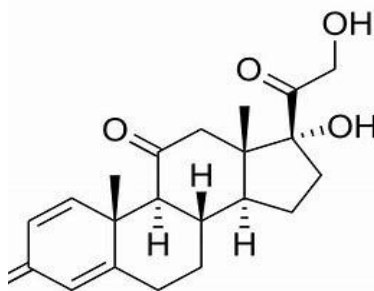
2.4 Prednison

Prednison merupakan salah satu jenis obat yang tergolong ke dalam golongan kortikosteroid sintesis yang banyak digunakan dalam pengobatan modern, terutama untuk menangani penyakit inflamasi seperti rematik, asma, dan lupus. Namun, penggunaan prednison tanpa pengawasan medis yang tepat sangat berbahaya karena dapat menimbulkan efek samping serius, terutama jika dikonsumsi dalam jangka panjang. Prednison sering disalahgunakan dengan cara ditambahkan ke dalam ramuan jamu, khususnya pada produk jamu pegal linu, oleh oknum produsen yang tidak bertanggung jawab guna memberikan efek terapi yang cepat tanpa mempertimbangkan risiko jangka panjang terhadap kesehatan konsumen (Maharani dkk., 2023).

Efek samping penggunaan prednison dalam jangka panjang sangat beragam, salah satunya adalah peningkatan risiko osteoporosis. Individu yang mengonsumsi prednison dengan dosis harian sebesar 7,5 mg atau lebih diketahui memiliki risiko patah tulang belakang sekitar 2,8 hingga 5 kali lipat lebih tinggi dibandingkan dengan individu yang tidak menggunakan steroid (Wong *et al.*, 2020). Risiko ini berkaitan erat dengan kemampuan prednison dalam menurunkan jumlah serta aktivitas osteoblas, yaitu sel-sel pembentuk tulang, dan secara bersamaan meningkatkan aktivitas osteoklas yang berperan dalam proses degradasi matriks tulang (Qiao *et al.*, 2021). Ketidakseimbangan antara pembentukan dan perombakan tulang inilah yang pada akhirnya menyebabkan kerapuhan struktur tulang dan meningkatkan kemungkinan terjadinya patah tulang, terutama pada

tulang belakang dan tulang panggul. Penurunan kadar faktor pertumbuhan seperti *Hypoxia-inducible factor (HIF)-1 α* dan *Vascular Endothelial Growth Factor* (VEGF) akibat penggunaan prednison juga berdampak negatif terhadap proses pembentukan tulang dan vaskularisasi jaringan tulang (Alexander dkk., 2024). Selain itu, prednison dapat memicu gangguan metabolisme, peningkatan tekanan darah, hiperglikemia, serta gangguan hormonal yang menyebabkan penurunan sistem imun tubuh. Penyalahgunaan prednison yang tersembunyi dalam produk jamu sangat berbahaya karena konsumen tidak mengetahui keberadaan serta dosis zat aktif tersebut, sehingga meningkatkan risiko efek samping yang tidak terkontrol. Dalam konteks regulasi, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No: 246/Menkes/Per/V/1990 secara tegas melarang penambahan bahan kimia sintetis seperti prednison ke dalam produk obat tradisional. Oleh karena itu, keberadaan prednison sebagai BKO dalam jamu merupakan pelanggaran hukum yang dapat membahayakan kesehatan masyarakat (Fikayuniar dan Abriyani 2020).

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa praktik penambahan prednison dalam produk jamu masih sering ditemukan. Salah satu studi di Karawang Barat melaporkan bahwa dari sepuluh sampel jamu pegal linu yang beredar di pasaran, enam di antaranya terbukti mengandung prednison. Penelitian lain juga mengungkapkan bahwa satu dari lima sampel jamu yang diuji positif mengandung BKO prednison. Temuan ini menunjukkan bahwa pengawasan dan edukasi terhadap produsen serta konsumen masih perlu ditingkatkan agar tidak terjadi penyalahgunaan zat yang seharusnya hanya digunakan dalam pengobatan medis yang terkontrol (Sari dan Haresmita 2023). Adapun gambar struktur dari senyawa prednison ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur senyawa Prednison (Anonim,2024).

2.5 Spektrofotometri *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

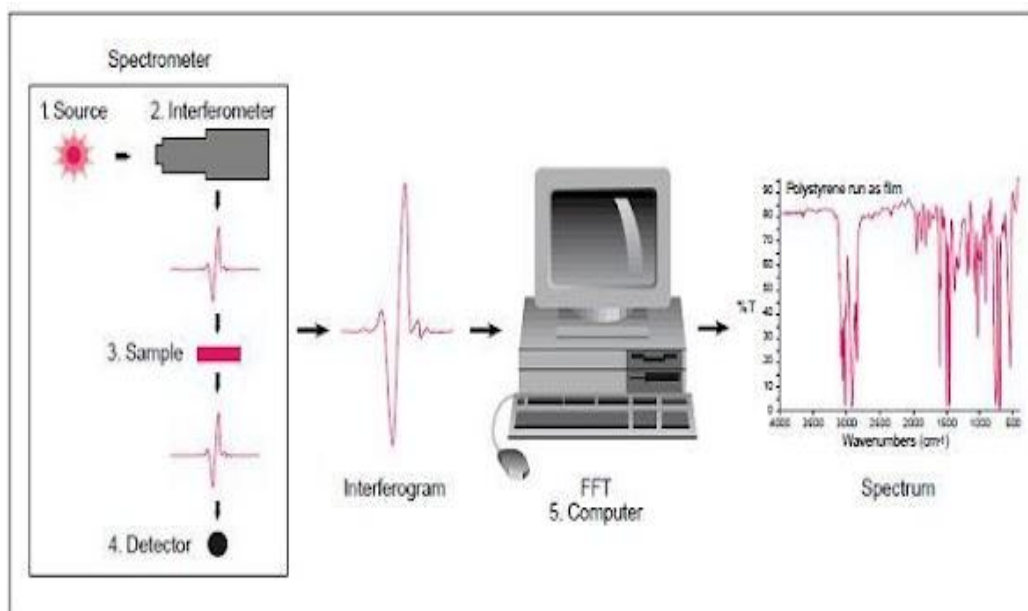
Spektrofotometri *Fourier Transform Infrared* (FTIR) adalah satu teknik spektroskopi inframerah yang digunakan untuk menganalisis struktur molekul suatu senyawa berdasarkan interaksinya dengan radiasi inframerah. Teknik ini bekerja dengan mendeteksi vibrasi dari ikatan kimia dalam suatu molekul, yang ditampilkan dalam bentuk spektrum. FTIR banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk bidang farmasi, karena kemampuannya dalam mengidentifikasi gugus fungsi dan senyawa aktif dalam suatu bahan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif (Subamia dkk., 2023). Metode FTIR memiliki beberapa keunggulan dibandingkan teknik analisis lain, seperti kecepatan analisis yang tinggi, penggunaan sampel dalam jumlah kecil, serta kemampuan untuk menganalisis berbagai jenis sampel baik padat, cair, maupun gas. Dalam penelitian terhadap produk jamu, FTIR sangat berguna untuk mendeteksi keberadaan BKO secara cepat dan non-destruktif. Teknologi ini juga mampu memetakan distribusi komponen senyawa dalam suatu matriks bahan sehingga sangat cocok digunakan dalam studi kualitas dan keamanan produk jamu (Rohman dan Irma, 2010).

Salah satu teknik yang umum digunakan dalam pengukuran FTIR adalah *Attenuated Total Reflectance* (ATR), yang memungkinkan pengukuran sampel tanpa perlu persiapan rumit seperti penggilingan dengan KBr. ATR memiliki kelebihan dalam kemudahan penggunaan, minimnya kerusakan sampel, serta memberikan spektrum yang stabil dan representatif. FTIR-ATR menjadi pilihan utama dalam pengujian rutin karena dapat memberikan data yang akurat dalam waktu singkat dengan perlakuan sampel minimal (Sanjiwani dkk., 2020).

2.5.1 Prinsip FTIR

Prinsip kerja spektrofotometri FTIR didasarkan pada pengukuran absorbansi radiasi inframerah oleh suatu sampel, yang kemudian diolah secara matematis melalui transformasi Fourier menjadi spektrum inframerah. Spektrum ini menunjukkan puncak-puncak absorbansi yang khas dari masing-masing gugus

fungsi dalam senyawa. Oleh karena itu, FTIR dapat digunakan tidak hanya untuk identifikasi kualitatif, tetapi juga untuk analisis kuantitatif apabila dikombinasikan dengan teknik kalibrasi multivariat (Sjahfirdi dkk., 2015). Prinsip kerja FTIR berawal dari interaksi antara energi dan materi. Inframerah yang melewati celah ke sampel, dimana celah tersebut berfungsi mengontrol jumlah energi yang disampaikan kepada sampel. Kemudian beberapa infrared diserap oleh sampel dan yang lainnya ditransmisikan melalui permukaan sampel sehingga sinar inframerah lolos dan terus lanjut ke detektor dan sinyal yang terukur kemudian dikirim ke komputer (PC) dan direkam dalam bentuk puncak-puncak yang dinamakan spektrum FTIR (Sari dan Fajri, 2018). Berikut gambaran dari instrumen spektrofotometer FTIR yang disajikan pada Gambar 2.



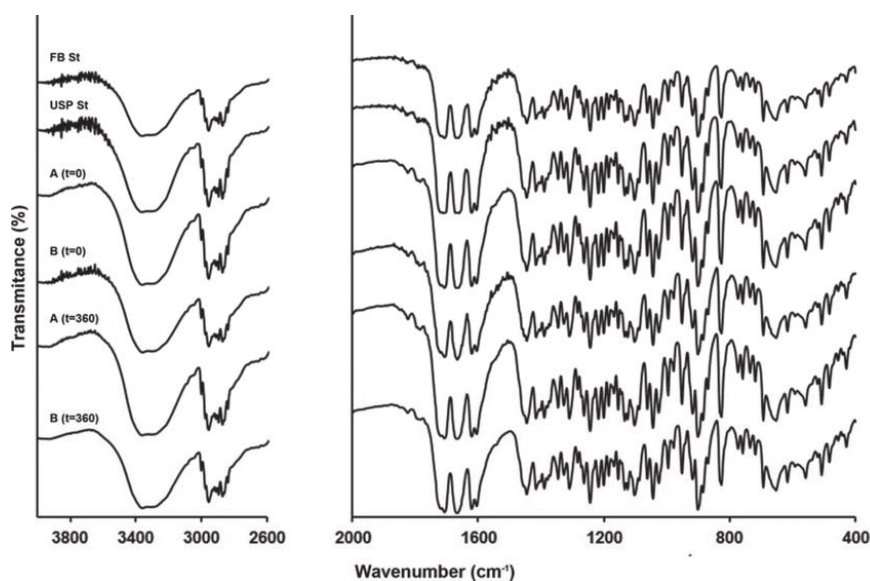
Gambar 2. Instrumen Spektrofotometer FTIR (Anonim, 2024).

2.5.2 Kelebihan FTIR

Kelebihan-kelebihan dari FTIR mencakup persyaratan ukuran sampel yang kecil, perkembangan spektrum yang cepat, dan karena instrumen ini memiliki komputer yang terintegrasi sehingga memiliki kemampuan untuk menyimpan dan memanipulasi spektrum.. Spektrum dispersif dari sebagian material komersial

telah dicatat, oleh karenanya identifikasi kualitatif zat-zat yang tidak diketahui seringkali bisa diselesaikan melalui perbandingan (Harsanti, 2010). Namun demikian spektroskopi FTIR juga memiliki kekurangan, yaitu analit dalam sampel tidak dipisahkan sehingga dapat terjadi tumpang tindih spektrum serapan dari senyawa-senyawa dalam sampel tersebut. Oleh karena itu dapat dibantu dengan kemometrika untuk mengolah data spektrumnya (Hendrajaya dkk., 2021).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Leonardo *et al.* (2019) mengenai karakterisasi bahan baku prednison serta pengembangan formulasi sediaan obat yang mengandung prednison, diperoleh hasil berupa pola spektrum dan panjang gelombang khas senyawa prednison yang dapat digunakan sebagai acuan dalam identifikasi senyawa tersebut. Hasil karakterisasi tersebut ditampilkan secara visual pada Gambar 3, yang menggambarkan karakteristik spektrum inframerah dari prednison, termasuk pita serapan pada bilangan gelombang tertentu yang menjadi ciri khas dari gugus fungsional yang terdapat dalam struktur kimianya.



Gambar 3. Spektrum FTIR Senyawa Prednison (Leonardo *et al.*, 2019)

2.6 Kemometrika

Istilah "kemometrika" pertama kali diperkenalkan pada tahun 1971 oleh dua ilmuwan, yaitu Swante Wold dari Swedia dan Bruce R. Kowalski dari Amerika

Serikat. Dalam bahasa Swedia, istilah ini dikenal sebagai "kemometri" yang memiliki padanan dengan "*chemometrics*" dalam bahasa Inggris. Secara umum, kemometrika merupakan cabang ilmu yang menerapkan konsep matematika, statistika, dan logika formal untuk menganalisis serta menginterpretasikan data dalam bidang kimia. Menurut *International Chemometrics Society* (ISC), kemometrika didefinisikan sebagai ilmu yang menghubungkan proses pengukuran dalam kimia dengan prinsip matematika dan statistika (Rohman dkk., 2021). Disiplin ini digunakan untuk mengelola, mengevaluasi, serta menafsirkan data dalam jumlah besar. Kombinasi antara spektroskopi dan kemometrika telah menjadi pendekatan umum dalam pengembangan metode analisis, termasuk untuk menjamin kehalalan suatu produk. Selain itu, pendekatan ini juga bermanfaat dalam proses identifikasi dan pemisahan bahan (Rafi dkk., 2016).

Kemometrika secara khusus banyak digunakan dalam pengolahan data multivariat, yaitu data yang berasal dari pengukuran banyak variabel dalam satu sampel. Penggunaan utama dari data multivariat ini adalah untuk menganalisis sampel melalui instrumen analitik yang menghasilkan banyak variabel, yang kemudian dikelompokkan berdasarkan data yang diperoleh (Rohman, 2014). Perkembangan kemometrika yang pesat sejak awal abad ke-20 dipengaruhi oleh melimpahnya data yang dihasilkan dari instrumen seperti spektrofotometer, serta kemajuan teknologi komputer dan perangkat lunaknya, sehingga pengolahan data menjadi lebih cepat dan efisien. Data yang kompleks pun dapat disederhanakan untuk mempermudah interpretasi (Shafirany dkk., 2019).

Salah satu aspek penting dalam kemometrika adalah pemrosesan data, yang dilakukan sebelum data digunakan untuk pengelompokan melalui kemometrika klasifikasi atau untuk analisis kuantitatif melalui kemometrika kalibrasi multivariat. Hasil pemrosesan tersebut selanjutnya dibandingkan dengan kinerja hasil analisis dari variabel asal. Dalam konteks spektroskopi, pemrosesan spektra menjadi tahap yang sangat penting. Tujuannya adalah menghasilkan data yang layak untuk analisis multivariat dengan cara menghilangkan variasi yang tidak relevan terhadap informasi sampel yang dianalisis, sehingga hanya menyisakan variasi yang diinginkan. Beberapa contoh variasi tak diinginkan dalam spektrum

inframerah dekat meliputi hamburan cahaya, pergeseran puncak, kecenderungan naik-turunnya sinyal, serta gangguan noise. Namun, pemrosesan spektra yang tidak tepat dapat menyebabkan hilangnya informasi penting. Oleh karena itu, tujuan utama pemrosesan spektra adalah untuk memaksimalkan perbedaan antar spektrum secara signifikan (Rohman dkk., 2021). Salah satu metode kalibrasi multivariat yang umum digunakan adalah *Principal Component Analysis* (PCA), yaitu teknik yang mereduksi jumlah variabel yang saling berkorelasi. Selain itu, terdapat juga metode *Partial Least Square* (PLS), merupakan salah satu teknik statistik multivariat yang mampu menangani banyak variabel respon sekaligus (Miller and Miller, 2010).

2.6.1 Principle Component Analysis (PCA)

Metode *Principal Component Analysis* (PCA) merupakan salah satu teknik pemrosesan data yang digunakan dalam bidang kemometrika, yaitu penerapan prinsip-prinsip statistika dan matematika untuk menganalisis data kimia. Metode ini berfungsi untuk mengelompokkan serta mengidentifikasi hubungan antar sampel dalam suatu himpunan data yang kompleks. Proses analisis PCA umumnya dilakukan dengan bantuan perangkat lunak khusus yang dirancang untuk analisis kemometrika. Tujuan utama dari PCA adalah mereduksi dimensi data dari ruang yang besar menjadi ruang fitur berdimensi lebih rendah, sehingga dapat menyederhanakan representasi data tanpa harus kehilangan informasi penting (Rohman dkk., 2021).

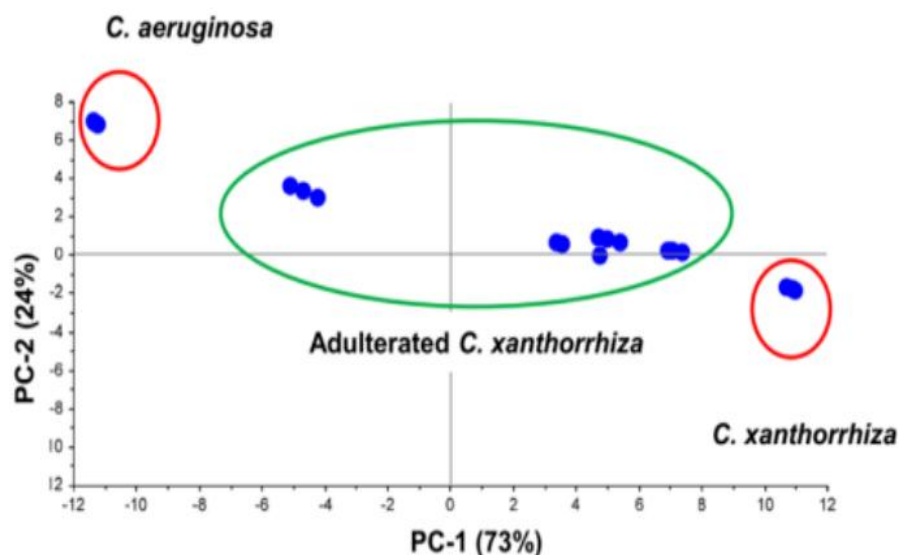
Proses analisis PCA dilakukan dengan menerapkan transformasi ortogonal untuk mengubah data spektrum awal menjadi sekumpulan nilai baru yang saling tidak berkorelasi. Sekumpulan nilai baru tersebut dikenal sebagai komponen utama (*Principal Component* atau PC). Jumlah komponen utama yang dihasilkan selalu sama atau lebih sedikit dibandingkan jumlah variabel awal pada data.

Transformasi dimulai dengan pemilihan komponen utama pertama yang merepresentasikan varian terbesar dalam data, dilanjutkan dengan komponen utama kedua yang menangkap varian terbesar berikutnya namun tidak berkorelasi

dengan komponen utama pertama. Proses ini terus berlanjut hingga seluruh komponen utama yang signifikan diperoleh. Melalui metode ini, data dapat direpresentasikan secara lebih sederhana dengan tetap mempertahankan informasi paling penting dari data asli (Dubessy dan Caumon, 2012).

Pengembangan metode PCA dilakukan dengan menggunakan vektor-vektor ortogonal yang membentuk komponen utama. Tujuan utama dari teknik ini adalah untuk menghilangkan komponen yang mengandung noise, sehingga dapat meminimalkan pengaruh kesalahan pengukuran. Komponen utama berfungsi untuk mengekstrak sebanyak mungkin informasi yang terdapat dalam suatu kumpulan data. Komponen utama pertama (*First Principal Component* atau PC1) menunjukkan variasi terbesar dalam data, sedangkan komponen utama kedua (*Second Principal Component* atau PC2) menggambarkan variasi terbesar kedua, dan demikian seterusnya untuk komponen berikutnya (Miller and Miller, 2010).

Pada penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Kusumadewi dkk. (2022) yang menstandarisasi dan mengautentifikasikan temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*). Analisis PCA digunakan untuk mengelompokkan temulawak murni dan temu hitam serta campuran dari dua bahan tersebut yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Plot score klasifikasi *C. aeruginosa*, *C. xanthorrhiza*, dan adulteran (Kusumadewi dkk., 2022)

2.6.2 *Partial Least Square (PLS)*

Metode *Partial Least Square (PLS)* merupakan pendekatan pemodelan yang fleksibel, dirancang untuk mengungkap pola kompleks serta keragaman dalam data. PLS memiliki keterkaitan erat dengan metode *Principal Component Regression (PCR)*, namun lebih difokuskan untuk membangun model yang dapat menjelaskan hubungan antara dua kelompok variabel. Metode ini bekerja dengan mengestimasi hubungan antara variabel dependen (y) dan independen (x), serta memprediksi nilai variabel dependen berdasarkan algoritma tertentu. Penetapan model PLS dilakukan secara bertahap, dengan mempertimbangkan keragaman pada kedua kelompok variabel (Dinata dkk., 2019).

Kelebihan utama metode PLS adalah kemampuannya dalam membentuk komponen regresi yang dapat merepresentasikan korelasi antara variabel x dan y melalui fungsi linier dari variabel x . Dalam konteks spektrofotometri FTIR, PLS sering digunakan untuk memperoleh informasi dari spektrum yang kompleks, terutama ketika terjadi tumpang tindih antar puncak akibat adanya pengotor atau noise dari instrumen. Ketika jumlah prediktor x jauh melebihi jumlah pengamatan y , maka kemungkinan terjadinya multikolinearitas akan meningkat, sehingga pendekatan ini menjadi lebih menantang (Miller and Miller, 2010). PLS juga dapat diaplikasikan pada seluruh wilayah spektrum inframerah, dengan pemilihan frekuensi yang didasarkan pada nilai koefisien determinasi (R^2) tertinggi dan nilai *Root Mean Square Error of Calibration (RMSEC)* terendah (Lorenza dkk., 2021).

Pengujian model PLS diantaranya terdapat dua pendekatan utama yang dapat digunakan. Pertama adalah metode *leave-one-out*, di mana satu sampel kalibrasi dikeluarkan dari model dan sisanya digunakan untuk memprediksi nilai sampel tersebut. Selisih antara nilai prediksi dan nilai aktual digunakan untuk menghitung tingkat kesalahan prediksi. Proses ini dilakukan berulang hingga seluruh sampel telah diuji satu per satu. Pendekatan kedua menggunakan sampel validasi atau prediksi yang terpisah dari data kalibrasi (sampel independen), yang bertujuan untuk mengevaluasi kinerja model secara objektif terhadap data yang tidak digunakan selama proses pembentukan model (Nurulhidayah *et al.*, 2011).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2024 - Februari 2025 yang berlokasi di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Tanjung Bintang, Lampung Selatan.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Spektrofotometer FTIR-ATR INVENIO R yang dilengkapi Software Horizon MB, neraca analitik, mortar dan alu, kertas perkamen, plastik klip, spatula, tisu, gunting, cooper, nampan, vial, dan perangkat lunak computer *Software* Minitab 22.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah standar prednison (BPFI) yang diperoleh dari PPPOMN. Jamu simulasi dibuat dengan bahan sebagai berikut kunyit, jahe, temulawak, lengkuas, sereh, dan kayu manis. 9 sampel jamu dengan merek yang berbeda di Kota Bandar Lampung dan etanol 96%.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Sampling Sampel Jamu

Pemilihan sampel pada penelitian ini digunakan metode *simple random sampling* adalah teknik pengambilan sampel di mana setiap anggota populasi memiliki

peluang yang sama untuk terpilih. Teknik ini dianggap sebagai metode paling dasar dalam penelitian kuantitatif karena memberikan representasi yang paling murni terhadap populasi (Subhaktiyasa, 2024). Sampel diperoleh dari beberapa toko jamu di pasar tradisional yang berada di Bandar Lampung. Pengambilan sampel dilakukan secara acak dengan memilih 9 sampel jamu pegal linu dari berbagai merek yang tersedia di pasaran Kota Bandar Lampung.

3.3.2 Preparasi Standar Prednison

Standar BKO berupa prednison yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Pusat Pengembangan Pengujian Obat dan Makanan Nasional (PPPOMN), yang berada di bawah naungan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (BPOM). PPPOMN memiliki wewenang sebagai institusi resmi yang menyediakan bahan standar acuan yang digunakan dalam pengujian kualitas dan keamanan obat, makanan, kosmetik, serta produk kesehatan lainnya. Selain itu, lembaga ini juga menjalankan fungsi pengujian laboratorium dan pengembangan metode analisis untuk mendukung sistem pengawasan produk yang beredar di masyarakat (BPOM RI, 2023). Oleh karena itu, standar prednison yang diperoleh telah memenuhi persyaratan mutu, disertai sertifikat analisis, dan memiliki tingkat kemurnian yang tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai acuan yang valid dalam pengujian.

Penyiapan standar prednison dalam penelitian ini dilakukan melalui tahapan yang diawali dengan menimbang prednison murni sebanyak 15 mg menggunakan neraca analitik yang telah dikalibrasi, untuk memastikan bahwa massa yang digunakan benar-benar tepat dan sesuai. Setelah proses penimbangan selesai, prednison yang telah ditimbang kemudian ditempatkan dengan hati-hati ke dalam wadah kertas perkamen yang bersih dan kering. Penggunaan kertas perkamen bertujuan untuk menjaga kestabilan fisik dan kimia dari prednison, serta mencegah kemungkinan terjadinya kontaminasi silang dengan zat lain yang dapat memengaruhi keakuratan hasil analisis. Sampel yang telah disiapkan selanjutnya disimpan dalam kondisi yang sesuai hingga waktunya digunakan untuk proses

pengukuran. Setelah itu, sampel prednison tersebut siap dianalisis menggunakan instrumen spektrofotometer FTIR untuk memperoleh spektrum inframerah sebagai data awal yang akan digunakan dalam proses karakterisasi kimia dan analisis kuantitatif pada tahapan penelitian selanjutnya.

3.3.3 Preparasi Jamu Simulasi

Preparasi sampel dilakukan pertama kali dengan membuat jamu simulasi. Adapun bahan-bahan yang digunakan untuk membuat jamu simulasi yaitu kunyit, jahe, temulawak, sereh, dan kayu manis. Kemudian bahan-bahan tersebut diolah dengan cara semua bahan dibersihkan lalu dipotong tipis-tipis kemudian di jemur di bawah sinar matahari selama 2-3 hari hingga kering. Setelah itu bahan yang sudah kering dihaluskan menggunakan *cooper* hingga menjadi serbuk jamu, kemudian dimortar dan disimpan di dalam botol kedap udara.

3.3.4 Preparasi Sampel Jamu Kemasan

Preparasi sampel jamu dilakukan dengan dimortar 9 sampel jamu yang telah didapatkan di pasaran Bandar Lampung masing masing hingga halus kemudian dibungkus sampel jamu yang telah dimortar dengan kertas perkamen, kemudian dimasukkan kedalam plastik klip.

3.3.5 Pembuatan Set Kalibrasi dan Set Validasi

3.3.5.1 Preparasi Set Kalibrasi

Set kalibrasi terdiri dari objek atau sampel yang telah diketahui kategorinya dan digunakan untuk membentuk model klasifikasi kemometrika (Berrueta *et al.*, 2007). Set kalibrasi pada penelitian ini merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh (A'layuda, 2019). Pembuatan set kalibrasi dilakukan dengan cara menimbang

sampel jamu simulasi dan standar obat prednison, kemudian dicampurkan lalu sampel yang sudah ditimbang dimortar hingga homogen. Set kalibrasi dibuat dengan menyiapkan 6 sampel yang terdiri dari campuran jamu murni dan Prednison yang disiapkan dengan rentang konsentrasi 0-100% dengan perbandingan (100:0, 0:100, 80:20, 60:40, 40:60 dan 20:80) dimana, total berat sampel masing-masing 15 mg. Konsentrasasi 0% merupakan jamu murni (jamu simulasi) dan konsentrasasi 100% merupakan standar bahan baku Prednison. Setelah itu sampel disimpan pada kertas perkamen dan siap untuk dianalisis menggunakan spektrofotometer FTIR (Rahayu dkk., 2024). Adapun penimbangan set kalibrasi dilakukan dengan perbandingan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsentrasi prednison untuk set kalibrasi

No	Prednison	Standar Jamu Pegal Linu	Konsentrasi	Kategori
1	0 mg	15 mg	0%	Murni
2	3 mg	12 mg	20%	Campuran
3	6 mg	9 mg	40%	Campuran
4	9 mg	6 mg	60%	Campuran
5	12 mg	3 mg	80%	Campuran
6	15 mg	0 mg	100%	Murni

3.3.5.1 Preparasi Set Validasi

Pembuatan set validasi dilakukan dengan cara menimbang sampel jamu simulasi dan standar obat prednison, kemudian dicampurkan lalu sampel yang sudah ditimbang dihaluskan menggunakan mortar hingga homogen. Set validasi dibuat dengan menyiapkan 6 sampel yang terdiri dari campuran jamu pegal linu murni dan Prednison yang disiapkan dengan rentang konsentrasi 0-100% dengan perbandingan (100:0, 0:100, 90:10, 70:30, 50:50, 30:70, dan 10:90), total berat masing-masing 15 mg. Setelah itu sampel disimpan pada kertas perkamen dan siap untuk dianalisis menggunakan spektrofotometer FTIR. Adapun penimbangan set validasi dilakukan dengan perbandingan seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Konsententrasi Prednison untuk set validasi

No	Prednison	Standar Jamu Pegal Linu	Konsentrasi	Kategori
1	0 mg	15 mg	0%	Murni
2	1,5 mg	13,5 mg	10%	Campuran
3	4,5 mg	10,5 mg	30%	Campuran
4	7,5 mg	7,5 mg	50%	Campuran
5	10,5 mg	4,5 mg	70%	Campuran
6	13,5 mg	1,5 mg	90%	Campuran
7	15 mg	0 mg	100%	Murni

3.3.6 Pengukuran FTIR

Penggunaan instrumen spektrofotometer Fourier Transform Infrared (FTIR) dalam penelitian ini diawali dengan memastikan bahwa seluruh perangkat, baik spektrofotometer maupun komputer yang terhubung, telah menyala dan berfungsi dengan baik sesuai standar operasional. Sebelum dilakukan proses pengukuran, tahap awal yang wajib dilakukan adalah pembersihan kristal ATR (Attenuated Total Reflectance) menggunakan tisu bersih yang dibasahi dengan pelarut etanol, guna memastikan bahwa tidak terdapat sisa-sisa kontaminan atau residu dari pengukuran sebelumnya yang dapat memengaruhi akurasi hasil. Setelah kristal dalam keadaan bersih dan kering, dilakukan pemindaian awal berupa background scan, yaitu pemindaian tanpa adanya sampel pada kristal ATR. Langkah ini bertujuan untuk menghilangkan atau mengontrol pengaruh interferensi dari lingkungan sekitar, seperti uap air dan karbon dioksida di udara, yang dapat terekam pada spektrum dan mengganggu interpretasi data.

Selanjutnya, serbuk dari sampel yang terdiri atas set kalibrasi, set validasi, serta sembilan sampel jamu kemasan yang telah dipreparasi sebelumnya, masing-masing diambil secukupnya dan diletakkan di atas permukaan kristal ATR. Sampel kemudian ditekan menggunakan clamp agar menempel secara merata dan

optimal pada permukaan kristal, sehingga sinyal yang dihasilkan dapat terekam secara maksimal. Proses pengukuran dimulai dengan menekan tombol Scan pada perangkat lunak yang terhubung dengan spektrofotometer, dan pengambilan data dilakukan hingga spektrum inframerah muncul secara lengkap pada layar komputer. Setelah seluruh proses pengukuran selesai dilakukan pada satu sampel, kristal ATR kembali dibersihkan menggunakan pelarut etanol 96% dan tisu bersih untuk mencegah kontaminasi silang dengan sampel berikutnya. Proses ini diulang untuk setiap sampel yang akan dianalisis. Semua spektrum yang diperoleh dalam pengukuran ini direkam dalam rentang bilangan gelombang 4000 hingga 400 cm^{-1} dan disimpan dalam format digital sebagai data utama untuk dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan metode kemometrika seperti PCA dan PLS.

3.3.7. Analisis Menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Partial Least Square* (PLS)

Hasil dari data absorbansi spektrum FTIR selanjutnya akan diolah menggunakan metode PCA dan PLS dengan menggunakan software Minitab 22. Menganalisis data pengoperasian PCA menggunakan software Minitab 22 dengan cara sebagai berikut:

1. Dibuka *Worksheet* Minitab 22 kemudian dimasukkan data.
2. Untuk analisis PCA, diklik: *Stat* → *Multivariate* → *Principal Components*.
3. Kemudian, dimasukkan contoh variabel ke kotak variabel.
4. Diklik *Graph*, bagian ini mengandung informasi yang penting.
5. Untuk memperoleh hasil analisis maka diklik OK, maka dalam windows session yang berisi *output* (hasil) analisis PCA.
6. Untuk mengedit *graph* supaya menampilkan label tiap titik, maka diklik kanan pada grafik lalu pilih: *Add* → *Data Label: Use labels from column*.
7. Diklik OK maka akan menampilkan hasil output (Rohman dkk., 2021).

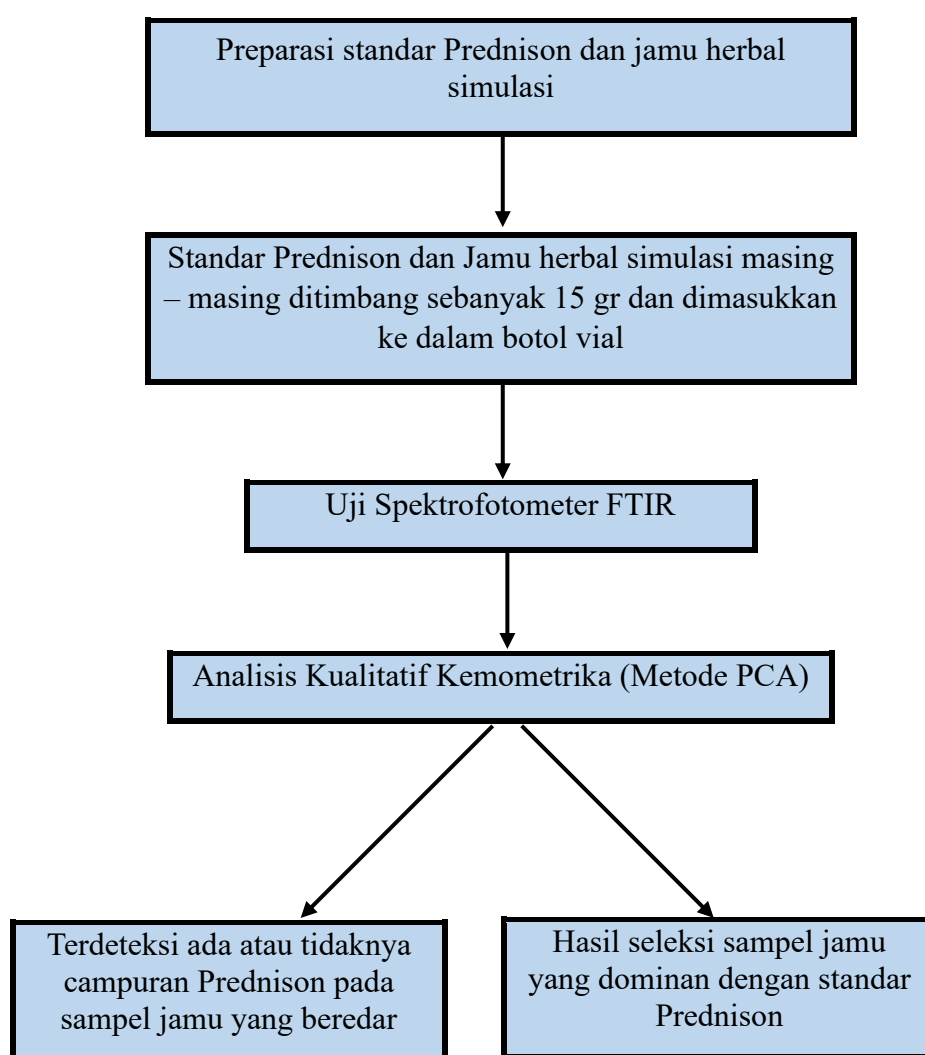
Menganalisis data pengoperasian PLS menggunakan software Minitab 22 dengan cara sebagai berikut:

1. Dibuka jendela Minitab 22.

2. Dimasukkan data dalam *Worksheet* Minitab 22.
3. Diklik : *Stat* → *Regression* → *Partial Least Square*.
4. Untuk respons diisi dengan C1, sedangkan untuk model diisi A1-16.
5. Selanjutnya untuk melakukan validasi *leave one out*, diklik *Options* → pilih *leave one out* → diklik Ok, maka diperoleh *output* data (Rohman dkk., 2021).

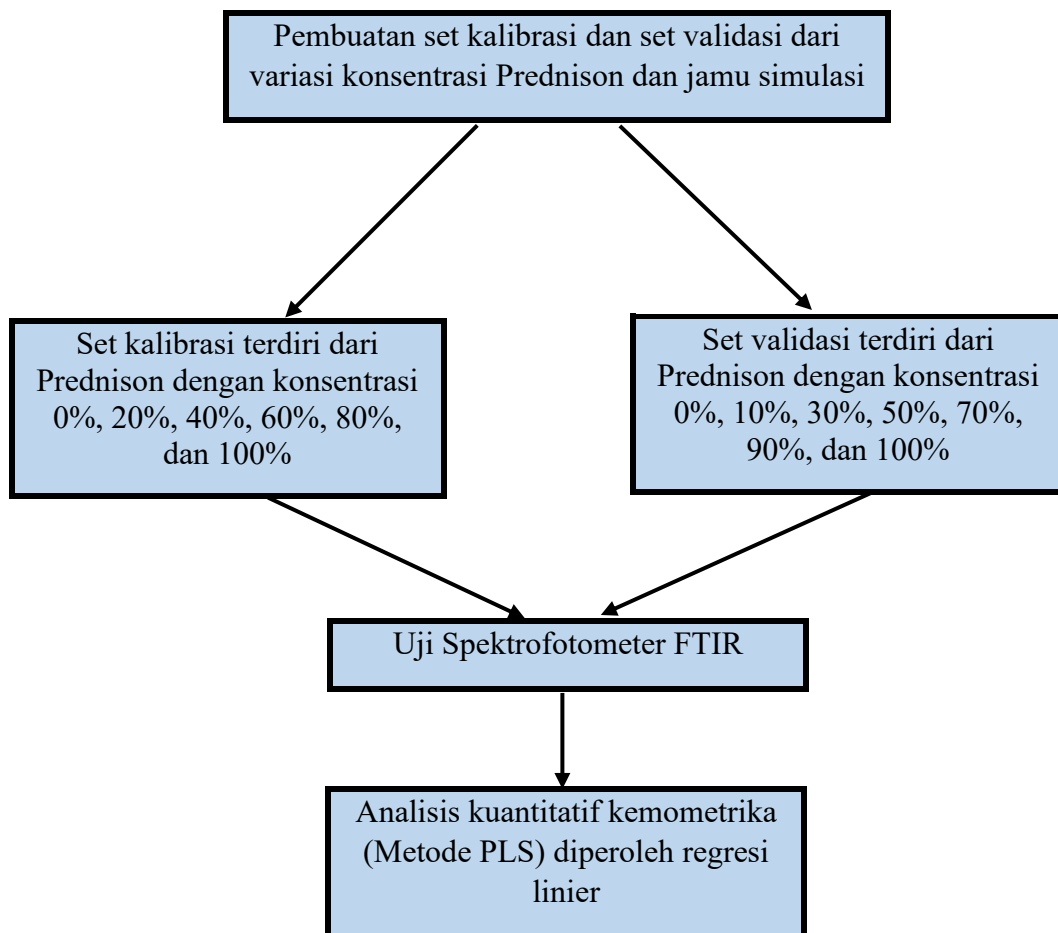
Bagan alir dari percobaan ini dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.

1. Tahap Analisis Kualitatif



Gambar 5. Bagan Alir Tahap Analisis Kualitatif

2. Tahap Analisis Kualitatif



Gambar 6. Bagan Alir Tahan Analisis Kuantitatif

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang diperoleh, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis PCA terhadap spektrum FTIR, Sembilan dari sembilan sampel jamu kemasan yang beredar di Kota Bandar Lampung menunjukkan kemiripan dengan jamu simulasi, mengindikasikan tidak adanya kandungan prednison.
2. Metode spektrofotometri FTIR berhasil digunakan untuk memperoleh spektrum inframerah dari semua sampel, dengan rentang bilangan gelombang $4000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$ yang memuat informasi karakteristik gugus fungsi dari senyawa dalam jamu dan prednison.
3. Analisis PCA secara efektif mampu mengelompokkan sampel berdasarkan kemiripan spektral terhadap standar prednison dan jamu simulasi, serta memudahkan visualisasi pola penyebaran data baik dalam bentuk dua dimensi maupun tiga dimensi.
4. Metode PLS memberikan hasil yang sangat baik dalam memprediksi kadar prednison, dengan nilai R^2 pada set kalibrasi sebesar 0,999885 dan set validasi sebesar 0,999853, serta nilai RMSEC dan RMSEV yang sangat rendah.
5. Kombinasi metode FTIR dan analisis kemometrika terbukti efektif sebagai metode skrining awal yang cepat, akurat, dan non-destruktif untuk mendeteksi keberadaan BKO prednison dalam jamu kemasan.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperlukan analisis tambahan sebagai penunjang data untuk melihat hasil uji yang lebih baik dan disarankan untuk menggunakan *software* statistika lainnya seperti Unscrambler atau yang lainnya untuk membandingkan hasil uji yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- A'layuda, R. 2019. Validasi Metode Analisis Kandungan Fenilbutason Dalam Produk Jamu Pegal Linu Dengan Metode FTIR Dikombinasikan Dengan Kemometrika. Skripsi ed. Program Studi Farmasi Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Adiyasa, M. R., dan Meiyanti. 2021. Pemanfaatan Obat Tradisional Di Indonesia: Distribusi Dan Faktor Demografis Yang Berpengaruh. *Jurnal Biomedika dan Kesehatan*. 4(3): 130–38.
- Alexander, R., Irsyaldi, R., dan Wardhani, F. M. 2024. Efek Pemberian Deksametason Dan Prednison Dosis Rendah Terhadap Penurunan Jumlah Osteoblas Femur Tikus Wistar (Rattus Norvegicus). *Jurnal kesehatan Tambusai*. 5(1) : 2061–68.
- Ananda, R. S., dan Suprihati. 2023. Etnobotani Tumbuhan Obat Yang Dijual Di Blok Bahan Jamu Pasar Raya I Salatiga. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*. 11(2): 1803.
- Andini, M. P., Nisa, M., Citra, M., Rachman, M., Oktavia, R., Nisa, S., Afri, S., Dewi, S. K., Razni, S., Salimah, S., dan Rahmadani. 2022. Analisis Bahan Kimia Obat Natrium Diklofenak Pada Jamu Asam Urat Yang Beredar Di Kota Banjarmasin. *Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*. 5(2): 37.
- Asrulla, A., Risnita, R., Jailani, M. S., dan Jeka, F. 2023. Populasi dan Sampling (Kuantatif), Serta Pemilihan Informan Kunci (Kualitatif) dalam Pendekatan Praktis. *Jurnal Pendidikan Tambusai*. 7(3) : 26320–26332.
- Azminah, A., Ahmad, I., Fikri, J. A. N., Jumadil, M. I., Fakhriyyah, N.A., Abdullah, S., Simamora, A., and Mu'nim, A. 2023. Rapid detection of synthetic adulterants in Indonesian herbal medicines using ATR-FTIR spectroscopy combined with chemometrics. *Journal of Research in Pharmacy*. 27(1) : 184–196.

- Berrueta, L. A., Alonso-Salces, R. M., and Héberger, K. 2007. Supervised Pattern Recognition in Food Analysis. *Journal of Chromatography*. 11(58): 196–214.
- Darsyah, M. Y. 2014. Penggunaan Stem and Leaf dan Boxplot untuk Analisis Data. *Jurnal Pendidikan Matematika*. 1(1): 55–67.
- Dinata, A. A., Firdaus, M. L., dan Elvia, R. 2019. Penerapan Kemometrik Pada Metode Citra Digital Untuk Analisis Ion Merkuri (Ii) Dengan Indikator Nanopartikel Perak. *Alotrop : Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*. 3(1): 106.
- Dubessy, J., and Caumon, M. C. 2012. *Raman Spectrscopy Applied to Earth Sciences and Cultural Heritage*. EMU and The Mineralogical Society Of Great Britain & Ireland. London.
- Faramayuda, M. 2020. *Pengembangan fitofarmaka sebagai obat tradisional berbasis bukti ilmiah*. Jakarta: Pustaka Medika Nusantara.
- Fatimawali, F., Kepel, B., Bodhi, W., Manampiring, A. E., Budiarmo, F. H., Yamelan, P., dan Tallei, T. E. 2023. Penyuluhan Dan Pelatihan Pembuatan Jamu Sehat Pada Kelompok UMKM PKK Lingkungan VII Kelurahan Malendeng Manado. *The Studies of Social Sciences*. 5(1): 16–25.
- Fatmarahmi, D. C., Susidarti, R., A., Swasono, R., T., and Rohman, A. 2022. *A Development Method Of FTIR Spectroscopy Coupled With Chemometrics For Detection Of Synthetic Drug Adulterants Of Herbal Products In Quaternary Mixture*. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 12(3) : 191-201.
- Fikayuniar, L., dan Abriyani, E. 2020. Analisis Kualitatif Kandungan Bahan Kimia Obat Prednison Pada Jamu Rematik Dan Pegal Linu Di Daerah Karawang Barat. *Pharma Xplore : Jurnal Ilmiah Farmasi*. 5(2): 68–75.
- Harsanti, D. 2010. Sintesis Dan Karakterisasi Boron Karbida Dari Asam Borat, Asam Sitrat Dan Karbon Aktif. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 11(1): 29.

- Hasan, R., Kuna, M. R., dan Ismail, S. A. 2023. Analisis Bahan Kimia Obat Dalam Jamu Pegal Linu Menggunakan Metode Kromatografi Gas - Spektrometri Massa. *Jambura Journal of Health Sciences and Research* . 5(2): 453–62.
- Hendrajaya, K., Jamailah, N., dan Azminah. 2021. Identifikasi Alkohol Dalam Hand Sanitizer Secara Fourier Transform Infra Red (FTIR) Dan Kemometrik. *MPI (Media Pharmaceutica Indonesiana)*. 3(4): 208–16.
- Hediyati, D., dan Suartana, I. M. 2021. Penerapan Principal Component Analysis (PCA) Untuk Reduksi Dimensi Pada Proses Clustering Data Produksi Pertanian Di Kabupaten Bojonegoro. *Journal Information Engineering and Educational Technology*. 5 (2) : 49-56.
- Kurniadi, A. dan Sutikno. 2018. Analisis Spasial Persebaran dan Pemetaan Kerawanan Kejadian Kasus Demam Berdarah Dengue di Kabupaten Lumajang dengan Spatial Pattern Analysis dan Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 7(2): 1-9.
- Lorenza, P. N. F. P., Pandhita, A. K., Mahemba, N., Pede A., Seran, T. D. G., Setyaningsih, D., dan Riswanto, F. 2021. Review: Pemanfaatan Teknik Kemometrika Pengenalan Pola Pada Analisis Kuantitatif Senyawa Obat Kombinasi Tanpa Tahap Pemisahan. *MPI (Media Pharmaceutica Indonesiana)*. 3(4): 253–67.
- Maharani, A. A., Haresmita, P., Wardani, A. K., Fadhilah, K., Yudhawan, I. 2023. Identifikasi Bahan Kimia Obat (BKO) Dalam Sediaan Jamu Pegal Linu Dari Kota Wonosobo. *Jurnal Pharmascience*. 10(2): 259.
- Maryam, S., Suhaenah, A., dan Rusniyanti, R. 2023. Analisis Bahan Kimia Obat Natrium Diklofenak Dalam Sediaan Jamu Asam Urat Yang Beredar Di Kota Timika. *As-Syifaa Jurnal Farmasi*. 15(2): 96–102.
- Miller, J. N., and Miller, J. C. 2010. *Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry*. 6th Ed. Essex : Pearson Pendidikan Terbatas.
- Muamanah, K., Fitriana, A. S., Samodra, G., dan Rahmawati. 2023. Analisis Kandungan Parasetamol pada Jamu Pegal Linu yang Diperdagangkan di Kabupaten Brebes. *Pharmacy Genius*. 2(1): 24–30.

- Muhrodi, O., dan Maesaroh, I. 2023. Identifikasi Bahan Kimia Obat Natrium Diklofenak Pada Jamu Pegal Linu Yang Dijual Di Kecamatan Garawangi. *Jurnal Farmaku (Farmasi Muhammadiyah Kuningan)*. 8(1): 31–36.
- Nurdiansyah, N., Muliadi, M., Herteno, R., Kartini, D., dan Budiman, I. 2024. Implementasi metode Principal Component Analysis (PCA) dan Modified K-Nearest Neighbor pada klasifikasi citra daun tanaman herbal. *Jurnal Mnemonic*. 7(1), 1–9.
- Nurulhidayah, L., Rohman, A., dan Lukitaningsih, E. 2011. *Application of FTIR spectroscopy and multivariate calibration for analysis of paracetamol in tablet formulation*. *Indonesian Journal of Chemistry*. 11(2): 142–147.
- Permatasari, A. I., dan Listiyani, T. A. 2023. Inovasi Es Lilin Jamu Dan Knowledge Empowerment Terhadap UMKM Jamu Tradisional Di Kampung Surobawan, Surakarta. *Solidaritas: Jurnal Pengabdian*. 2(2): 141–49.
- Pradika, Y. 2023. Analisis Bahan Kimia Obat Dalam Jamu Tradisional Pegal Linu Kemasan Yang Beredar Di Marketplace. *Jurnal Medical Laboratory* 2(2): 18–26.
- Purwakusumah, E. D., Rafi, M., Syafitri, U., Nurchois, W., dan Adzkiya, M. A. 2014. Identifikasi Dan Autentikasi Jahe Merah Menggunakan Kombinasi Spektroskopi Ftir Dan Kemometr. *AGRITECH*. 34 (1): 82-87.
- Putra, S. F., Pradina, R., dan Hafidz, I. 2016. Feature Selection pada Dataset Faktor Kesiapan Bencana pada Provinsi di Indonesia Menggunakan Metode PCA (Principal Component Analysis). *Jurnal Teknik ITS*. 5(2):88–92.
- Qiao, X., Wu, X., Zhao, Y., Zhang, L., Cai, X., Lyons, K., Bostrom, K. I., and Yao, Y. 2023. Cell Transitions Contribute to Glucocorticoid-Induced Bone Loss. *Cells*. 12 (14) : 1810.
- Rafi, M., Anggundari, W. C., dan Irawadil, T. T. 2016. Potensi Spektroskopi FT-IR-ATR dan Kemometrik untuk Membedakan Rambut Babi, Kambing, dan Sapi. *Jurnal Ilmu Kimia Indonesia*. 5(3):229–34.

- Rahayu, S. W., Buono, E. C., dan Raharjo, A. S. 2024. Analisis Cepat Kandungan Metamizole Dan Deksametason Pada Jamu Pegal Linu Dengan Metode FTIR Kombinasi Dengan Kemometrik. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*. 20(2): 178–82.
- Rahmadani, R., Prasetyo, A., dan Lestari, D. (2021). *Analisis kandungan Bahan Kimia Obat (BKO) dalam jamu tradisional: Studi kepatuhan terhadap regulasi*. Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat. 15(2): 123–131.
- Ramadhani, D. L., Haresmita, P. P., Wardani, A. K., dan Rahmania, T. A. 2023. Analisis Kualitatif Bahan Kimia Obat Dalam Jamu Pegal Linu Di Wilayah Magelang. *Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik*. 20(1): 53.
- Rivani, V. H., Selendra, N., dan Alawiyah, T. 2022. Analisis Kandungan Bahan Kimia Obat Natrium Diklofenak Dalam Jamu Encok. *Jurnal Impresi Indonesia*. 1(9): 1018–24.
- Riswanto, R. 2022. *Analisis Komponen Utama (PCA) dalam Pengolahan Data Multivariat: Pendekatan Statistik Modern*. Jurnal Matematika dan Aplikasi, 9(1), 25–33.
- Rohman, A. 2014. *Spektroskopi Inframerah dan Kemometrika untuk Analisis Farmasi*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Rohman, A., Irnawati., dan Riswanto, F. D. O. 2021. *Kemometrika*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Rohman, S dan Irma, D. 2010. Aplikasi FT-IR ATR Spektroskopi Untuk Identifikasi Parasetamol Pada Jamu Sediaan Serbuk. *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi Indonesia* . 6(1) : 11-15.
- Rosyada, E., Muliasari, H., dan Yuanita, E. 2019. Analisis Kandungan Bahan Kimia Obat Natrium Diklofenak Dalam Jamu Pegal Linu Yang Dijual Di Kota Mataram. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. 15(1): 12–19.
- Sanjiwani, N. M. S., Paramitha, D. A. i., Wibawa, A. A. C., Ariawan, I. M. D., Megawati, F., Dewi, N. W. T., Mariati, P. A. M., dan Sudiarsa, I. W., 2020. Pembuatan Hair Tonic Berbahan Dasar Lidah Buaya Dananalisis Dengan Fourier Transform Infrared. *Jurnal Widyadari*. 21(1): 249–62.

- Sari, W., Nindya., dan Fajri, M. Y. 2018. Analisis Fitokimia Dan Gugus Fungsi Dari Ekstrak Etanol Pisang Goroho Merah (*Musa Acuminata* (L)). *IJOB* (*Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*). 2(1): 30.
- Shafirany, M. Z., Susilawati, Y., dan Musfiroh, I. 2019. Aplikasi Kemometrik Dalam Penentuan Mutu Tumbuhan Obat. *Pharmauho: Jurnal Farmasi, Sains, dan Kesehatan*. 4(2): 6–14.
- Sjahfirdi, L., Aldi, N., Maheshwari, H., dan Astuti, P. 2015. Aplikasi Fourier Transform Infrared (Ftir) Dan Pengamatan Pembengkakan Genital Pada Spesies Primata, Lutung Jawa (*Trachypithecus Auratus*) Untuk Mendeteksi Masa Subur. *Jurnal Kedokteran Hewan - Indonesian Journal of Veterinary Sciences*. 9(2): 156-159..
- Subhaktiyasa, P. G. 2024. Menentukan Populasi dan Sampel: Pendekatan Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. *Jurnal Ilmiah Propesi Pendidikan*. 9(4) : 2721-2731.
- Subamia, I. D. P., Widiasih, N., Wahyuni, I. G., and Kristiyanti, P. L. 2023. Optimasi Kinerja Alat Fourier Transform Infrared (FTIR) Melaui Studi Perbandingan Komposisi Dan Ketebalan Sampel-KBr. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*. 5(2): 58–69.
- Syahriza, Z. A., Che Man, Y. B., Selamat, J., and Bakar, J. 2005. Detection of Lard Adulteration in Cake Formulation by Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy. *Journal Food Chemistry*. 92(2):365–71.
- Wahyuningsih, D. F., Yuliana, T. P., dan Azim, M. 2021. Analisis Kualitatif Dan Kuantitatif Natrium Diklofenak Pada Jamu Pegal Linu Yang Beredar Di Kecamatan Keruak. *Sinteza : Jurnal Farmasi Kimia dan Bahan Alam*. 1(2): 33–40.
- Wirastuti, A., Dahlia, A. A., dan Najib, A. 2016. Pemeriksaan Kandungan Bahan Kimia Obat (BKO) Prednison Pada Beberapa Sediaan Jamu Rematik. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*. 3(1): 130–34.
- Wong, S. P. Y., and Mok, C. C. 2022. Management of Glucocorticoid-Related Osteoporotic Vertebral Fracture. *Osteoporosis and Sarcopenia*. 6(3) : 1-8.