

OPTIMASI PARAMETER EKSTRAKSI SECARA *MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION* UNTUK MEMPEROLEH VITEKSIKARPIN PADA DAUN *Vitex trifolia* Linn.

OPTIMIZATION OF THE EXTRACTION PARAMETERS BY MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION TO OBTAIN VITEXICARPIN FROM THE LEAVES OF *Vitex trifolia* Linn.

SATRIA ASTAZAURY AWAL

N012191004



SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022

OPTIMASI PARAMETER EKSTRAKSI SECARA *MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION* UNTUK MEMPEROLEH VITEKSIKARPIN PADA DAUN *Vitex trifolia* Linn.

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Farmasi

Disusun dan diajukan oleh

SATRIA ASTAZAURY AWAL

**SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN

OPTIMASI PARAMETER EKSTRAKSI SECARA *MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION* UNTUK MEMPEROLEH VITEKSIKARPIN PADA DAUN *Vitex trifolia* Linn.

Disusun dan diajukan oleh

SATRIA ASTAZAURY AWAL
NIM N012191004

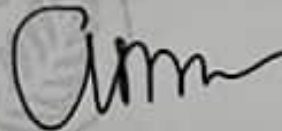
telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Magister Farmasi Sains Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin

pada tanggal

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Prof. Dr. Gemini Alam, M.Si., Apt.
NIP. 19641231 199002 1 005

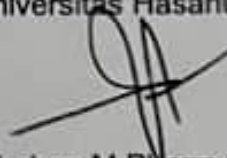
Muhammad Aswad, M.Si., Ph.D., Apt.
NIP. 19800101 20031 2 1004

Ketua Program Studi Magister
Ilmu Farmasi Fakultas Farmasi,

Dekan Fakultas Farmasi
Universitas Hasanuddin,



Muhammad Aswad, M.Si., Ph.D., Apt.
NIP. 19800101 20031 2 1004



Subehan, M.Pharm.Sc., Ph.D., Apt.
NIP. 19750925 20012 1 002



PRAKATA

Alhamdulillah Rabbil'alamiin, puji syukur kepada Allah *swt.* karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan tesis ini sebagai syarat memperoleh gelar magister di Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin. Tak lupa pula shalawat dan taslim penulis sampaikan kepada Rasulullah Muhammad *saw.* yang menjadi pemberi cahaya dan ilmu yang bermanfaat.

Penulis menyadari bahwa dalam menyusun tesis ini begitu banyak kendala yang penulis alami. Namun, karena adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, akhirnya penulis mampu merampungkan tesis ini. Banyak kendala yang dihadapi selama penelitian dan penyusunan tesis ini, namun dapat diselesaikan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak.

Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Gemini Alam, M.Si., Apt., dan Bapak Muhammad Aswad, S.Si., M.Si., Ph.D., Apt. selaku Komisi Penasihat yang telah banyak memberi masukan, arahan dan bimbingan kepada penulis dalam penyusunan tesis ini.
2. Bapak Prof. Subehan, M.Pharm.Sc., Ph.D., Apt., Ibu Yusnita Rifai, S.Si., M.Pharm., Ph.D., Apt. Dan Bapak Firzan Nainu, S.Si., M. Biomed, Sc.,

- Ph.D., Apt. selaku tim Komisi Penguji yang telah memberikan banyak kritik dan saran yang sangat membantu dalam penyusunan tesis ini.
3. Dekan, Wakil Dekan, Bapak-Ibu dosen, khususnya dosen Penasihat Akademik (PA) Prof. Dr. Gemini Alam, M.Si., Apt., serta seluruh staf karyawan Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin yang telah mendidik, memberikan sarana dan memotivasi penulis dari awal memasuki bangku kuliah hingga saat ini.
 4. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Awaluddin. dan Ibunda Putri Masha untuk semua doa, dukungan materil dan nonmateril serta kasih sayang tulus yang telah diberikan yang tidak akan mampu penulis balas. Adik penulis, Alfhyra Amaliah Awal dan Gugun Syafati untuk motivasi serta kepada sanak keluarga yang turut mendoakan.
 5. Seluruh laboran laboratorium Fakultas Farmasi UNHAS, khususnya kepada Pak Abdi dan Ibu Dewi atas segala bantuan dalam pelaksanaan penelitian tesis ini.
 6. Bapak Muhammad Raihan, S.Si., M.Sc. Stud., Apt. dan Bapak Ismail, S.Si., M.Si., Apt. atas bantuan dan masukkannya demi kelancaran penelitian ini.
 7. My precious Anisah, terima kasih telah menjadi salah satu benteng yang kokoh, menjadi sepasang salah yang menolak kalah dari kata sudah. Semoga kebahagiaan, kesehatan, dan kesejahteraan selalu memayungi kita.
 8. Rekan-rekan magister pascasarjana angkatan 2019 yang telah banyak membantu, khususnya Afdil Viqar Viqhi, Yani Pratiwi dan Dwi Anggara,

Serta adik-adik asisten laboratorium Darwis, Jumasna, Sarman, Awal, Indas dan Irfan. semoga kesuksesan menyertai kita semua.

9. Rekan-rekan Apotek Infarma Medika yang telah banyak memberikan masukan, khususnya Bos Infarma Bapak Imran Yusuf, dan Bapak Innal Saitis. Serta adik-adik asisten apoteker Irwandi Kun, Disti, Iqbal, Agum, dan Sosoito. Semoga kesuksesan menyertai kita semua.

10. Semua pihak yang terlibat, yang tidak sempat tersebut namanya.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Namun, di dunia tak ada satupun yang sempurna karena kesempurnaan hanya milik-Nya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk menciptakan karya yang lebih bermutu. Akhir kata, semoga karya kecil ini dapat memberi manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang farmasi, *aamiin*.

Makassar, Februari 2022

Satria Astazaury Awal

ABSTRAK

SATRIA ASTAZAURY AWAL. “*Optimasi Parameter Ekstraksi Secara Microwave Assisted Extraction Untuk Memperoleh Viteksikarpin Pada Daun Vitex trifolia Linn.*” (Dibimbing oleh Gemini Alam dan Muhammad Aswad).

Legundi (*Vitex trifolia* Linn.) merupakan tanaman obat yang telah dimanfaatkan secara empiris oleh masyarakat Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi optimal yang sesuai untuk mengekstraksi senyawa viteksikarpin pada daun *V. trifolia* menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) berdasarkan pendekatan kemometrik. Optimasi viteksikarpin dengan MAE dilakukan dengan berbagai parameter, seperti konsentrasi pelarut, durasi dan daya menggunakan 100 variasi, sedangkan penentuan kandungan viteksikarpin dilakukan dengan HPTLC dan FT-IR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter-parameter seperti pelarut, lama durasi dan daya selama proses ekstraksi cenderung berkontribusi terhadap peningkatan kandungan viteksikarpin dalam ekstrak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa linieritas sangat baik dengan nilai $r^2 = 0,993$, serta presisi (CV=0,32%), dan akurasi sebesar $96,89 \pm 0,23\%$ (20,0 g/mL), $92,58 \pm 0,45\%$ (60,0 $\mu\text{g/mL}$), dan $96,63 \pm 0,31\%$ (80,0 $\mu\text{g/mL}$). Batas deteksi (LOD) dan Batas Kuantifikasi (LOQ) yang dihitung dengan metode ini masing-masing adalah 6,99 $\mu\text{g/mL}$ dan 21,18 $\mu\text{g/mL}$. Kesimpulannya, diperoleh konsentrasi optimal 70% dengan waktu ekstraksi selama 10 menit menggunakan daya 1440 watt yang mampu menghasilkan viteksikarpin sebesar 119,52 $\mu\text{g/mL}$. Selain itu, prosedur analisis viteksikarpin dinyatakan valid karena memenuhi persyaratan akurasi, presisi dan linieritas.

Kata Kunci: HPTLC, FT-IR, Kemometrik, *Microwave Asisted Extraction*, Viteksikarpin

ABSTRACT

SATRIA ASTAZAURY AWAL. *“Optimization of the extraction parameters by Microwave Assisted Extraction to obtain vitexicarpin from the leaves of vitex trifolia Linn.”* (Supervised by Gemini Alam dan Muhammad Aswad).

Legundi (*Vitex trifolia* Linn.) is a medical plant having been used empirically by Indonesian people. The study aimed to determine the optimal conditions suitable for extracting vitexicarpin from *V. trifolia* leaves using the Microwave-Assisted Extraction (MAE) method based on a chemometric approach. Optimization of extraction condition in MAE with various solvent, duration and power of were conducted with 100 models, while determination of vitexicarpin content was performed by HPTLC and FT-IR. The result showed that parameters such as solvent, duration and power of extraction process were likely contribute to increase vitexicarpin content in the extract. The result revealed that the linearity was very good with $r^2 = 0.993$, as well as precision (CV=0.32%), and accuracy about $96.89 \pm 0.23 \%$ (20.0 $\mu\text{g/mL}$), $92.58 \pm 0.45 \%$ (60.0 $\mu\text{g/mL}$), and $96.63 \pm 0.31 \%$ (80.0 $\mu\text{g/mL}$) respectively. Limit of detection (LOD) and Limit of Quantification (LOQ) calculated by this method were 6.99 $\mu\text{g/mL}$ and 21.18 $\mu\text{g/mL}$ respectively. In conclusion, an optimal concentration (70%) was obtained with an extraction time of 10 minutes using 1440 watts of power which produces 119.52 $\mu\text{g/mL}$ of vitexicarpin. In addition, the vitexicarpin analysis procedure was declared valid because it met the requirements of accuracy, precision and linearity.

Key words: Chemometric, FT-IR, HPTLC, Microwave Asisted Extraction, Vitexicarpin

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	vi
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Uraian Umum Tumbuhan Legundi (<i>Vitex Trifolia</i>).....	6
B. Metode Ekstraksi Bahan Alam.....	9
C. Kromatografi Lapis Tipis.....	14
D. High Performance Thin Layer Chromatography (HPTLC).....	16

E. Spektrofotometri Infra Merah.....	17
F. Kerangka Teori	24
G. Kerangka Konsep	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	26
A. Rancangan Penelitian	26
B. Lokasi Dan Waktu	26
C. Alat Dan Bahan.....	26
D. Prosedur Kerja.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
IV. 1 Ekstraksi Sampel	31
IV. 2 Hasil Kromatografi Lapis Tipis.....	32
IV. 3 Analisis Secara Spektroskopi	33
IV. 4 Hasil Analisis Densitometri	37
IV. 4. 1 Optimasi Viteksikarpin.....	38
IV. 5 Hasil Analisis kadar viteksikarpin.....	41
IV. 5. 1 Uji Linearitas	41
IV. 5. 2 Uji Akurasi.....	42
IV. 5. 3 Uji Presisi	43
IV.5. 4 Uji Batas Deteksi dan Batas Kuantitas	44

BAB V PENUTUP.....	45
V. 1 Kesimpulan	45
V. 2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Variasi konsentrasi pelarut, waktu, dan power pada proses ekstraksi MAE daun <i>V. trifolia</i>	27
Tabel 2. Variasi ekstrak <i>V. trifolia</i> : persen rendemen, dan konsentrasi viteksikarpin.	31
Tabel 3. Hasil Pengukuran ekstrak daun <i>V. trifolia</i> dengan spektroskopi FT-IR	34
Tabel 4. Hasil Perhitungan Akurasi terhadap kombinasi ekstrak <i>V. trifolia</i> dan baku Viteksikarpin.	42
Tabel 5. Hasil perhitungan presisi baku viteksikarpin	43
Tabel 6. Hasil perhitungan batas deteksi dan batas kuantitas viteksikarpin yang terdapat pada ekstrak <i>V. trifolia</i> yang diperoleh secara MAE	44

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.** Struktur Viteksikarpin ($C_{18}H_{19}O_8$) (Alam, 2002) 8
- Gambar 2.** Profil kromatografi ekstrak *V. trifolia* menggunakan pelarut etanol 20% dengan eluen (fase gerak) n-hexan : Etil asetat (9:3) No. 1-19 (A), Profil kromatografi ekstrak *V. trifolia* menggunakan pelarut etanol 50% dengan eluen (fase gerak) n-hexan : Etil asetat (9:3) No.77-80 dan baku viteksikarpin 20 $\mu\text{g/mL}$ -100 $\mu\text{g/mL}$. 33
- Gambar 3.** Hasil pengukuran ekstrak daun *V. trifolia* Etanol 20 %, 30 %, 50 %, 70 %, dan air dengan waktu masing-masing 10 menit dan daya 1440 watt menggunakan spektroskopi FT-IR 34
- Gambar 4.** Score Plot PCA Viteksikarpin dan 100 variasi pelarut, waktu, dan daya pada ekstrak *V. trifolia*. 36
- Gambar 5.** Hasil densitogram ekstrak *V. trifolia* dengan 100 variasi ekstrak : A. (1-19), B. (20-38), C. (39-57), D. (58-76), E. (77-95), dan F. (96-100 & Baku Viteksikarpin) 37
- Gambar 6.** Efek faktor yang memberikan pengaruh terhadap peningkatan viteksikarpin pada ekstrak daun *V. trifolia* yang diperoleh secara MAE. 38
- Gambar 7.** Data residual 100 variasi ekstrak *V. trifolia* yang diperoleh secara MAE. 39

Gambar 8. Korelasi efek utama pada 100 variasi ekstrak <i>V. trifolia</i> yang diperoleh secara MAE terhadap peningkatan viteksikarpin.	40
Gambar 9. Persamaan Linear kurva baku viteksikarpin	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja	49
Lampiran 2. Spektrum Absorbansi Ekstrak <i>V. trifolia</i> : A. (Ekstrak Etanol 20%), B. (Ekstrak Etanol 30%), C. (Ekstrak Etanol 50%), D. (Ekstrak Etanol 70%), E. (Ekstrak Air)	50
Lampiran 3. <i>Analysis Of Variance</i> Desain Faktorial optimasi Ekstrak <i>V. trifolia</i> Menggunakan <i>Minitab 18</i> .	53
Lampiran 4. Data HPTLC variasi ekstrak <i>V. trifolia</i>	54
Lampiran 5. Data spektrum IR variasi ekstrak <i>V. trifolia</i>	88
Lampiran 6. Sampel Daun <i>V. trifolia</i>	91
Lampiran 7. Ekstrak <i>V. trifolia</i>	92

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Salah satu tumbuhan yang bermanfaat sebagai obat dan telah digunakan oleh masyarakat Indonesia yaitu tumbuhan legundi (*Vitex trifolia* L.). Legundi merupakan tumbuhan tropis yang digunakan sebagai salah satu sumber bahan obat tradisional di Indonesia. Berdasarkan penggunaan empirisnya, daun legundi berguna untuk mengurangi rasa nyeri, reumatik, asma, obat luka, peluruh air seni, penurun panas dan pembunuh serangga (Anonim, 1985). Legundi merupakan tumbuhan yang memiliki kandungan kimia berupa vitexin, isovitexin, luteolin-7-O- β -glucuronopyranoside, quercitrin dan metil caffeiate (Kousy S. dkk, 2012). Daun legundi mengandung flavonoid viteksikarpin dan viteosin A (Alam. dkk, 2002).

Data standardisasi *V. trifolia* pada farmakope herbal Indonesia disebutkan bahwa daun *V. trifolia* mengandung flavanoid viteksikarpin tidak kurang dari 0,23% diekstraksi dengan menggunakan cairan penyari etanol 70% dengan metode maserasi (Anonim, 2008). Viteksikarpin: casticin (3', 5-dihidroksi - 3, 4', 6, 7-tetramethoxyflavone), merupakan senyawa polimetoksisflavon yang di isolasi dari *V. trifolia* (Alam, dkk, 2002). Sejumlah laporan farmakologi terbaru menunjukkan bahwa viteksikarpin menginduksi penghambatan pertumbuhan sel kanker prostat (PC-3) dengan IC₅₀ 28,8 μ M,

karsinoma hepatoseluler dan leukemia (Meng, dkk, 2012). Mengobati berbagai gangguan seperti peradangan, peningkatan berat badan dan aktivitas anti-tumor (Meena, dkk, 2010), serta digunakan sebagai anti-inflamasi, antibakteri, antipiretik, hepatoprotektif, dan obat penenang (Laxmikant, 2012).

Untuk memperoleh vitexicarpin dengan jumlah yang optimal, perlu dilakukan proses ekstraksi yang baik. Proses ekstraksi komponen bioaktif sangat dipengaruhi oleh beberapa hal, salah satunya adalah cairan penyari. Karena kelarutan suatu zat ke dalam suatu pelarut sangat ditentukan oleh kecocokan sifat antara zat terlarut dengan pelarut, yaitu *like dissolves like* (Murugan M dan Mohan VR, 2012). Dilihat dari sifat kelarutannya vitexicarpin mudah larut dalam pelarut organik seperti metanol, etanol dan aseton (Changsha, 2013). Menurut Alam. dkk, (2002), vitexicarpin dapat diekstraksi dari daun *V. trifolia* menggunakan pelarut n-heksan.

Metode ekstraksi juga mempengaruhi proses ekstraksi komponen bioaktif. Salah satu metode yang banyak dilaporkan adalah *Microwave assisted extraction* (MAE). Menurut Chemat dan Carvotto (2013) MAE dapat mengekstraksi flavonoid secara optimal dari kedelai. MAE juga digunakan untuk mengekstrak tumbuhan lain dan dapat mengurangi waktu ekstraksi dan menunjukkan efisiensi tinggi dalam mengekstraksi flavonoid jika dibandingkan dengan teknik konvensional lainnya (refluks, soxhlet, maserasi) dan inovatif (berbantuan Ultrasonografi). Dengan menggunakan metode ekstraksi dan

cairan penyari yang berbeda kemungkinan hal tersebut dapat mempengaruhi kadar senyawa viteksikarpin yang terekstraksi.

Identifikasi senyawa bahan alam dapat dilakukan menggunakan beberapa instrumen seperti FT-IR dan HPTLC. FT-IR merupakan salah satu metode untuk mengidentifikasi senyawa, mendeteksi gugus fungsi, dan menganalisis campuran dan sampel yang dianalisis sehingga dapat menentukan gugus fungsi dari suatu sampel. Keuntungan dari spektroskopi infra merah yaitu bersifat universal sehingga dapat mengukur berbagai sampel termasuk padatan, cairan, gas, semi padat, bubuk, polimer, organik, anorganik, bahan biologis, zat murni, dan campuran yang dapat diukur spektrum inframerahnya (Smith, 2011). Densitometri merupakan metode analisis instrumental yang didasarkan pada interaksi radiasi elektromagnetik dengan analit yang merupakan bercak pada kromatografi lapis tipis. Densitometri memiliki pemisahan yang lebih cepat, efisiensi pemisahan yang lebih baik, batas deteksi yang lebih rendah, konsumsi pelarut yang lebih sedikit, dan kemampuan untuk melihat lebih banyak sampel per pelat (Sherma, 1996).

Pola Spektrum FT-IR dan Densitometri merupakan penciri atau identitas dari suatu senyawa bahan alam. Bahan alam yang memiliki kandungan kimia yang serupa akan memiliki pola spektra dan pola kromatogram yang mirip, sehingga data tersebut dapat digunakan untuk mengelompokkan jenis senyawa tertentu yang lebih dikenal dengan istilah kemometrik. Keuntungan

dari penggunaan Teknik kemometrik untuk interpretasi spektrum adalah kemampuannya dalam mengkaitkan profil spektrum dengan informasi tersembunyi yang dikandung oleh contoh (Zou dkk,2005). Kemometri secara luas didefinisikan sebagai penerapan metode matematika dan statistik untuk kimia. Penerapan kemometrik dalam dua dekade terakhir mengalami perkembangan yang pesat. Dalam beberapa bidang, kemometri sangat dibutuhkan terutama di bidang desain eksperimental (misalnya mengoptimalkan kondisi reaksi) dan QSAR (hubungan analisis struktur kuantitatif) untuk desain obat dalam bidang farmasi. Pada beberapa analisis laboratorium dan industri sering kali menggunakan kemometrik dalam menginterpretasikan data spektroskopi seperti FT-IR dan data kromatografi (Brereton, 2003).

Oleh karena itu, perlu dilakukan kombinasi analisis kemometrik dengan spektrofotometer FT-IR dan densitometri untuk mendeteksi senyawa viteksikarpin dari variasi ekstrak *V. trifolia* yang diekstraksi menggunakan metode *microwave assisted extraction*.

B. RUMUSAN MASALAH

Bagaimana kondisi optimal yang sesuai untuk mengekstraksi senyawa viteksikarpin pada daun *V. trifolia* menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* berdasarkan pendekatan kemometrik ?

C. TUJUAN PENELITIAN

Untuk menentukan kondisi optimal yang sesuai untuk mengekstraksi senyawa viteksikarpin pada daun *V. trifolia* menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* berdasarkan pendekatan kemometrik.

D. MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan pengembangan ilmu pengetahuan di bidang ilmu farmasi tentang penggunaan kombinasi analisis kemometrik dengan spektrofotometer FT-IR dan densitometri untuk mendeteksi senyawa viteksikarpin dari variasi ekstrak daun *V. trifolia*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. URAIAN UMUM TUMBUHAN LEGUNDI (*Vitex trifolia* Linn.)

1. Klasifikasi *Vitex trifolia* Linn.

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Dicotyledonae
Bangsa	: Lamiales
Suku	: Venerbaceae
Marga	: Vitex
Jenis	: <i>Vitex trifolia</i> L. (Backer and Bink, 1968)

2. Nama Daerah

Sulawesi: Lanra (Makassar), Lawarani (Bugis)

Sumatra: Langgundi (Minangkabau), Gandasari (Palembang)

Jawa: Lagondi (Sunda), Legundi (Jawa Tengah)

3. Morfologi Tumbuhan

V. trifolia adalah semak setinggi 6 m, anak daun (1-) 3, berbulu halus di atas (kecuali untuk pelepah), di bawah bulu keabu-abuan padat. Daun median lonjong-elips sampai obovate, 2,5-9,5 cm x 1,5-4 cm, dengan 6 - 13 pasang urat lateral, pada tangkai daun sepanjang 1-6 mm, daun lateral sessile atau subsessile. Cymes terminal dan ketiak, tersusun dalam malai:

kelopak panjang 3-5 mm, berbibir 2 tidak jelas, dengan 5 gigi kecil, mahkota biru sampai ungu atau ungu, vili tenggorokan di dalam. Buah bulat telur, panjang 5-6 mm, hitam atau kebiruan kehitaman saat matang. Bunga susunan majemuk, dengan struktur dasar menggarpu. Tinggi daun kelopak 3-4,5 mm. Tabung mahkota 7-8 mm, diameter segmen median dari bibir bawah 4-6 mm. Benang sarinya 4 dekat pertengahan tabung mahkota. (Herbie, 2015).

4. Kandungan Kimia

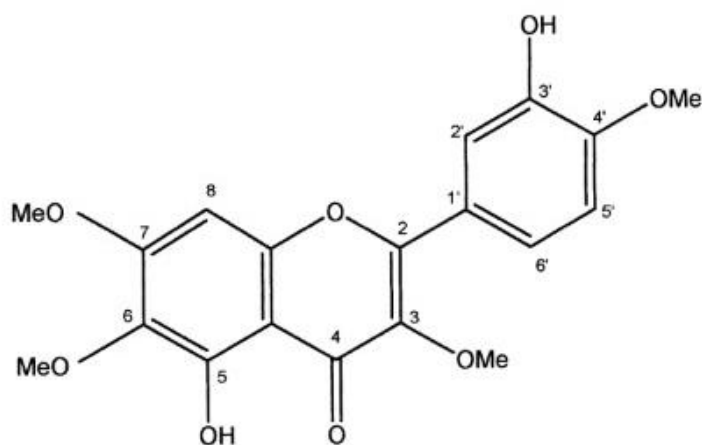
Tanaman tersebut mengandung senyawa polifenol, flavonoid, protein, tanin, fitosterol, dan saponin. Buah *V. trifolia* mengandung minyak atsiri, diterpen, dihydrosolidagenone, beta-sitosterol-3-O-glukosida, terpineol, alfa-pinene, 3,6,7-trimethylquercetagenin. Daun dan kulit batang mengandung minyak esensial, flavon, artemetin dan artemetin 7-dimetil, friedelin, dan beberapa non-flavonoid dan alkaloid (Mohamed dkk, 2012). Ekstrak etanol daun *V. trifolia* mengandung asam palmitat, etil-p-hidroksibenzoat, asam 3,4-dihidroksibenzoat, asam metoksibenzoat 4-hidroksi-3, asam caffeic, hidroksil etil sinamat, luteolin, quercetin, apigenin, viteksin, viteksikarpin, dan 3,6,7-trimethylquercetagenin (Suchitra dan Binoy, 2018).

5. Uraian Viteksikarpin

Vitexikarpin (3',5-dihidroksi-3,4',6,7-tetrametoksiflavon), merupakan senyawa polymethoxyflavone yang di isolasi dari daun *V. trifolia* yang sudah

lama digunakan sebagai ramuan anti inflamasi dalam pengobatan tradisional Cina. Sejumlah laporan farmakologi terbaru menunjukkan bahwa viteksikarpin menginduksi penghambatan pertumbuhan sel kanker prostat, karsinoma hepatoseluler dan leukemia dengan nilai IC_{50} 28,8 μ M (Meng, dkk, 2012).

Menurut Lee, dkk (1995) secara fisika kimia, Viteksikarpin serbuk amorf bentuk jarum kekuningan dalam metanol, titik leleh 185-186°C, UV abs lambda max (metanol), 260, 278, 352 nm, IR (cm⁻¹, KBr), 3446,3010,2920,1850,2000, -1800, 1558.1458. EIMS (m/z, rel. Intensitas%) 374 (puncak dasar) (HRMS, C₁₂H₂₆O₆), 359 (57%), rel. intensitas sisanya di bawah 15%. Data spektral ¹³C- dan ¹H- NMR telah dicocokkan dengan data vitexikarpin yang dilaporkan.



Gambar 1 Struktur Viteksikarpin (C₁₈H₁₉O₈) (Alam, 2002)

B. METODE EKSTRAKSI BAHAN ALAM

1. Definisi Ekstrak

Ekstrak adalah sediaan kering, kental atau cair dibuat dengan mengekstraksi simplisia nabati atau hewani menurut cara yang cocok, di luar pengaruh cahaya matahari langsung (Depkes RI, 1979).

2. Definisi Ekstraksi

Ekstraksi adalah penyarian zat-zat berkhasiat atau zat-zat aktif dari bagian tumbuhan obat, hewan dan beberapa jenis ikan dan termasuk biota laut. Zat-zat aktif tersebut berada di dalam sel, namun sel tumbuhan dan hewan berbeda demikian pula ketebalannya, sehingga diperlukan metode ekstraksi dan pelarut tertentu dalam mengekstraksinya. (Aloisia M, 2017).

Umumnya, zat aktif yang terkandung dalam tumbuhan maupun hewan lebih larut dalam pelarut organik. Proses terekstraksinya zat aktif dalam tumbuhan adalah pelarut organik akan menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif, zat aktif akan terlarut sehingga terjadi perbedaan konsentrasi antara larutan zat aktif di dalam sel dan pelarut organik diluar sel. Maka larutan terpekat akan berdifusi ke luar sel, dan proses ini berulang terus sampai terjadi keseimbangan antara konsentrasi zat aktif di dalam sel dan di luar sel. (Aloisia M, 2017).

Tujuan ekstraksi adalah untuk menarik komponen kimia yang terdapat dalam bahan alam baik dari tumbuhan, hewan dan biota laut dengan pelarut

organik tertentu. Proses ekstraksi ini berdasarkan pada kemampuan pelarut organik untuk menembus dinding sel dan masuk dalam rongga sel yang mengandung zat aktif. Zat aktif akan larut dalam pelarut organik dan karena adanya perbedaan antara konsentrasi di dalam dan konsentrasi diluar sel, mengakibatkan terjadinya difusi pelarut organik yang mengandung zat aktif keluar sel. Proses ini berlangsung terus menerus sampai terjadi keseimbangan konsentrasi zat aktif di dalam dan di luar sel (Aloisia M, 2017).

Proses ekstraksi yang biasa digunakan yaitu ekstraksi cara panas dan cara dingin. Ekstraksi cara panas yaitu dengan metode reflux, soxhletasi, infundasi, destilasi uap dan destilasi uap-air, sedangkan ekstraksi cara dingin yaitu dengan maserasi dan perkolasi (Depkes RI, 1989).

3. Metode Maserasi

Maserasi merupakan cara penyarian yang sederhana. Maserasi dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisa dalam cairan penyari. Cairan penyari akan menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif (Hanani, 2015).

Maserasi pada umumnya dilakukan dengan cara: 1 bagian simplisa dengan derajat halus yang cocok dimasukkan ke dalam bejana, kemudian dituangi dengan 75 bagian cairan penyari, penyari ditutup dan dibiarkan selama 5 hari terlindung dari cahaya, sambil beruang-ulang diaduk. Setelah 5 hari sari diserikai, ampas diperas. Ampas ditambah cairan penyari secukupnya diaduk dan diserikai, sehingga diperoleh seluruh sari sebanyak 100 bagian.

Kemudian endapan dipisahkan. Keuntungan cara penyarian dengan maserasi adalah cara pengerjaan dan peralatan yang digunakan sederhana dan mudah diusahakan (Depkes RI, 1989).

4. Metode Refluks

Reflux merupakan ekstraksi cara panas dengan pelarut pada temperatur titik didihnya, selama waktu tertentu dan jumlah pelarut terbatas yang relatif konstan dengan adanya pendingin balik atau kondensor.

Prinsip kerja pada metode Reflux yaitu penarikan komponen kimia yang dilakukan dengan cara sampel dimasukkan ke dalam labu alas bulat bersama-sama dengan cairan penyari lalu dipanaskan, uap-uap cairan penyari terkondensasi pada kondensor bola menjadi molekul-molekul cairan penyari yang akan turun kembali menuju labu alas bulat, akan menyari kembali sampel yang berada pada labu alas bulat, demikian seterusnya berlangsung secara berkesinambungan sampai penyarian sempurna (Depkes RI, 1989).

5. Metode Soxhlet

Ekstraksi dengan cara ini pada dasarnya adalah ekstraksi berkesinambungan. Cairan penyari dipanaskan hingga mendidih. Uap penyari akan naik melalui pipa samping, kemudian diembunkan oleh pendingin tegak, cairan penyari turun untuk menyari kembali zat aktif dalam simplisai. Bila cairan penyari ini telah mencapai sifon, seluruh cairan penyari akan turun ke

labu alas bulat (terjadi sirkulasi), demikian seterusnya sampai zat aktif dalam simplisia tersari seluruhnya (Depkes RI, 1989).

6. Metode Infundasi

Infusa adalah sediaan cair yang dibuat dengan menyari simplisia dengan air pada suhu 90°C selama 15 menit. Infundasi adalah proses penyarian yang umumnya digunakan untuk menyari zat kandungan aktif yang larut dalam air dari bahan-bahan nabati (Depkes RI, 1989).

7. *Microwave Assisted Extraction (MAE)*

Ekstraksi menggunakan gelombang mikro merupakan metode ekstraksi selektif yang digunakan untuk senyawa yang memiliki dipol polar. Metode ekstraksi ini dapat menghemat waktu ekstraksi dibandingkan dengan cara konvensional dan menghemat penggunaan pelarut (Pawliszyn J dan Heather, 2010). Proses ekstraksi berlangsung dalam tiga langkah berbeda yang terdiri atas fase keseimbangan di mana fenomena pelarutan dan partisi ikut campur, di mana substrat dipindahkan dari permukaan luar partikel pada kecepatan yang konstan. Tahap ini diikuti oleh fase transisi perantara menuju difusi. Perlawanan terhadap perpindahan massa mulai muncul dalam antarmuka padat-cair: dalam periode ini transfer massa dengan konveksi dan difusi berlaku. Pada fase terakhir, zat terlarut harus mengatasi interaksi yang mengikatnya ke matriks dan berdifusi ke dalam pelarut ekstraksi. Laju ekstraksi pada periode ini rendah, ditandai dengan penghilangan ekstrak melalui mekanisme difusi (Chemat and Cravotto, 2013).

Proses ekstraksi gelombang mikro memiliki perbedaan dengan metode konvensional (padat-cair atau ekstraksi sederhana) karena ekstraksi terjadi sebagai akibat dari perubahan struktur sel yang disebabkan oleh gelombang elektromagnetik. Pada MAE, percepatan proses dan hasil ekstraksi yang tinggi mungkin merupakan hasil dari kombinasi sinergis dari dua fenomena transportasi yaitu panas dan gradien massa yang bekerja dalam arah yang sama. Dalam ekstraksi konvensional perpindahan massa terjadi dari dalam ke luar, meskipun perpindahan panas terjadi dari luar ke dalam substrat (Chemat and Cravotto,2013).

8. Cairan Penyari

Pemilihan cairan penyari harus mempertimbangkan banyak faktor. Cairan penyari yang baik harus memenuhi kriteria berikut ini (Depkes RI, 1989):

- a) Murah dan mudah diperoleh
- b) Stabil secara fisika dan kimia
- c) Bereaksi netral
- d) Tidak mudah menguap dan tidak mudah terbakar
- e) Selektif yaitu hanya menarik zat berkhasiat yang dikehendaki
- f) Tidak mempengaruhi zat berkhasiat
- g) Diperbolehkan oleh peraturan

C. KROMATOGRAFI LAPIS TIPIS

Kromatografi lapis tipis adalah teknik pemisahan yang melibatkan beberapa langkah. Pertama, larutan yang terbuat dari sampel diaplikasikan ke pelat berlapis. Pelarut pembawa larutan sampel menguap dan mengendapkan sampel di tempat atau zona kecil di asal pelat. Pelat kemudian ditempatkan dalam bejana tertutup yang berisi sejumlah kecil campuran pelarut yang sesuai. Saat campuran pelarut bergerak ke atas pelat dengan aksi kapiler, komponen dari sampel bergerak naik pada laju yang berbeda karena interaksinya dengan lapisan pada pelat (fase diam) dan sistem pelarut yang bergerak (fase gerak). Proses ini disebut pengembangan pelat. Pelat dikembangkan untuk mencapai titik atau pita yang terpisah. Pelat kemudian dikeluarkan dari sistem pelarut, dan komponen sampel divisualisasikan. Ini biasanya melibatkan mereaksikan komponen dengan reagen yang menghasilkan bintik-bintik yang terlihat atau berpendar ketika diamati di bawah sinar normal atau ultraviolet. Pola bintik yang terlihat pada sampel pengikat ini disebut kromatogram (Striegel and Hill 1996).

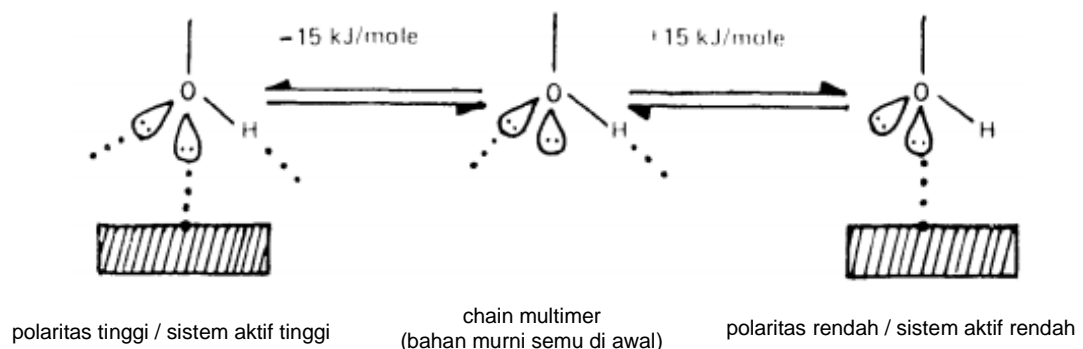
Kromatografi lapis tipis umumnya dianggap sebagai metode yang sederhana, cepat, dan murah untuk pemisahan, identifikasi tentatif, dan penilaian semikuantitatif visual dari berbagai macam zat. Kromatografi lapis tipis memiliki banyak keunggulan dibandingkan kromatografi kertas, yang terbatas pada penggunaan selulosa sebagai fase diam. KLT menggunakan berbagai lapisan sorben yang menawarkan resolusi, kecepatan, dan

sensitivitas yang superior. Tujuan utama Kromatografi lapis tipis adalah untuk memisahkan atau menyelesaikan komponen campuran. Seperti yang diterapkan pada analisis media pengikat, sampel adalah campuran blok atau senyawa kimia. Kromatogram sampel dapat dikarakterisasi berdasarkan jumlah dan lokasi bintik atau zona. Dengan membandingkan kromatogram sampel dengan kromatogram dari bahan referensi yang diketahui, sampel dapat diidentifikasi. Pemisahan kimiawi dengan KLT dihasilkan dari interaksi molekul dengan fase diam dan fase gerak. Sistem pelarut berkembang atau fase gerak adalah media transportasi untuk komponen sampel yang akan dipisahkan saat mereka bermigrasi melalui fase diam oleh gaya kapiler. Saat sistem pelarut bergerak ke atas melalui pelat, komponen dipengaruhi oleh dua gaya yang berlawanan, gaya penggerak fase gerak dan aksi resistif atau perlambatan dari sorben. Gaya penggerak cenderung menyebabkan komponen bergerak ke arah aliran fase gerak, dan gaya resistif menghalangi gerakan ini dengan menarik komponen keluar dari aliran fase gerak dan menahannya pada fase diam dengan adsorpsi. Jadi, setiap molekul mengikuti jalur "*stop-and-go*" melalui lapisan sorben. Di akhir pengembangan, setiap titik komponen telah menempuh jarak tertentu. Komponen yang tertarik lebih kuat ke lapisan sorben akan menempuh jarak yang lebih pendek, sedangkan komponen yang lebih larut dalam fase gerak akan menempuh jarak yang lebih jauh dari asalnya. Bintik-bintik menjadi lebih besar ukurannya karena fluktuasi pergerakan molekul individu (Striegel dan Hill 1996).

Pada lempeng tipis (20x20 cm, 10x20 cm, 5x20 cm, tebal 0,2 mm) cuplikan biasanya ditotolkan sebagai bercak bulat atau garis, 1,5-2 cm dari tepi bawah, bercak sebaiknya berukuran sama dan mempunyai diameter 3-6 mm. Penotolan dapat dilakukan dengan mikropipet dengan “microsyringe”, biasanya diperlukan 1-20 μL . Volume lebih dari itu dapat ditotolkan bertahap dalam bagian-bagian kecil dengan pengeringan di antara penotoloan itu (Saifuddin, 2010). Migrasi komponen dalam kromatogram dapat dikarakterisasi dengan parameter dasar yang disebut nilai Rf. Ini dihitung sebagai rasio jarak yang digerakkan oleh zat terlarut (komponen), dengan jarak yang digerakkan oleh fasa gerak ((Striegel dan Hill 1996).

D. HIGH PERFORMANCE THIN LAYER CHROMATOGRAPHY (HPTLC)

HPTLC adalah teknik lapisan tipis yang masih mengalami peningkatan dan mengalami popularitas. HPTLC melibatkan aksi gabungan dari beberapa variabel, termasuk:



Gambar 2. Posisi gugus OH dalam sistem kromatografi berbeda sehubungan dengan aktivitas sorben dan polaritas fase gerak (Sherma,1996).

Bahan pelapis fase diam yang digunakan memiliki daya pemisah yang lebih baik dari bahan pemisah HPLC karena permukaan lapisan tipis yang seragam secara menyeluruh. Hal ini dapat dicapai dengan menggunakan bahan penyerap partikulat halus dalam mode adsorpsi, atau pembawa SiO_2 tak berpori yang sangat halus dan bulat dengan fasa kimia terikat dalam mode partisi. Padatan mikropartikel ini juga menunjukkan distribusi yang sempit dari dimensi partikel (semua partikel berukuran hampir sama), yang memungkinkan kepadatan pengemasan lapisan HPTLC yang jauh lebih besar dibandingkan dengan yang normal. Dengan demikian, seseorang dapat dengan mudah memahami bahwa peningkatan kinerja HPTLC terutama disebabkan oleh penurunan jumlah diameter partikel (*diameter of particle*) dan fungsi jarak (*distance function*) bila dibandingkan dengan kromatografi lapis tipis biasa. Dengan kata lain, HPTLC memanfaatkan penurunan kuantitas atom hydrogen (Sherma, 1996).

E. SPEKTROFOTOMETRI INFRA MERAH

Spektroskopi inframerah dapat digambarkan sebagai penggunaan instrumentasi dalam mengukur properti fisik materi, dan hubungan data dengan komposisi kimia. Instrumen yang digunakan disebut infra merah spektrofotometer, dan sifat fisik yang diukur adalah kemampuan materi untuk menyerap, mentransmisikan, atau memantulkan radiasi infra merah. Selama beberapa dekade terakhir, teknik ini menjadi semakin penting dan berguna

dalam analisis kualitatif dan kuantitatif bahan, dan pemanfaatannya menyebar ke area lain seperti pengukuran ketebalan lapisan, reflektivitas, dan indeks bias. Ini adalah teknik yang menemukan berbagai macam kegunaan baik di laboratorium analitik industri dan di semua jenis laboratorium penelitian, karena memberikan informasi yang berguna dalam analisis kualitatif dan kuantitatif, dalam penghitungan berbagai konstanta fisik, dalam penentuan struktur senyawa, dan di banyak area lainnya. Analisis inframerah dapat digunakan untuk hampir semua jenis sampel selama bahannya terdiri dari atau mengandung senyawa (bukan unsur murni). Ini adalah jenis analisis yang tidak merusak (sampel biasanya dapat dipulihkan untuk penggunaan lain), dan berguna untuk sampel mikro (hingga kisaran sub-mikrogram). Pada tahun-tahun sebelumnya, spektroskopi inframerah digunakan terutama untuk bahan organik, tetapi, terutama sejak munculnya instrumentasi panjang gelombang, telah ditemukan sama bermanfaatnya untuk analisis senyawa anorganik (Tolstoy VP, dkk, 2003).

Spektrum inframerah senyawa organik terjadi akibat adanya berbagai transisi antara tingkat-tingkat energi vibrasi. Vibrasi molekul dapat dideteksi dan diukur baik di dalam spektrum inframerah maupun secara tidak langsung dalam spektrum Raman. Dari sudut pandang ahli kimia organik, vibrasi yang paling banyak digunakan terjadi pada rentang yang lebih sempit yaitu 2,5 – 16 μm ($1\mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$). posisi suatu pita serapan di dalam spektrum dapat dinyatakan dalam mikron (μm), tetapi dalam praktik standar digunakan skala

frekuensi dalam bentuk bilangan gelombang (cm^{-1}) yang merupakan kebalikan dari panjang gelombang. Rentang inframerah yang digunakan ahli kimia organik berkisar antara 4000 cm^{-1} pada batas frekuensi tinggi dan 625 cm^{-1} pada batas frekuensi rendah (Williams & Fleming, 2002).

Banyak gugus fungsi memiliki frekuensi vibrasi yang merupakan karakteristik gugus fungsi tersebut, di dalam daerah spektrum yang dapat ditetapkan dengan baik pada rentang ini. Karena banyak gugus fungsi dapat diidentifikasi melalui karakteristik frekuensi vibrasinya yang khas, spektrum inframerah merupakan cara yang paling sederhana, paling cepat, dan sering kali dapat diandalkan untuk mengidentifikasi gugus fungsi (Williams & Fleming, 2002).

Ada beberapa keunggulan FTIR dan sedikit kelemahan dibandingkan dengan metode lama. Keseluruhan spektrum dapat terukur dalam waktu beberapa detik saja karena setiap bilangan gelombang tidak perlu dipindai secara berturut-turut. Metode FTIR tidak bergantung pada celah dan prisma (kisi) sehingga resolusi tinggi pada FTIR lebih mudah diperoleh tanpa menghilangkan kepekaannya. FTIR digunakan untuk menguji sampel-sampel kecil (beberapa pindaian dapat dilakukan bersama-sama) dan untuk memperoleh spektrum senyawa yang dihasilkan hanya dalam waktu singkat di dalam aliran kromatograf. Pada akhirnya, bentuk digital tempat data tersebut terkumpul di dalam komputer dapat mengalami penyesuaian dan pemurnian. Sebagai contoh, dengan mengurangi serapan latar medium tempat spektrum

tersebut diambil atau dengan mengurangi serapan latar medium tempat spektrum tersebut diambil atau dengan mengurangi spektrum spektrum pengotor yang diketahui dari campuran untuk memperlihatkan spektrum komponen murni. Senyawa dapat diperiksa dalam bentuk fase uap, cairan murni, larutan dan padat (Tolstoy VP, dkk, 2003).

Dalam fase uap, uap dimasukkan ke dalam sel, biasanya memiliki panjang sekitar 10 cm, yang kemudian dapat ditempatkan secara langsung pada lintasan salah satu berkas inframerah. Dinding ujung sel-sel tersebut biasanya terbuat dari natrium klorida, yang tembus terhadap cahaya inframerah pada rentang yang lazim digunakan. Sebagian besar senyawa organik memiliki tekanan uap yang sangat rendah sehingga dapat digunakan (Williams & Fleming, 2002).

Dalam keadaan padat, sekitar 1 mg padatan digerus halus di dalam sebuah mortar agate kecil dengan setetes hidrokarbon cair atau dengan hidroklorobutadiena – jika vibrasi C-H yang akan ditentukan. Campuran itu kemudian dikempa di antara pelat natrium klorida yang sangat mengkilap. Sebagai alternatif, padatan tersebut, yang sering kali kurang dari 1 mg, digerus dengan 10 – 100 kali ruahan kalium bromida murninya dan campuran tersebut dikempa menjadi sebuah cakram menggunakan cetakan dan kempa hidrolik. Penggunaan KBr menghilangkan masalah (biasanya tidak mengganggu) pita-pita yang muncul dari bahan pencampur dan secara keseluruhan cenderung menghasilkan spektrum yang sedikit lebih baik, kecuali bahwa pita gugus O-H

dari sekelumit air hampir selalu muncul pada 3450 cm^{-1} . Akibat interaksi antarmolekul, posisi pita-pita pada spektrum pada keadaan padat sering kali berbeda dengan spektrum larutan yang sesuai. Hal ini terutama berlaku pada gugus-gugus fungsi yang terlibat dalam ikatan hidrogen. Di sisi lain, jumlah garis yang terpisah sering kali lebih besar pada spektrum dalam keadaan padat sehingga perbandingan spektrum dari, misalnya sampel sintesis dan sampel alam untuk menentukan identitasnya paling baik dilakukan pada keadaan padat (Williams & Fleming, 2002).

Spektrogram infra merah adalah presentasi dua dimensi pada selembar kertas tentang karakteristik penyerapan suatu molekul. Karakteristik absorpsi ini, muncul pada spektrogram sebagai pita atau puncak, dapat dijelaskan dalam tiga variabel: posisi, intensitas, dan bentuk. Dua yang pertama dapat diekspresikan dalam angka, sedangkan yang ketiga (bentuk pita) biasanya diekspresikan dalam kata-kata (Tolstoy VP, dkk, 2003).

Posisi adalah titik pada sumbu x atau absis tempat pita muncul: itu selalu diekspresikan secara numerik. Empat parameter berbeda digunakan untuk menggambarkan posisi: energi (dalam erg), frekuensi (dalam detik^{-1}), panjang gelombang (dalam mikron), dan bilangan gelombang (dalam cm^{-1}). Satuan yang digunakan pada spektrogram akan bergantung pada desain instrumen, dan jika salah satu dari satuan lain diperlukan untuk pekerjaan yang tepat, data harus dikonversi dengan tepat. Konversi ini dapat dengan mudah dilakukan dengan menggunakan persamaan yang diberikan di bawah ini. Dua

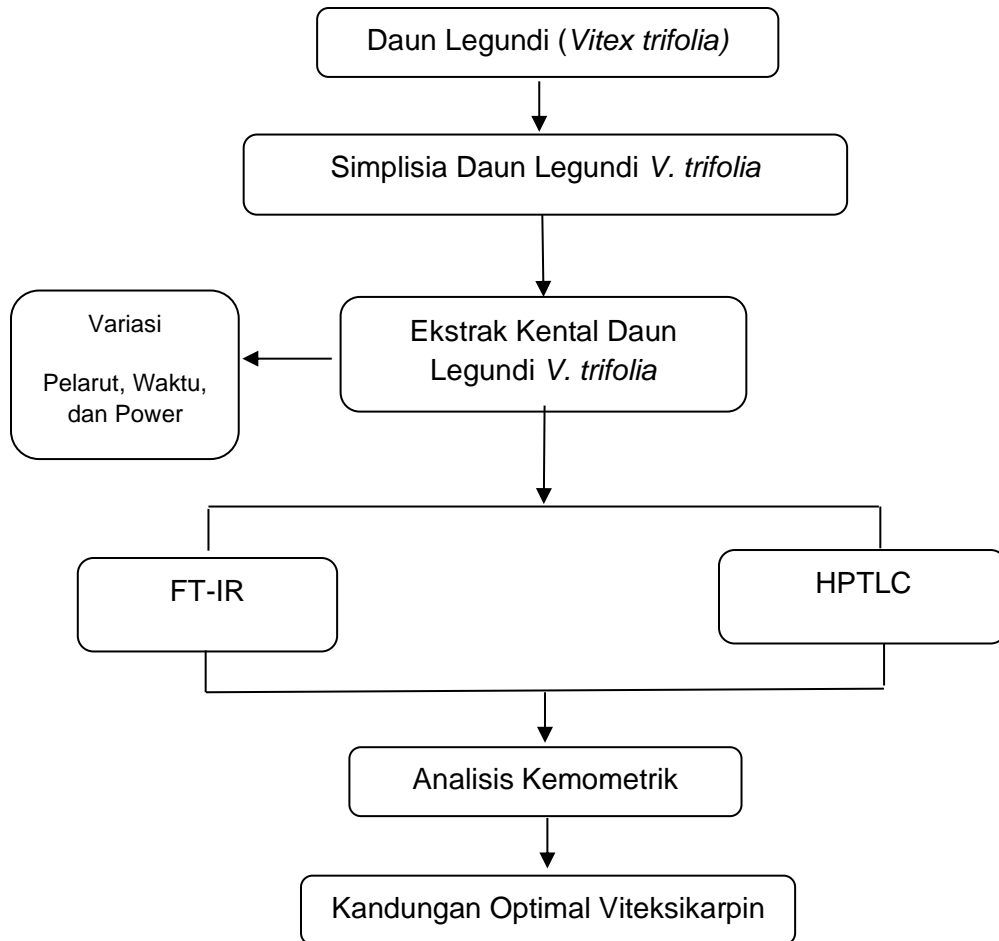
yang pertama dari parameter di atas, energi dan frekuensi, memberikan angka yang sulit dipahami dan tidak mudah dipahami: karena itu tidak digunakan untuk presentasi normal. Instrumentasi saat ini menyajikan data dalam satuan panjang gelombang atau bilangan gelombang, yang terakhir lebih disukai. Survei literatur akan menunjukkan bahwa meskipun kedua jenis satuan telah digunakan di masa lalu, satuan panjang gelombang lebih disukai selama bertahun-tahun (Tolstoy VP, dkk, 2003).

Intensitas adalah ukuran kuantitas energi yang diserap oleh sampel dan ditentukan dari sumbu y, atau data ordinat. Parameter ini dapat diekspresikan dalam angka atau kata. Di beberapa kondisi, nomor tersebut hanya berlaku untuk instrumen, kondisi operasi, komposisi sampel, dan panjang jalur sampel yang diperolehnya. Dalam kasus terakhir, intensitas dikatakan lemah, sedang, atau kuat, dan tergantung pada tingkat yang lebih rendah pada faktor yang sama (Tolstoy VP, dkk, 2003).

Seperti yang dinyatakan di atas, ketiga dari variabel deskriptif ini diberikan dalam kata-kata dan bukan dalam angka, meskipun beberapa upaya telah dilakukan untuk mengurangi sifat kualitatif dari deskripsi ini dengan menetapkan huruf atau angka ke berbagai jenis bentuk pita. Bentuk pita biasanya digambarkan sebagai lebar, sempit, tajam, dll., Dan opini operator berperan besar dalam deskripsi ini. Situasi ini semakin diperumit oleh fakta bahwa pita pada grafik panjang gelombang linier biasanya tidak memiliki

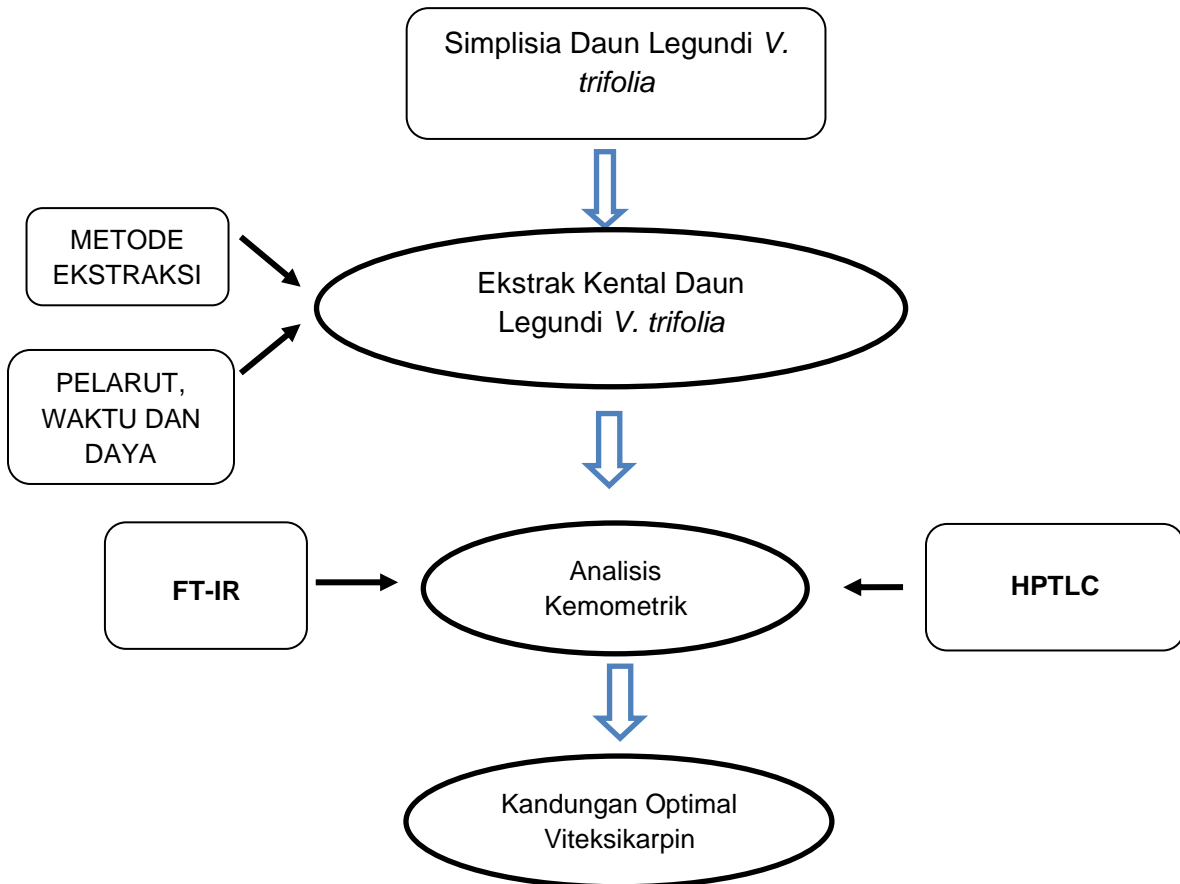
bentuk yang sama dengan pita yang sama pada grafik bilangan gelombang linier (Tolstoy VP, dkk, 2003).

F. KERANGKA TEORI



Gambar 3. Kerangka teori penelitian


G. KERANGKA KONSEP



Gambar 4. Kerangka konsep penelitian

Keterangan:

 Variabel Terikat

 Variabel Bebas