

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu kebutuhan dasar manusia adalah pangan. Dalam kehidupan sehari-hari manusia melakukan beragam aktivitas sehingga memerlukan energi, seperti karbohidrat, lemak, dan protein yang merupakan sumber energi bagi tubuh (Budiyanto, 2004). Lemak dan minyak merupakan suatu sumber energi yang lebih efektif dibandingkan karbohidrat dan protein, karena satu gram lemak dan minyak menghasilkan 9 kkal, sedangkan karbohidrat dan protein hanya menghasilkan 4 kkal setiap gram (Winarno, 2005). Menurut WHO (2010) konsumsi lemak sebanyak 15-30% kebutuhan dari energi total yang dianggap baik untuk kesehatan. Jumlah ini memenuhi kebutuhan akan asam lemak esensial untuk membantu penyerapan vitamin larut lemak. Salah satu bahan makanan yang dapat memenuhi kebutuhan lemak bagi manusia adalah minyak goreng.

Minyak goreng adalah minyak nabati yang telah dimurnikan dan dapat digunakan sebagai bahan pangan. Minyak goreng merupakan salah satu dari sembilan bahan pokok yang dikonsumsi oleh seluruh lapisan masyarakat. Konsumsi minyak goreng biasanya digunakan sebagai media untuk menggoreng bahan pangan, menambah cita rasa, ataupun shortening yang membentuk tekstur pada pembuatan roti (Oktaviani, 2009). Minyak goreng yang baik mempunyai sifat tahan panas, stabil pada cahaya matahari, tidak merusak flavour hasil gorengan, sedikit gum, menghasilkan produk dengan tekstur dan rasa yang bagus, memiliki sedikit titik asap setelah digunakan secara berulang, serta menghasilkan warna keemasan pada produk. Berdasarkan data Survei Sosial Ekonomi Nasional/ susenas (2014), terjadi peningkatan rata-rata penggunaan konsumsi minyak goreng pada tahun 2014, berdasarkan data pada tahun 2011 rata-rata konsumsi minyak goreng di Indonesia adalah 8,24 liter perkapita, sedangkan data pada tahun 2012 mencapai angka 9,33 liter perkapita.

Masyarakat menengah ke bawah memakai minyak goreng secara berulang dan dengan lama pemanasan yang berbeda-beda untuk memasak aneka makanan. Pemanasan yang lama ataupun berulang-ulang dapat mempercepat destruksi minyak akibat meningkatnya kadar peroksida. Penggunaan minyak goreng secara berulang menyebabkan oksidasi

asam lemak tidak jenuh yang kemudian membentuk gugus peroksida dan monomer siklik.

Konsumsi minyak jelantah dalam kurun waktu tertentu akan menyebabkan deposisi sel lemak di berbagai organ tubuh, hal ini dapat mengakibatkan kerusakan pada berbagai organ tubuh seperti hati, jantung, ginjal dan arteri (Rukmini, 2007). Alasan yang paling utama adalah penghematan biaya. Minyak jelantah harganya lebih murah sehingga biaya menjadi lebih kecil dibanding apabila menggunakan minyak goreng kemasan baru (Wijana *et al*, 2015)

Penggorengan merupakan proses termal yang menghasilkan karakteristik makanan gorengan dengan warna coklat keemasan dan tekstur yang krispi sehingga makanan gorengan sangat populer (Sunita, 2004). Selama penggorengan akan terjadi proses oksidasi minyak yang dipengaruhi oleh bahan pangan dan kondisi penggorengan (Sambanthamurthi *et al*, 2000). Produk hasil oksidasi minyak selama penggorengan dapat memberikan efek yang dapat merugikan kesehatan. Salah satu fenomena yang dihadapi dalam proses penggorengan adalah menurunnya kualitas minyak setelah digunakan secara berulang pada suhu yang relatif tinggi yaitu 160-180°C (Sunita, 2004). Penggorengan dengan media minyak memiliki 2 reaksi yang dapat terjadi yakni reaksi oksidasi dan hidrolisis.

Parameter kualitas paling utama minyak goreng adalah Asam Lemak Bebas dan Bilangan Peroksida. Paparan oksigen dan suhu tinggi pada minyak goreng akan memicu terjadinya oksidasi. Semakin banyak pengulangan penggorengan maka bilangan peroksida semakin meningkat. Berdasarkan standar mutu minyak goreng di Indonesia yang diatur dalam SNI 7709:2012 bahwa standard bilangan peroksida untuk minyak goreng adalah maksimal 10 meq O₂/Kg (Wijana, 2005). Pembentukan asam lemak bebas dalam minyak goreng bekas diakibatkan oleh proses hidrolisis yang terjadi selama proses penggorengan, yang disebabkan oleh pemanasan yang tinggi yaitu pada suhu 160-200°C (Kalapathy & Proctor, 2000). Menurut Kulkarni dan Dalai (2006) uap air yang dihasilkan pada saat proses penggorengan menyebabkan terjadinya hidrolisis terhadap trigliserida menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol.

Berdasarkan standar mutu minyak goreng di Indonesia yang diatur dalam SNI7709:2012 bahwa standar asam lemak bebas untuk minyak goreng adalah maksimal 0,30%. Penggunaan minyak jelantah yang berkelanjutan dapat menyebabkan berbagai macam penyakit (Wildan & Farihan. 2002).



1.2. Tinjauan Pustaka

1.2.1. Minyak Goreng

A. Minyak Kelapa Sawit

Crude Palm Oil (CPO) atau minyak kelapa sawit adalah minyak nabati edibel yang didapatkan dari *mesocarp* buah pohon kelapa sawit. Minyak sawit secara alami berwarna merah karena kandungan β -Karoten yang tinggi. Minyak sawit berbeda dengan minyak inti kelapa sawit (*palm kernel oil*) yang dihasilkan dari inti buah yang sama. Minyak kelapa sawit juga berbeda dengan minyak kelapa yang dihasilkan dari inti buah kelapa (*Cocos nucifera*). Perbedaan ada pada warna. Minyak inti sawit tidak memiliki karotenoid sehingga tidak berwarna merah dan kadar lemak jenuh, minyak sawit yaitu mengandung 41% lemak jenuh, minyak inti sawit mengandung 81% lemak jenuh dan minyak kelapa mengandung 86% lemak jenuh (Gee, 2004).

Minyak goreng berfungsi sebagai pengantar panas, penambah rasa gurih, dan penambah nilai kalori bahan pangan. Mutu minyak goreng ditentukan oleh titik asapnya, yaitu suhu pemanasan minyak sampai terbentuk akrolein yang tidak diinginkan dan dapat menimbulkan rasa gatal pada tenggorokan (Winarno, 2004).

B. Mutu Minyak Goreng

Minyak goreng yang digunakan berulang tidak hanya merusak mutu minyak goreng tetapi juga menurunkan mutu bahan pangan yang digoreng dan membuat minyak teroksidasi membentuk gugus peroksida dan monomer siklik. Minyak yang telah mengalami hal tersebut dikatakan telah rusak dan berbahaya bagi tubuh (Zahra, 2013).

Standar mutu minyak goreng di Indonesia diatur dalam SNI 7709:2012 (Wijana *et al* 2005), seperti disajikan dalam Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Standar Mutu Minyak Goreng Berdasarkan SNI 7709:2012

KRITERIA UJI	SATUAN	SYARAT
Keadaan bau, warna, rasa	-	Normal
Warna (lovibond 5,25' cell)	Merah/ kuning	Maks 5.0/50
Kadar Air dan Bahan Menguap	% b/b	Maks 0.1
Asam lemak bebas (dihitung sebagai asam palmitat)	% b/b	Maks 0.3
PV	Meq O ₂ /kg	Maks 10
Minyak Pelikan	-	negatif
Vitamin A	IU/g	Min 45*
Cemaran Logam :		
- Kadmium (Cd)		- Maks 0.2
- Timbal (Pb)	mg/kg	- Maks 0.1
- Timah (Sn)		- Maks 40,0/250,0**
- Merkuri (Hg)		- Maks 0.05
- Arsen		- Maks 0.1

Catatan

* Pengambilan contoh di pabrik

** Pengambilan contoh dalam bentuk kemasan dalam kaleng.

C. Sifat Fisiko-Kimia Minyak

1. Sifat Fisika Minyak (Ketaren, 2008)

Sifat fisika minyak meliputi warna, kelarutan, titik didih, *sliping point* dan *shot melting point*.

A. Warna

Warna terdiri dari 2 golongan, golongan pertama yaitu zat warna alamiah, yaitu secara alamiah terdapat dalam bahan yang mengandung minyak dan ikut terekstrak bersama minyak pada proses ekstraksi. Zat warna tersebut antara lain α dan β karoten (berwarna kuning), xantofil (berwarna kuning kecoklatan), klorofil 8 (berwarna kehijauan) dan antosyanin (berwarna kemerahan). Golongan kedua yaitu zat warna dari hasil degradasi zat warna alamiah, yaitu warna gelap disebabkan oleh proses oksidasi terhadap tokoferol (vitamin E), warna coklat disebabkan oleh bahan untuk membuat minyak yang telah busuk atau rusak, warna kuning umumnya terjadi pada minyak tidak jenuh.

B. Kelarutan Minyak

Kelarutan minyak dibagi mejadi 2 yaitu tidak larut dalam air dan larut daam air. Minyak tidak larut dalam air kecuali minyak jarak (castor oil), dan minyak sedikit larut dalam alkohol,etil eter, karbon disulfid dan pelarut-pelarut halogen.

C. Titik didih (*boiling point*)

Titik didih akan semakin meningkat dengan bertambah panjangnya rantai karbon asam lemak tersebut.

D. *Sliping point*

Sliping point digunakan untuk pengenalan minyak serta pengaruh kehadiran komponen-komponenya.

E. *Shot melting*

Shot melting point merupakan temperatur pada saat terjadi tetesan pertama dari minyak atau lemak.

2. Sifat Kimia Minyak (Ketaren, 2008)

Sifat kimia minyak meliputi hidrolisa, oksidasi, hidrogenasi dan esterifikasi.

- A. Reaksi dalam hidrolisa akan mengubah minyak menjadi asam lemak bebas dan gliserol. Reaksi hidrolisa dapat menyebabkan kerusakan minyak atau lemak terjadi karena terdapatnya sejumlah air dalam minyak tersebut. uap air yang dihasilkan pada saat proses penggorengan, menyebabkan terjadinya hidrolisis terhadap trigliserida, menghasilkan asam lemak bebas, digliserida, monogliserida, dan gliserol yang diindikasikan dari angka asam
- B. Proses oksidasi berlangsung bila terjadi kontak antara sejumlah oksigen dengan minyak. Terjadinya reaksi oksidasi akan mengakibatkan bau tengik pada minyak dan lemak.
- C. Proses hidrogenasi bertujuan untuk menumbuhkan ikatan rangkap dari rantai karbon asam lemak pada minyak.
- D. Proses esterifikasi bertujuan untuk mengubah asam asam lemak dari trigliserida dalam bentuk ester. Dengan menggunakan prinsip reaksi ini

hidrokarbon rantai pendek dalam asam lemak yang menyebabkan bau tidak enak, dapat ditukar dengan rantai panjang yang bersifat tidak menguap.

3. Faktor yang Mempengaruhi Mutu Minyak (Ketaren, 2008)

A. Asam Lemak Bebas

Asam Lemak Bebas dalam konsentrasi tinggi yang terikut dalam minyak goreng sangat merugikan. Tingginya asam lemak bebas ini mengakibatkan rendemen minyak turun, metode yang digunakan untuk menganalisis asam lemak bebas adalah titrasi asam basa dimana digunakan indikator untuk melihat titik akhir titrasi.

Titrasi asidi-alkalimetri adalah titrasi volumetri dengan menggunakan NaOH sebagai larutan baku sekunder dan ditambahkan indikator PP. Titik akhir titrasi ditandai dengan adanya perubahan warna larutan menjadi warna merah muda (Ade, 2017). Pembentukan asam lemak bebas dalam minyak goreng bekas diakibatkan oleh proses hidrolisis yang terjadi selama proses penggorengan, yang disebabkan oleh pemanasan yang tinggi yaitu pada suhu 160-200°C (Kalapathy & Proctor, 2000), menurut Day & Underwood (2002) asam lemak bebas dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{FFA} = \frac{\text{ml NaOH} \times N \text{ NaOH} \times \text{BM Asam Lemak}}{\text{Berat sampel} \times 1000} \times 100\%$$

Keterangan :

N NaOH	= 0,1
BM Asam Lemaak	= 256
Berat Sampel	= 10

B. Bilangan Proksida

Bilangan Peorksida merupakan banyaknya miliekuivalen peroksida dalam 100 gram lemak. Bilangan Peroksida merupakan nilai terpenting untuk menentukan derajat kerusakan pada minyak atau lemak. Asam lemak tidak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya sehingga

membentuk peroksida. Peroksida ini dapat ditentukan dengan metode iodometri. Kerusakan lemak atau minyak yang utama adalah karena peristiwa oksidasi dan hidrolitik, baik ensimatik maupun non ensimatik.

Diantara kerusakan minyak yang mungkin terjadi ternyata kerusakan karena autooksidasi merupakan yang paling besar pengaruhnya terhadap cita rasa. Hasil oksidasi lemak meliputi peroksida, asam lemak, aldehid, dan keton. Bau tengik atau *rancid* terutama disebabkan oleh aldehid dan keton. Untuk mengetahui tingkat kerusakan minyak dapat dinyatakan sebagai bilangan peroksida atau angka asam thiobarbiturat (TBA) (Sudarmadji, 2007). Secara umum, reaksi pembentukan peroksida dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Reaksi Pembentukan Peroksida (Winarno, 1992)

Bilangan Peroksida biasanya diukur secara volumetri dengan metode yang telah dikembangkan oleh Lea. Hal ini disebabkan minyak dalam suasana asam dengan kalium iodida akan mengikat oksigen diikuti dengan titrasi dari pembebasan iodine dengan natrium tiosulfat. Kloroform adalah pelarut yang biasanya digunakan (Egan *et al*, 1981). Usaha penambahan antioksidan hanya dapat mengurangi peroksida dalam jumlah kecil, namun fungsi antioksidan akan rusak dalam lemak yang mengandung peroksida dalam jumlah besar.

Bilangan Peroksida menunjukkan derajat kerusakan pada minyak atau lemak. Hal ini diakibatkan oleh adanya asam lemak tak jenuh yang mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya sehingga membentuk peroksida. Penentuan bilangan peroksida didasarkan pada reaksi kalium iodide dalam larutan asam dengan ikatan peroksida (Aldi, 2016).

$$PV \text{ (mequiv/kg of sample) } = \frac{(A_{sm} - A_{bl})}{55,84 \times 2 \times m \times W_{sm}}$$

Keterangan

A_{sm} = Absorbansi sampel pada 470 nm

A_{bl} = Absorbansi reagen tanpa sampel pada 470 nm

55,84 = berat atom Fe

2 = faktor untuk konversi *mequiv* dari Fe ke *mequiv* dari peroksida

m = nilai slope kalibrasi Fe (III)

W_{sm} = berat sampel

C. Kadar zat menguap dan kotoran

Kadar asam lemak bebas dalam minyak sawit relatif kecil, namun hal tersebut belum menjamin mutu minyak goreng. Kemantapan minyak goreng harus dijaga dengan cara membuang kotoran dan zat menguap. Hal ini dilakukan dengan peralatan pemurnian moderen.

D. Kadar logam

Beberapa jenis bahan logam yang dapat terkandung dalam minyak goreng antara lain besi, tembaga, dan kuningan. Mutu dan kualitas minyak goreng yang mengandung logam-logam tersebut akan turun karena pada kondisi tertentu logam-logam tersebut dapat menjadi katalisator yang menstimulir reaksi oksidasi minyak goreng. Reaksi ini dapat dimonitor dengan melihat perubahan warna minyak yang semakin gelap dan akhirnya menyebabkan ketengikan.

1.2.2. Titrasi Asam Basa

A. Prinsip Dasar Titrasi

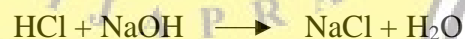
Titrasi asam basa melibatkan reaksi antara asam dengan basa, sehingga akan terjadi perubahan pH larutan yang dititrasi. Titrasi asam basa melibatkan asam

maupun basa sebagai analit ataupun titran. Kadar larutan asam ditentukan dengan menggunakan larutan basa atau sebaliknya. Titran ditambahkan tetes demi tetes sampai mencapai keadaan ekuivalen (artinya secara stoikiometri titran dan analit tepat bereaksi) yang biasanya ditandai dengan berubahnya warna indikator. Keadaan ini disebut sebagai “titik ekuivalen” yaitu titik dimana konsentrasi asam sama dengan konsentrasi basa atau titik dimana jumlah basa yang ditambahkan sama dengan jumlah asam yang dinetralkan $[H^+] = [OH^-]$. Keadaan dimana titrasi dihentikan dengan cara melihat perubahan warna indikator disebut “titik akhir titrasi”. Titik akhir titrasi ini mendekati titik ekuivalen, tapi biasanya titik akhir titrasi melewati titik ekuivalen. Oleh karena itu, titik akhir titrasi sering disebut juga sebagai titik ekuivalen. Pada saat titik ekuivalen, maka proses titrasi dihentikan, kemudian dicatat volume titran yang diperlukan untuk mencapai keadaan tersebut (Esdipangganti, 2013).

B. Jenis Titrasi Asam Basa.

1. Titrasi Asam Kuat–Basa Kuat

Pada proses titrasi asam kuat dengan basa kuat dan sebaliknya, kedua larutan dapat terionisasi dengan sempurna, hal ini dikarenakan larutan asam kuat dan basa kuat termasuk kedalam larutan elektrolit kuat yang dapat terionisasi secara sempurna didalam air. Penambahan basa kuat ke dalam asam kuat (atau sebaliknya) adalah jenis titrasi yang paling sederhana. Reaksi kimianya adalah netralisasi : (David, 2001).



Asam dan basa kuat terurai sempurna dalam larutan berair. pH pada berbagai titik selama titrasi dapat dihitung langsung dari jumlah stoikiometri asam dan basa yang dibiarkan bereaksi. Pada titik ekuivalen, pH ditentukan oleh tingkat terurainya air. Pada 25°C pH air murni adalah 7,00 (Underwood, 2001)

2. Titrasi Asam Lemah dengan Basa Kuat

Pada proses titrasi asam lemah dengan basa kuat dan sebaliknya, salah satu larutan (asam lemah) tidak dapat terionisasi dengan sempurna. Hal ini dikarenakan asam lemah tergolong kedalam larutan elektrolit lemah. Sehingga garam yang

dihasilkan dalam reaksi memiliki sifat basa. Oleh karena itu, pada proses titrasi asam lemah dengan basa kuat titik ekivalennya terjadi ketika pH campuran lebih dari 7. Titrasi asam lemah dengan basa kuat akan mempunyai kurva dan titik ekuivalen yang berbeda dari asam kuat dengan basa kuat (Underwood, 2001)

3. Proses titrasi basa lemah dan asam kuat

Terjadi hampir sama dengan proses titrasi asam lemah dengan basa kuat. Hal ini dikarenakan salah satu dari larutan adalah larutan elektrolit lemah yang tidak mampu terionisasi secara sempurna. Karena dalam reaksi ini larutan basa yang tidak dapat bereaksi secara sempurna, garam hasil reaksi ini menjadi memiliki sifat asam. Oleh karena itu, pada proses titrasi basa lemah dengan asam kuat titik ekivalennya terjadi ketika pH campuran kurang dari 7.

4. Titrasi Basa Lemah dengan Asam Lemah

Kasus dimana asam dan basa keduanya sebanding lemahnya, sebagai contoh, asam etanoat dan larutan amonia. Pada kasus yang lain, titik ekuivalen akan terletak pada pH yang lain. Contoh dari titrasi basa lemah dengan asam lemah adalah :



C. Indikator Asam Basa

Indikator adalah zat warna larut yang perubahan warnanya tampak jelas dalam rentang pH yang sempit (David, 2001). Indikator titrasi asam basa merupakan suatu zat yang digunakan sebagai penanda terjadinya titik ekuivalen pada analisis volumetrik khususnya metode titrasi asam basa.

Suatu zat dapat digunakan sebagai indikator titrasi asam basa jika dapat merubah warna suatu larutan seiring dengan terjadinya perubahan konsentrasi ion hidrogen atau perubahan pH. Biasanya indikator titrasi asam basa merupakan suatu senyawa organik yang bersifat sebagai asam lemah dan dapat mendonorkan ion hidrogen untuk molekul air membentuk basa konjugat. Kondisi inilah yang dapat memberikan warna karakteristik pada setiap penggunaan indikator titrasi asam basa (Raymond, 2003).

Tabel 2. Indikator Sintesis

Indikator	Warna		Range pH
	Dalam Asam	Dalam Basa	
Thymol blue	Merah	Kuning	1.2 – 2.8
Bromphenol blue	Kuning	Ungu	3.0 – 4.6
Methyl orange	Orange	Kuning	3.1 – 4.4
Methyl red	Merah	Kuning	4.2 – 6.3
Chlorophenol blue	Kuning	Merah	4.8 – 6.4
Bromthymol blue	Kuning	Biru	6.0 – 7.6
Phenolftalein	Tidak berwarna	Merah Jambu	8.3 – 10.00

1.2.3. Spektrofotometer UV-VIS

Spektrofotometri Sinar Tampak adalah pengukuran energi cahaya oleh suatu sistem kimia pada panjang gelombang uv dan visibel (Day & Underwood, 2002). Sinar ultra violet (UV) mempunyai panjang gelombang antara 200-400 nm, sedangkan sinar tampak (*visible*) mempunyai panjang gelombang 400-800 nm (Day & Underwood, 1993). Spektrofotometri digunakan untuk mengukur besarnya energi yang diabsorpsi atau diteruskan.

Sinar radiasi monokromatik akan melewati larutan yang mengandung zat yang dapat menyerap sinar radiasi tersebut. Pengukuran spektrofotometri menggunakan alat spektrofotometer yang melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometer UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif dibandingkan kualitatif. Spektrum UV-Vis sangat berguna untuk pengukuran kuantitatif. Konsentrasi dari analit didalam larutan bisa ditentukan dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang tertentu dengan menggunakan hukum Lambert-Beer (Rohman, 2007). Menurut Rohman (2007), hukum Lambert-Beer menyatakan hubungan linieritas antara absorbansi dengan konsentrasi larutan analit dan berbanding terbalik dengan transmitansi. Dalam hukum Lambert-Beer tersebut ada beberapa pembatasan yaitu:

1. Sinar yang digunakan dianggap monokromatis
2. Penyerapan terjadi dalam suatu volume yang mempunyai penampang yang sama
3. Senyawa yang menyerap dalam larutan tersebut tidak tergantung senyawa lain dalam larutan tersebut
4. Tidak terjadi fluoresensi atau fosforensi

5. Indeks bias tidak tergantung pada konsentrasi larutan Sistem penyerapan sinar menurut hukum beer-lambert dinyatakan dengan rumus:

$$A = \log (I_0 / I_t) = a b c$$

Keterangan:

I_0/P_0 : Intensitas sinar datang

I_t/P_t : Intensitas sinar yang diteruskan

a : Absorptivitas

b : Panjang sel/kuvet

C : Konsentrasi

A : Absorbansi

Salah satu syarat senyawa yang dianalisis dengan spektrofotometer adalah senyawa yang mengandung gugus kromofor. Kromofor adalah gugus fungsional yang mengabsorpsi radiasi sinar ultraviolet dan tampak dan diikat oleh gugus ausokrom. Hampir semua kromofor mempunyai ikatan rangkap berkonjugasi diena ($C=C-C$), dienon ($C=C-C=O$), benzen dan lain-lain. Auksokrom adalah gugus fungsional yang mempunyai elektron bebas, seperti $-OH$, NH_2 , NO_2 , $-X$ (Harmita, 2006). Instrumentasi spektrofotometer terdiri atas beberapa bagian, yaitu sumber cahaya, monokromator, sel penyerap, detektor, penguat dan indikator.

1.2.4. *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)*

FTIR merupakan salah satu metode yang berfungsi untuk mendeteksi struktur molekul senyawa melalui identifikasi gugus fungsi penyusun senyawa. Pengujian dengan spektroskopi FTIR tidak memerlukan persiapan sampel yang rumit dan spektra digunakan dalam berbagai fase baik padat, cair maupun gas. FTIR merupakan metode spektroskopi yang digunakan adalah metode spektroskopi yang didasarkan atas perbedaan penyerapan radiasi inframerah oleh molekul suatu materi. Adsorpsi inframerah oleh suatu materi dapat terjadi jika dipenuhi dua syarat yakni kesesuaian antara frekuensi radiasi inframerah dengan frekuensi vibrasional molekul sampel dan perubahan momen dipol selama bervibrasi (Chatwal, 1985).

FTIR merupakan salah satu spektrum yang banyak digunakan untuk mengetahui spectrum vibrasi molekul yang dapat digunakan untuk memprediksi struktur senyawa kimia. Terdapat tiga teknik pengukuran sampel yang umum digunakan dalam pengukuran spectrum menggunakan FTIR yaitu *Photo Acoustic Spectroscopy* (PAS), *Attenuated Total Reflectance* (ATR), dan *Difuse Reflectance Infrared Fourier Transform* (DRIFT). Setiap teknik memiliki karakteristik spectrum vibrasi molekul tertentu (Day & Underwood, 2002). Metode pembacaan spectrum vibrasi molekul pada FTIR ada dua macam, yaitu metode reflektansi dan metode transmisi. Metode transmisi memerlukan teknik khusus dalam preparasi sampel yaitu harus dalam bentuk *pellet disk*.

Fourier Transformed Infrared (FTIR) merupakan salah satu alat atau instrumen yang dapat digunakan untuk mendeteksi gugus fungsi, mengidentifikasi senyawa dan menganalisis campuran dari sampel yang dianalisis tanpa merusak sampel. FTIR merupakan suatu instrumen yang dapat mengukur analisa kualitatif maupun kuantitatif dan memiliki tingkat ketelitian yang tinggi di banding dengan titrasi dan spektrofotometer (Chatwal, 1985)

No	Frekuensi (cm ⁻¹)	Gugus fungsi	Tipe Vibrasi	Intensitas	Rentang Frekuensi
1	3530 ^e	R – OH, C = O (aldehid, keton)		lemah	sempit
2	3468 ^a	– C = O (ester)	<i>overtone</i>	lemah	sedang
3	3025 ^a	= C – H (trans-)	peregangan	sangat lemah	
4	3006 ^a	= C – H (cis-)	peregangan	medium	sempit
5	2974 ^b	– C – H (CH ₃)			sempit
6	2953 ^a	C – C – H (CH ₃)	peregangan asimetris	medium	sempit
7	2924 ^a	C – C – H (CH ₂)	peregangan simetris dan asimetris	sangat kuat	sempit
8	2853 ^a	C – C – H (CH ₂)	resonansi fermi	sangat kuat	sempit
9	2730 ^a	C – C = O (ester)	resonansi fermi	sangat lemah	sempit
10	2677 ^a	– C = O (ester)	resonansi fermi	sangat lemah	sempit
11	1746 ^a	– C = O (ester)	peregangan	sangat kuat	lebar
12	1729 ^c	– C = O (ester)			lebar
13	1711 ^a	– C = O (asam)	peregangan	sangat lemah	lebar
14	1654 ^a	– C = C – (cis-)	peregangan	sangat lemah	sempit
15	1648 ^a	– C = C – (cis-)	peregangan	sangat lemah	sempit
16	1465 ^a	– C – H (CH ₂ , CH ₃)	<i>bending</i>	sedang	sedang

17	1418 ^a	= C – H (cis-)	(<i>scissoring</i>) <i>bending</i> (<i>rocking</i>)	lemah	sedang
18	1400 ^a		<i>bending</i>	lemah	sedang
19	1377 ^a	– C – H (CH ₃)	<i>bending</i> <i>simetris</i>	sedang	sedang
20	1319 ^a		<i>bending</i>	sangat lemah	sedang
21	1238 ^a	– C – O, – CH ₂ –	peregangan, <i>bending</i>	sedang	sedang
22	1163 ^a	– C – O, – CH ₂ –	peregangan, <i>bending</i>	kuat	lebar
23	1130 ^d	– C – O	peregangan	kuat	sedang
24	1118 ^a	– C – O	peregangan	sedang	sedang
25	1097 ^a	– C – O	peregangan	sedang	sedang
26	1033 ^a	– C – O	peregangan	sangat lemah	sedang
27	968 ^a	– HC = CH – (trans-)	<i>bending out</i> <i>of plane</i>	lemah	sedang
28	914 ^a	– HC = CH – (cis-)	<i>bending out</i> <i>of plane</i>	sangat lemah	sedang
29	872 ^d	– HC = CH –			sedang
30	723 ^a	– (CH ₂) _n –, – C = C – (cis-)	<i>bending</i> (<i>rocking</i>)	sedang	lebar

Tabel 3. Korelasi antara frekuensi FTIR, gugus fungsi, tipe vibrasi dan intensitas

^aMenurut Guillen dan Cabo (1997); ^b Menurut Al-Degs *et al*(2011); ^cMenurut Proctor *et al*(1996); ^d Menurut Lerma- Garcia *et al* (2011); ^eMenurut Guillen *et al* (2001) dan Navarra *et al* (2010)

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan perubahan kualitas minyak goreng merek C setelah pemanasan berulang pada suhu 175°C-180°C menggunakan *Fourier-transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), *Free Fatty Acid* (FFA) dan *Peroxide Value* (PV).

2. MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2019 sampai April 2020 di Laboratorium Ilmu Pangan dan Laboratorium Rekaya Pangan Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

2.1. Materi

2.1.1. Bahan

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian adalah minyak goreng komersial hasil survei (*Merek C*), Fe(II), HCl 1%, kloroform, asam asetat glasial, ammonium tiosianat, aquades, *diethyl ether*, alkohol 95%, indikator PP, larutan NaOH 0,1N.

2.1.2. Alat

Alat yang akan digunakan dalam penelitian adalah *deep fat fryer*, termometer, timbangan analitik, erlenmeyer, buret dan statif, pipet volume, pipet tetes, batang pengaduk, labu takar, *beaker glass*, gelas ukur, tabung reaksi, rak tabung reaksi, vortex, *waterbath*, *cuvet*, spektrofotometer *UV-VIS* dan Spektrofotometri FTIR.



2.2. Metode