

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Teh (*Camellia sinensis* L.)

Teh merupakan salah satu minuman yang sangat popular di dunia. Teh dibuat dari pucuk daun muda tanaman teh (*Camellia Sinensis* L.) (Sharangi, 2009; Xiong dkk., 2015). Teh merupakan tanaman asli Asia Tengara, tersebar dan dibudidayakan di negara beriklim tropis seperti Sri Lanka, India, China, Jepang, Bangladesh, Indonesia, Kenya, dan Turki (Modder dan Amarakoon, 2002). Ada berbagai jenis teh, misalnya teh putih, hijau, oolong, hitam, dan pu-erh. Semua jenis teh itu terbuat dari *Camellia sinensis* L. dari varietas *C. sinensis* var. *Sinensis* dan var. *Assamica* (Engelhardt, 2010).

II.1.1 Kandungan Kimia dan Kegunaan Teh

Daun teh mempunyai kandungan kimia seperti alkaloid (kafein, teobromin, teofilin), flavanol (catekin, epicatekin, epigalocatekin, epicatekin galat dan epigalocatekin galat), flavonol glikosida (*astragalin*, *isoquercitrin*, *myricitrin*, *quercitrin*), flavon glikosida, *proanthocyanidin*, *bisflavanols*, *theasinensins*, *theaflavin*, *thearubigins*, tanin, adenin, minyak atsiri, polisakarida, asam amino, *lipid*, vitamin (seperti vitamin C), kuersetin, naringenin, dan polifenol. Daun teh juga banyak mengandung mineral. Mineral yang terdapat dalam teh yaitu magnesium, kalium, flour, natrium, kalsium, seng, mangan, tembaga dan selenium (Sharangi, 2009; Engelhardt, 2010). Selain itu, terdapat lebih dari 600 senyawa volatil yang terkandung dalam teh seperti senyawa hidrokarbon (alifatik, aromatik, dan terfenoid), alkohol, aldehid dan keton, senyawa laktat, fenol, pirolin, piridin, pirazin dan lain-lain (Engelhardt, 2010).

Kandungan senyawa kimia yang terdapat pada daun teh dapat memberikan efek yang bermanfaat terhadap kesehatan. Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk membuktikan dan memastikan efek farmakologi teh terhadap kesehatan (Sharangi, 2009).

Berikut dijelaskan manfaat kesehatan yang didapat dari mengkonsumsi teh (Sharangi, 2009) :

1. Antioksidan

Teh dipercaya sebagai sumber ampuh antioksidan yang bermanfaat, seperti yang ditemukan pada buah dan sayuran. Teh memiliki banyak kandungan senyawa polifenol, termasuk katekin, *theaflavin* dan *thearubigins* yang berkontribusi dalam kesehatan. Studi pada hewan memberikan informasi bahwa teh memiliki efek antioksidan dengan model uji stres oksidatif. Daun teh memiliki senyawa antioksidan lain, di antaranya EGCG (*epigallocatechin-gallate*), fluor, katekin, dan tanin.

2. Antikanker

Teh (biasanya teh hitam tetapi juga teh hijau) mengandung berbagai antioksidan dan senyawa fenolik, beberapa di antaranya telah terbukti memiliki sifat anti-kanker pada pengujian laboratorium. Polifenol dalam teh merupakan antioksidan kuat, diperkirakan memiliki peran penting dalam pencegahan kanker dengan mengurangi kerusakan DNA dalam sel dan penghambatan aktivitas keganasan sel kanker. Beberapa penelitian yang telah dilakukan menyatakan bahwa teh dapat menyembuhkan beberapa penyakit kanker seperti, kanker paru, kanker pankreas, kanker payudara, dan kanker prostat.

3. Pengobatan penyakit pernapasan

Teofilin dalam teh dapat mencegah penyakit pernapasan seperti sesak napas. Kesulitan bernapas yang disebabkan oleh asma, bronkitis kronis, emfisema, dan penyakit paru-paru lainnya.

4. Pengobatan diabetes

Pada pengujian terhadap hewan percobaan, teh diduga dapat mencegah perkembangan penyakit diabetes. Senyawa polifenol

pada teh dapat menurunkan glukosa dalam serum dengan menghambat aktivitas enzim amilase.

II.1.2 Pengolahan Teh Hitam

Secara umum urutan tahapan pengolahan teh hitam adalah: daun teh segar dipetik layu digulung fermentasi pengeringan (Sharangi, 2009). Daun teh yang dipetik biasanya dilakukan pada pucuk ke 1,2, dan kuncup. Kadang di beberapa daerah, pemetikan dilakukan pada pucuk ke 3. Standar pemetikan mempengaruhi komposisi dan kualitas teh, karena tangkai memiliki komposisi yang berbeda dibandingkan daun (Engelhardt, 2010). Pembuatan teh hitam adalah proses biologis yang kompleks, dimana kualitas akhir bergantung pada banyak faktor, termasuk komposisi kimia daun hijau, sejauh mana tunas teh mengalami dehidrasi (layu) dan dipecah secara mekanik dan proses enzimatik (fermentasi) selama pengolahan. Fermentasi bertujuan membentuk pigmen yaitu senyawa *theaflavin* dan *thearubigins*. Fermentasi teh hitam melibatkan proses oksidasi katekin dan terbentuknya senyawa kimia produk dari reaksi oksidasi (Sharangi, 2009).

Pengolahan teh hitam dibagi dua cara yaitu orthodox dan CTC (*Cutting*, *Tearing*, dan *Curling*). Teh orthodox merupakan teh yang diolah melalui proses pelayuan sekitar 16 jam, penggulungan, fermentasi, pengeringan, sortasi, hingga terbentuk teh jadi. Teh CTC merupakan teh yang diolah melalui perajangan, penyobekan, dan penggulungan daun basah menjadi bubuk kemudian dilanjutkan dengan fermentasi, pengeringan, sortasi, hingga terbentuk teh jadi (Rosyadi, 2001).

Pada awalnya, di Indonesia hanya memproduksi teh hitam orthodox. Sejalan dengan pergeseran selera konsumen yang mengarah pada teh celup yang dibuat dari pengolahan CTC, pengolahan teh hitam orthodox kini jarang dilakukan. Sistem CTC ini relatif baru di Indonesia (Rosyadi, 2001).

Perbedaan proses pengolahan teh hitam orthodox dan CTC dapat lihat pada tabel dibawah ini (Rosyadi, 2001):

Tabel II.1 Karakteristik Pengolahan Teh Hitam Orthodox dan Teh Hitam CTC

Pengujian	Sistem Orthodox	Sistem CTC
Derajat layu pucuk	44-46 %	32-35 %
Sortasi bubuk basah	Dilakukan	Tidak dilakukan
Ukuran	Tangkai/tulang terpisah	ukuran hampir sama
Sistem pengeringan	ECP (<i>Endless Chain Pressure</i>)	FBD (<i>Fluid Bed Dryer</i>)
Cita rasa air seduhan	Kuat	kurang kuat, air seduhan cepat merah
Tenaga kerja	banyak	sedikit
Tenaga listrik	tinggi	sedikit
Sortasi kering	kurang sederhana	sederhana
Oksidasi enzimatis bubuk basah	5-120 menit	80-85 menit
Waktu yang diperlukan dalam proses pengolahan	lebih dari 20 jam	kurang dari 20 jam

II.2 Spektrometer Fourier Transform Infra Red (FTIR)

Metode spektrofotometer mengukur jumlah radiasi elektromagnetik yang diserap oleh larutan sampel. Jumlah serapan ini berkaitan dengan konsentrasi analit dalam larutan. Terdapat tiga proses dasar penyerapan radiasi oleh molekul yang semuanya melibatkan kenaikan molekul ke tingkat energi yang lebih tinggi, yaitu rotasi, vibrasi, dan transisi elektronik (Christian, 1986).

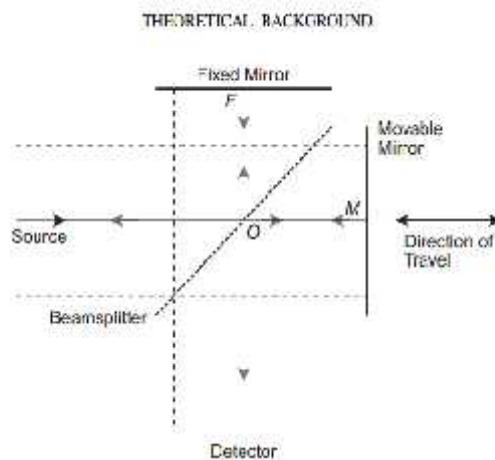
Radiasi IR tidak memiliki cukup energi untuk menyebabkan transisi elektronik. Ketika radiasi IR dilewatkan melalui suatu cuplikan, maka molekul akan menyerap energi sehingga terjadi vibrasi. Bilangan gelombang serapan oleh suatu

ikatan bergantung pada jenis getaran ikatan antar atom. Oleh karena itu, tipe ikatan yang berlainan akan menyerap radiasi IR pada bilangan gelombang yang berbeda (Fessenden dan Fessenden, 1986). Vibrasi yang terjadi meliputi vibrasi ulur (*stretch*) yang melibatkan perubahan pada panjang ikatan, dan vibrasi tekuk (*bend*) yang melibatkan perubahan sudut ikatan. Vibrasi ulur dibagi 2 macam yaitu simetrik (sefase) dan asimetrik (berlawanan fase). Pada vibrasi ulur juga dikenal beberapa macam vibrasi seperti goyangan (*rocking*), pelintiran (*twisting*), guntingan (*scissoring*), dan kibasan (*waging*) (Hollas, 2004).

II.2.1. Prinsip Kerja FTIR

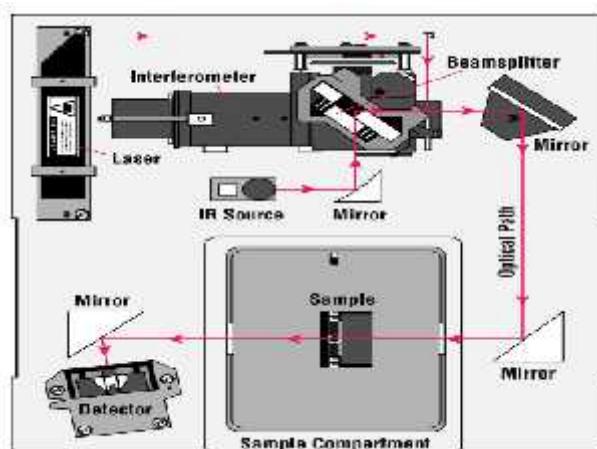
Prinsip kerja spektroskopi FTIR adalah adanya interaksi energi dengan materi. Vibrasi dapat terjadi karena energi yang berasal dari sinar inframerah tidak cukup kuat untuk menyebabkan terjadinya atomisasi ataupun eksitasi elektron pada molekul senyawa yang diradiasi. Besarnya energi vibrasi tiap atom atau molekul berbeda tergantung pada massa atom dan kekuatan ikatan antar atom.

Pada FTIR terdapat sumber cahaya radiasi akan melewati suatu Interferometer Michelson. Interferometer Michelson merupakan alat yang bisa membagi seberkas radiasi menjadi 2 jalur (sinar) dan menggabungkan kembali kedua sinar tersebut (interferensi). Variasi intensitas sinar yang muncul dari interferometer diukur sebagai perbedaan jalur oleh detektor. Bentuk paling sederhana dari Interferometer Michelson ditunjukkan pada Gambar II.1. Interferometer Michelson terdiri dari dua cermin bidang yang saling tegak lurus yaitu cermin tetap (*fixed mirror*) dan cermin bergerak (*moving mirror*). Pada Interferometer juga terdapat beamsplitter yang berfungsi untuk memecah sinar untuk diteruskan pada cermin bergerak dan cermin tetap (Griffths dan Haseth, 2007).



Gambar II.1 Skema Fourier Transform (Griffths dan Haseth, 2007)

Pada FTIR sinar yang telah melewati interferometer selanjutnya akan diteruskan melalui cermin dari permukaan sampel yang tergantung pada jenis analisis. Sinar akhirnya lolos ke detektor untuk pengukuran akhir. Detektor yang digunakan dalam Spektrofotometer FTIR seperti *Tetra Glycerine Sulphate* (disingkat TGS) dan *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 sensitif, lebih cepat, tidak dipengaruhi oleh temperatur, sangat selektif terhadap energi vibrasi yang diterima dari radiasi inframerah. Selanjutnya sinyal diukur secara digital dan dikirim ke komputer untuk diolah oleh *Fourier Transformation* dan disajikan dalam bentuk spektrum untuk interpretasi lebih lanjut (Smith, 2011).



Gambar II.2 Skema Spektrofotometer FTIR (Nicolet Thermo Corporation, 2001)

FTIR digunakan untuk melakukan analisa kualitatif yaitu untuk mengetahui ikatan kimia yang dapat ditentukan dari spektrum vibrasi yang dihasilkan oleh suatu senyawa pada bilangan gelombang tertentu. Selain itu, FTIR digunakan juga pada analisa kuantitatif yaitu melakukan perhitungan tertentu dengan menggunakan intensitas serapan pada puncak spektrum (Griffths dan Haseth, 2007).

II.3 Pendekatan Kemometrika dalam Analisis Spektrum FTIR

Kemometrika merupakan ilmu yang menghubungkan pengukuran yang dibuat suatu proses atau sistem kimiawi melalui penggunaan ilmu matematika dan statistika. Kemometrika banyak dikaitkan dengan pengukuran multivariat. Data multivariat adalah data yang yang dihasilkan dari pengukuran banyak variabel pada suatu sampel yang sama (Rohman, 2014).

Secara umum metode kemometrik dapat dikelompokan sebagai berikut :

- a. Kemometrika yang dikaitkan dengan teknik pemrosesan spectra yaitu normalisasi spektra, koreksi *baseline*, *centering*, derivatisasi dan sebagainya.
- b. Kemometrika untuk pengelompokan.

Metode ini dibagi dua jenis yaitu (1) pengelompokan yang tidak disupervisi (*Unsupervised Pattern Recognition*) seperti analisis komponen utama (*Principal Component Analysis*, PCA), analisis pengelompokan (*cluster analysis*), dan (2) pengelompokan yang disupervisi atau *supervised pattern recognition* seperti analisis diskriminan (*discriminant analysis*).

- c. Metode regresi yang menghubungkan spectra vibrasioal dengan sifat sampel yang dapat dikuantifikasi seperti *classical least square*, *stepwise multiple linear*, *principle component regression*, dan *partial least square* (Rohman, 2014).

Metode kemometrika telah banyak digunakan dalam menganalisis spektrum IR, untuk analisis secara kualitatif maupun secara kuantitatif. Metode analisis multivariat/kemometrika secara luas diterapkan dalam industri, pemerintah, dan pusat-pusat terkait universitas selama tiga puluh tahun terakhir. Metode ini diprediksi mendominasi dimasa depan dalam pengembangan metode analisis.

Analisis kemometrik PCA dilakukan dengan mengurangi/mereduksi data multivariat, ketika antar variabel terjadi korelasi. Objek dengan komponen utama yang hampir sama mempunyai sifat fisika-kimia yang hampir sama, sehingga PCA digunakan untuk menentukan kelas (kelompok) (Arvanitoyannis dkk., 2007).

Penelitian yang dilakukan Sim dkk pada tahun 2002 menunjukkan bahwa analisis kemometrik *Principal Component Analysis* (PCA) dapat membedakan kualitas dan varietas dari berbagai obat herbal. Metode yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alat kontrol kualitas untuk otentifikasi cepat dari berbagai sampel herbal.

Selain itu, penentuan kelas (kelompok) sampel dapat menggunakan pendekatan *Cluster Analysis*. *Cluster Analysis* merupakan suatu metode untuk membagi sekelompok objek (sampel) ke dalam suatu kelas (kelompok) sehingga objek-objek sejenis akan berada dalam kelas yang sama (Miller, 2010). Penelitian yang dilakukan Grasel pada tahun 2015 menganalisis enam jenis ekstrak polifenol dengan spektroskopi FTIR dikombinasikan dengan analisis multivariat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PCA dan *Cluster Analysis* dapat mengamati pemisahan yang jelas antara tanin kental dan tanin terhidrogenasi. Metode ini juga memungkinkan untuk pengamatan pembentukan subkelompok yang berdasarkan kesamaan komposisi dan struktur kimia yang terkandung.

II.4 Pendekatan Kemometrik Analisis Senyawa Volatil Dalam Penentuan Kualitas Teh Hitam

Secara umum, kualitas teh yang baik memiliki aroma dan rasa memiliki penilaian yang sangat tinggi, begitu juga sebaliknya dan untuk kualitas teh yang buruk, kedua atribut tersebut memiliki penilaian yang sama-sama buruk. aroma atau rasa sering digunakan sebagai atribut tunggal dalam penilaian kualitas teh (Bhattacharyya dkk., 2008; Palit dkk., 2010).

Penelitian Tripathy (2012) melakukan pengelompokan kualitas berdasarkan aroma terhadap beberapa produk teh hitam di India. *Electronic Nose* digunakan dalam evaluasi aroma, sedangkan pengelompokannya dilakukan berdasarkan metode kemometrik Kernel PCA dan *Linear Discriminant Analysis* (LDA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini menunjukkan kinerja yang lebih baik daripada metode tradisional.

II.4 Analisis Kuantitatif Kafein pada Teh Hitam Menggunakan FTIR

Kandungan metabolit sekunder pada produk teh hitam pasti memiliki perbedaan. Adanya perbedaan dipengaruhi oleh lokasi tanam teh, proses produksi, dan teknik fermentasi. Ada beberapa senyawa metabolit sekunder teh hitam dapat menjadi perhatian khusus, mengingat kandungannya yang cukup tinggi, salah satunya adalah kafein (Scoparo dkk., 2016). Kafein merupakan senyawa golongan metilxantin dengan kadar rata-rata sekitar 1,5 - 5 % pada teh hitam (Engelhardt., 2010).

Pada penelitian Ohnsmann dkk pada tahun 2002, membuktikan bahwa FTIR dapat digunakan dalam menganalisis kadar kafein pada daun teh. Prinsip yang digunakan Ohnsmann dkk., sampel teh diekstraksi menggunakan ammonia dan kloroform, dimana ekstrak teh dalam kloroform langsung dianalisis menggunakan FTIR pada bilangan gelombang $1658,5\text{ cm}^{-1}$ dengan menggunakan teknik kalibrasi eksternal.

Penelitian Paradkar dan Irudayaraj pada tahun 2002, juga membuktikan bahwa FTIR dengan teknik ATR (*Attenuated Total Reflectance*) dapat digunakan dalam menganalisis kadar kafein pada sampel minuman *softdrink*, dengan melakukan pengukuran pada bilangan $2800 - 3000 \text{ cm}^{-1}$, yang dihitung menggunakan *Partial Least Square* (PLS) dan *Principal Component Regression* (PCR) dalam mengestimasi kuantifikasi kadar kafein pada sampel.