**II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menguraikan mengenai: (1) Minyak Goreng, (2) Minyak Goreng Berulang Kali, (3) Proses Pemurnian Minyak Goreng, (4) Standar Mutu Minyak Goreng, (5) Karbon Aktif, (6) Zeolit, (7) Bentonit, dan (8) Adsorpsi.

**2.1. Minyak Goreng**

Minyak goreng adalah minyak yang berasal dari lemak tumbuhan atau hewan yang dimurnikan dan berbentuk cair dalam suhu kamar dan biasanya digunakan untuk menggoreng bahan makanan.

Minyak goreng berfungsi sebagai penghantar panas, penambah rasa gurih, dan penambah nilai kalori bahan pangan. Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia sebagai alat pengolah bahan-bahan makanan. Minyak goreng berfungsi sebagai media penggoreng yang sangat penting dan kebutuhannya semakin meningkat, sehingga menghasilkan jelantah yang meningkat pula.

2.1.1 Golongan Minyak Goreng

Minyak goreng dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa golongan (Ketaren, 1986) yaitu :

2.1.1.1. Berdasarkan sifat fisiknya, dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Minyak tidak mengering (*non drying oil*):

* Tipe minyak zaitun: minyak zaitun, minyak buah persik, inti peach dan minyak kacang.
* Tipe minyak rape: minyak biji rape, dan minyak biji mustard.
* Tipe minyak hewani: minyak babi, minyak ikan paus, salmon, sarden, menhaden jap, herring, shark, dog fish, ikan lumba-lumba, dan minyak purpoise.

1. Minyak nabati setengah mengering (*semi drying oil*):

Minyak biji kapas, minyak biji bunga matahari, kapok, gandum, croton, jagung, dan urgen.

1. Minyak nabati mengering (*drying oil*):

Minyak kacang kedelai, biji karet, sanflower, argemone, hemp, walnut, biji poppy, biji karet, perilla, tung, linseed dan candle nut.

2.1.1.2. Berdasarkan sumbernya dari tanaman

Berdasarkan sumbernya dari tanaman, diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Biji-bijian palawija: minyak jagung, biji kapas, kacang, rape seed, wijen, kedelai, dan bunga matahari.
2. Kulit buah tanaman tahunan: minyak zaitun dan kelapa sawit.
3. Biji-bijian dari tanaman tahunan: kelapa, cokelat, inti sawit, cohume.

2.1.1.3. Berdasarkan ada atau tidaknya ikatan ganda dalam struktur molekulnya, yakni :

1. Minyak dengan asam lemak jenuh (*saturated fatty acids*).

Asam lemak jenuh antara lain terdapat pada air susu ibu (asam laurat) dan minyak kelapa. Sifatnya stabil dan tidak mudah bereaksi/berubah menjadi asam lemak jenis lain.

1. Minyak dengan asam lemak tak jenuh tunggal (*mono-unsaturated fatty acids/MUFA*) maupun majemuk (*poly-unsaturated fatty acids*).

Asam lemak tak jenuh memiliki ikatan atom karbon rangkap yang mudah terurai dan bereaksi dengan senyawa lain, sampai mendapatkan komposisi yang stabil berupa asam lemak jenuh. Semakin banyak jumlah ikatan rangkap itu (*poly-unsaturated*), semakin mudah bereaksi/berubah minyak tersebut.

1. Minyak dengan asam lemak trans (*trans fatty acid*).

Asam lemak trans banyak terdapat pada lemak hewan, margarin, mentega, minyak terhidrogenasi, dan terbentuk dari proses penggorengan. Lemak trans meningkatkan kadar kolesterol jahat, menurunkan kadar kolesterol baik, dan menyebabkan bayi-bayi lahir prematur.

2.1.2 Sifat-sifat Minyak Goreng

Sifat-sifat minyak goreng dibagi ke sifat fisik dan sifat kimia (Ketaren, 2005), yakni:

2.1.2.1. Sifat Fisik

1. Warna.

Warna pada minyak goreng 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 ekstrasi. Zat warna tersebut antara lain α dan β karoten (berwarna kuning), xantofil (berwarna kuning kecoklatan), klorofil (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 cokelat disebabkan oleh bahan untuk membuat minyak yang telah busuk atau rusak, warna kuning umumnya terjadi pada minyak tidak jenuh.

1. Odor dan flavor.

Terdapat secara alami dalam minyak dan juga terjadi karena pembentukan asam-asam yang berantai sangat pendek.

1. Kelarutan.

Minyak tidak larut dalam air kecuali minyak jarak (*castor oil*), dan minyak sedikit larut dalam alkohol, etil eter, karbon disulfide dan pelarut- pelarut halogen.

1. Titik cair dan polymorphism.

Minyak tidak mencair dengan tepat pada suatu nilai temperatur tertentu. Polymorphism adalah keadaan dimana terdapat lebih dari satu bentuk Kristal.

1. Titik didih (*boiling point*).

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

1. Titik lunak (*softening point*).

Titik lunak (*softening point*) dimaksudkan untuk identifikasi minyak tersebut.

1. *Sliping point*.

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

1. *Shot melting point.*

Yaitu temperatur pada saat terjadi tetesan pertama dari minyak atau lemak.

1. Bobot jenis.

Biasanya ditentukan pada temperature 250 oC , dan juga perlu dilakukan pengukuran pada temperatur 400 oC.

1. Titik asap, titik nyala dan titik api.

Dapat dilakukan apabila minyak dipanaskan. Merupakan kriteria mutu yang penting dalam hubungannya dengan minyak yang akan digunakan untuk menggoreng.

1. Titik kekeruhan (*turbidity point*).

Ditetapkan dengan cara mendinginkan campuran minyak dengan pelarut lemak.

2.1.2.2. Sifat Kimia

1. Hidrolisa.

Dalam reaksi hidrolisa, minyak akan diubah menjadi asam lemak bebas dan gliserol. Reaksi hidrolisa yang dapat menyebabkan kerusakan minyak atau lemak terjadi karena terdapatnya sejumlah air dalam minyak tersebut.

1. Oksidasi

Proses oksidasi berlangsung bila terjadi kontak antara sejumlah oksigen dengan minyak. Terjadinya reaksi oksidasi akan mengakibatkan bau tengik pada minyak dan lemak.

1. Hidrogenasi

Proses hidrogenasi bertujuan untuk menumbuhkan ikatan rangkap dari rantai karbon asam lemak pada minyak.

1. Esterifikasi

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 yan bersifat tidak menguap.

Pada proses pembuatan minyak goreng dari kelapa sawit ada dua fase yang berbeda, yaitu fase padat dan fase cair. Jenis yang padat disebut stearin dengan nama asam lemak yaitu stearat. Sementara, bagian dari minyak yang berbentuk cair disebut olein dan nama asam lemak yaitu asam oleat atau omega 9 (Kukuh, 2010).

Proses penyaringan dua kali adalah sebutan untuk menjelaskan pemisahan minyak fase padat dari fase cair tadi. Jadi agar stearinnya tidak terbawa, dilakukanlah *double fractination* atau penyaringan dua kali. Jika hanya dilakukan satu kali penyaringan, terkadang minyak tersebut masih bisa membeku (biasanya disebut dengan minyak goreng curah).

Sedangkan dengan dua kali penyaringan, minyak goreng 'tidur' tidak akan terjadi, meski disimpan di lemari es sekalipun. Minyak goreng yang membeku atau tidur tidaklah berbahaya dan sama sekali tidak berpengaruh pada kesehatan. Justru minyak goreng yang mengalami dua kali penyaringan akan lebih mahal harganya karena biaya produksinya menjadi berlipat (Kukuh, 2010).

Tabel 1. Komposisi Beberapa Asam Lemak dalam Minyak Nabati

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Asam Lemak | Jumlah Atom C | Minyak Sawit (%) | Minyak Inti Sawit (%) | Minyak  Kelapa (%) |
| Asam Lemak Jenuh |  |  |  |  |
| Oktanoat | 8 | - | 2 - 4 | 8 |
| Dekanoat | 10 | - | 3 - 7 | 7 |
| Laurat | 12 | 1 | 41 - 55 | 48 |
| Miristat | 14 | 1 - 2 | 14 - 19 | 17 |
| Palmitat | 16 | 32 - 47 | 6 - 10 | 9 |
| Stearat | 18 | 4 - 10 | 1 - 4 | 2 |
| Asam Lemak Tidak Jenuh: |  |  |  |  |
| Oleat | 18 | 38 - 50 | 10 - 20 | 6 |
| Linoleat | 18 | 5 - 14 | 1 - 5 | 3 |
| Linolenat | 18 | 1 | 1 - 5 | - |

Sumber: Majalah Sasaran No. 4, 1996

Semua minyak tersusun atas unit-unit asam lemak. Jumlah asam lemak alami yang telah diketahui ada dua puluh jenis asam lemak yang berbeda. Tidak ada satu pun minyak atau lemak tersusun atas satu jenis asam lemak, jadi selalu dalam bentuk campuran dari banyak asam lemak.

Proporsi campuran perbedaan asam-asam lemak tersebut menyebabkan lemak dapat berbentuk cair atau padat, bersifat sehat atau membahayakan kesehatan, tahan simpan, atau mudah tengik.

2.1.3. Sistem Menggoreng

Menurut Ketaren (1986) menyebutkan bahwa sistem menggoreng bahan pangan ada 2 macam, yaitu system: gangsa (*pan frying*) dan menggoreng biasa (*deepfrying*).

1. Proses Gangsa (*Pan Frying*)

Proses gangsa (*pan frying*) dapat menggunakan minyak dengan titik asap yang lebih rendah, karena suhu pemanasan umumnya lebih rendah dari suhu pemanasan pada sistem *deep frying*. Ciri khas dari proses gangsa ialah, bahan pangan yang digoreng tidak sampai terendam dalam minyak.

2. Menggoreng Biasa (*Deep Frying*)

Pada proses penggorengan dengan sistem *deep frying*, bahan pangan yang digoreng terendam dalam minyak dan suhu minyak dapat mencapai 200oC-205oC. Sistem menggoreng *deep frying*, yang umumnya digunakan masyarakat Indonesia, dan juga pemakaian berulang minyak goreng, akan mengubah asam lemak tidak jenuh menjadi asam lemak trans, yang dapat meningkatkan kolesterol jahat dan menurunkan kolesterol baik.

2.1.4. Faktor-faktor yang dapat Menyebabkan Kerusakan Minyak

Faktor-faktor pemanasan yang dapat menyebabkan kerusakan minyak yaitu:

1. Lamanya minyak kontak dengan panas .

Berdasarkan penelitian terhadap minyak jagung, pada pemanasan 10-12 jam pertama, bilangan iod berkurang dengan kecepatan konstan, sedangkan jumlah oksigen dalam lemak bertambah dan selanjutnya menurun setelah pemanasan 4 jam kedua berikutnya. Kandungan persenyawaan karbonil bertambah dalam minyak selama proses pemanasan, kemudian berkurang sesuai dengan berkurangnya jumlah oksigen**.**

2. Suhu

Pengaruh suhu terhadap kerusakan minyak telah diselidiki dengan menggunakan minyak jagung yang dipanaskan selama 24 jam pada suhu 1.200 oC, 1.600oC dan 2.000oC. Minyak dialiri udara pada 150 ml/menit/kilo. Minyak yang dipanaskan pada suhu 1.600oC dan 2.000oC menghasilkan bilangan peroksida lebih rendah dibandingkan dengan pemanasan pada suhu 1.200oC.

Hal ini merupakan indikasi bahwa persenyawan peroksida bersifat tidak stabil terhadap panas. Kenaikan nilai kekentalan dan indek bias paling besar pada suhu 2.000oC, karena pada suhu tersebut jumlah senyawa polimer yang terbentuk relatif cukup besar.

3. Akselerator Oksidasi

Kecepatan aerasi juga memegang peranan penting dalam menentukan perubahan-perubahan selama oksidasi thermal. Nilai kekentalan naik secara proporsional dengan kecepatan aerasi, sedangkan bilangan iod semakin menurun dengan bertambahnya kecepatan aerasi. Konsentrasi persenyawaan karbonil akan bertambah dengan penurunan kecepatan aerasi. Senyawa karbonil dalam lemak-lemak yang telah dipanaskan dapat berfungsi sebagai pro-oksidan atau sebagai akselerator pada proses oksidasi.

**2.2. Minyak Goreng Berulang kali**

Minyak goreng berulang kali atau yang lebih dikenal dengan minyak jelantah adalah minyak limbah yang bisa berasal dari jenis-jenis minyak goreng seperti halnya minyak jagung, minyak sayur, minyak samin dan sebagainya. Minyak goreng berulang kali merupakan minyak bekas pemakaian kebutuhan rumah tangga pada umumnya, dapat digunakan kembali untuk keperluan kuliner, akan tetapi bila ditinjau dari komposisi kimianya, minyak jelantah mengandung senyawa-senyawa yang bersifat karsinogenik, yang terjadi selama proses penggorengan.

Tanda awal dari kerusakan minyak goreng adalah terbentuknya akrolein pada minyak goreng. Akrolein ini menyebabkan rasa gatal pada tenggorokan pada saat mengkonsumsi makanan yang digoreng menggunakan minyak goreng berulang kali. Akrolein terbentuk dari hidrasi gliserol yang membentuk aldehida tidak jenuh atau akrolein (Ketaren, 1986).

H H

C O OH C O

**Panas**

H C OH C O + H2O

H C OH H C

H H

**Minyak Goreng Akrolein Air**

**(Gliserol)**

Gambar 2. Skema proses terbentuknya Akrolein

Minyak goreng sangat mudah untuk mengalami oksidasi (Ketaren, 2005). Maka, minyak goreng berulang kali atau yang disebut minyak jelantah telah mengalami penguraian molekul-molekul, sehingga titik asapnya turun drastis, dan bila disimpan dapat menyebabkan minyak menjadi berbau tengik. Bau tengik dapat terjadi karena penyimpanan yang salah dalam jangka waktu tertentu menyebabkan pecahnya ikatan trigliserida menjadi gliserol dan FFA (*free fatty acid*) atau asam lemak jenuh. Selain itu, minyak goreng ini juga sangat disukai oleh jamur aflatoksin. Jamur ini dapat menghasilkan racun aflatoksin yang dapat menyebabkan penyakit pada hati (Aprilio, 2010).

Akibat dari penggunaan minyak goreng yang berulang kali dapat dijelaskan melalui penelitian yang dilakukan oleh Rukmini (2000) tentang regenerasi minyak goreng bekas dengan arang sekam menekan kerusakan organ tubuh. Hasil penelitian pada tikus wistar yang diberi pakan mengandung minyak goreng bekas yang sudah tidak layak pakai terjadi kerusakan pada sel hepar (liver), jantung, pembuluh darah maupun ginjal.

Penggunaan minyak goreng jelantah secara berulang-ulang dapat membahayakan kesehatan tubuh. Hal tersebut dikarenakan pada saat pemanasan akan terjadi proses degradasi, oksidasi dan dehidrasi dari minyak goreng. Proses tersebut dapat membentuk radikal bebas dan senyawa toksik yang bersifat racun (Rukmini, 2007).

Menurut Ketaren (1986) tingginya kandungan asam lemak tak jenuh menyebabkan minyak mudah rusak oleh proses penggorengan (*deep frying*), karena selama proses menggoreng minyak akan dipanaskan secara terus menerus pada suhu tinggi serta terjadinya kontak dengan oksigen dari udara luar yang memudahkan terjadinya reaksi oksidasi pada minyak. Hal ini juga diperjelas melalui penelitian yang dilakukan oleh Maslahat dkk. (2004) tentang pengaruh suhu dan lama proses menggoreng (*deep frying*) terhadap pembentukan asam lemak trans. Asam lemak trans (elaidat) baru terbentuk setelah proses menggoreng (*deep frying*) setelah pengulangan ke-2, dan kadarnya akan semakin meningkat sejalan dengan penggunaan minyak.

**2.3. Proses Pemurnian Minyak Goreng**

Pemurnian merupakan tahap pertama dari proses pemanfaatan minyak goreng bekas, baik untuk dikonsumsi kembali maupun untuk digunakan sebagai bahan baku produk. Tujuan utama pemurnian limbah minyak goreng ini adalah menghilangkan rasa serta bau yang tidak enak, warna yang kurang menarik dan memperpanjang daya simpan sebelum digunakan kembali (Wijana dkk, 2005).

Pemurnian (*refining*) minyak goreng meliputi tahapan netralisasi, pemucatan (*bleaching*) dan penghilangan bau (*deodorisasi*). Netralisasi ialah suatu proses untuk memisahkan asam lemak bebas dari minyak atau lemak, dengan cara mereaksikan asam lemak bebas dengan basa atau pereaksi lainnya sehingga membentuk sabun (Ketaren, 1986).

Asam lemak bebas tinggi dipisahkan dengan asam lemak bebas rendah cukup ditambahkan NaOH atau garam Na2CO3, sehingga asam lemak ikut fase air dan terpisah dari lemaknya (Winarno, 1997). Netralisasi dengan kaustik soda (NaOH) banyak dilakukan dalam skala industri, karena lebih efisien dan lebih murah dibandingkan dengan cara netralisasi lainnya. Selain itu dengan menggunakan NaOH akan membantu mengurangi zat warna dan kotoran dalam minyak (Yermi, 2006).

Untuk menghilangkan pengotor berupa gum di dalam minyak digunakan H3PO4 selanjutnya dipisahkan melalui cara pengendapan (*decantation*) atau dengan sentrifugasi.

Pemucatan (*bleaching*) menghilangkan sebagian besar bahan pewarna tak terlarut atau bersifat koloid yang memberi warna pada minyak. Pemucatan dapat dilakukan dengan menggunakan karbon aktif atau *bleaching earth* (misalnya bentonit) 1% sampai 2% atau kombinasi keduanya (arang aktif dan bentonit) yang dicampur dengan minyak yang telah dinetralkan pada kondisi vacuum sambil dipanaskan pada suhu 95oC-100oC. Selanjutnya bahan pemucat dipisahkan melalui filter press (Ketaren, 1986).

Proses deodorisasi akan menghilangkan bau dan *flavours* yang bersifat menguap, pada saat minyak dipanaskan pada temperatur antara 150oC-250oC menggunakan steam yang kontak dengan minyak pada kondisi vacuum dengan tekanan 29 Psig.

**2.4. Standar Mutu Minyak Goreng**

Minyak yang dihasilkan dari proses manapun yang digunakan selayaknya aman untuk dikonsumsi. Secara umum komponen utama minyak yang sangat menentukan mutu minyak adalah asam lemaknya karena asam lemak menentukan sifat kimia dan stabilitas minyak. Mutu minyak goreng ditentukan oleh titik asapnya, yaitu suhu pemanasan minyak sampai terbentuk akrolein yang menimbulkan rasa gatal pada tenggorokan. Akrolein terbentuk dari hidrasi gliserol.

Tabel 2. Syarat Mutu Minyak Goreng menurut SNI 01-3741-2002

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Jenis Uji | Satuan | Persyaratan | |
| Mutu I | Mutu II |
| 1.  2.  3.  4.  5.  6.  7. | Keadaan:  1.1 Bau  1.2 Rasa  1.3 Warna  Kadar air  Bilangan Asam  Asam Linolenat (C18:3) dalam komposisi asam lemak minyak  Cemaran logam :  5.1 Timbal (Pb)  5.2 Timah (Sn)  5.3 Raksa (Hg)  5.4 Tembaga (Cu)  Cemaran arsen (As)  Minyak pelikan | -  -  -  % b/b  mg KOH/g  %  mg/kg  mg/kg  mg/kg  mg/kg  mg/kg | Normal  Normal  Putih, kuning pucat sampai kuning  Maks 2  Maks 0,6  Maks 0,1  Maks 0,1  Maks 40,0/250  Maks 0,05  Maks 0,1  Maks 0,1  negatif | Normal  Normal  Putih, kuning pucat sampai kuning  Maks 0,3  Maks 2  Maks 2  Maks 0,1  Maks 40,0/250  Maks 0,05  Maks 0,1  Maks 0,1  negatif |

Sumber : Departemen Perindustrian (SNI 01-3741-1995)

Titik asap suatu minyak goreng tergantung pada kadar gliserol bebasnya. Menurut Winarno (1997) makin tinggi kadar gliserol makin rendah titik asapnya, artinya minyak tersebut makin cepat berasap. Makin tinggi titik asapnya, makin baik mutu minyak goreng itu.

Selain SNI ada juga penggolongan kelas mutu minyak kelapa berdasarkan rekomendasi APCC (2006) adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Kelas mutu minyak kelapa

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Grade I | = | *Refined and Deodorized Oil* (minyak yang sudah dimurnikan dan dihilangkan bau) |
| Grade II | = | *Refined Oil* (minyak yang sudah dimurnikan) |
| Grade III | = | *White Oil Obtained by Wet Processing* (minyak tak berwarna (bening) yang diperoleh dari pengolahan cara basah) |
| Grade IV | = | *Industrial Oil No. 1-obtained by the Process of Extraction* (minyak industri no. 1 yang diperoleh dengan cara ekstraksi) |
| Grade V | = | *Industrial Oil No. 1-obtained by the Process of Solvent Extraction* (minyak industri no. 1-diperoleh dengan cara ekstraksi menggunakan pelarut) |

**2.5. Karbon Aktif**

Karbon aktif adalah bahan padat berpori yang berwarna hitam sebagai hasil pembakaran tidak sempurna dalam bentuk granular atau bubuk dan mempunyai luas permukaan besar yaitu 500-1.400 m2/g. Karbon aktif adalah karbon yang sudah diaktifkan sehingga pori-porinya lebih terbuka dan permukaannya menjadi lebih halus. Karbon aktif merupakan padatan amorf berbentuk heksagonal datar dengan sebuah atom C pada setiap sudutnya, serta mempunyai permukaan yang luas dan jumlah pori yang sangat banyak (Baker, 1997).

Karbon aktif dapat dibuat dari batu bara, kayu, dan tempurung kelapa melalui proses *pyrolizing* dan *carburizing* pada temperatur 700oC sampai 800oC. Hampir semua adsorbat dapat diserap oleh karbon aktif kecuali air. Karbon aktif dapat ditemukan dalam bentuk bubuk dan *granular.* Pada umumnya karbon aktif dapat mengadsorpsi metanol atau amonia sampai 30%. Karbon aktif adalah bentuk umum dari berbagai macam produk yang mengandung karbon yang telah diaktifkan untuk meningkatkan luas permukaannya.

Luas permukaan, dimensi, dan distribusi karbon aktif bergantung pada bahan baku serta pengarangan dan pengaktifannya. Berdasarkan ukuran pori, karbon aktif diklasifikasikan menjadi mikropori (diameter < 2 nm), mesopori (2-50 nm), dan makropori (> 50 nm) (Baker dkk., 1997). Karbon aktif dibuat melalui proses pirolisis bahan dasar dengan penambahan zat pengaktif seperti ZnCI2 atau yang diikuti dengan karbonisasi dan proses aktivasi. Pirolisis dilakukan dengan pemanasan secara perlahan dalam keadaan inert pada suhu 800oC-1.000oC.

Gambar 3. Struktur grafit karbon aktif



Sumber: Baker FS, Miller CE, Repik AJ, Tollens ED. 1997. *Activated carbon*.

Bahan baku yang berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon dapat dibuat menjadi karbon aktif antara lain: tulang, kayu lunak, sekam, tongkol jagung, tempurung kelapa, sabut kelapa, ampas penggilingan tebu, ampas pembuatan kertas, serbuk gergaji, kayu keras dan batubara. Kualitas dari karbon aktif sangat dipengaruhi oleh bahan dasar yang digunakan, cara pembuatannya dan pengaktif yang digunakan selama proses pembuatan.

Aktivasi adalah proses yang bertujuan untuk memperbesar pori-pori karbon. Salah satu cara untuk mengaktifkan karbon aktif adalah dengan pemanasan pada suhu 105oC selama 2 jam (Rahman dan Saad, 2003).

Karbon Aktif merupakan salah satu adsorben yang efektif digunakan dalam proses adsorpsi. Kemampuan adsorpsi dari karbon aktif disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu :

1. Sifat fisika karbon aktif

Sifat ini berhubungan dengan jumlah dan ukuran pori-pori yang dapat diisi oleh adsorbat. Setiap molekul akan mengisi pori-pori sesuai dengan ukurannya.

2. Sifat kimia karbon aktif

Gugus pengaktif yang terdapat pada permukaan karbon aktif dapat berinteraksi secara kimiawi dengan molekul organik. Adapun gaya *Van Der Waals* yang terdapat pada permukaan karbon aktif dan adsorbat memungkinkan terjadinya proses adsorpsi. Sifat kimia dari gugus-gugus pengaktif yang terdapat pada karbon aktif dihasilkan pada saat dilakukan aktivasi.

3. Jenis adsorbat

Adsorbat yang mudah berikatan dengan gugus-gugus pengaktif adalah adsorbat yang bersifat nonpolar. Oleh karena itu, molekul organik akan berikatan kuat dengan gugus-gugus pengaktif. Pada umumnya, molekul organik yang mempunyai kelarutan kecil dalam air akan mudah untuk berikatan dengan gugus-gugus pengaktif.

4. Suhu air

Proses adsorpsi akan bertambah besar apabila suhu air semakin rendah, sebab pada keadaan tersebut umumnya kelarutan suatu molekul akan berkurang sehingga akan semakin banyak molekul yang teradsorpsi.

5. Waktu kontak

Waktu kontak antara karbon aktif dengan adsorbat sangat berpengaruh pada proses adsorpsi. Semakin lama waktu kontak antara karbon aktif dengan adsorbat, maka semakin banyak adsorbat yang mengisi pori-pori karbon aktif.

6. Luas permukaan karbon aktif

Besar kecilnya permukaan karbon aktif sangat berpengaruh pada proses adsorpsi. Semakin besar luas permukaan karbon aktif, maka semakin banyak adsorbat yang akan diadsorpsi.

7. Konsentrat adsorbat dan ukuran partikel dari karbon aktif

Semakin besar konsentrasi dan ukuran partikel adsorbat maka pori-pori karbon aktif akan lebih cepat terjenuhkan.

**2.6 Zeolit**

Zeolit merupakan mineral yang terdiri dari Kristal aluminosilikat terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah dalam kerangka tiga dimensinya. Ion-ion logam tersebut dapat diganti oleh kation lain tanpa merusak struktur zeolit dan dapat menyerap air secara reversible (Bekkum dkk., 1981).

Kerangka dasar struktur zeolit terdiri dari unit-unit tetrahedral AlO4 dan SiO4 yang saling berhubungan melalui atom O dan di dalam struktur tersebut Si4+ dapat diganti dengan Al3+ sehingga rumus empiris zeolit menjadi:

M2/nO.Al2O3.xSiO2.yH2O

Dimana:

M = kation alkali atau alkali tanah

n = valensi logam alkali

x = bilangan tertentu (2 s/d 10)

y = bilangan tertentu (2 s/d 7)

Zeolit terdiri dari 3 komponen yaitu kation yang dipertukarkan, kerangka aluminosilikat dan fase air. Ikatan Al-Si-O membentuk struktur kristal, sedangkan logam alkali merupakan sumber kation yang mudah dipertukarkan. Karena dalam struktur zeolit muatan ion Al3+ lebih kecil daripada Si4+ maka ion AL3+ cenderung bersifat negatif dan mengikat kation alkali atau alkali tanah untuk dinetralkan muatannya. Kation alkali atau alkali tanah dalam zeolit inilah yang selanjutnya dimanfaatkan dalam proses ion exchange (Sutarti dan Rachmawati, 1994).

**2.7. Bentonit**

Bentonit mempunyai struktur berlapis dengan kemampuan mengembang (*swelling*) dan memiliki kation-kation yang dapat ditukarkan. Meskipun lempung bentonit sangat berguna untuk adsorpsi, namun kemampuan adsorpsinya terbatas (Vansant dan Cool. P, 1988). Kelemahan tersebut dapat diatasi melalui proses aktivasi menggunakan asam (HCL, H2SO4, dan HNO3) sehingga dihasilkan lempung dengan kemampuan adsorpsi yang tinggi (Kumar. P dan jasra. R. V, 1995). Aktivasi bentonit dengan menggunakan asam akan menghasilkan bentonit dengan situs aktif lebih besar dan keasaman permukaan lebih besar, sehingga akan dihasilkan bentonit dengan kemampuan adsorpsi yang lebih tinggi dibandingkan sebelum aktivasi (Komadel, 2003).

**2.8. Adsorpsi**

Adsorpsi merupakan gejala pengumpulan molekul-molekul dari suatu zat pada permukaan atau antarmuka dari zat yang melakukan kontak karena adanya gaya *Van Der Waals*. Zat yang menyerap disebut adsorben, sedangkan zat yang diserap disebut adsorbat. Adsorpsi adalah proses dimana molekul-molekul fluida menyentuh dan melekat pada permukaan padatan (Nassrudin, 2005).

Adsorpsi terjadi karena setiap molekul pada permukaan mempunyai energi yang besar sehingga membentuk tegangan permukaan, akibatnya molekul pada permukaan mempunyai energi bebas yang lebih besar dibandingkan molekul di bawah permukaan. Molekul pada permukaan selalu berusaha mendapatkan energi bebas serendah mungkin. Maka, permukaan akan menyerap fasa yang tegangan permukaannya lebih rendah untuk menurunkan energi bebasnya. Ukuran partikel biasanya berpengaruh pada kecepatan adsorpsi, tetapi bukan kapasitas adsorpsi. Kapasitas adsoprsi berhubungan dengan luas permukaan dari karbon aktif.

Adsorpsi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisika bersifat reversibel dengan interaksi yang lemah antara adsorben dan adsorbat. Gaya yang menyebabkan adsorpsi fisika dikenal sebagai gaya *van der Waals*. Lapisan yang terbentuk pada permukaan adsorben dapat berupa lapisan monolayer dan multilayer.

Adsorpsi kimia mencakup pembentukan ikatan kimia. Pada adsorpsi kimia, ikatan dapat sedemikian kuat sehingga spesies aslinya tidak dapat ditemukan lagi. Bentuk lapisannya biasanya monolayer. Pada adsorpsi fisika mempunyai energi yang lebih rendah, yaitu 5-10 Kkal/mol adsorbat, dibandingkan dengan adsorpsi kimia, yaitu 10-100 Kkal/mol adsorbat.