

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Minyak Goreng**

Minyak goreng adalah minyak yang berasal dari lemak tumbuhan dan hewan yang dimurnikan baik tanpa proses kimia seperti proses hidrogenasi berbentuk cair pada suhu kamar dan biasanya digunakan sebagai bahan untuk menggoreng bahan makanan. Minyak goreng berfungsi sebagai pengantar panas, penambah rasa gurih, dan juga penambah nilai kalori bahan pangan. Mutu minyak goreng dapat ditentukan oleh titik asap yaitu suhu pemanasan minyak (Fauziah dkk, 2014).

Komposisi terbanyak dari minyak yang mencapai hampir 100% adalah lemak. Disamping lemak, minyak goreng juga mengandung senyawa – senyawa lain seperti beta karoten, vitamin E, lesitin, sterol, asam lemak bebas, bahkan karbohidrat dan protein. Namun semua senyawa itu hanya terdapat dalam jumlah yang sangat kecil (Lestari, 2010). Ambarita (2004) minyak goreng merupakan bahan pangan yang digunakan sehari – hari oleh masyarakat untuk memasak makanan karena dapat menghasilkan penampakan, rasa, dan tekstur makanan yang lebih menarik dari pada diolah dengan cara lain. Minyak merupakan bahan dasar yang penting dalam proses penggorengan bagi industri penggorengan dengan fungsi utama sebagai medium penghantar panas.

Minyak sawit Indonesia termasuk salah satu komoditi perkebunan yang telah memberikan banyak kontribusi pendapatan negara. Indonesia merupakan negara produsen minyak sawit terbesar didunia. Minyak sawit dihasilkan dari proses ekstraksi bagian serabut buah dari tanaman kelapa sawit. Minyak yang dihasilkan dari proses ekstraksi bagian kulit atau serabut buah tersebut disebut minyak mentah atau dikenal dengan *crude palm oil* (CPO), sedangkan dibagian biji buah disebut *crude palm kernel oil* (CPKO) (Silaban *et al*, 2013).

Tingginya kadar air akan menurunkan kualitas minyak yang dihasilkan yaitu minyak akan menjadi cepat tengik selama penyimpanan. Jadi semakin sedikit kadar air yang terkandung dalam minyak semakin tinggi kualitas minyak yang dihasilkan dan sebaliknya. Kadar asam lemak bebas yang tinggi akan menyebabkan turunnya mutu minyak, misalnya menyebabkan ketengikan pada minyak, membuat rasa tidak enak, terjadinya perubahan warna dan juga rendemen minyak menjadi turun. Asam lemak bebas merupakan parameter yang penting bagi CPO, karena asam lemak bebas yang tinggi akan menyebabkan turunnya mutu minyak (Silaban *et al*, 2013).

## **2.2 Minyak Jelantah (*Fried Palm Oil*)**

Minyak goreng bekas (jelantah) adalah minyak goreng yang sudah digunakan berapa kali pemakaian selain warnanya yang tidak menarik dan berbau tengik, minyak jelantah juga berpotensi besar dalam membahayakan kesehatan tubuh. Minyak jelantah mengandung radikal bebas setiap saat untuk mengoksidasi organ tubuh secara perlahan. Minyak jelantah juga kaya asam lemak bebas. Terlalu sering mengonsumsi minyak jelantah dapat meningkatkan potensi kanker dalam tubuh dan juga dapat mengurangi kecerdasan berikutnya. Menurut para ahli kesehatan, minyak goreng hanya boleh digunakan dua sampai empat kali untuk menggoreng (Akbar, 2008). Minyak jelantah (*fried palm oil*) merupakan limbah dan mengandung senyawa – senyawa karsinogenik, yang terbentuk selama penggorengan. Oleh sebab itu perlu adanya penanganan yang tepat, agar limbah minyak jelantah dapat bermanfaat dan tidak menimbulkan kerugian dari aspek kesehatan manusia dan lingkungan (Akbar, 2008).

## **2.3 Arang Aktif**

Arang adalah bahan padat berpori hasil pembakaran dari bahan yang mengandung unsur 85 – 95% karbon ( Djatmiko *et al*, 1985 ). Sebagian besar pori – pori yang masih tertutup oleh hidrokarbon, tar dan senyawa anorganik lainnya. Komponen arang aktif terdiri dari karbon terikat, abu, air, nitrogen, dan sulfur dengan karbon sebagai

komponen terbesarnya. Arang dihasilkan dari pemanasan suhu tinggi. Pemanasan diusahakan tidak tercampur  $O_2$  di dalam ruang pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi (Achmad, 2011). Arang dapat menyerap sejumlah kotoran dan racun dimana daya serap arang ini ditentukan luas permukaan bahan penyerap atau arang tersebut. Daya serap arang dapat melebihi kemampuan arang biasanya jika dilakukan aktivasi. Aktivasi merupakan proses untuk memperkuat daya serap dan daya penggubah dari arang dengan cara memberikan bahan kimia tertentu ataupun dengan cara pemanasan pada temperatur tinggi dimana bahan hasil proses ini disebut arang aktif (Move Indonesia, 2007).

Arang aktif merupakan arang yang konfigurasi atom karbonnya dibebaskan dari ikatan dengan unsur lain dan masing – masing atom karbon berikatan secara kovalen serta pori – porinya dibersihkan dari unsur lain dan masing – masing atom karbon berikatan secara kovalen serta pori – porinya dibersihkan dari unsur lain atau kotoran, sehingga permukaan karbon atau pusat aktif menjadi bersih dan lebih luas. Kondisi dari area pusat aktif ini besarnya kapasitas adsorpsi dan efektivitas kegunaannya sebagai adsorben (Istighfaro N., 2010). Polaritas arang aktif ditentukan berdasarkan proses aktivasi (suhu dan bahan pengaktif) dan bahan baku yang digunakan. Penentuan polaritas karbon aktif dapat melalui pengujian daya serap terhadap benzena, kloroform, dan  $CHCl_3$ . Identifikasi gugus fungsinya dapat dilakukan dengan pengujian spektrofotometri infra merah (FTIR).

Arang dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbon baik bahan organik maupun anorganik dengan ketentuan bahan tersebut memiliki struktur berpori. Bahan – bahan yang dapat digunakan untuk membuat arang aktif diantaranya yaitu kayu, batu bara muda (biasanya digunakan sebagai arang aktif pemucat minyak makan), tempurung kelapa, ampas tebu, kulit buah kopi, sekam padi, tempurung biji karet, tempurung biji jarak, tempurung kemiri, dan lain – lain. Namun dahulu sempat digunakan tulang sebagai arang aktif pada proses pemurnian gula, saat ini digantikan menggunakan arang aktif dari kayu (Sudrajat & Pari, 2011).

### 2.3.1 Pembuatan Arang Aktif

Arang aktif diperoleh dengan proses pembakaran (karbonisasi) dan aktivasi. Karbonisasi atau penggarangan adalah suatu proses pemanasan pada suhu tertentu dari bahan – bahan organik dengan jumlah oksigen sangat terbatas, biasanya dilakukan di dalam *maffle furnace*. Surest (2008) dalam Botahala L. (2019), menyatakan bahwa proses karbonisasi menyebabkan penguraian senyawa organik yang menyusun struktur bahan membentuk metanol, uap asam asetat, tar, dan hidrokarbon. Material padat yang tinggal setelah karbonisasi adalah karbon dalam bentuk arang dengan area permukaan spesifik yang sempit. Botahala L, (2018), melaporkan bahwa suhu pembakaran untuk pembentukan arang sekitar 350 - 500 °C. Karbonisasi akan menghasilkan arang yang memiliki daya serap lemah karena permukaan arang masih ditutupi dengan senyawa hidrokarbon. Oleh karena itu arang masih memerlukan perbaikan struktur porinya melalui proses aktivasi.

### 2.3.2 Proses Aktivasi

Proses karbonisasi dilanjutkan dengan proses aktivasi dimana proses ini bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul – molekul yang menutupi permukaan arang sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, serta luas permukaannya bertambah besar yang mempengaruhi terhadap daya penyerapan. Suhu aktivasi yang biasa digunakan berkisar antara 200 – 500°C, dengan waktu aktivasi antara 1-3 jam (Botahala, 2019).

Aktivasi adalah zat atau senyawa kimia yang berfungsi sebagai reagen pengaktif dan zat ini akan mengaktifkan atom – atom karbon sehingga daya serapnya menjadi lebih baik. Zat aktivator bersifat mengikat air sehingga air yang terikat kuat pada pori – pori arang yang tidak hilang pada saat karbonisasi dapat terlepas (Botahala, 2019). Selanjutnya zat aktivator tersebut akan memasuki pori dan permukaan arang tertutup (Dahlan *et al*, 2013).

#### **a. Aktivasi Fisika**

Aktivasi fisika merupakan proses pemutusan rantai arang dari senyawa organik melalui pemanasan. Aktivasi arang secara fisika menggunakan oksidator lemah, antara lain oksigen ( $O_2$ ), uap air ( $H_2O$ ), gas ( $CO_2$ ), dan nitrogen (Botahala, 2019). Gas – gas berfungsi untuk mengembangkan struktur rongga yang ada pada arang aktif sehingga memperluas permukaan, menghilangkan materi – materi yang mudah menguap dan menghaluskan hidrokarbon pengotor pada arang. Sehingga aktivasi dengan uap panas tidak hanya memindahkan material yang tidak dikelola tetapi juga cukup efektif dalam membentuk dan melebarkan mikropori dengan naiknya suhu (Darmawan *et al*, 2009).

#### **b. Aktivasi Kimia**

Aktivasi kimia merupakan proses pemutusan rantai karbon senyawa organik dengan pemakaian bahan – bahan kimia (Botahala, 2018). Aktivasi secara kimia biasanya menggunakan bahan – bahan pengaktif seperti garam kalsium ( $CaCl_2$ ), magnesium ( $MgCl_2$ ), seng klorida ( $ZnCl_2$ ), natrium hidroksida ( $NaOH$ ), natrium karbonat ( $Na_2CO_3$ ), natrium klorida ( $NaCl$ ), kalium hidroksida ( $KOH$ ), dan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ). Aktivasi kimia dilakukan dengan cara perendaman arang dalam larutan senyawa kimia sebelum dipanaskan (Manocha, 2003 dalam Lempang dkk, 2012). Aznar J.S (2011) dalam Botahala (2019), melaporkan bahwa bahan – bahan pengaktif secara kimia memiliki ciri umum sebagai agen dehidrasi yang mempengaruhi pengguraian selama proses pemanasan dan menghambat pembentukan tar agar meningkatkan hasil karbon. Hartanto dkk, 2010 telah menggunakan  $ZnCl_2$  dan  $H_3PO_4$  sebagai aktivator pada karbon aktif dan hasilnya menunjukkan bahwa aktivasi kimia  $ZnCl_2$  dan  $H_3PO_4$  dapat menghasilkan arang aktif dengan kapasitas adsorpsi yang tinggi sebesar 750 mg/g. Zat yang mempunyai daya serap yang baik yaitu  $H_3PO_4$  dibandingkan  $ZnCl_2$ .

## **2. 4 Pengujian Kualitas Arang Aktif**

Kualitas arang dipengaruhi oleh jenis bahan baku. Bahan baku yang keras mempunyai berat jenis tinggi sehingga akan menghasilkan daya serap yang tinggi dibandingkan dengan bahan baku yang ringan dan berat jenis rendah. Disamping jenis bahan baku, parameter penting lainnya yang menentukan kualitas arang aktif antara lain kadar air dan kadar abu (Botahala L, 2019).

Penetapan kadar air biasanya dilakukan dalam suhu antara 100 – 300°C dengan tujuan untuk mengetahui sifat higroskopis arang aktif (Pujiarti R. *et al*, 2005 dalam Botahala, 2019). Kadar air pada arang aktif disebabkan oleh sifat higroskopis arang aktif itu sendiri sehingga pada waktu pendinginan, uap air dari udara terperangkap kedalam pori. Kandungan air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam karbon aktif setelah bahan baku melalui tahapan karbonisasi dan aktivasi, baik yang terikat secara kimiawi maupun akibat pengaruh lain seperti iklim, ukuran butiran maupun proses penyaringan. Kadar air yang tinggi akan menurunkan mutu karbon karena air yang teradsorpsi pada karbon aktif akan menurunkan kapasitas dan daya adsorpsi terhadap cairan maupun gas (Rahmawati, 2006 dalam Botahala L, 2019).

Abu dalam karbon aktif merupakan kadar mineral yang terkandung di dalam dan tidak terbakar sempurna pada proses karbonisasi yang tidak terpisah pada proses aktivasi. Penentuan kadar abu bertujuan untuk menentukan kandungan oksidasi logam arang aktif (Botahala L, 2019). Abu merupakan komponen anorganik yang tertinggal setelah karbon dipanaskan pada suhu 600 – 800°C. Abu mengandung mineral seperti kalium, natrium, magnesium, kalsium dan komponen lain dalam jumlah kecil (Al-Qodah *et al.*, 2009, dalam Botahala L. 2019).

Kadar abu yang tinggi dalam sampel dapat mengurangi kemampuan arang aktif untuk menyerap gas dan larutan karena kandungan mineral yang terdapat dalam abu tersebut akan menyebar kedalam sisi – sisi arang sehingga menutupi pori – pori arang aktif (Botahala L, 2019). Besarnya nilai kadar abu disebabkan oleh pengarang yang tidak tertutup rapat sehingga terjadi kontak udara yang mengakibatkan proses pembentukan arang menjadi tidak sempurna dan kemungkinan terbentuknya abu

semakin besar (Benaddi *et al*, 2002 dalam Darmawan S. *et al*, 2009). Kualitas arang aktif berdasarkan SNI- 06 – 3730 – 1995, dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Syarat Mutu Arang Aktif

Jenis Persyaratan	Parameter
Kadar Air	Maks. 15%
Kadar Abu	Maks. 10%
Kadar Zat Menguap	Maks. 25%

(Sumber : SNI-06-3730-1995)

## 2.5 Tebu

Tebu (*Saccharum officinarum*) adalah jenis tanaman penghasil gula dan hanya tumbuh di daerah yang memiliki iklim tropis (Gambar 2.1). Adapun klasifikasi ilmiah dari tanaman tebu sebagai berikut :

- *Kingdom* : *Plantae* (tumbuhan)
- *Sub Kingdom* : *Tracheobionta* (tumbuhan berpembuluh)
- *Super Divisi* : *Spermatophyta* (menghasilkan biji)
- *Divisi* : *Magnoliophyta* (tumbuhan berbunga)
- *Kelas* : *Liliopsida* (berkeping satu /monokotil)
- *Sub Kelas* : *Commelinidae*
- *Ordo* : *Poales*
- *Famili* : *Graminae* atau *Poaceae* (suku rumput-rumputan)
- *Genus* : *Saccharum*
- *Spesies* : *Saccharum officinarum* Linn

Penggilingan batang tebu menghasilkan gula dan beberapa limbah padat diantaranya bagas dan blotong. Bagas atau ampas tebu merupakan hasil penggilingan tebu berupa serpihan lembut serabut batang tebu yang diperoleh dalam jumlah besar.



(a) (b)  
Gambar 2.1 (a) Pohon Tebu, (b) Ampas Tebu  
(Sumber : Anonim, 2012)

Ampas tebu memiliki sifat fisik seperti bewarna kekuning – kuningan, berserat (serabut), lunak dan relatif membutuhkan tempat yang luas untuk penyimpanan dalam jumlah berat tertentu. Ampas tebu yang dihasilkan dari penggilingan tebu tersusun atas air (44,5%), serat padat (52,0%) dan brix atau zat yang dapat larut dalam air (3,5%). Secara kimiawi, komponen utama penyusun ampas tebu adalah serat yang didalamnya terkandung selulosa, poliosa seperti hemiselulosa dan lignin. Susunan ketiga komponen tersebut dalam ampas tebu hampir sama dengan susunan yang ada dalam tanaman monokotil berkayu lunak (Budi Setyo, 2016).

Tabel 2.2 Komponen Penyusun Serat Ampas Tebu

Komponen	Kandungan
Selulosa	52,7
Hemiselulosa	20,0
Lignin	24,2

(Sumber : Budi Setyo, 2016)

Ampas tebu (*sugar cane bagasse*) telah dimanfaatkan sebagai makanan ternak, bahan baku pembuatan pupuk, *pulp*, *particle board*, dan bahan bakar boiler pabrik gula. Selain itu ampas tebu dapat digunakan sebagai arang aktif untuk absorben minyak jelantah.



## 2.6 Tempurung Kelapa

*Food and Agriculture Organization* (FAO) melaporkan bahwa Asia Pasifik mampu menghasilkan 82% produk kelapa dunia, sedangkan sisanya produksi atau dihasilkan oleh negara di Afrika dan Amerika Selatan. Terdapat 12 negara yang tercatat sebagai penghasil kelapa terbesar, yaitu India (13,01%), Indonesia (33,94), Malaysia (3,93%), Papua New Guinea (2,72%), Philipina (36,25%) (Suhartana, 2011).

Di Indonesia, bahan baku untuk membuat arang aktif sebagian besar telah menggunakan limbah tempurung kelapa. Di negara lain bahan baku yang dapat dibuat menjadi arang aktif adalah semua bahan yang mengandung karbon, baik yang berasal dari tumbuh – tumbuhan, hewan, sekam padi, tulang binatang, batu bara, tempurung kelapa (Gambar 2.2), kulit biji kopi, dan lain – lain (Hoyashi *et al*, 1984 dalam Hendra, 2000).



Gambar 2.2 Tempurung Kelapa (Anonim, 2012)

Arang merupakan suatu produk yang dihasilkan dari proses karbonisasi dari bahan yang mengandung karbon terutama biomas kayu. Produk ini utamanya banyak digunakan sebagai sumber energi. Proses pembuatan arang sesungguhnya dapat menghasilkan berbagai jenis arang yang mempunyai kegunaan yang berbeda misalnya arang dari hasil pembakaran hanya dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi panas. Sedangkan arang dengan proses pengaktifan dapat digunakan dalam bidang kesehatan pertanian dan kecantikan (Pari *et al*, 2012).

Arang tempurung kelapa adalah produk yang diperoleh dari pembakaran tidak sempurna terhadap tempurung kelapa. Sebagai bahan bakar, arang lebih menguntungkan dibanding kayu bakar, sebab arang dapat memberikan kalor pembakaran yang tinggi, dan asap yang lebih sedikit. Arang dapat ditumbuk kemudian dikemas menjadi briket dalam berbagai macam bentuk. Arang dapat diolah lebih lanjut menjadi arang aktif, menjadi bahan pengisi dan pewarna pada industri karet dan plastik (Hendra, 2007).

Pembakaran tidak sempurna pada tempurung kelapa menyebabkan senyawa karbon kompleks tidak teroksidasi menjadi karbondioksida peristiwa ini disebut sebagai pirolisis. Pada saat pirolisis energi panas mendorong terjadinya oksidasi sehingga molekul karbon yang kompleks terurai sebagian besar menjadi karbon atau Arang. Pirolisis untuk pembentukan arang terjadi pada suhu 150-300°C, pembentukan arang ini disebut pirolisis primer. Arang dapat mengalami perubahan lebih lanjut menjadi karbon monoksida gas hidrogen dan gas-gas hidrokarbon. Peristiwa ini disebut sebagai pirolisis sekunder (Hartanto & Alim, 2010).

## **2.7 Standar Kualitas Minyak Goreng**

Menurut Ketaren (1986) dalam proses penggorengan minyak goreng berfungsi sebagai medium penghantar panas, menambah rasa gurih, menambah nilai gizi, dan sumber kalori dalam pangan. Maka diperlukan standar kualitas minyak goreng yang harus memenuhi beberapa faktor antara lain kandungan air kotoran dalam minyak, kandungan asam lemak bebas, warna dan bilangan peroksida. Adapun faktor lain yang mempengaruhi standar mutu yaitu : titik cair, kandungan gliserida, *revening loss*, plastisitas, *spreadability*, kejernihan kandungan logam berat dan bilangan penyabunan. Standar kualitas minyak goreng dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3 Standar Mutu Minyak Goreng

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan	-	-
2.	Bau	-	Normal
3.	Warna	Kuning – Jingga	maks 5,0/50
4.	Rasa	-	Normal
5.	Asam Lemak Bebas	%	maks. 0,3
6.	Bilangan Peroksida	Mek O <sub>2</sub> /kg	maks 10
7.	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 0,10
8.	Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40,0/250,0*
9.	Merkuri (Hg)	mg/kg	maks. 0,05
10.	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	maks. 0,10
<b>CATATAN :</b> - Pengambilan contoh dalam bentuk kemasan dipabrik - * dalam kemasan kaleng			

(Sumber : SNI 7709-2019)

## 2.8 Bilangan Asam

Bilangan asam adalah jumlah milligram KOH 0,1 N yang dibutuhkan untuk menetralkan asam-asam lemak bebas dari satu gram minyak atau lemak (Ketaren, 1986). Bilangan asam juga dapat diungkapkan sebagai banyaknya milimeter natrium hidroksida (NaOH) 0,1 N yang dibutuhkan untuk menetralkan asam bebas dalam 10 g minyak atau lemak (Rahman, 2007) . Bilangan asam yang besar menunjukkan asam lemak bebas yang besar. Asam lemak ini berasal dari hidrolisis minyak ataupun karena

proses pengolahan yang kurang baik. Makin tinggi bilangan asam maka makin rendah kualitasnya. Bilangan asam tinggi disebabkan oleh meningkatnya jumlah asam lemak bebas yang terdapat di dalam minyak goreng sebagai hasil dari oksidasi dan pemecahan ikatan rangkap asam lemak (Andrawulan N. dkk, 1997).

Bilangan asam ditentukan melalui titrasi aside alkalimetri. Titrasi aside alkalimetri merupakan titrasi asam basa. Titrasi asam basa untuk menentukan bilangan asam digunakan KOH sebagai titran dan menggunakan indikator *phenolphthalein* untuk menentukan titik akhirnya. Pada titrasi ini minyak yang digunakan sebagai sampel dilarutkan dalam alkohol, yang kemudian direfluks agar minyak dapat larut sempurna dalam alkohol. Selanjutnya dititrasi dengan KOH setelah diberi indikator *phenolphthalein*. Perhitungan asam lemak bebas lebih efektif menggunakan cara titrasi dibandingkan dengan cara lain seperti metoda GLC (*Gas-Liquid Chromaography*), karena metode ini tidak terjadi ekstraksi dingin dengan pelarut yang dipakai secara sempurna (Adnan M., 1997).

## 2.9 Bilangan Peroksida

Bilangan peroksida dinyatakan sebagai banyaknya miliekuivalen peroksida dalam setiap 1000 g (1 kg) minyak, lemak, dan senyawa lain (Rahman, 2007 ). Bilangan peroksida merupakan nilai terpenting untuk menentukan derajat kerusakan minyak. Semakin tinggi bilangan peroksida semakin rendah kualitas minyak. Bilangan peroksida di dalam minyak dihasilkan oleh reaksi oksidasi lemak, yaitu reaksi antara oksigen dengan ikatan rangkap di dalam lemak. Metode untuk menentukan bilangan peroksida dapat dilakukan dengan titrasi iodometri. Titrasi iodometri ini berdasarkan pada reaksi antara alkali iodida (KI) dalam larutan asam asetat dan kloroform dengan peroksida. Senyawa peroksida merupakan senyawa yang cukup kuat untuk dapat bereaksi sempurna dengan ion iodide (Agsa Husna, 2004). Reaksinya adalah:



R menunjukan gugus yang mempunyai ikatan rangkap.

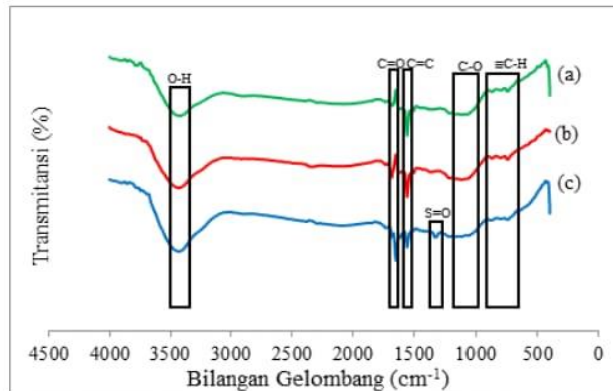
## 2.10 Karakterisasi Arang Aktif

### 2.10.1 Analisis Menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

Metode spektroskopi FTIR adalah metode spektroskopi infra merah modern yang dilengkapi dengan teknik transformasi Fournier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya. Dalam hal ini metode spektroskopi yang digunakan adalah metode spektroskopi adsorpsi, yaitu metode spektroskopi yang didasarkan atas perbedaan penyerapan radiasi infra merah oleh molekul suatu materi titik absorpsi infra merah oleh suatu materi dapat terjadi jika dipenuhi dua syarat, yakni kesesuaian antara frekuensi radiasi infra merah dan frekuensi vibrasional molekul sampel dan perubahan momen dipol selama bervibrasi (Chatwal, 1985).

Spektroskopi FTIR (*fourier transform infrared*) merupakan salah satu teknik analitik yang sangat baik dalam proses identifikasi struktur molekul suatu senyawa. Komponen utama spektroskopi ftir adalah interferometer Michelson yang mempunyai fungsi menguraikan (mendispersi) radiasi infra merah menjadi komponen - komponen frekuensi. Penggunaan interferometer Michelson tersebut memberikan keunggulan metode dibandingkan metode spektroskopi infra merah konvensional maupun metode spektroskopi yang lain. Unggulannya adalah informasi struktur molekul dapat diperoleh secara tepat dan akurat memiliki (resolusi yang tinggi). Keunggulan yang lain dari metode ini adalah dapat digunakan untuk mengidentifikasi sampel dalam berbagai fase (gas padat atau cair). Kesulitan - kesulitan yang ditentukan dalam identifikasi dengan spektroskopi FTIR dapat ditunjang data yang diperoleh dengan menggunakan metode spektroskop yang lain (Harmita, 2006).

Analisis gugus fungsi pada sampel minyak jelantah dapat dilakukan dengan mengamati pola-pola penyerapan (pita absorpsi) sampel terhadap radiasi inframerah yang dapat dilihat dari spektrum inframerah yang terbentuk titik dengan inframerah, hubungan antara besarnya penyerapan dalam (% transmitansi) penyerapan dalam (bilangan gelombang) memberikan informasi berbagai macam gugus fungsi pada sampel uji.

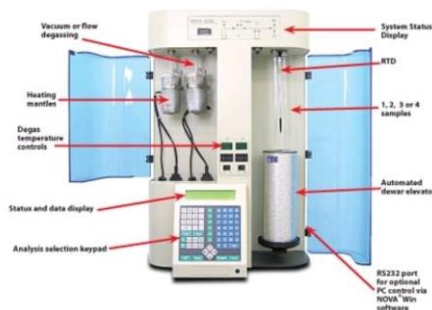


Gambar 2.3 Spektrum FTIR Tempurung Kelapa (Sumber : Anisyah, ddk. 2021)

### 2.10.2 Analisis Menggunakan GSA (*Gas Sorption Analyzer*)

GSA (*Gas Sorption Analyzer*) merupakan instrumen yang digunakan untuk analisis karakterisasi bahan dengan melakukan pengukuran secara fisik terhadap suatu material yakni, luas permukaan volume pori, jari-jari, distribusi pori, dan lain-lain (Sudarlin, 2012).

Prinsip kerja alat ini menggunakan mekanisme adsorpsi gas terhadap permukaan suatu bahan padat pada berbagai tekanan dan suhu konstan (isoterm). Gas yang biasanya dipakai pada gsa biasanya helium mikropori (< 2 nm), nitrogen untuk mesopori (2 -5 nm), argon untuk mesopori (< 5 nm) (Adamson et al, 1967).



Gambar 2.4 Skema alat GSA (Sumber : Adamson et al, 1967).

GSA hanya mengukur volume gas yang diserap oleh pori atau permukaan pada padatan saat kondisi isoterm tersebut. Volume gas yang di dapatkan pada berbagai

tekanan tersebut di plot pada grafik volume gas ( $V$ ) dan tekanan relatif ( $P/P_0$ ) (Adamson et al, 1967). GSA dikembangkan menggunakan berbagai pilihan metode dan model perhitungan untuk mengetahui luas permukaan, volume pori, jari-jari pori. Proses pengembangan perhitungan mengenai luas permukaan dapat menggunakan teori BET, Langmuir, t-plot dan lain – lain.