

**DETEKSI ADULTERAN (KUNYIT) DARI SEDIAAN JAMU
KUNYIT PUTIH (*Kaempferia Rotunda L*) MENGGUNAKAN
ANALISIS SIDIK JARI FTIR**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Firda Dwi Nurfirdausa

11151042



PROGRAM STUDI SARJANA FARMASI

FAKULTAS FARMASI

UNIVERSITAS BHAKTI KENCANA

BANDUNG

2019

**DETEKSI ADULTERAN (KUNYIT) DARI SEDIAAN JAMU
KUNYIT PUTIH (*Kaempferia Rotunda L*) MENGGUNAKAN
ANALISIS SIDIK JARI FTIR**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi persyaratan kelulusan
Program Strata Satu

FIRDA DWI NURFIRDAUSA

11151042

Bandung, Juli 2019

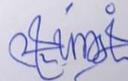
Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Serta,



(Dr. Aiyi Asnawi, M.Si.)



(Winasih Rachmawati, M.Si., Apt)



Scanned with
CamScanner

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Bhakti Kencana Fakultas Farmasi, dan terbuka untuk umum.

Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh skripsi haruslah seizin Ketua Program Studi lingkungan Universitas Bhakti Kencana Fakultas Farmasi.

Dipersembahkan kepada kedua orangtua tercinta dan serta saudara-saudara yang selalu mendo'akan, mendukung dan memotivasi penulis baik moril maupun material. Sahabat serta teman-teman farmasi 1 angkatan 2015 yang selalu menemani serta memberikan dukungan dan ide ketika mengalami kendala.

ABSTRAK

DETEKSI ADULTERAN (KUNYIT) DARI SEDIAAN JAMU KUNYIT PUTIH (*Kaempferia Rotunda L*) MENGGUNAKAN ANALISIS SIDIK JARI FTIR

Oleh:

Firda Dwi Nurfirdausa

11151042

Kunyit putih merupakan salah satu bahan baku obat tradisional di Indonesia karena mengandung senyawa bioaktif. Kurangnya kontrol kualitas standar mengakibatkan banyaknya kecurangan. Analisis sidik jari digunakan untuk mengontrol kualitas sehingga diketahui bahan baku obat tersebut aman untuk digunakan. FTIR dapat memberikan informasi mengenai pola spektrum dan gugus fungsi yang terdapat di dalam ekstrak baku dan produk jamu kunyit putih secara akurat dan cepat. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mendeteksi adulteran kunyit pada sediaan jamu kunyit putih menggunakan analisis sidik jari. Tahapan penelitian ini meliputi ekstraksi simplisia baku menggunakan metode maserasi menggunakan pelarut etanol 96% selanjutnya pengukuran spektrum FTIR dilakukan pada panjang gelombang 4000-650 cm^{-1} dan resolusi 4 cm^{-1} . Hasil pengukuran dianalisis secara kemometrik menggunakan metode PCA dan dihasilkan data berupa *score* dari nilai PC1 terhadap PC2. Dari ketiga sampel jamu yang diuji diperoleh hasil 2 sampel memiliki karakteristik yang sama dengan kunyit putih hal ini menunjukkan dua sampel negatif mengandung adulteran kunyit sedangkan satu sampel jamu tidak memiliki karakteristik yang sama dengan kunyit putih maupun dengan kunyit diduga terdapat adulteran lainnya. Analisis sidik jari menggunakan FTIR yang dikombinasikan dengan metode PCA mampu mendeteksi adulteran pada sediaan jamu kunyit putih.

Kata Kunci: *Kunyit putih, Kemometrik, FTIR, PCA, Analisis sidik Jari*

ABSTRACT

ADULTERAN DETECTION (TURMERIC) FROM WHITE TURMERIC MEDICINE (*Kaempferia Rotunda L*) PREPARATIONS USING FTIR FINGERPRINT ANALYSIS

By:

Firda Dwi Nurfirdausa

11151042

White Turmeric is one of the raw materials of traditional medicine in Indonesia because it contains bioactive compounds. Lack of standard quality control resulted in many cheating. Fingerprint analysis is used to control the quality so that the raw materials are known to be safe to use. FTIR can provide information about the spectrum pattern and the function group contained in the raw extract and medicinal products of white turmeric accurately and quickly. The purpose of this research is to detect the adulteran turmeric on the preparation of white turmeric herbs using fingerprint analysis. Stages of this research include the extraction of raw simplisia using the method of maceration of the use of ethanol solvent 96%. Furthermore the FTIR spectrum measurements were performed at a wavelength of 4000-650 cm and a resolution of 4 cm. Measurement results are analyzed It uses the PCA method and generates a score of data from the value of PC1 to PC2. Of the three samples of Jamu tested obtained the results of 2 samples have the same characteristics as white turmeric, it shows two negative samples containing the adultized turmeric while one herbal sample does not have the same characteristics as turmeric White as well as turmeric are suspected of other adultuels. Fingerprint analysis using FTIR combined with PCA method is able to detect adultuated on the preparations of white turmeric herbal medicine.

Keywords: White Turmeric, Kemometrics, FTIR, PCA, Fingerprint Analysis

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat, rahmat, taufik dan hidayah-Nya, penyusunan skripsi yang berjudul **“DETEKSI ADULTERAN DARI SEDIAAN JAMU KUNYIT PUTIH (*Kaempferia Rotunda L*) MENGGUNAKAN METODE FOURIER-TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY (FT-IR)”** dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan skripsi ini banyak mengalami kendala, namun berkat bantuan, bimbingan, kerjasama dari berbagai pihak dan berkah dari Allah SWT sehingga kendala-kendala yang dihadapi tersebut dapat diatasi. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga, yaitu orang tua ayah dan ibu serta nenek yang sangat penulis sayangi dan cintai, kakak dan adik serta saudara sepupu yang penulis kasihi. Terima kasih atas dukungan do'a dan semangat yang telah diberikan baik moral maupun material dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Aiyi Asnawi, M.Si selaku pembimbing utama dan Ibu Winasih Rachmawati, M.Si., Apt selaku pembimbing serta atas segala saran, waktu bimbingan, pengarahan, dan dorongan kepada penulis selama penelitian berlangsung hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Semua teman-teman kelas 4FA1 dan angkatan 2015 yang dengan semangat untuk bisa lulus bersama membuat penulis lebih terdorong menyelesaikan skripsi ini.
4. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebut satu persatu.

Akhirnya, dengan segala kerendahan hati penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan, sehingga penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Bandung, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	i
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
Bab I Pendahuluan	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Tujuan	3
Bab II Tinjauan Pustaka.....	4
II.1 Kunyit Putih (Kaempferia rotunda L.)	4
II.3 Ekstraksi.....	8
II.4 Fourier-Transporm Infrared Spectroscopy	12
II.5 Analisis Komponen Utama.....	15
II.6 Analisis PCA (Principal Component Analysis)....	18
II.7 Validasi Metode PCA	18
A. Statistik.....	18

B. Matriks Algebra	19
Bab III Metodologi Penelitian	20
Bab IV Alat dan Bahan.....	22
IV.1 Alat.....	22
IV.2 Bahan.....	22
Bab V Prosedur Kerja.....	23
V.1 Determinasi Tanaman.....	23
V.2 Persiapan Bahan.....	23
V.3 Pensortiran rimpang kunyit putih dan kunyit.....	23
V.4 Maserasi kunyit putih	23
V.5 Maserasi kunyit.....	24
V.6 Maserasi Sampel Kunyit putih instan	24
V.7 Analisis FT-IR	24
V.8 Deteksi Adulteran Pada Sampel	25
V.9 Analisis data	25
V.10 Analisis PCA	26
Bab VI Hasil dan Pembahasan	27
VI.1 Hasil Determinasi Tanaman.....	27
VI.2 Hasil Persiapan Ekstrak.....	27
VI.2.1 Hasil Ekstraksi Kunyit Putih	27
VI.2.2 Hasil Ekstraksi Kunyit	28
VI.3 Pola Spektrum FTIR	29
VI.3.1 Spektrum Kunyit Putih	29

VI.3.2 Pola Spektrum FTIR Kunyit	30
VI.3.3 Pola Spektrum Sampel	33
VI.4 Analisis Principal Component Analysis (PCA)	35
VI.5 Simulasi Sampel 5%, 10% dan 15%	38
VI.6 Deteksi adulterant sampel	40
Bab VII Kesimpulan	43
VII. Kesimpulan	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Determinasi.....	47
Lampiran 2. Perhitungan Rendemen Ekstrak Rimpang Kunyit Putih, Ekstrak Rimpang Kunyit, dan Ekstrak Jamu Kunyit Putih.....	49
Lampiran 3. Data X dan Y Kunyit Putih.....	52
Lampiran 4. Data X dan Y Kunyit.....	52
Lampiran 5. Data X dan Y Kunyit Putih dan Kunyit...	53
Lampiran 6. Data X dan Y Sampel A.....	53
Lampiran 7. Data X dan Y Sampel B.....	54
Lampiran 8. Data X dan Y Sampel C.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Tanaman kunyit putih	6
Gambar II. 2 Metode Maserasi	9
Gambar II. 3 Metode Perkolasi	10
Gambar II. 4 Metode Soxhletasi	11
Gambar II. 5 Metode Refluks	12
Gambar II. 6 Skema FT-IR	13
Gambar II. 7 Daerah-daerah vibrasi dari masing- masing ikatan yang dimiliki oleh senyawa organik	14
Gambar II. 8 Prinsip ATR	17
Gambar II. 9 Nilai dan vektor eigen	20
Gambar VI.1 ekstrak kental kunyit putih	28
Gambar VI.2 ekstrak kental kunyit	29
Gambar VI.3 Pola Spektrum FTIR Kunyit Putih Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur	30
Gambar VI.4 Pola Spektrum FTIR Kunyit Kuning Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur	31
Gambar VI.5 Pola Spektrum Overlay FTIR Ekstrak Baku Kunyit Putih(Biru) dan Ekstrak Kunyit Kuning (Merah)	32
Gambar VI.6 Pola Spektrum Overlay FTIR Ekstrak Baku Kunyit Putih(Biru) dan Sampel A (Merah)	33
Gambar VI.7 Pola Spektrum Overlay FTIR Ekstrak Baku Kunyit Putih(Biru) dan Sampel B (Merah)	33

Gambar VI.8 Pola Spektrum Overlay FTIR Ekstrak Baku Kunyit Putih(Biru) dan Sampel C (Merah).....	34
Gambar VI.9 Hasil Score Plot PCA Ekstrak Baku Kunyit Putih PC-1 terhadap PC-2.....	35
Gambar VI.10 Hasil Score Plot PCA Ekstrak Baku Kunyit PC-1 terhadap PC-2.....	36
Gambar VI.11 Hasil score plot PCA ekstrak baku kunyit (A) dengan ekstrak baku kunyit putih (B) PC-1 terhadap PC-2.	37
Gambar VI.12 Hasil score plot PCA gabungan ekstrak baku kunyit putih (A), ekstrak baku kunyit kuning (B), dan simulasi sampel 5% (C) PC-1 terhadap PC-2...	38
Gambar VI.13 Hasil score plot PCA gabungan ekstrak baku kunyit kuning (A), ekstrak baku kunyit putih (B), dan simulasi sampel 10% (C) PC-1 terhadap PC-2.....	39
Gambar VI.14 Hasil score plot PCA gabungan ekstrak baku kunyit kuning (A), ekstrak baku kunyit putih (B), dan simulasi sampel 15% (C) PC-1 terhadap PC-2.....	39
Gambar VI.15 Hasil Score plot PCA gabungan ekstrak baku kunyit (A), ekstrak baku kunyit putih (B) dan sampel A (C) PC-1 terhadap PC-2.....	40
Gambar VI.16 Hasil Score plot PCA gabungan ekstrak baku kunyit (A) , ekstrak baku	

	kunyit putih (B) dan sampel B (C) PC-1 terhadap PC-2	41
Gambar VI.17	Hasil Score plot PCA gabungan ekstrak baku kunyit (A), ekstrak baku kunyit putih (B) dan sampel C (C) PC-1 terhadap PC-2.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Jenis Adulteran	8
Tabel VI.1(Karakterisasi Kunyit Putih).....	28
Tabel VI.2 (Karakterisasi Kunyit)	29

Bab I Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Penggunaan tanaman dari family Zingiberaceae telah banyak ditemukan pemanfaatannya. *Kaempferia rotunda* L atau kunyit putih di masyarakat telah banyak digunakan sebagai obat tradisional karena mengandung senyawa fenolik dan esensial oil seperti monoterpen, sesquiterpen, dan kandungan senyawa alifatik lain berfungsi dalam aktivitas terapeutik (Sahudan Saxena, 2009). Selain kandungan kurkumin yang berperan dalam pigmentasi, tanaman-tanaman bergenus *Curcuma* ini kaya akan berbagai macam senyawa seperti demetoksikurkumin, bisdemetoksikurkumin zingiberen, kurkumenol, kurkumol, eugenol, turmeron dan turmeronol yang berperan dalam aktifitas terapeutik (Jarikasem, 2005). Kunyit putih mempunyai khasiat yaitu sebagai antiinflamasi, melancarkan darah, antibakteri, mempercepat penyembuhan luka dan memacu apoptosis (Murwanti, 2006).

Karena kunyit putih banyak manfaatnya pada kesehatan sehingga masyarakat banyak mengkonsumsi obat tradisional, kebanyakan masyarakat mengkonsumsi obat tradisional dengan mengolah sendiri secara tradisional adapun dengan membeli produk obat tradisional instan yang beredar di pasaran. Sehingga penting mengontrol obat tradisional di pasaran untuk menjamin kualitas, mutu dan keaslian obat tradisional yang tidak tercampur dengan bahan yang berbahaya. Adulteran yaitu pemalsuan produk atau pencampuran dengan penambahan bahan yang berbahaya. Kurangnya kontrol kualitas

standar mengakibatkan banyaknya kecurangan sehingga penggunaan obat tradisional menjadi terpinggirkan. Adulteran untuk kunyit putih yaitu kunyit kuning, karena kunyit sebagai bahan pembanding dan memiliki organoleptik yang hampir mirip dengan kunyit putih kemungkinan produsen-produsen nakal sering menambahkan kunyit untuk mengurangi biaya produksi. Oleh karena itu maka dilakukan analisis sidik jari untuk mengontrol kualitas sehingga diketahui bahan baku obat aman dan baik untuk dikonsumsi (Delarozé, dkk., 2008).

Penentuan mutu pada kunyit putih berdasarkan sidik jari telah dilakukan seperti kromatografi lapis tipis (KLT), kromatografi berkinerja tinggi cair (HPLC), kromatografi cair, spektroskopi massa. Metode spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR) dapat digunakan untuk analisis sidik jari pada obat tradisional. Teknik spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR) adalah spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi Fourier untuk analisis hasil spektrumnya. Senyawa kimia yang dikandung oleh tanaman obat dapat ditampilkan dalam sidik jari sehingga karakteristik kimia tanaman obat tersebut dapat digambarkan secara menyeluruh (Liang et al. 2004).

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang untuk kontrol kualitas suatu obat tradisional kunyit putih, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Apakah deteksi adulteran pada sediaan jamu kunyit putih yang beredar dipasaran dapat ditentukan secara analisis sidik jari FT-IR?

2. Apakah terdapat campuran kunyit kuning di dalam kemasan sediaan jamu kunyit putih yang beredar dipasaran?

I.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah adalah:

1. Untuk mendeteksi adulteran kunyit pada sediaan jamu kunyit putih yang beredar di pasaran dengan metode analisis sidik jari FT-IR.
2. Untuk mengetahui ada atau tidaknya campuran kunyit kuning di dalam sediaan jamu kunyit putih yang beredar di pasaran.

Bab II Tinjauan Pustaka

II.1 Kunyit Putih (*Kaempferia rotunda L.*)

Kunyit putih (*Kaempferia rotunda L.*) sudah dikenal luas oleh masyarakat Indonesia. Dalam farmakologi Cina dan pengobatan tradisional lain disebutkan bahwa tumbuhan ini memiliki sifat yaitu dapat menghentikan pendarahan, antinflamasi dan menambah nafsu makan. Tanaman ini bersifat antineoplastik (merusak pembentukan ribosom pada sel kanker atau menghambat pertumbuhan sel kanker), bagian yang sering digunakan adalah rimpang dan daun (Nasution, 2002). Tanaman ini sangat kaya akan kandungan kimia seperti kurkumin, alkaloid, gula, flavonoid sebagai antiinflamasi. Kunyit putih jenis temu mangga ini rimpangnya mempunyai bau khas seperti mangga kweni. Ciri-ciri dari tanaman kunyit putih ini adalah memiliki bintik umbi yang seperti umbi jahe dan memiliki warna krem agak kuning muda (Sastropradjo, 1990).

Manfaat kunyit putih menjadi salah satu tanaman obat tradisional yang digunakan banyak orang untuk mengatasi berbagai permasalahan kesehatan. Kunyit putih tidak seperti dengan kunyit kuning yang biasa ditemui, karena memang agak jarang tanaman ini dijadikan untuk bumbu memasak. Kunyit putih merupakan sejenis rimpang dengan bentuk rimpang bulat dan berwarna putih hampir seperti kencur. Manfaat kunyit putih menjadi salah satu tanaman obat tradisional yang digunakan banyak orang untuk mengatasi berbagai permasalahan kesehatan. Kunyit putih juga digunakan sebagai resep pengobatan tradisional untuk berbagai ramuan untuk

jamu. Rasa yang dihasilkan dari tanaman herbal seperti pada manfaat kencur ataupun manfaat temulawak ini sangat tidak enak, namun ternyata memiliki khasiat baik bagi tubuh yang tersimpan pada kandungannya (Sutarjadi, 1992). Kunyit putih termasuk tanaman musiman yang tumbuh berumpun. Susunan tumbuh tanaman kunyit putih terdiri atas akar, batang, daun dan rimpang (Warnaini, 2013).

Sistem perakaran kunyit putih termasuk akar serabut (*radix adventicia*) berbentuk benang (*fibrosus*) yang menempel pada rimpang. Panjang akar kurang lebih 22,50 cm dan berwarna coklat muda (Friendly, 2013). Tumbuh bercabang dengan tinggi 40-80 cm, batangnya merupakan batang semu, tegak, bulat dan terasa agak lunak. Batang tanaman ini relatif pendek membentuk batang semu dari pelepah-pelepah daun yang saling menutup satu sama lain (Fire, 2014). Daunnya tersusun atas pelepah daun dan helai daun. Rimpang-rimpang tumbuh dari umbi utama, umbi utama bentuknya bervariasi antara bulat panjang, pendek, lurus, tebal dan melengkung. Rimpang kunyit yang sudah besar dan tua merupakan bagian yang dominan sebagai obat yang mengandung berbagai senyawa diantaranya kurkumin, amilum, gula, minyak atsiri dan protein toksik yang dapat menghambat perkembangan biakan sel kanker. Rimpang bercabang-cabang membentuk rumpun, berbentuk bulat seperti kacang tanah atau bisa juga berbentuk seperti telur merpati. Ketebalan rimpang muda sekitar 2 cm dan rimpang tua sekitar 4 cm, kulit rimpang tua berwarna jingga kecoklatan serta berdaging jingga terang agak kuning. Rasa rimpang sedikit berbau aromatik dan agak pahit (Friendly, 2013).



Gambar II. 1 Tanaman kunyit putih (*Kaempferia rotunda* L.)

(<https://hellosehat.com/hidup-sehat/fakta-unik/manfaat-kesehatan-kunyit-putih/> diakses tanggal 15 November 2018)

Dalam taksonomi tumbuhan, kunyit putih dikelompokkan sebagai berikut (Dalimartha, 2008) :

Klasifikasi Kunyit Putih

Regnum : *Plantae*

Divisio : *Spermatophyta*

Classis : *Monocotyledonae*

Ordo : *Zingiberales*

Familia : *Zingiberaceae*

Genus : *Kaempferia*

Species : *Kaempferia rotunda* L.

Komponen yang terdapat dalam rimpang kunyit putih yaitu *myrcene* (81,4%), *β -ocimene* (5,1%), *β -pinene* (3,7%), *α -pinene* (2,9%), minyak atsiri (0,28%), dan kurkumin (3%). Selain itu rimpang dan daunnya mengandung alkaloid, flavonoid dan polifenol (Kardinan dan Taryono, 2003). Tanaman ini juga mengandung minyak esensial, pati, dan curcumin. Minyak esensial dari kunyit putih dipercaya

dapat mengurangi dampak dari radikal bebas tertentu. Sementara di India, tanaman ini sudah lama digunakan secara tradisional untuk pengobatan nyeri menstruasi, maag, muntah, dan. Kandungan minyak atsiri pada rimpang kunyit diantaranya yaitu *turmerone*, *curdione*, *1,8 cineole*, β -*pinene*, *P-cymene*, *Curhone*, *Turmeronol B*, α -*Zingiberene*, β -*bisaboleno*, *Curcumene* (Sumber: Jayaprakasha dkk, 2005).

II.2 Adulteran

Deteksi pemalsuan makanan merupakan hal yang penting untuk perlindungan kesehatan konsumen (Pouli dkk., 2007). Pemalsuan obat berarti setiap bahan apapun yang membuat obat atau makan tidak aman atau tidak standar mengandung bahan asing dan atau dipengaruhi oleh penambahan zat yang berbahaya bagi kesehatan atau oleh pemindahan zat yang berkhasiat sehingga dapat diketahui bahwa tindakan tersebut secara tidak sengaja menurunkan kualitas dari produk tersebut (Food Safety and Standards Authority of India, 2012). Pemalsuan biasanya didorong oleh alasan ekonomi dengan tujuan untuk memperoleh keuntungan yang besar dengan cara mencampur bahan berharga tinggi dengan bahan yang bernilai rendah (Gallardo, 2009).

Pemalsuan pada bahan pangan khususnya jamu dapat merugikan konsumen maupun produsen. Harga kunyit putih yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kunyit, sehingga banyak produsen nakal melakukan upaya yang secara sengaja dilakukan dengan cara mencampur, menambah atau mengganti bahan dengan tujuan meningkatkan bobot dan penampilan untuk memperoleh keuntungan

yang sebesar-besarnya. Salah satu alasan yang digunakan adalah untuk menambah bobot jamu kunyit putih yang dihasilkan. Pemalsuan makanan biasanya didorong oleh alasan ekonomi dengan tujuan untuk memperoleh keuntungan yang besar dengan cara mencampur bahan berharga tinggi dengan bahan yang bernilai rendah.

Adapun jenis-jenis pemalsuan yang dipalsukan dipasaran, antara lain (*Food Safety and Standards Authority of India*, 2012).

Tabel II. 1 Jenis Adulteran

Jenis	Zat yang ditambahkan
Pemalsuan yang disengaja	Pasir, batu, lumpur, kotoran lainnya. Bedak, bubuk kapur, air, minyak, mineral, dan warna berbahaya.
Adulteran incidental	Residu peptisida, kotoran tikus, larva dalam makanan.
Kontaminan logam	Arsen dari peptisida, timbal dari air, timah dari industri kimia.

II.3 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses pemisahan bahan dari campurannya dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Proses ekstraksi dihentikan ketika tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Setelah proses ekstraksi, pelarut dipisahkan dari sampel dengan penyaringan. Ekstrak merupakan sediaan pekat tumbuh-tumbuhan yang diperoleh dengan cara melepaskan zat aktif dan masing-masing bahan obat, menggunakan menstrum yang cocok, yang diuapkan semua atau

hampir semua dari pelarutnya dan sisa endapan atau serbuk diatur untuk ditetapkan standarnya (Ansel, 1989). Ekstrak awal sulit dipisahkan melalui teknik pemisahan tunggal untuk mengisolasi senyawa tunggal. Oleh karena itu, ekstrak awal perlu dipisahkan ke dalam fraksi yang memiliki polaritas dan ukuran molekul yang sama.

Jenis atau macam-macam ekstraksi diantaranya maserasi, perkolasi, soxhletasi, dan refluks.

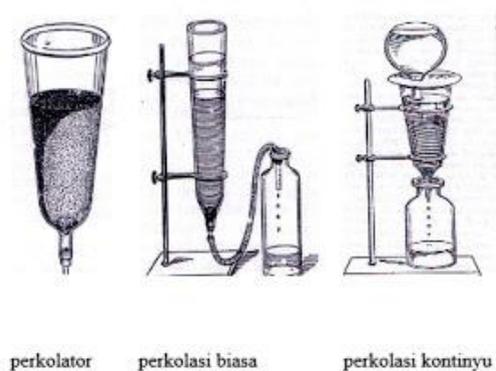
Maserasi yaitu penyarian zat aktif yang dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisia dalam cairan penyari yang sesuai selama tiga hari pada temperatur kamar terlindung dari cahaya, cairan penyari akan masuk ke dalam sel melewati dinding sel. Isi sel akan larut karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan di dalam sel dengan di luar sel. Larutan yang konsentrasinya tinggi akan terdesak keluar dan diganti oleh cairan penyari dengan konsentrasi rendah (proses difusi). Peristiwa tersebut berulang sampai terjadi keseimbangan konsentrasi antara larutan di luar sel dan di dalam sel. Selama proses maserasi dilakukan pengadukan dan penggantian cairan penyari setiap hari. Endapan yang diperoleh dipisahkan dan filtratnya dipekatkan (Subhash, 2015).



Gambar II. 2 Metode Maserasi

(<http://fidzother.blogspot.com/2011/10/metode-extraksi-maserasi.html> / diakses 21 November 2018)

Perkolasi yaitu penyarian zat aktif yang dilakukan dengan cara serbuk simplisia dimaserasi selama 3 jam, kemudian simplisia dipindahkan ke dalam bejana silinder yang bagian bawahnya diberi sekat berpori, cairan penyari dialirkan dari atas ke bawah melalui simplisia tersebut, cairan penyari akan melarutkan zat aktif dalam sel-sel simplisia yang dilalui sampai keadan jenuh. Gerakan ke bawah disebabkan oleh karena gravitasi, kohesi, dan berat cairan di atas dikurangi gaya kapiler yang menahan gerakan ke bawah. Perkolat yang diperoleh dikumpulkan, lalu dipekatkan (Subhash, 2015).

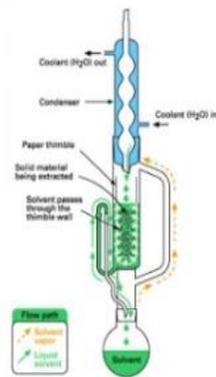


Gambar II. 3 Metode Perkolasi

(<http://sehatwalafiatselalu.blogspot.com/2012/12/metode-penyarian.html> / diakses 21 November 2018)

Soxhletasi yaitu penarikan komponen kimia yang dilakukan dengan cara serbuk simplisia ditempatkan dalam klonsong yang telah dilapisi kertas saring sedemikian rupa, cairan penyari dipanaskan dalam labu alas bulat sehingga menguap dan dikondensasikan oleh kondensor bola menjadi molekul-molekul cairan penyari yang jatuh

ke dalam klonsong menyari zat aktif di dalam simplisia dan jika cairan penyari telah mencapai permukaan sifon, seluruh cairan akan turun kembali ke labu alas bulat melalui pipa kapiler hingga terjadi sirkulasi. Ekstraksi sempurna ditandai bila cairan di sifon tidak berwarna, tidak tampak noda jika di KLT, atau sirkulasi telah mencapai 20-25 kali. Ekstrak yang diperoleh dikumpulkan dan dipekatkan (Subhash, 2015).

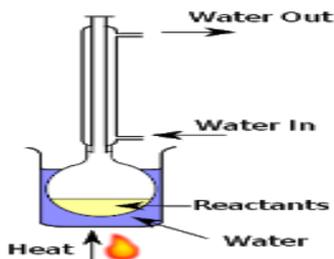


Gambar II. 4 Metode Soxhletasi

(<http://sehatwalafiatselalu.blogspot.com/2012/12/metode-penyarian.html> / diakses 21 November 2018)

Refluks 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, penggantian pelarut dilakukan sebanyak 3 kali setiap 3-4

jam. Filtrat yang diperoleh dikumpulkan dan dipekatkan (Subhash, 2015).



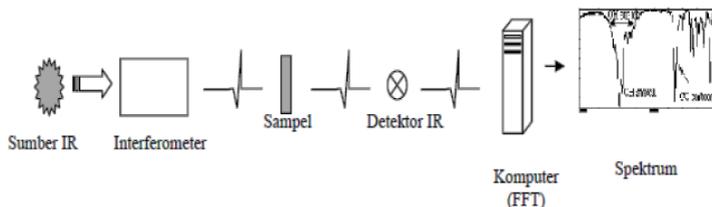
Gambar II. 5 Metode Refluks

(<http://sehatwalafiatselalu.blogspot.com/2012/12/metode-penyarian.html> / diakses 21 November 2018)

II.4 Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)

Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR) mempunyai ketepatan yang tinggi pada aplikasi kimia organik dan anorganik. Spektrofotometri inframerah lebih banyak digunakan untuk identifikasi suatu senyawa melalui gugus fungsinya. Untuk keperluan elucidasi struktur, daerah dengan bilangan gelombang $1400 - 4000 \text{ cm}^{-1}$ yang berada dibagian kiri spektrum IR, merupakan daerah yang khusus berguna untuk identifikasi gugus-gugus fungsional, yang merupakan absorpsi dari vibrasi ulur. Selanjutnya daerah yang berada disebelah kanan bilangan gelombang 1400 cm^{-1} sering kali sangat rumit karena pada daerah ini terjadi absorpsi dari vibrasi ulur dan vibrasi tekuk, namun setiap senyawa organik memiliki absorpsi yang karakteristik pada daerah ini. Oleh karena itu bagian spektrum ini disebut daerah sidikjari (fingerprint region). Saat ini ada dua macam instrumen yaitu spektroskopi IR dan FTIR (Fourier Transformation Infra Red). FTIR lebih sensitif dan akurat misalkan dapat membedakan bentuk *cis* dan *trans*, ikatan

rangkap terkonjugasi dan terisolasi dan lain-lain yang dalam spektrofotometer IR tidak dapat dibedakan (Stuart, 2004).



Gambar II. 6 Skema FT-IR

(<https://alphasains/posts/skema-alat-ftir-ft-ir-pada-alat-spektrometer-ftir-terdapat-beberapa-part-antara> diakses 21 November 2018)

Pada instrumen analisis sampelnya meliputi:

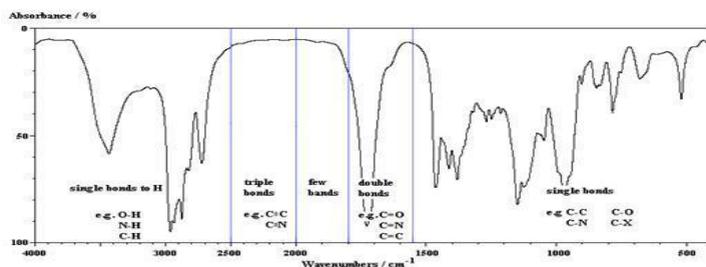
1. *The source*: energi IR yang dipancarkan dari sebuah benda hitam menyala. Balok ini melewati melalui logam yang mengontrol jumlah energi yang diberikan kepada sampel.
2. *Interferometer*: sinar memasuki interferometer, spectraencoding “mengambil tempat, kemudian sinyal yang dihasilkan keluar dari interferogram.
3. *Sample*: sinar memasuki kompartemen sampel dimana diteruskan melalui cermin dari permukaan sampel yang tergantung pada jenis analisis.
4. *Detector*: sinar akhirnya lolos ke detektor untuk pengukuran akhir. Detektor digunakan khusus dirancang untuk mengukur sinar interferogram khusus. Detektor yang digunakan dalam *Spektrofotometer Fourier Transform Infrared* adalah *Tetra Glycerine Sulphate* (disingkat TGS) atau *Mercury Cadmium Telluride* (disingkat MCT). Detektor MCT lebih banyak

digunakan karena memiliki beberapa kelebihan dibandingkan detektor TGS, yaitu memberikan respon yang lebih baik pada frekuensi modulasi tinggi, lebih sensitive, lebih cepat, tidak dipengaruhi oleh temperatur, sangat selektif terhadap energy vibrasi yang diterima dari radiasi infra merah.

5. Computer: sinyal diukur secara digital dan dikirim ke computer untuk diolah oleh Fourier Transformation berada. Spektrum disajikan untuk interpretasi lebih lanjut.

Berdasarkan pembagian daerah panjang gelombang, sinar inframerah dibagi atas tiga daerah yaitu:

1. Daerah inframerah dekat
2. Daerah inframerah pertengahan
3. Daerah inframerah jauh



Gambar II. 7 Daerah-daerah vibrasi dari masing-masing ikatan yang dimiliki oleh senyawa organik

(<http://endferrysblog.blogspot.com/2011/11/spektroskopi-ir-dalam-penentuan.html/> diakses 6 Desember 2018)

Cuplikan atau sampel yang dianalisis dapat berupa cairan, padatan atau pun gas. Karena energi vibrasi tidak terlalu besar sampel dapat diletakkan langsung berhadapan dengan sumber radiasi IR. Karena gelas kuarsa atau mortar yang terbuat dari porselene dapat memberikan kontaminasi yang menyerap radiasi IR, maka

pemakaian alat tersebut harus dihindari. Preparasi cuplikan harus menggunakan mortar yang terbuat dari batu agate dan pengempaan dilakukan dengan menggunakan logam monel.

Detektor berfungsi mengubah sinyal radiasi IR menjadi sinyal listrik. Selain itu detektor dapat mendeteksi adanya perubahan panas yang terjadi karena adanya pergerakan molekul. Detektor spektrofotometer yang bersifat menggandakan elektron tidak dapat dipakai pada spektrofotometer IR sebab radiasi IR sangat lemah dan tidak dapat melepaskan elektron dari katoda yang ada pada sistem detektor (Gritter,1991).

II.5 Analisis Komponen Utama

Spektum FTIR akan menampilkan keseluruhan informasi ikatan dalam suatu molekul yang terdiri atas gerak vibrasi dan rotasi. Hal tersebut membuat spektroskopi FTIR sangat berguna untuk analisis kualitatif seperti membedakan antar sampel akan tetapi interpretasinya dapat menjadi sulit dilakukan akibat adanya kemiripan dari setiap respon ikatan pada molekul yang ada dalam suatu sampel. Salah satu pengembangan yang menarik dari spektrofotometer FTIR adalah adanya teknik reflektan yang sederhana, yaitu sistem Attenuated Total Reflectance (ATR). ATR merupakan teknik yang baik dan tangguh untuk sampling IR. ATR berguna untuk sampling permukaan bahan yang halus, dimana bahan tersebut sangat tebal atau buram untuk pengukuran IR dengan transmisi. Teknik ATR bersifat nondestruktif, preparasi sampel sedikit dan tidak memerlukan preparasi sampel, dan cepat. ATR dapat mengukur padatan (seperti kertas, kaca, keju, daging, serbuk

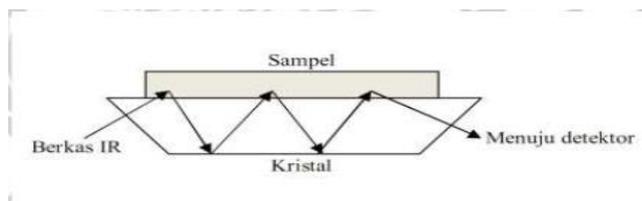
dan bahan yang warna gelap) dan cairan termasuk larutan non-aqueous (seperti minyak dan pasta), polimer dan bahan organik lain (Sun, 2008).

Pada penggunaan ATR, sampel akan bersentuhan dengan Kristal dengan indeks refraksi yang tinggi. Kristal ATR dapat terbuat dari Zinc Selenide (ZnSe), Germanium (Ge) atau berlian dimana dapat mengabsorpsi energi pada tingkat yang rendah dan sebagian besar kristal tersebut memiliki batasan pH. Kontak antara sampel dan kristal ATR harus baik agar data yang dihasilkan bersifat akurat. Sistem ATR mengukur perubahan yang terjadi pada berkas IR yang direfleksikan secara keseluruhan saat berkas bersentuhan dengan sampel.

Radiasi berasal dari beam-splitter akan mengalami refleksi beberapa kali di dalam permukaan kristal. Berkas menembus fraksi panjang gelombang di luar permukaan yang terefleksi. Ketika sampel mengabsorpsi berkas secara selektif, berkas akan kehilangan energi pada panjang gelombang tersebut. Berkas reflektan yang dihasilkan, diukur dan dibentuk sebagai fungsi panjang gelombang oleh spektrofotometer dan mempengaruhi ketinggian pada karakteristik spektrum absorpsi sampel (Stuart, 2004). Teknik penanganan sampel pada spektroskopi inframerah antara lain yakni transmittan dan pantulan. Mekanisme teknik transmittan adalah radiasi inframerah yang dilewatkan pada sampel kemudian mendeteksinya, namun teknik ini memiliki kekurangan karena dibatasi oleh ketebalan sampel yaitu yang sesuai adalah 1-20 μg dan preparasi sampel membutuhkan waktu yang lama. Teknik pantulan atau

reflectance ini sinar inframerah kembali dipantulkan pada sampel yang dianalisis. Keuntungan teknik ini adalah preparasi sampel cepat, mudah, tidak dipengaruhi oleh ketebalan sampel dan non-destruksi (Smith, 1996).

Berdasarkan tipe pantulan dari sampel, maka teknik penanganan sampel dibagi menjadi specular reflectance, diffused reflectance, dan Attenuated Total Reflectance (ATR). Teknik ATR merupakan teknik yang paling sering digunakan. Prinsip ATR yaitu dimana sampel diteteskan pada kristal ZnSe yang terdapat pada spektroskopi FTIR, sinar inframerah akan melewati medium dengan indeks bias yang tinggi ke medium indeks bias rendah yaitu dari kristal ZnSe menuju sampel. Sebagian sinar akan dipantulkan kembali ke sampel pada sudut tertentu sebagian besar gelombang sinar dipantulkankan kembali yang disebut dengan total internal reflection. Pada kondisi ini sebagian kecil energi akan terlepas dari kristal dan berpindah melewati bagian bawah kristal dalam bentuk gelombang. Dengan adanya pelepasan energi ini akan menyebabkan intensitas sinar yang dipantulkan menjadi berkurang disebut dengan kondisi ATR (Attenuated Total Reflectance).



Gambar II. 8 Prinsip ATR

(<http://repository.ump.ac.id/4701/3/BAB%20II.pdf/> diakses 18

Desember 2018)

II.6 Analisis PCA (Principal Component Analysis)

Metode ini dapat menganalisis data berupa hasil derivatisasi data spektrum. Selanjutnya data spektrum yang diperoleh akan diolah dan disederhanakan oleh *Principal Component analysis* (PCA). Metode kemometrik yang digunakan pada analisis ini adalah PCA (*Principal Component Analysis*). PCA merupakan interpretasi data yang dilakukan dengan reduksi data, dimana jumlah variable dalam suatu matriks dikurangi untuk menghasilkan variable baru dengan tetap mempertahankan informasi yang dimiliki oleh data. Variable baru yang dihasilkan berupa skor atau komponen utama (Rohman, 2012).

II.7 Validasi Metode PCA

Validasi metode yang digunakan dalam analisis kemometrik ini adalah *Principal Component Analysis* (PCA) sebuah teknik statistik yang digunakan untuk memeriksa keterkaitan antara seperangkat variabel secara berurutan untuk mengidentifikasi struktur dasar dari variabel-variabel tersebut juga disebut analisis faktor. Pada PCA ada dua komponen yaitu statistik dan Matriks Algebra (nilai eigen dan faktor eigen adalah matriks dasar dari PCA).

A. Statistik

Statistik meliputi data sebagai berikut:

1. Standar deviasi (SD)
2. Varians yaitu ukuran lain dari penyebaran data dalam kumpulan data sebenarnya hampir identik dengan standar deviasi.
3. Kovarian adalah ukuran, kovariansi selalu di ukur antara 2 dimensi.
4. Kovarians matriks.

B. Matriks Algebra, bagian ini berfungsi untuk memberikan latar belakang aljabar matriks yang dibutuhkan di PCA (nilai eigen dan factor eigen).

1. Eigen factor

Eigen factor adalah komponen utama (dari komponen PCA-komponen prafipal) mencerminkan varians umum dan varians yang unik dan dapat dilihat sebagai pendekatan yang berfokus pada varian yang berusaha mereproduksi varians variabel total dengan semua komponen dan untuk mereproduksi korelas. PCA jauh lebih umum dari pada PFA, dan biasanya menggunakan "faktor" secara bergantian dengan "komponen". Komponen utama adalah kombinasi linier dari variabel asli yang dibobot oleh kontribusinya untuk menjelaskan varians dalam dimensi ortogonal tertentu.

2. Eigen Value

Eigen value disebut juga ciri khas akar, nilai eigen untuk faktor tertentu mengukur varians dalam semua variabel yang diketahui oleh faktor tersebut. Nilai eigen mengukur jumlah variasi dalam total sampel yang dicatat oleh masing-masing faktor. Nilai dasar eigen faktor dihitung sebagai jumlah pemuatan faktor kuadrat untuk semua variabel. Perhatikan bahwa nilai eigen yang terkait dengan solusi yang tidak dilepas dan diputar akan berbeda, meskipun jumlahnya akan sama (Smith, 2002).

Eigen factors dan Eigen values

Misalkan C adalah matriks $n \times n$ dengan I sebagai matriks identitasnya. Nilai eigen dari C didefinisikan sebagai akar dari persamaan :

$$\text{Determinan } (C - \alpha I) = |(C - \alpha I)| = 0 \quad (\text{II.1})$$