

**ANALISIS SIDIK JARI FT-IR UNTUK MENDETEKSI ADULTERAN
KOPI ROBUSTA PADA SEDIAAN KOPI ARABIKA TORAJA**

Laporan Tugas Akhir

**Erli Berlianti
11161021**



**Universitas Bhakti Kencana
Fakultas Farmasi
Program Strata I Farmasi
Bandung
2020**

ABSTRAK

ANALISIS SIDIK JARI FT-IR UNTUK MENDETEKSI ADULTERAN KOPI ROBUSTA PADA SEDIAAN KOPI ARABIKA TORAJA

Oleh :

Erli Berlianti

11161021

Kopi merupakan bahan minuman yang sangat terkenal di dunia, salah satunya kopi Toraja. Kopi arabika terkenal dengan harga dan kualitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan kopi robusta. Dalam beberapa kasus, kopi arabika dicampurkan dengan kopi robusta, sehingga akan menyebabkan kerugian pada konsumen, untuk itu diperlukan metode analisis yang tepat untuk mengatasi hal ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeteksi adulteran pada bahan baku sediaan kopi arabika Toraja yang beredar di pasar. Metode analisis FTIR digunakan untuk membuat pola sidik jari dari ekstrak kopi melalui analisis kemometrik dengan metode *Principal Component Analysis* (PCA). Ekstraksi dilakukan dengan cara maserasi menggunakan pelarut etanol 96%. Pengukuran spektrum inframerah daerah sidik jari menggunakan alat FT-IR, pada bilangan gelombang $4000-650\text{cm}^{-1}$ dan resolusi 4 cm^{-1} . Klasifikasi dari kopi arabika dan kopi robusta menggunakan data PC1 dan PC2 dengan nilai berturut-turut 94% dan 2%. Hasil menunjukkan bahwa nilai scores menggunakan PC1 dan PC2 untuk sampel kopi A dan C berada dekat kuadran kopi arabika dan untuk sampel kopi B berada di antara kuadran kopi arabika dan robusta. Dapat disimpulkan bahwa sampel kopi A dan C diduga mengandung adulteran lain, sedangkan sampel kopi B diduga mengandung adulteran kopi robusta.

Kata Kunci : Analisis sidik jari, Arabika, FTIR, Kemometrik, PCA, Robusta

ABSTRACT

ANALISIS SIDIK JARI FT-IR UNTUK MENDETEKSI ADULTERAN KOPI ROBUSTA PADA SEDIAAN KOPI ARABIKA TORAJA

By :

Erli Berlianti

11161021

Coffee, including Toraja coffee, is a well-known beverage the world. Arabica coffee is known for its higher price and quality compared to Robusta coffee. In some cases, Arabica coffee is mixed with Robusta coffee, so that it will cause losses to consumers. Therefore, an appropriate analytical method is needed to overcome this. The purpose of this study is to detect robusta coffee as an adulterant in Toraja Arabica coffee preparations in the market. FTIR analysis method was carried out in generating fingerprint patterns from coffee extracts by chemometric analysis with the Principal Component Analysis (PCA) method. Extraction was carried out by maceration using 96% ethanol solvent. Scanning of the infrared spectrum was using FT-IR, in range wave numbers of 4000-650 cm^{-1} . Classification of robusta coffee and Toraja arabica coffee by using PC1 and PC2 with values of 94% and 2%, respectively. The results show that the scores using PC1 and PC2 for coffee samples A and C was closed to the group of Toraja Arabica coffee and sample B was between the group of Toraja Arabica and Robusta coffee. It can be concluded samples A and C was contained with other adulterants, while the samples B was contain with robusta coffee.

Keywords: Fingerprint analysis, Arabica, FTIR, Chemometrics, PCA, Robusta

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahiim,

Alhamdulillah segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, ridho, dan kasih sayang-Nya, serta shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “**Analisis Sidik Jari FT-IR untuk Mendeteksi Adulteran Kopi Robusta Pada Sediaan Kopi Arabika Toraja**”. Laporan tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu dari syarat untuk memenuhi persyaratan kelulusan Program Strata Satu di Fakultas Farmasi Universitas Bhakti Kencana Bandung.

Penyusunan laporan tugas akhir ini tidak akan terwujud tanpa bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Maka dari itu selayaknya penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Keluarga, yaitu orang tua bapak dan ibu yang sangat penulis sayangi dan cintai. Terima kasih atas dukungan do'a dan semangat yang telah diberikan baik moral maupun material dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Aiyi Asnawi, M.Si., selaku pembimbing utama dan Bapak Ivan Andriansyah, M.Pd., selaku pembimbing serta yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan. Semoga Allah membalas segala kebaikan beliau dengan rahmat-Nya.
3. Seluruh dosen dan seluruh civitas akademika Fakultas Farmasi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
4. Rekan-rekan seperjuangan Program Studi S1 Farmasi Angkatan 2016 yang telah membantu dan memberi dukungan bagi penulis sehingga akhirnya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun.

Akhir kata penulis mengucapkan *Jazakumullahu khairan katsira* dan semoga bermanfaat bagi para pembaca umumnya dan bagi penulis pada khususnya. Semoga Allah senantiasa melindungi kita serta memberikan petunjuk-Nya pada langkah kita selanjutnya. Aamiin.

Bandung, Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	ix
BAB I. PENDAHULUAN	10
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	10
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	23
BAB IV. PROSEDUR PENELITIAN	24
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
BAB VI. SIMPULAN DAN SARAN	27
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	47

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Bilangan gelombang gugus fungsi	19
--	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Tanaman kopi dan biji kopi	14
Gambar II.2 Skema alat spektrofotometer inframerah	19
Gambar II.3 Spektrum inframerah kopi arabika dan robusta	28
Gambar V.1 Ekstrak kental biji kopi Arabika Bituang, Arabika Sapan, dan Arabika Kalosi	29
Gambar V.2 Ekstrak kental biji kopi Robusta Lampung, Robusta Toraja, dan Robusta Jawa Barat	29
Gambar V.3 Ekstrak kental sampel	30
Gambar V.4 Pola spektrum FTIR Arabika Bituang, Arabika Kalosi, dan Arabika Sapan.....	31
Gambar V.5 Pola spektrum FTIR Robusta Toraja, RobustaLampung, dan Robusta Jawa Barat	32
Gambar V.6 Overlay spektrum FTIR ekstrak baku arabika dan ekstrak baku robusta.....	32
Gambar V.7 Overlay spektrum FTIR ekstrak baku arabika dan sampel A	33
Gambar V.8 Overlay spektrum FTIR ekstrak baku arabika (BA) dan sampel B (SB)	33
Gambar V.9 Overlay spektrum FTIR ekstrak baku arabika (BA) dan sampel C (SC)	34
Gambar V.10 Overlay spektrum FTIR ekstrak baku robusta (BR) dan sampel A (SA)	34
Gambar V.11 Overlay spektrum FTIR ekstrak baku robusta (BR) dan sampel B (SB)	35
Gambar V.12 Overlay spektrum FTIR ekstrak baku robusta (BR) dan sampel C (SC)	36
Gambar V.13 Hasil score plot PCA ekstrak baku arabika PC-1 terhadap PC-2, Arabika Bittuang, Arabika Kalosi, dan Arabika Sapan	37
Gambar V.14 Hasil score plot PCA ekstrak baku robusta PC-1 terhadap PC-2, Robusta Toraja, Robusta Lampung, dan Robusta Jawa Barat	38

Gambar V.15 Hasil score plot PCA ekstrak baku arabika dengan ekstrak baku robusta (BR) PC-1 terhadap PC-2	38
Gambar V.16 Hasil scor plot PCA gabungan ekstrak baku arabika, ekstrak baku robusta (BR) dengan sampel simulasi 5% (S5%) PC-1 terhadap PC-2	39
Gambar V.17 Hasil score plot PCA gabungan ekstrak baku arabika (BA), ekstrak baku robusta (BR), dengan sampel simulasi 10% (S10%) PC-1 terhadap PC-2	39
Gambar V.18 Hasil score plot PCA gabungan ekstrak baku arabika (BA), ekstrak baku robusta (BR) dengan sampel simulasi 15% (S15%) PC-1 terhadap PC-2	40
Gambar V.19 Hasil score plot PCA gabungan ekstrak baku arabika (BA), ekstrak baku robusta (BR) dengan ekstrak sediaan kopi arabika sampel A (SA) PC-1 terhadap PC-2	41
Gambar V.20 Hasil score plot PCA gabungan dari ekstrak baku arabika (BA), ekstrak baku robusta (BR) dengan ekstra sediaan kopi arabika sampel B (SB) PC-1 terhadap PC-2	41
Gambar V.21 Hasil score plot PCA gabungan ekstrak baku arabika (BA), ekstrak baku robusta (BR) dengan ekstrak sediaan kopi arabika sampel C (SC) PC-1 terhadap PC-2	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Determinasi	47
Lampiran 2. Perhitungan rendemen ekstrak biji kopi arabika, biji kopi robusta, dan sampel bubuk kopi arabika Toraja	49
Lampiran 3. Tabel nilai eigen values	51

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN

FT-IR

PCA

MAKNA

Fourier Transform Infra Red

Principal Component Analysis

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Kopi adalah salah satu minuman yang paling banyak dikonsumsi di dunia. Kopi termasuk ke dalam komoditas utama pertanian yang diperdagangkan di dunia setelah minyak bumi. Selama ini, kopi banyak dibudidayakan di berbagai negara seperti, Brazil, Vietnam, Kolombia dan Indonesia (Winkler-Moser, Jill K., *et al*, 2015). Pada tahun 2014, produksi kopi di Indonesia tercatat sebesar 643.857 ton. Produksi ini berasal dari area perkebunan kopi seluas 1.230.495 ha yang diusahakan oleh rakyat sebesar 96,19%. Sisanya diusahakan oleh Perkebunan Besar milik Swasta (PBS) sebesar 1,99% dan Perkebunan Besar milik Negara (PBN) sebesar 1,82% (Ditjen Perkebunan, 2015).

Kopi mengandung berbagai senyawa aktif yang berkontribusi dalam cita rasa dan kualitas seperti kafein, asam klorogenat dan trigonelin (Madi, 2018). Dari beberapa jenis kopi yang terkenal, hanya ada dua jenis kopi yang paling utama yaitu Arabika (*Coffea arabica. L*) dan Robusta (*Coffea canephora*). Kedua kopi tersebut dapat dibedakan dari kualitas dan harga. Kopi arabika terkenal dengan harga yang lebih tinggi dibandingkan dengan kopi robusta. Oleh karena itu, dapat dijadikan sebagai peluang untuk melakukan pemalsuan terhadap kopi arabika yang dapat menghasilkan keuntungan lebih bagi produsen. Namun, dapat mempengaruhi kualitas produk dan merugikan bagi konsumen (Gunning, 2018).

Setiap daerah di Indonesia, pada umumnya melakukan persaingan untuk menciptakan kopi yang akan menjadi ciri khas bagi suatu daerah. Salah satunya adalah kopi Toraja yang merupakan kopi khas dari daerah Tana Toraja, Sulawesi Selatan. Kopi Toraja ini memiliki ciri khas pada aroma yang berbau tanah dan memiliki tingkat keasaman yang tinggi. Biji kopi Toraja ini memiliki bentuk yang lebih kecil, licin dan mengkilap berbeda dengan biji kopi lainnya. Kopi Toraja memiliki dua jenis kopi yaitu kopi Toraja arabika dan kopi Toraja robusta (Ardiansyah, 2018).

Adulteran adalah pencampuran bahan yang berbahaya atau dilarang ke dalam suatu produk (Srivastava, 2015). Kurangnya kontrol kualitas dari suatu produk ini mengakibatkan terjadinya banyak kecurangan. Pemalsuan seperti pada kopi dapat terjadi

karena setelah proses kopi digiling dan dipanggang, tidak akan terdeteksi secara visual adanya penambahan dari bahan lain (De Moura Ribeiro, 2017). Pemalsuan kopi arabika ini biasanya menggunakan bahan seperti jagung, gandum, kedelai, sekam, stik dan biji kopi robusta (Winkler-Moser, Jill K., *et al*, 2015). Untuk memastikan kualitas kopi yang baik, perlu diperhatikan dalam setiap prosesnya. Ada sejumlah metode yang telah dikembangkan untuk mendeteksi adulteran pada kopi, seperti metode spektrofotometri massa, spektroskopi uv-vis, HPLC, kromatografi, FT-IR dan NIR (Pauli, 2014).

Metode yang diambil untuk mendeteksi adulteran pada kopi tersebut digunakan metode spektroskopi Fourier Transform Infrared (FT-IR). Spektroskopi FT-IR ini adalah suatu alat atau instrument yang dapat digunakan untuk mendeteksi gugus fungsi. Spektroskopi FT-IR dapat menganalisis adanya campuran dalam sampel tanpa merusak sampel yang akan dianalisisnya. Spektrum inframerah yang dihasilkan merupakan informasi data yang kompleks, sehingga dapat menggambarkan secara menyeluruh karakteristik kimia suatu sampel. Oleh karena itu, spektrum inframerah ini dapat membedakan tumbuhan yang satu dengan yang lainnya (Sanchez, 2018).

Pendekatan yang digunakan untuk mendeteksi adulteran dalam kopi menggunakan metode FT-IR adalah pola sidik jari, analisis kemometrik kemudian diuji pada sampel.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Apakah pola sidik jari FT-IR kopi robusta pada produk kopi arabika Toraja dapat dibedakan dengan menggunakan spektroskopi FT-IR?
2. Apakah terdapat adulteran kopi robusta di dalam produk kopi arabika Toraja yang beredar di pasaran?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk membedakan pola sidik jari FT-IR kopi robusta pada produk kopi arabika Toraja dengan menggunakan spektroskopi FT-IR.
2. Untuk mengidentifikasi adulteran kopi robusta di dalam produk kopi arabika Toraja yang beredar di pasaran.

1.4 Hipotesis

Diduga sampel A dan C mengandung adulterant lain dan untuk sampel B diduga mengandung adulterant kopi robusta.

1.5 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Februari sampai dengan Juni 2020 yang bertempat di Laboratorium Penelitian, Fakultas Farmasi, Universitas Bhakti Kencana.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Sejarah Kopi

Tanaman kopi (*Coffea sp.*) merupakan salah satu komoditas utama di dunia. Dalam sejarahnya tercatat bahwa penyebaran tanaman kopi bermula pada 800 SM di benua Afrika. Namun seiring dengan popularitasnya, penyebaran tanaman kopi ini meluas ke Negara-Negara Arab, Eropa, Asia dan Amerika. Penanaman kopi di Indonesia mulai dilakukan oleh perusahaan-perusahaan kecil. Dalam hal memproduksi kopi, Indonesia menempati urutan ketiga setelah Brazil dan Vietnam. Setelah Indonesia merdeka, perkembangan are perkebunan kopi semakin pesat mencakup area luar Jawa seperti, Aceh, Lampung, Sumatera Selatan dan daerah lainnya (Prastowo, 2010).

II.2 Jenis – Jenis Kopi

Indonesia sudah lama dikenal memiliki beberapa jenis kopi, namun pada umumnya masyarakat hanya mengetahui dua jenis yaitu kopi arabika (*Coffea arabica*) dan kopi robusta (*Coffea robusta*).

II.2.1 Kopi Arabika (*Coffea arabica*)

Kopi arabika di Indonesia pada umumnya termasuk varietas *typica* (*Coffea arabica var Typica*). Penyebaran tanaman kopi ini dibawa ke Indonesia pada abad ke-17 dengan mendapatkan biji arabika *mocca* dari Arabia. Kopi arabika ini baik tumbuh di atas ketinggian 1000 mdpl. Namun, lahan penanaman kopi di Indonesia sampai saat ini sebagian besar berada diketinggian antara 700 sampai 900 mdpl.

Sekitar 70% kopi arabika ini telah menguasai pasar kopi dunia terutama di Negara beriklim tropis atau subtropis (Prastowo, 2010). Keunggulan dari kopi arabika ini diantaranya memiliki biji yang berukuran besar, memiliki cita rasa yang enak dan aroma yang harum. Namun, kopi arabika ini rentan terhadap penyakit karat daun atau *Hemelia Vastratix* (Anggara dan Marini, 2011).

Kopi arabika ini memiliki beberapa ciri, diantaranya:

1. Terdapat cita rasa asam yang tidak terdapat pada kopi jenis robusta.
2. Jauh lebih lembut dibandingkan dengan kopi robusta.
3. Rasa terasa sedikit pahit.
4. Beraroma wangi menyerupai aroma perpaduan bunga dan buah.



Gambar II.1 (a) Tanaman Kopi (b) Biji Kopi

<https://manado.tribunnews.com/2019/08/14/mengenal-4-jenis-tanaman-kopi-di-indonesia>

II.2.2 Kopi Robusta (*Coffea robusta*)

Kopi robusta pertama kali masuk ke Indonesia pada tahun 1900. Kopi ini memerlukan syarat tumbuh dan pemeliharaan yang ringan. Jika dikelola secara intensif, produksi kopi arabika ini bisa lebih tinggi dibandingkan dengan kopi robusta meskipun kualitasnya lebih rendah. Kopi ini mampu tumbuh dengan baik pada ketinggian tempat 400-700 mdpl. Keunggulan dari kopi robusta ini yaitu lebih resisten terhadap serangan hama dan penyakit (Prastowo, 2010).

Ciri – ciri kopi robusta diantaranya:

1. Teksturnya lebih kasar dibandingkan dengan kopi arabika.
2. Aroma yang dihasilkan khas dan manis.
3. Mempunyai rasa yang lebih menyerupai cokelat.

Kopi robusta (*Coffea robusta*) ini merupakan tanaman budidaya yang termasuk ke dalam famili Rubiaceae dan Genus Coffea. Memiliki daun yang berbentuk bulat telur dengan ujung yang agak meruncing. Permukaan atas daun mengkilat dengan panjang 5-15cm dan lebar 4,0-6,5 cm dan berwarna hijau (Najiyati dan Danarti, 2012).

Klasifikasi kopi robusta menurut Rahardjo (2012)

Kingdom : Plantae
 Divisio : Magnoliophyta
 Sub Divisio : Spermatophyta
 Class : Magnoliopsida
 Sub Class : Asteridaae
 Order : Rubiales
 Famili : Rubiaceae

Genus : *Coffea*
Species : *Coffea robusta*

II.3 Kandungan Kimia pada Kopi

Kandungan kimia pada kopi robusta diantaranya karbohidrat, senyawa nitrogen (protein, kafein, asam amino bebas dan trigonelin), lemak (minyak kopi dan diterpen), mineral, asam dan ester (asam klorogenat dan asam kuinat). Senyawa-senyawa tersebut memiliki peran penting untuk menghasilkan aroma pada minuman kopi. Untuk kafein memiliki efek menstimulasi sistem saraf pusat sebagai antagonis reseptor adenosine (Farah, 2012).

II.4 Pengolahan Produk

Tanaman kopi dapat diperbanyak dengan cara vegetatif menggunakan bagian dari tanaman dan dengan cara generatif menggunakan benih atau biji. Proses pemanenan buah kopi secara umum dilakukan dengan cara memetik buah yang telah masak berusia sekitar 2,5 – 3 tahun. Untuk mendapatkan hasil yang bermutu tinggi, buah kopi harus dipetik dengan keadaan masak penuh. Kopi arabika membutuhkan waktu 6 - 8 bulan sejak dari kuncup sampai matang dan untuk kopi robusta hanya membutuhkan 8 – 11 bulan. Kopi jenis robusta yang ditanam di daerah yang kering biasanya menghasilkan buah pada musim tertentu, sehingga pemanenan dilakukan secara musiman (Prastowo, 2010).

Biji kopi yang sudah siap untuk diperdagangkan adalah biji kopi kering yang sudah terlepas dari daging buah dan kulitnya. Setelah itu, biji kopi tersebut akan mengalami proses *roasting*, penggilingan, pengemasan hingga diperoleh kopi bubuk yang siap untuk diperjualkan. Proses *roasting* merupakan penyangraian biji kopi yang tergantung pada waktu dan suhu, dan ditandai dengan adanya perubahan kimiawi yang signifikan. Berdasarkan suhu penyangraian yang digunakan kopi sangrai dibedakan atas tiga golongan, yaitu:

1. *Light roast* suhu yang digunakan 145-185°C.
2. *Medium roast* suhu yang digunakan 185-195°C.
3. *Dark roast* suhu yang digunakan 196-205°C.

Untuk tahap awal dilakukan pembuangan uap air pada suhu penyangraian 100°C. Proses *roasting* berlangsung selama 5-30 menit (Hecimovic, 2011).

Proses fermentasi merupakan ciri khas dari proses pengolahan metode basah. Metode ini memiliki keunggulan apabila pada proses pengerjaannya dilakukan dengan baik, maka kualitas biji kopi yang dihasilkan akan baik dan seragam. Oleh karena itu, biji kopi yang mengalami proses tersebut memiliki harga yang lebih tinggi. Fermentasi ini dilakukan untuk melepaskan daging buah yang berlendir sehingga dalam proses pencucian akan mudah terlepas dan akan lebih cepat dalam proses pengeringan. Waktu yang diperlukan untuk menghilangkan lendir sekitar 24-36 jam. Ketebalan lapisan lendir dan konsentrasi enzim yang digunakan juga dapat mempengaruhi pelepasan lendir dalam proses fermentasi (Prastowo, 2010).

II.5 Adulteran

Adulteran merupakan pemalsuan makanan yang secara sengaja dapat menurunkan kualitas makanan. Pemalsuan merupakan upaya perubahan pada tampilan makanan dengan sengaja. Dapat ditawarkan baik oleh campuran atau substitusi zat inferior dengan menghilangkan beberapa bahan yang berharga. Adulteran ini bisa berarti juga setiap bahan yang tidak dapat digunakan untuk membuat makanan tidak aman atau mengandung bahan asing. Pemalsuan makanan tidak hanya memperhitungkan penambahan bahan yang disengaja yang dapat mempengaruhi kualitas makanan. Adanya kontaminasi selama proses pertumbuhan, pemanenan, penyimpanan, pengolahan, pengangkutan dan distribusi. Pemalsuan ini bertujuan untuk meningkatkan bobot dan penampilan makanan untuk memperoleh keuntungan sebesar-besarnya (Srivastava, 2015).

Harga kopi arabika jauh lebih tinggi dibandingkan dengan robusta. Pemalsuan pada bahan kopi ini dapat merugikan konsumen maupun produsen. Pemalsuan dalam bentuk serbuk tidak mudah untuk diidentifikasi karena tampilan warna kopi yang sama sehingga memerlukan metode-metode khusus. Pada proses pembuatan kopi bubuk dalam pencampuran biji kopi dengan bahan tambahan bertujuan untuk menambah bobot kopi bubuk yang dihasilkan. Untuk menentukan keaslian makanan serta deteksi pemalsuan makanan ini merupakan hal yang penting untuk perlindungan kesehatan bagi konsumen. Hal ini dapat terjadi karena bisa saja ada konsumen yang alergi terhadap bahan pemalsu yang ditambahkan ke dalam makanan. Pemalsuan makanan biasanya didorong oleh alasan ekonomi dengan tujuan untuk memperoleh keuntungan yang besar dengan cara

mencampur bahan berharga tinggi dengan bahan yang bernilai lebih rendah (Asensio *et al.*, 2008).

II.6 Ekstraksi

Ekstrak adalah sediaan kering, kental atau cair dibuat dengan menyari simplisia nabati atau hewani menurut cara yang cocok diluar pengaruh cahaya matahari langsung. Ekstraksi adalah proses penarikan kandungan kimia yang dapat larut sehingga terpisah bahan yang tidak larut dan senyawa aktif yang tidak larut seperti serat, karbohidrat, protein dan lain-lain. Maserasi adalah metode ekstraksi yang paling sederhana, dengan cara memasukkan serbuk ke dalam wadah yang bersifat *inert* dengan menggunakan pelarut yang cocok (Mukhriani, 2014).

Jenis pelarut untuk ekstraksi berdasarkan tingkat kepolarannya, meliputi:

a. Pelarut polar

Memiliki tingkat kepolaran yang tinggi, cocok untuk mengekstraksi senyawa-senyawa yang polar. Termasuk pelarut universal karena meskipun pelarut polar, tetap dapat menyari senyawa dengan tingkat kepolaran yang rendah. Contohnya air, metanol, etanol, asam asetat.

b. Pelarut semipolar

Memiliki tingkat kepolaran lebih rendah dibandingkan dengan pelarut polar. Contohnya aseton, etil asetat, kloroform.

c. Pelarut nonpolar

Pelarut ini baik digunakan untuk mengekstraksi senyawa-senyawa yang tidak larut dalam pelarut polar seperti berbagai jenis minyak. Contohnya heksana, eter. (Septiana, 2012)

II.7 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)

Spektroskopi Fourier Transform Infrared (FT-IR) merupakan teknik pengukuran untuk mengumpulkan spektrum inframerah. FT-IR ini merupakan alat yang banyak digunakan untuk mengidentifikasi senyawa alami maupun buatan. Jika sinyal inframerah dilewatkan melalui sampel senyawa organik, maka sejumlah frekuensi akan diserap dan frekuensi lainnya diteruskan atau ditransmisikan. Transisi yang terjadi dalam serapan inframerah berkaitan dengan perubahan-perubahan vibrasi dalam molekul. Persen absorbansi menghasilkan suatu spektrum inframerah. Spektroskopi inframerah

mengandung banyak serapan yang berhubungan dengan sistem vibrasi yang berinteraksi dalam suatu molekul akan memberikan puncak-puncak yang sangat karakteristik dalam spektrum. Dilihat dari segi aplikasi dan instrumentasi spektroskopi inframerah dibagi ke dalam tiga jenis radiasi yaitu inframerah dekat, inframerah pertengahan dan inframerah jauh. Membandingkan spektrum inframerah dari dua senyawa yang diperkirakan identik maka dapat dinyatakan kedua senyawa tersebut identik atau tidak. Ada ikatan-ikatan tertentu dalam area sidik jari yang akan jauh lebih sulit untuk dibedakan (Hayati, 2007).

Kelebihan teknik spektroskopi FT-IR antara lain:

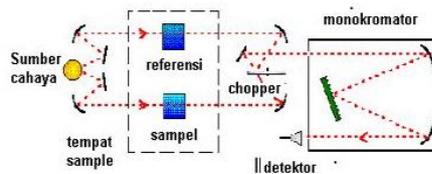
1. Dapat dilakukan secara langsung pada sampel tanpa adanya tahapan pemisahan terlebih dahulu.
2. Dapat menganalisis multikomponen secara cepat, tidak perlu penyiapan sampel, dan gangguan dapat diminimumkan selama penentuan suatu senyawa.
3. Untuk mengidentifikasi sampel dalam berbagai fase (gas, padat atau cair).

Salah satu kekurangannya, FT-IR ini sulit untuk menginterpretasikan secara visual dan langsung akibat adanya tumpang tindih spektrum serapan dari molekul-molekul dalam sampel (Gad *et al.*, 2012).

II.7.1 Prinsip Dasar FT-IR

FT-IR bekerja berdasarkan inframerah yang melewati celah ke sampel yang berfungsi mengontrol jumlah energi yang disampaikan kepada sampel. Beberapa inframerah akan diserap oleh sampel dan yang lainnya akan ditransmisikan melalui permukaan sampel. Sinar inframerah akan lolos ke detektor dan sinyal yang terukur kemudian dikirim ke komputer. Inframerah ini mengatur intensitas sumber sinar dengan mengubah dari posisi cermin pemantul yang memantulkan sinar dari sumber ke contoh. Fluktuasi sinyal pada detektor akan menghasilkan sinyal yang disebut interferogram. Hasil tersebut tidak dapat diinterpretasikan dalam bentuk aslinya. Dengan bantuan komputer melalui proses matematika transformasi fourier akan mengubah interferogram menjadi spektrum antara intensitas dan frekuensi (Bunaciu *et al.*, 2011). Interaksi antara materi berupa molekul senyawa kompleks dengan energi berupa sinar infrared mengakibatkan molekul-molekul bervibrasi dimana besarnya energi vibrasi tiap komponen molekul berbeda-beda tergantung pada atom-atom dan kekuatan ikatan yang menghubungkan sehingga akan menghasilkan frekuensi yang berbeda (Sulistiyani, 2018).

II.7.2 Komponen FT-IR



Gambar II.2 Skema alat spektrofotometer inframerah

(Dachriyanus, 2004)

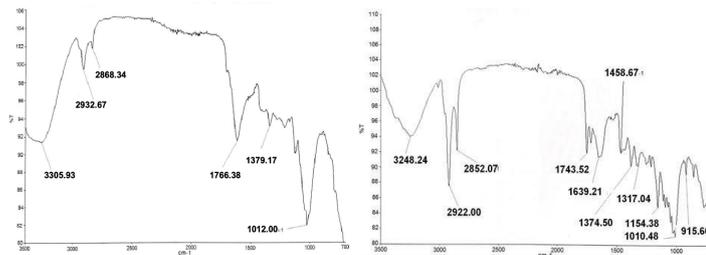
- Sumber cahaya inframerah, tempat sinar datang. Sebagai sumber cahaya yang umum digunakan adalah lampu tungsten, Narnst glowers, atau glowbars. Dispersi spektrofotometer inframerah menggunakan monokromator, yang berfungsi untuk menyeleksi panjang gelombang.
- Interferometer, untuk mengatur intensitas sumber sinar inframerah dengan cara mengubah posisi cermin pemantul yang akan memantulkan sinar ke sampel.
- Sampel, sinar akan memasuki kompartemen sampel yang diteruskan melalui cermin dari permukaan sampel yang tergantung pada jenis analisis. Tempat sampel ini terbuat dari bahan seperti KBr dan NaCl yang tidak dapat menyerap radiasi inframerah.
- Detektor, berfungsi untuk mengubah sinyal radiasi inframerah menjadi sinyal listrik. Detektor juga dapat mendeteksi adanya suatu perubahan panas yang terjadi karena adanya pergerakan molekul. Fluktuasi sinar yang sampai ke detektor akan menghasilkan sinyal yang disebut interferogram.
- Komputer, interferogram yang akan diubah menjadi spektrum inframerah dengan bantuan komputer (Bunaciu *et al.*, 2011).

II.7.3 Spektrum FT-IR

Spektrum FT-IR merupakan hasil interaksi antara senyawa-senyawa kimia dalam matriks sampel yang kompleks. Spektrum FT-IR ini dapat digunakan untuk membedakan tumbuhan satu dengan yang lainnya meskipun komposisi senyawa kimianya belum diketahui secara pasti. Spektrum ini dapat memberikan informasi struktur molekular dengan pita serapan yang spesifik untuk membedakan suatu bahan baku yang memiliki kemiripan (Bunaciu *et al.*, 2011).

Tabel II.1 Jenis gugus fungsi dan bilangan gelombang (Dachriyanus, 2004)

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)
O-H, N-H	3750-3000
-CH ₃ -, -CH ₂ -, C-H, C-H aldehid	3000-2700
C≡C, C≡N	2400-2100
C=O (asam, aldehid, keton, amida, ester, anhidrida)	1900-1650
C=C (aromatic dan alifatik), C=N	1675-1500
C-H bending	1475-1300
C=C-H, Ar-H bending	1000-650



(a) (b)

Gambar II.3 Spektrum inframerah (a) kopi arabika (b) kopi robusta

<https://www.researchgate.net/figure/FTIR>

II.7.4 Analisis Sidik Jari

Analisis sidik jari merupakan suatu analisis yang dapat digunakan untuk evaluasi dan kontrol kualitas multikomponen dari tanaman obat. Analisis ini memberikan informasi komponen kimia dalam bentuk spektrogram, kromatogram dan grafik lainnya yang diperoleh dari teknik analitik untuk menentukan identitas, kualitas dan keaslian suatu tanaman obat. Komponen kimia dalam tanaman obat sangat bergantung pada faktor-faktor seperti sumber tanaman, proses pengeringan dan faktor lainnya, sehingga perlu dilakukan penentuan komponen kimia untuk menjamin kepercayaan dalam penelitian klinis dan farmakologis, mengetahui bioaktivitas dan kemungkinan efek samping dari komponen aktif dan untuk meningkatkan kontrol kualitas produk (Borges *et al*, 2007).

II.8 Analisis Data Kemometrik

II.8.1 Kemometrik

Kemometrik merupakan suatu ilmu kimia yang menggunakan metode matematika dan statistika. Metode ini digunakan untuk mengolah, mengevaluasi dan menginterpretasikan sejumlah besar data dan memilih desain analisis untuk mendapatkan hasil eksperimen yang baik serta untuk memberikan informasi yang relevan. Pola spektrum inframerah yang kompleks dapat menyebabkan interpretasi yang secara langsung menjadi tidak mudah. Diperlukan bantuan teknik kemometrik untuk membuatnya menjadi lebih mudah seperti analisis multivariat. Kemometrik dapat memudahkan dalam menginterpretasikan data menggunakan software komputer sehingga didapat hasil yang tepat, mudah dan cepat (Gad *et al.*, 2012).

Metode kemometrik digunakan untuk menemukan korelasi antara statistika yang telah diketahui dari sampel. Metode ini dapat memperluas potensi spektroskopi FT-IR sebagai metode alternatif untuk menganalisis tumbuhan. Pada kisaran tertentu penggunaan data spektrum ini dapat meningkatkan hasil analisis kemometrik. Metode analisis ini dikembangkan dengan memanfaatkan informasi pada *fingerprint* yang bersifat khas. Suatu sifat variabel yang dapat mempengaruhi penampakan kimiawi sampel seperti aktivitas hayati dan konsentrasi (Gad *et al.*, 2012).

II.8.2 Analisis PCA (Principal Componen Analysis)

Validasi metode yang digunakan dalam analisis kemometrik ini adalah *Principal Component Analysis* (PCA). Sebuah metode teknik statistik yang digunakan untuk memeriksa keterkaitan anatar seperangkat variabel secara berurutan. Mengidentifikasi suatu struktur dasar dari variabel-variabel tersebut juga merupakan suatu analisis.

Metode kemometrik yang digunakan pada analisis ini adalah PCA (*Principal Component Analysis*) yang merupakan interpretasi data, dimana jumlah variabel dalam suatu matriks dikurangi untuk menghasilkan variabel baru. Dilakukan dengan cara reduksi data dengan tetap mempertahankan informasi yang dimiliki oleh data. Variabel yang dihasilkan akan berupa skor atau komponen utama. Metode kemometrik ini dapat menganalisis data berupa hasil derivatisasi data spektrum. Data spektrum yang diperoleh akan diolah dan disederhanakan oleh PCA (Rose, 2002).

PCA memiliki dua komponen yaitu statistik dan Matriks Algebra. Nilai eigen dan faktor eigen merupakan matriks dasar dari PCA.

Statistik meliputi data sebagai berikut:

1. Standar Deviasi (SD)

Standar deviasi dari suatu himpunan data adalah ukuran seberapa tersebar nilai data-data tersebut.

$$s = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Dari rumus di atas, s merukana standar deviasi, X adalah sebuah himpunan data.

a. Varians yang merupakan suatu ukuran lain dari penyebaran data dalam kumpulan data, hampir tidak identik dengan standar deviasi.

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)} \dots\dots\dots (2)$$

b. Kovarian merupakan suatu ukran, kovariansi yang selalu diukur antara dua dimensi.

$$\text{cov}(X, Y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)} \dots\dots\dots (3)$$

Matriks Algebra ini merupakan bagian yang berfungsi untuk memberikan latar belakang aljabar matriks yang dibutuhkan oleh PCA. Nilai eigen merupakan ciri khas akar untuk faktor tertentu dapat mengukur varians dalam semua variabel yang diketahui oleh faktor tersebut. Rasio nilai eigen adalah rasio faktor jelas terhadap faktor-faktor yang berkenaan dengan variabel. Jika sebuah faktor memiliki nilai yang rendah, maka sedikit kontribusi terhadap varians dan dapat diabaikan sebagai faktor yang lebih penting. Faktor eigen merupakan komponen utama dari komponen PCA yang mencerminkan varians umum dan varians yang unik dan dapat dilihat sebagai pendekatan yang berfokus pada varians yang berusaha memproduksi varians variabel total dengan semua komponen dan untuk memproduksi korelasi (Rose, 2002).