

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Minyak

Minyak dan lemak merupakan campuran gliserida dengan susunan asam-asam lemak yang tidak sama. Sifat-sifat fisik dan kimia trigliserida ditentukan oleh asam lemak penyusunnya, karena asam lemak merupakan bagian terbesar berat molekul minyak. (Meter,1973)

Minyak yang banyak digunakan untuk menggoreng di Indonesia adalah minyak kelapa sawit. Minyak ini termasuk golongan minyak asam palminat. Minyak mempunyai arti sangat luas, yaitu senyawa yang berbentuk cairan pekat pada suhu ruangan (25°C) dan tidak larut dalam air. Berdasarkan sumbernya, minyak dibagi menjadi dua macam, yaitu minyak bumi (*mineral oils* atau *petroleum*) dan minyak dari makhluk hidup (lipida atau lipids). Adapun minyak dari makhluk hidup terbagi lagi menjadi minyak nabati (*vegetable oils*) dan minyak hewani (*animal oils*). Minyak hewani lebih populer disebut dengan istilah lemak (fats) karena pada umumnya berbentuk padat pada suhu ruangan (25°C). Lipida merupakan satu diantara empat komponen yang dapat ditemukan di setiap makhluk hidup, sedangkan komponen lainnya adalah karbohidrat, protein (*proteins*), dan asam nukleat (*nucleic acids*). Secara umum berdasarkan senyawa kimianya, lipida dapat dibedakan atas :

1. Asam lemak bebas (*Free fatty acids*)
2. Gliserida (*Acylglycerols*)
3. Sterol (*Sterols*)
4. Wax (*Waxes*)
5. Glikolipid (*glycolipids*), Fosfolipid (*phospholipids*) dan Sfingolipid (*Sphingolipids*)
6. Vitamin (*Vitamins*)
7. Hidrokarbon (*Hydrocarbons*)

2.1.1. Jenis-jenis minyak bersumber dari minyak nabati

Penggolongan jenis minyak goreng berdasarkan iod dan bilangan penyabunan, terbukti masih ada ketidaksesuaian pelabelan dengan minyak yang dikemas. Ketidaktepatan pelabelan yang mengarah pada kesalahan merupakan hal yang menyimpang dari tujuan pengawasan mutu yang melindungi konsumen. Penggolongan Minyak Goreng Dengan menggunakan bilangan iod dan bilangan penyabunan masih dijumpai adanya beberapa kesulitan. Penggunaan Kromatografi gas untuk menentukan komponen asam lemak penyusun minyak, diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih akurat dalam menggolongkan jenis minyak, disamping melakukan pengujian bilangan iod dan bilangan penyabunan. (Menurut Lupriadi, 1988).

2.1.1.1. Minyak kelapa

Berdasarkan asam lemaknya, minyak kelapa digolongkan kedalam asam laurat yang mempunyai karakteristik khas yaitu mengandung asam laurat (40-50%), asam lemak berantai C6 ,C8 dan C10 dalam jumlah sedang dan jumlah asam lemak tak jenuh rendah. Sedangkan berat molekulnya berbeda-beda untuk berbagai jenis asam lemak (Fennema,1985).

2.1.1.2. Minyak kelapa sawit

Minyak kelapa sawit mengandung 0,2-1,0% bagian yang dapat tersabunkan, yaitu tokofenol sterol, fosfida dan alkohol. Minyak kelapa sawit termasuk minyak oleat- linoleat, dimana komposisi minyaknya asam lemak jenuh, palmitat 32-47% dan asam lemak tidak jenuh oleat 40-52% serta linoleat 5-11%.

2.1.1.3 Minyak kacang tanah

Minyak kacang tanah mengandung fosfolipid dan komponen- komponen yang tidak dikehendaki lebih sedikit daripada minyak kasar kedelai dan biji kapas (Eckey, 1954). Menurut Blank (1995) di dalam Siregar V.A (1990), minyak kacang tanah hanya mengandung sedikit non-gliserida, sehingga susunannya relative sederhana. Komposisi asam lemaknya kompleks, termasuk didalam asam lemak jenuh dengan berat molekul yang lebih besar daripada asa stearat, seperti asam arachiat, asam behenat dan asam lignoserat.

2.1.1.4 Minyak jagung

Minyak jagung mengandung 12-18% asam lemak jenuh dan 82- 88% asam lemak tidak jenuh. Minyak jagung merupakan trigliserida yang disusun oleh gliserol dan asam-asam lemak. Persentase trigliserida kurang lebih 98,6%, sedangkan sisanya merupakan bahan non minyak seperti abu, zat warna atau lilin. Minyak jagung termasuk golongan minyak asam oleat- linoleat (Ketaren,1986).

2.1.1.5 Minyak kedelai

Kedelai sangat kaya akan lemak, yaitu mengandung sekitar 18-23% dengan nilai gizi yang baik. Lemak kedelai terdiri dari trigliserida (90- 95%) dari komponen minyak lainnya, seperti sterol, tokoferol, pigmen dan fosfolipid.

2.2. Minyak goreng

Minyak goreng adalah hasil akhir (refined oils) dari sebuah proses pemurnian minyak nabati (golongan yang bisa dimakan) dan terdiri dari beragam jenis senyawa trigliserida. Trigliserida mempunyai tiga jenis asam lemak. Dan untuk menganalisa karakteristik dari suatu minyak goreng maka jumlah kandungan asam lemak inilah yang dipakai sebagai tolak ukur. Minyak kelapa, sebagai salah satu jenis minyak goreng, mempunyai komposisi yang didominasi oleh asam lemak jenuh (90-92%) sedangkan minyak kelapa sawit mempunyai komposisi yang berimbang. Minyak kedelai sebaliknya, kandungan asam lemak tak jenuh mendominasi sampai 80%. Dengan kandungan asam lemak jenuh yang tinggi, minyak kelapa dan minyak kelapa sawit mempunyai keunggulan daripada minyak kedelai yaitu lebih stabil dan tidak mudah teroksidasi pada suhu tinggi. Asam lemak trans (trans fatty acids) adalah hasil oksidasi asam lemak tak jenuh pada suhu tinggi, banyak peneliti di dunia telah mengetahui bahwa asam lemak trans ini sangat berbahaya bagi kesehatan karena menjadi salah satu penyebab penyakit kanker. 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, asapnya sedikit setelah digunakan berulang- ulang, serta menghasilkan warna keemasan pada

produk. Standar mutu minyak goreng di Indonesia diatur dalam SNI – 7709 – 2012 seperti dalam tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1. Syarat mutu minyak goreng sawit

| Kriteria uji | Satuan | Syarat |
|-------------------------------------------------|------------------------|------------------|
| Keadaan bau, warna dan rasa | - | Normal |
| Berat jenis | g/ml | 0,900 |
| Air | %b/b | Maks. 0,10 |
| Asam Lemak Bebas (dihitung sebagai asam laurat) | %b/b | Maks. 0,30 |
| Bahan Makanan Tambahan | | |
| Cemaran Logam | | |
| - Kadmium (Cd) | mg/kg | Maks. 0,2 |
| - Raksa (Hg) | mg/kg | Maks. 0,05 |
| - Timbal (Pb) | mg/kg | Maks. 0,1 |
| - Timah (Sn) | mg/kg | Maks. 40,0/250,0 |
| - Arsen (As) | mg/kg | Maks 0,1 |
| Angka Peroksida | Meq O ₂ /kg | Maks 10 |

Sumber : Badan Standardisasi Nasional (SNI 7709-2012)

2.3. Minyak jelantah

Jelantah adalah sebutan untuk minyak goreng yang telah berulang kali digunakan. Selain penampakannya yang tidak menarik, coklat kehitaman, bau tengik, jelantah sangat mempunyai potensi yang besar dalam membahayakan kesehatan tubuh. Jelantah mengandung berbagai radikal bebas, yang setiap saat siap untuk mengoksidasi organ tubuh secara perlahan. Jelantah kaya akan asam lemak bebas. Terlalu sering mengonsumsi minyak jelantah dapat menyebabkan potensi kanker meningkat. Menurut para ahli kesehatan, minyak goreng hanya boleh digunakan dua sampai empat kali menggoreng. Meskipun informasi tentang bahaya minyak jelantah sudah cukup banyak, sayangnya, tetap saja banyak masyarakat yang masih menggunakannya untuk memasak, dengan berbagai alasan diantaranya harga minyak

mahal. Masyarakat Indonesia termasuk masyarakat yang sangat suka segala sesuatu yang digoreng. Hal ini terlihat, jajanan gorengan begitu menjamur mulai dari kaki lima sampai bintang lima. Kalau kita lihat ke dalam wajan pedagang gorengan kaki lima, dijamin jarang pedagang kaki lima yang menggunakan minyak yang masih jernih bersih. Kebanyakannya minyak yang digunakan sudah tidak jernih lagi. Mungkin setiap hari pedagang gorengan menggunakan minyak yang baru, namun salahnya minyak yang baru tersebut langsung disatukan dengan minyak bekas goreng. Hal ini terus berlanjut setiap harinya. Padahal minyak bekas yg sudah rusak walaupun hanya sedikit apalagi banyak, ini akan mempercepat kerusakan minyak secara keseluruhan. Dengan demikian kiranya perlu, para pedagang kaki lima khususnya untuk mengetahui cara-cara daur ulang minyak goreng yang sederhana dan murah, dengan peralatan dan bahan yang sering ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Cara-cara daur ulang jelantah tersebut diantaranya melalui pemanfaatan arang tempurung kelapa, tepung beras, mengkudu, lidah buaya, bawang merah, dibuat menjadi sabun, dan biodiesel. Sebagian minyak jelantah dari industri besar dijual ke pedagang kaki lima dan kemudian digunakan untuk menggoreng dagangannya dan sebagian lain hilang begitu saja ke saluran pembuangan. Bahaya mengkonsumsi minyak goreng bekas dapat menimbulkan penyakit yang membuat tubuh kita kurang sehat dan stamina menurun, namun apabila minyak goreng bekas tersebut dibuang sangatlah tidak efisien dan mencemari lingkungan. Karena itu minyak goreng bekas dapat dimanfaatkan menjadi produk berbasis minyak seperti sabun cair ataupun biodiesel. Minyak jelantah mengandung asam lemak bebas yang tinggi antara 3% - 40% (Ma & Hanna, 1999; Srivastava & Prasad, 2000; Marchetti, dkk, 2007; Peng, dkk.,2008). Kandungan asam lemak bebas yang melebihi 0,5% akan bereaksi dengan katalis basa yang homogen (reaksi penyabunan, dan membentuk hasil samping berupa sabun).

2.4. Abu Sekam Padi

Abu merupakan sisa dari pembakaran suatu bahan organik. Abu bisa berasal dari berbagai bahan organik yang dibakar seperti kayu, daun, dan sekam padi. Abu sekam padi merupakan sisa dari pembakaran sekam padi yang berwarna putih keabu-abuan. Abu sekam padi memiliki beberapa kandungan kimia, seperti pada tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2. Komposisi kandungan kimia sekam padi

| Kandungan sekam padi | % berat |
|--------------------------------|----------------|
| SiO ₂ | 86,90-97,30 |
| K ₂ O | 0,58 - 2,50 |
| Na ₂ O | 0,00 - 1,75 |
| CaO | 0,20 - 1,50 |
| MgO | 0,12 - 1,96 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,00 - 0,54 |
| P ₂ O ₅ | 0,20 - 2,84 |
| SO ₃ | 0,10 - 1,13 |
| Cl | 0,00 - 0,42 |

Sumber: (<http://digilib.unimed.ac.id/public/UNIMED-Undergraduate-22546-5.%20BAB%20II.pdf>)

Adapun manfaat dari sekam padi adalah sebagai berikut:

1. Sebagai sumber silika
2. Untuk pemurnian air
3. Sebagai absorben

2.5. Bentonit

Bentonit adalah clay yang sebagian besar terdiri dari montmorillonit dengan mineral-mineral seperti kwarsa, kalsit, dolomit, feldspars, dan mineral lainnya. Montmorillonit merupakan bagian dari kelompok smectit dengan komposisi kimia secara umum $(Mg,Ca)O \cdot Al_2O_3 \cdot 5SiO_2 \cdot nH_2O$. Nama monmorilonit itu sendiri berasal dari Perancis pada tahun 1847 untuk penamaan sejenis lempung yang terdapat di Monmorilon Prancis yang dipublikasikan pada tahun 1853-1856 (www.dim.esdm.go.id). Bentonit berbeda dari clay lainnya karena hampir seluruhnya (75%) merupakan mineral monmorillonit. Mineral monmorillonit terdiri dari partikel

yang sangat kecil sehingga hanya dapat diketahui melalui studi menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*). Berdasarkan kandungan alumino silikat hidrat yang terdapat dalam bentonit, maka bentonit tersebut dapat dibagi menjadi dua golongan :

- a. *Activated clay*, merupakan lempung yang mempunyai daya pemucatan yang rendah.
- b. *Fuller's earth*, merupakan lempung yang secara alami mempunyai sifat daya serap terhadap zat warna pada minyak, lemak, dan pelumas.

Berdasarkan tipenya, bentonit dibagi menjadi dua :

1. Na-bentonit

Na bentonit memiliki daya mengembang hingga delapan kali apabila dicelupkan ke dalam air, dan tetap terdispersi beberapa waktu di dalam air. Dalam keadaan kering berwarna putih atau krem, pada keadaan basah dan terkena sinar matahari akan berwarna mengkilap. Suspensi koloidal mempunyai pH: 8,5-9,8.

2. Ca-bentonit

Tipe bentonit ini kurang mengembang apabila dicelupkan ke dalam air, tetapi secara alami setelah diaktifkan mempunyai sifat menghisap yang baik.

Suspensi koloidal mempunyai pH: 4-7. Dalam keadaan kering berwarna abu-abu, biru, kuning, merah, coklat.

Na-bentonit dimanfaatkan sebagai bahan perekat, pengisi, lumpur bor, sesuai sifatnya mampu membentuk suspensi koloidal setelah bercampur dengan air. Sedangkan Ca-bentonit banyak dipakai sebagai bahan penyerap. Dengan penambahan zat kimia pada kondisi tertentu, Ca-bentonit dapat dimanfaatkan sebagai bahan lumpur bor setelah melalui pertukaran ion, sehingga terjadi perubahan menjadi Na-bentonit dan diharapkan menjadi peningkatan sifat reologi dari suspensi mineral tersebut. (www.tekmira.esdm.go.id/data/bentonit).

Adapun komposisi kimia yang terkandung dalam bentonit dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3. komposisi kimia bentonit

| Komposisi kimia | Na-Bentonit (%) | Ca-Bentonit (%) |
|--------------------------------|------------------------|------------------------|
| SiO ₂ | 61,3-61,4 | 62,12 |
| Al ₂ O ₃ | 19,8 | 17,33 |
| Fe ₂ O ₃ | 3,9 | 5,30 |
| CaO | 0,6 | 3,68 |
| MgO | 1,3 | 3,30 |
| Na ₂ O | 2,2 | 0,50 |
| K ₂ O | 0,4 | 0,55 |
| H ₂ O | 7,2 | 7,2 |

Sumber: www.tekmira.esdm.go.id/data/bentonit)

2.6. Adsorpsi

Adsorpsi adalah peristiwa penyerapan atau pengayaan (*enrichment*) suatu komponen di daerah antar fasa. Pada peristiwa adsorpsi, komponen akan berada di daerah antar muka, tetapi tidak masuk ke dalam fase ruah. Komponen yang terserap disebut adsorbat (*adsorbate*), sedangkan daerah tempat terjadinya penyerapan disebut adsorben (*substrate*).

Ada dua jenis adsorpsi berdasarkan penyerapannya, yaitu: (kipling,1965)

1. Adsorpsi fisika

Adsorpsi jenis ini bersifat reversible, berlangsung secara cepat dengan penyerapan kalor kecil, interaksi dianggap hanya menghasilkan gaya van der Waals dan terjadi pada semua proses adsorpsi serta berlangsung pada temperatur rendah.

2. Adsorpsi kimia

Terjadi dalam bentuk reaksi kimia, membutuhkan energi aktivasi. Kalor penyerapan tinggi karna reaksi-reaksi yang membentuk reaksi kimia. Waktu penyerapan lebih lama dari adsorpsi fisika dan sulit diregenerasi. Untuk perbedaan antara adsorpsi fisika dan kimia dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2.4. Perbedaan antara adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia

| Adsorpsi fisika | Adsorpsi kimia |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Molekul terikat pada adsorben oleh gaya van der Waals | Molekul terikat pada adsorben oleh ikatan kimia |
| Mempunyai entalpi reaksi – 4 sampai – 40 kJ/mol | Mempunyai entalpi reaksi – 40 sampai – 800 kJ/mol |
| Dapat membentuk lapisan <i>multilayer</i> | Membentuk lapisan <i>monolayer</i> |
| Adsorpsi hanya terjadi pada suhu di bawah titik didih adsorbat | Adsorpsi dapat terjadi pada suhu tinggi |
| Jumlah adsorpsi pada permukaan merupakan fungsi adsorbat | Jumlah adsorpsi pada permukaan merupakan karakteristik adsorben dan adsorbat |
| Tidak melibatkan energi aktivasi tertentu | Melibatkan energi aktivasi tertentu |
| Bersifat tidak spesifik | Bersifat sangat spesifik |

Sumber: Amaliasholehah.files.wordpress.com/2008/05/kimia-permukaan1.doc

2.6.1 Mekanisme Adsorpsi

Proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben akibat kimia dan fisika (Reynolds, 1982).

Proses adsorpsi tergantung pada sifat zat padat yang mengadsorpsi, sifat atom/molekul yang diserap, konsentrasi, temperatur dan lain-lain. Pada proses adsorpsi terbagi menjadi 4 tahap yaitu :

1. Transfer molekul-molekul zat terlarut yang teradsorpsi menuju lapisan film yang mengelilingi adsorben.
2. Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui lapisan film (*film diffusion process*).
3. Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui kapiler/pori dalam adsorben (*pore diffusion process*).

4. Adsorpsi zat terlarut yang teradsorpsi pada dinding pori atau permukaan adsorben (proses adsorpsi sebenarnya), (Reynolds, 1982).

Operasi dari proses adsorpsi dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu :

1. Proses adsorpsi dilakukan dalam suatu bak dengan sistem pengadukan, dimana penyerap yang biasanya berbentuk serbuk dibubuhkan, dicampur dan diaduk dengan air dalam suatu bangunan sehingga terjadi penolakan antara partikel penyerap dengan fluida.
2. Proses adsorpsi yang dijalankan dalam suatu bejana dengan sistem filtrasi, dimana bejana yang berisi media penyerap di alirkan air dengan model pengaliran gravitasi. Jenis media penyerap sering digunakan dalam bentuk bongkahan atau butiran/granular dan proses adsorpsi biasanya terjadi selama air berada di dalam media penyerap (Reynold, 1982).

2.6.2 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi, yaitu:

1. Agitation (Pengadukan)

Tingkat adsorpsi dikontrol baik oleh difusi film maupun difusi pori, tergantung pada tingkat pengadukan pada sistem.

2. Karakteristik Adsorban

Ukuran partikel dan luas permukaan merupakan karakteristik penting karbon aktif sesuai dengan fungsinya sebagai adsorban. Ukuran partikel karbon mempengaruhi tingkat adsorpsi; tingkat adsorpsi naik dengan adanya penurunan ukuran partikel.

Oleh karena itu adsorpsi menggunakan karbon PAC (*Powdered Activated Carbon*) lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan karbon GAC (*Granular Activated Carbon*). Kapasitas total adsorpsi karbon tergantung pada luas permukaannya.

Ukuran partikel karbon tidak mempengaruhi luas permukaannya. Oleh sebab itu GAC atau PAC dengan berat yang sama memiliki kapasitas adsorpsi yang sama.

3. Kelarutan Adsorbat

Senyawa terlarut memiliki gaya tarik-menarik yang kuat terhadap pelarutnya sehingga lebih sulit diadsorpsi dibandingkan senyawa tidak larut.

4. Ukuran Molekul Adsorbat

Tingkat adsorpsi pada aliphatic, aldehyde, atau alkohol biasanya naik diikuti dengan kenaikan ukuran molekul. Hal ini dapat dijelaskan dengan kenyataan bahwa gaya tarik antara karbon dan molekul akan semakin besar ketika ukuran molekul semakin mendekati ukuran pori karbon. Tingkat adsorpsi tertinggi terjadi jika pori karbon cukup besar untuk dilewati oleh molekul.

5. pH

Asam organik lebih mudah teradsorpsi pada pH rendah, sedangkan adsorpsi basa organik efektif pada pH tinggi.

6. Temperatur

Tingkat adsorpsi naik diikuti dengan kenaikan temperatur dan turun diikuti dengan penurunan temperatur. (Benefield, 1982).

2.6.3. Penentuan Isoterm Adsorpsi

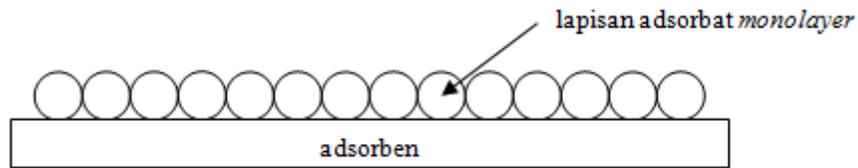
Perubahan konsentrasi adsorbat oleh proses adsorpsi sesuai dengan mekanisme adsorpsinya dapat dipelajari melalui penentuan isoterm adsorpsi yang sesuai. Isoterm Langmuir dan Isoterm BET adalah dua diantara isoterm-isoterm adsorpsi yang dipelajari:

2.6.3.1. Isoterm Langmuir

Meskipun terminology adsorpsi pertama kali diperkenalkan oleh Kayser (1853-1940), penemu teori adsorpsi adalah Irving Langmuir (1881-1957), Nobel laureate in Chemistry (1932). Langmuir menurunkan teori isoterm adsorpsi dengan menggunakan model sederhana berupa padatan yang mengadsorpsi gas pada permukaannya. Pendekatan Langmuir meliputi lima asumsi mutlak, yaitu :

1. Gas yang teradsorpsi berkelakuan ideal dalam fasa uap
2. Gas yang teradsorpsi dibatasi sampai lapisan monolayer
3. Permukaan adsorbat homogen, artinya afinitas setiap kedudukan ikatan untuk molekul gas sama

4. Tidak ada antaraksi lateral antar molekul adsorbat
5. Molekul gas yang teradsorpsi terlokalisasi, artinya mereka tidak bergerak pada permukaan.



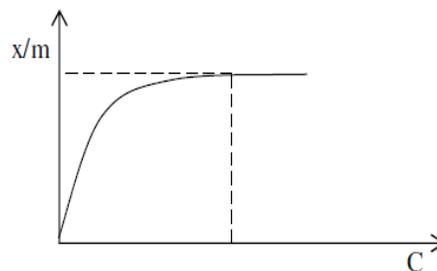
Gambar 2.1. Model Isoterm Adsorpsi Langmuir

Persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dapat diturunkan secara teoritis dengan menganggap terjadinya kesetimbangan antara molekul-molekul zat yang diadsorpsi pada permukaan adsorben dengan molekul-molekul zat yang tidak teradsorpsi.

Persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\frac{C}{x/m} = \frac{1}{(x/m)_{\text{mak}} k} + \frac{1}{(x/m)_{\text{mak}}} C \quad \dots\dots\dots (1)$$

C merupakan konsentrasi adsorbat dalam larutan, x/m adalah konsentrasi adsorbat yang terjerap per gram adsorben, k adalah konstanta yang berhubungan dengan afinitas adsorpsi dan $(x/m)_{\text{mak}}$ adalah kapasitas adsorpsi maksimum dari adsorben. Kurva isoterm adsorpsi Langmuir dapat disajikan seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.2. Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir

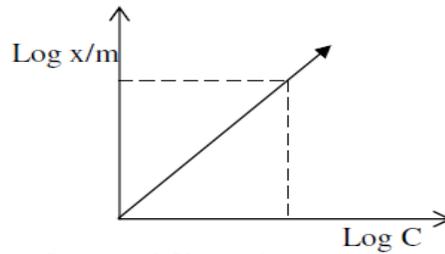
2.6.3.2. Isoterm Freundlich

Persamaan isoterm adsorpsi Freundlich didasarkan atas terbentuknya lapisan monolayer dari molekul-molekul adsorbat pada permukaan adsorben. Namun pada

adsorpsi Freundlich situs-situs aktif pada permukaan adsorben bersifat heterogen. Persamaan isoterm adsorpsi Freundlich dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\text{Log } (x/m) = \log k + 1/n \log c \dots \dots \dots (2),$$

sedangkan kurva isoterm adsorpsinya disajikan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.3. Kurva Isoterm Adsorpsi Freundlich

Bagi suatu sistem adsorpsi tertentu, hubungan antara banyaknya zat yang teradsorpsi persatuan luas atau persatuan berat adsorben dengan konsentrasi yang teradsorpsi pada temperatur tertentu disebut dengan isoterm adsorpsi ini dinyatakan sebagai:

$$x/m = k \cdot C^n \dots \dots \dots (3)$$

dalam hal ini :

x = jumlah zat teradsorpsi (gram)

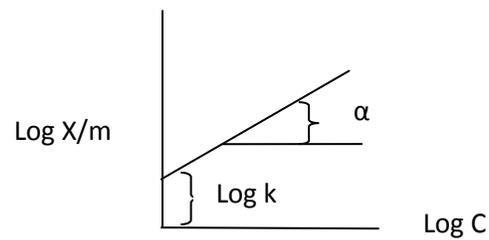
m= jumlah adsorben (gram)

C= konsentrasi zat terlarut dalam larutan, setelah tercapai kesetimbangan adsorpsi

k dan n = tetapan, maka persamaan (2) menjadi :

$$\log x/m = \log k + n \log c \dots \dots \dots (4)$$

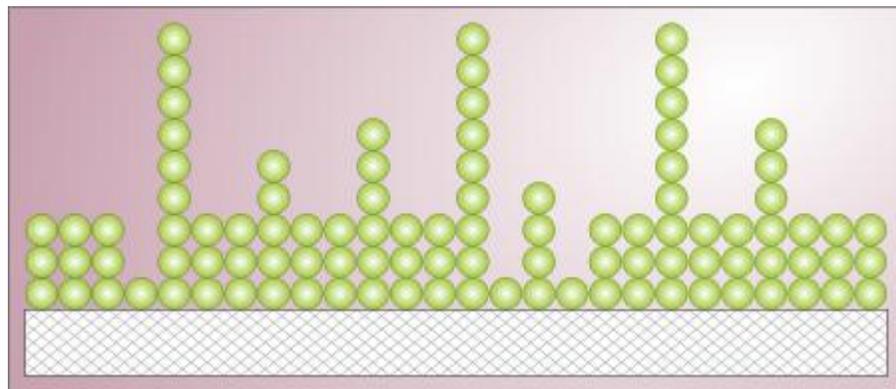
persamaan ini mengungkapkan bahwa bila suatu proses adsorpsi mengikuti isoterm Freundlich, maka aluran $\log x/m$ terhadap $\log C$ akan merupakan garis lurus. Dari garis dapat dievaluasi tetapan k dan n



Gambar 2.4. Kurva adsorpsi antara $\log C$ Versus $\log X/m$ pada isoterm adsorpsi freundlich

2.6.3.3. Isoterm BET

Teori isoterm adsorpsi BET merupakan hasil kerja dari S. Brunauer, P.H. Emmet, dan E. Teller. Teori ini menganggap bahwa adsorpsi juga dapat terjadi di atas lapisan adsorbat monolayer. Sehingga, isoterm adsorpsi BET dapat diaplikasikan untuk adsorpsi multilayer. Keseluruhan proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai penempelan molekul membentuk lapisan multilayer.



Gambar 2.5. Model Isoterm Adsorpsi BET

Pada pendekatan ini, perbandingan kekuatan ikatan pada permukaan adsorben dan pada lapisan adsorbat monolayer didefinisikan sebagai konstanta c . Lapisan adsorbat akan terbentuk sampai tekanan uapnya mendekati tekanan uap dari gas yang teradsorpsi. Pada tahap ini, permukaan dapat dikatakan "basah (wet)". Bila V menyatakan volume gas teradsorpsi, V_m menyatakan volume gas yang diperlukan untuk membentuk lapisan monolayer, dan x adalah P/P^* , maka isoterm adsorpsi BET dapat dinyatakan sebagai:

$$\frac{V}{V_m} = \frac{cx}{(1-x)(1-x+cx)} \dots\dots\dots(5)$$

Kesetimbangan antara fasa gas dan senyawa yang teradsorpsi dapat dibandingkan dengan kesetimbangan antara fasa gas dan cairan dari suatu senyawa. Dengan menggunakan analogi persamaan Clausius – Clapeyron, maka:

$$\frac{d(\ln P)}{dT} = -\frac{\Delta H_{ads}}{RT^2} \dots\dots\dots(6)$$

dimana ΔH_{ads} adalah entalpi adsorpsi. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa tekanan kesetimbangan dari gas teradsorpsi bergantung pada permukaan dan entalpi adsorpsi.

2.7. Parameter analisis pada minyak goreng

2.7.1 Asam Lemak Bebas

Asam lemak bebas adalah asam lemak yang berada sebagai asam bebas tidak terikat sebagai trigliserida. Asam lemak bebas dihasilkan oleh proses hidrolisis dan oksidasi biasanya bergabung dengan lemak netral. Hasil reaksi hidrolisa minyak sawit adalah gliserol dan ALB. Reaksi ini akan dipercepat dengan adanya faktor-faktor panas, air, keasaman, dan katalis (enzim). Semakin lama reaksi ini berlangsung, maka semakin banyak kadar ALB yang terbentuk (Anonim, 2001).

2.7.1.1 Bahaya Asam Lemak Bebas

Jaringan lemak melepaskan asam lemak bebas dan gliserol ke dalam darah, di mana asam lemak tersebut diangkut dengan albumin ke hampir semua organ. Dilain pihak, gliserol berjalan terutama ke dalam hati dan sedikit ke dalam ginjal; hanya jaringan-jaringan ini tempatnya dapat digunakan. Proporsi asam lemak bebas yang lebih besar dalam sirkulasi dikonversi menjadi badan-badan keton, yang merupakan prinsip dalam hati. Badan-badan keton adalah bentuk energi yang lebih larut dalam air dari pada asam lemak (Linder, 1992). Asam lemak bebas terbentuk karena proses

oksidasi, dan hidrolisa enzim selama pengolahan dan penyimpanan. Dalam bahan pangan, asam lemak dengan kadar lebih besar dari berat lemak akan mengakibatkan rasa yang tidak diinginkan dan kadang-kadang dapat meracuni tubuh. Timbulnya racun dalam minyak yang dipanaskan telah banyak dipelajari. Bila lemak tersebut diberikan pada ternak atau diinjeksikan kedalam darah, akan timbul gejala diare, kelambatan pertumbuhan, pembesaran organ, kanker, kontrol tak sempurna pada pusat saraf dan mempersingkat umur. Kadar kolesterol darah yang meningkat berpengaruh tidak baik untuk jantung dan pembuluh darah telah diketahui luas oleh masyarakat. Namun ada salah pengertian, seolah-olah yang paling berpengaruh terhadap kenaikan kolesterol darah ini adalah kadar kolesterol makanan. Sehingga banyak produk makanan, bahkan minyak goreng diiklankan sebagai nonkolesterol. Konsumsi lemak akhir-akhir ini dikaitkan dengan penyakit kanker. Hal ini berpengaruh adalah jumlah lemak dan mungkin asam lemak tidak jenuh ganda tertentu yang terdapat dalam minyak sayuran (Almatsier, 2002). Proses penentuan kadar asam lemak bebas dilakukan dengan metode titrasi dengan menggunakan larutan KOH 0,1 N sampai terbentuk warna merah muda yang bertahan selama 30 detik.

2.7.2 Kadar Air

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia SNI 01-3741-2002 minyak goreng yang bermutu baik harus mengandung kadar air maksimum 0,3% (Dirjen Perkebunan, 1989). Air adalah konstituen yang keberadaannya dalam minyak sangat tidak diinginkan karena akan menghidrolisis minyak menghasilkan asam-asam lemak bebas yang menyebabkan bau tengik pada minyak (Poedjiadi, 1999). Proses penentuan kadar air dilakukan dengan metode pemanasan menggunakan oven pada temperatur 100 sampai 110 °C selama 2 jam..

2.7.3 Densitas

Densitas atau massa jenis merupakan pengukuran massa setian satuan volume minyak. Adapun densitas minyak goreng normal adalah 0,92 gr/cm³ . Proses penentuan densitas pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan piknometer.

2.7.4 Warna

Zat warna dalam minyak terdiri dari dua golongan, yaitu zat warna alamiah dan warna hasil degradasi dari zat warna alamiah. Zat warna alamiah merupakan zat warna yang secara alamiah terdapat di dalam bahan yang mengandung minyak dan ikut terekstraksi bersama minyak pada proses ekstraksi. Zat warna alamiah antara lain terdiri dari α dan β karoten, xanthofil, klorofil, dan anthosyanin. Zat warna ini menyebabkan minyak berwarna kuning, kuning kecoklatan, kehijau-hijauan dan kemerah-merahan. Sedangkan warna hasil degradasi dari zat warna alamiah terdiri dari beberapa warna yaitu warna gelap, warna coklat, dan warna kuning. Proses penentuan warna dilakukan dengan metode organoleptik yaitu dengan menggunakan indera penglihatan yang dilakukan oleh minimal 3 orang.

2.7.6 Bau

Bau yang sering terbentuk atau terdapat pada minyak goreng adalah bau amis. Bau tersebut dapat terbentuk setelah minyak digunakan. Bau tersebut menyebabkan minyak menjadi tidak layak untuk dimanfaatkan kembali. Proses penentuan bau juga sama dengan proses penentuan warna yaitu dengan metode organoleptik.