

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ampas Tebu (*Bagasse*)

Ampas tebu adalah suatu residu dari proses penggilingan tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) setelah diekstrak atau dikeluarkan niranya pada industri pemurnian gula sehingga diperoleh hasil samping sejumlah besar produk limbah berserat yang dikenal sebagai ampas tebu (*bagasse*). Tiap memproduksi, pabrik gula selalu menghasilkan limbah yang terdiri dari limbah padat, cair dan gas. Dengan limbah padat, yaitu berupa ampas tebu (*bagasse*), abu boiler dan blotong (*filtecake*). Ampas tebu mengandung serat (selulosa, pentosan, dan lignin), abu, dan air, adanya serat memungkinkan digunakannya ampas tebu sebagai pakan ternak, tetapi adanya lignin dengan kandungan cukup tinggi (19,7%) dan kadar protein yang rendah (28%) menyebabkan penggunaannya sangat terbatas (Hidayati dkk., 2016). Adapun komposisi kimia ampas tebu dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Ampas Tebu

Komponen	Jumlah (%)
Selulosa	35.01
Hemiselulosa	25.24
Lignin	6.4
Silikat	9.35

(Hidayati dkk, 2016)

Beberapa alasan mengapa selulosa baik digunakan sebagai salah satu pendukung pembuatan arang aktif yakni jumlahnya banyak dan memiliki nilai ekonomis yang relatif rendah, dengan tingkat ketahanan serat yang sangat tinggi, memiliki daya ikat air yang tinggi, resistan terhadap banyak senyawa kimia, menyebabkan isolasi dan pemurniannya relatif tidak terganggu. Selulosa memiliki sifat mekanik yang baik seperti kekuatan dan modulus renggang yang tinggi, kemurnian tinggi, kapasitas mengikat air tinggi, dan struktur jaringan yang sangat baik (Amirudin dkk., 2020).

Komponen berikutnya adalah hemiselulosa yaitu polimer polisakarida heterogen yang terdiri dari L-Arabiosa, D-Glukosa, dan D-Xilosa yang berada di ruang antara serat selulosa didalam dinding sel tumbuhan. Dengan kata lain hemiselulosa adalah matrix pengisi serat selulosa. Hemiselulosa mengandung monomer-monomer gula berupa xilosa, mannososa, galaktosa, rhamnosa, arabinosa, dan glukosa. Xilosa merupakan monomer gula paling melimpah pada hemiselulosa (Sukardati dkk., 2010)

Komponan utama ketiga adalah lignin. Lignin merupakan senyawa kimia yang berstruktur amorf dan sangat kompleks. Lignin adalah salah satu polimer yang mempunyai struktur yang bervariasi dengan berat molekular yang tinggi. Fungsi Lignin adalah untuk mengikat sel-sel yang lain dan disamping itu juga sebagai pemberi kekuatan. Karbon aktif dianggap baik jika mempunyai banyak kandungan kandungan Selulosa, Hemiselulosa dan Lignin (Winata, 2021).

2.2 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah bahan padat berpori tinggi dimana permukaannya dapat menyebabkan terakumulasinya adsorbat. Karbon aktif dapat digunakan dalam berbagai aplikasi yaitu sebagai penghilang warna, rasa, bau, dan pemurni dalam industri (Arif, 2014). Umumnya bahan baku pembuatan karbon aktif yaitu dari bahan organik seperti kayu, gambut, batu bara, cangkang kelapa sawit, cangkang kelapa, sekam padi, lignin, serbuk gergaji, tulang, dan lain-lain. Karbon aktif memiliki kemampuan paling efektif, serba guna, dan bermanfaat sebagai adsorben untuk menghilangkan polutan dari gas maupun cairan karena kapasitas penyerapannya besar, luas permukaannya sangat tinggi, struktur pori-porinya besar, kinetika penyerapan cepat dan sifat mekaniknya baik. Bahan yang paling banyak digunakan dalam pembuatan karbon aktif yaitu dari bahan organik yang terdapat di alam. Limbah pertanian, seperti tongkol jagung, tempurung kelapa, serat kelapa sawit, dan lain-lain adalah bahan yang biasa digunakan sebagai karbon aktif dikarenakan kemampuan mekanisnya tinggi (Hidayu dkk., 2013). Karbon aktif memiliki luas permukaan antara 300-3500 m²/g dan daya serap yang besar yaitu 25-100% dari berat karbon. Sifat karbon aktif yang paling penting adalah daya serap. Untuk menghilangkan bahan-bahan terlarut dalam air, biasa

menggunakan karbon aktif dengan mengubah sifat permukaan partikel karbon melalui proses oksidasi. Partikel ini akan menyerap bahan-bahan organik dan akan terakumulasi pada bidang permukaannya (Anggraeni dan Yuliana, 2015).

2.2.1 Jenis-jenis Karbon Aktif

Berdasarkan bentuknya karbon aktif terbagi menjadi 3 jenis yaitu (Suprianofa, 2016):

a. Karbon Aktif Bentuk Serbuk

Biasanya dibuat dari bahan yang memiliki berat jenis rendah seperti kayu, batu bata limit, dan bahan yang mengandung lignin seperti limbah hasil pertanian. Biasanya digunakan pada industri pengolahan air minum, industri farmasi, bahan tambahan makanan, penghalus gula, pemurnian glukosa dan pengolahan zat pewarna kadar tinggi. Karbon jenis ini berbentuk serbuk dengan ukuran lebih kecil dari 0,18 mm (Suprianofa, 2016).



(Peepalleaf, 2019)

Gambar 2.1 Karbon Aktif Berbentuk Serbuk

b. Karbon Aktif Bentuk Granular

Karbon aktif bentuk granular/tidak beraturan dengan ukuran 0,2 - 5 mm. Jenis ini umumnya digunakan dalam aplikasi fasa cair dan gas. Biasanya digunakan untuk proses pada fluida fase gas yang berfungsi untuk memperoleh kembali pelarut, pemisahan dan pemurnian gas. Karbon aktif granul diperoleh dari bahan baku yang memiliki struktur keras seperti tempurung kelapa, dan batubara. (Arif, 2014).

c. Karbon Aktif Bentuk Pelet

Karbon aktif jenis ketiga adalah karbon aktif berbentuk pellet dengan ukuran diameter 0,8 - 5 mm. Karbon aktif ini sering digunakan dalam aplikasi fasa gas karena mempunyai tekanan rendah, kekuatan mekanik tinggi dan kadar abu rendah. Biasanya digunakan untuk pemurnian udara, kontrol emisi, tromol otomotif, penghilang bau kotoran dan pengontrol emisi pada gas buang. (Anggraeni dan Yuliana, 2015).



(Syariahmad, 2012)

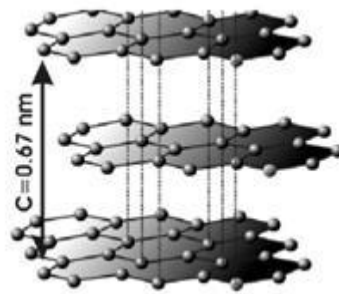
Gambar 2.2 Karbon Aktif Berbentuk Pelet

2.2.2 Struktur Fisika dan Kimia Karbon Aktif

Karbon aktif tersusun atas dua jenis struktur yaitu sebagai berikut (Suprianofa, 2016):

a. Struktur Fisika Karbon Aktif

Karbon aktif memiliki bentuk amorf yang terdiri dari lapisan bidang datar dimana atom-atom karbon terikat dan tersusun secara kovalen dalam tatanan atom heksagonal. Karbon aktif memiliki struktur dasar berupa kristalin yang sangat kecil (mikrokristalin). Hal tersebut telah dibuktikan dengan penelitian menggunakan sinar-X yang menunjukkan adanya bentuk-bentuk kristalin yang sangat kecil dengan struktur grafit (Anggraeni dan Yuliana, 2015).



(Sontheimer, 1985)

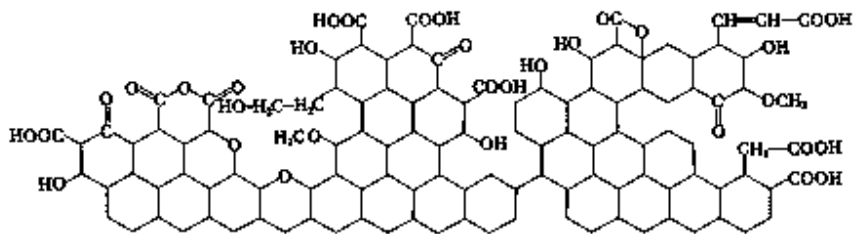
Gambar 2.3 Struktur Fisika Karbon Aktif

Secara umum, ukuran diameter pori dalam suatu karbon aktif biasanya dikelompokkan sebagai berikut:

- 1) Mikropori memiliki dimensi $< 2,0$ nm
- 2) Mesopori memiliki dimensi antara 2 sampai 50 nm

b. Struktur Kimia Karbon Aktif

Pada karbon aktif terkandung sejumlah kecil hidrogen dan oksigen yang terikat pada gugus fungsi seperti karboksil, quinon, fenol, lakton, dan eter. Gugus fungsi yang terdapat pada karbon berasal dari bahan baku dan juga dapat terbentuk selama proses aktivasi yang dikarenakan interaksi radikal bebas permukaan karbon dengan oksigen atau nitrogen yang berasal dari atmosfer (Anggraeni dan Yuliana, 2015).



(Anggraeni dan Yuliana, 2015)

Gambar 2.4 Struktur Kimia Karbon Aktif

2.2.3 Standar Kualitas Karbon Aktif

Berdasarkan standar kualitas karbon aktif menurut Standar Nasional Indonesia SNI 06-3730-1995 yang disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Standar Kualitas Karbon Aktif Menurut SNI 06-3730-1995.

Uraian	Prasyarat Kualitas	
	Butiran	Serbuk
Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C, %	Maks. 15	Maks. 25
Kadar air, %	Maks. 4,5	Maks. 15
Kadar abu, %	Maks. 2,5	Maks. 10
Bagian tidak mengarang	0	0
Daya serap terhadap I ₂ , mg/g	Min. 750	Min. 750
Karbon aktif murni, %	Min. 80	Min. 65

2.2.4 Kegunaan Karbon Aktif

Karbon aktif memiliki banyak aplikasi untuk pemurnian produk industri kimia, makanan, dan farmasi. Kegunaannya antara lain untuk menghilangkan rasa, warna, bau, dan kotoran lain yang tidak diinginkan seperti kotoran yang dapat memperlambat kristalisasi gula, menghilangkan kotoran organik dalam bak elektroplating, dan untuk memulihkan zat yang berguna dari aliran gas dan cairan (Mohammad-Khah dan Ansari, 2009). Karbon aktif umumnya digunakan dalam kalangan industri dengan penggunaan hampir mencapai 60% dari produksi karbon aktif. Industri yang biasa menggunakan karbon aktif yaitu industri gula dan pemurnian minyak dan lemak, kimia, dan farmasi. (Arif, 2014)

Karbon aktif juga digunakan untuk mengadsorpsi gas maupun cairan. Salah satu fungsi utama pada adsorpsi gas dengan karbon aktif adalah pemurniaan gas buangan pada komponen beracun yang mengandung sulfur seperti sulfur dioksida (SO₂), hidrogen sulfida (H₂S), karbon disulfida dan komponen organik sulfur. Diantara banyaknya metode recovering dan neutralizing SO₂ dari gas buangan, adsorpsi dengan karbon aktif memiliki peran yang lebih besar. Pada adsorpsi fisika dari SO₂ dengan karbon aktif menggunakan katalis oksidasi *sulfur trioxide*, selanjutnya akan mengalami pembentukan dari asam sulfur dan sebagian cairan. Sehingga sulfur akan terperangkap oleh permukaan karbon aktif dalam tiga bentuk, sebagai adsorpsi fisika SO₂, sebagai

larutan asam sulfur, dan sebagai pembatas komponen penyusun sulfur pada permukaan (Arif, 2014)

2.2.5 Proses Pembuatan Karbon Aktif

Proses pembuatan karbon aktif terdiri dari tiga tahapan yaitu :

a. Dehidrasi

Dehidrasi merupakan proses menghilangkan air dengan dilakukan pemanasan hingga suhu 170°C pada bahan baku yang digunakan. Proses ini dilakukan pada bahan yang masih berbentuk bahan mentah atau setelah dijadikan karbon aktif dengan kadar air yang tidak boleh melebihi standar SNI 06-3730-1995 sehingga layak untuk digunakan sebagai karbon aktif (Anggraeni dan Yuliana, 2015).

b. Karbonisasi

Proses karbonisasi merupakan suatu proses pembakaran atau pirolisis yang tak sempurna dengan udara terbatas dari bahan yang mengandung karbon. Tujuan proses ini untuk menghasilkan butiran yang memiliki daya serap dan struktur yang rapi. Pada pemanasan menggunakan suhu diatas 170°C akan terjadi proses pemecahan bahan organik menjadi karbon dengan menghasilkan CO dan CO₂. Pada suhu 275°C terjadi proses dekomposisi dan menghasilkan tar, methanol, dan hasil samping lainnya. Pada suhu 400-600°C dapat terjadi pembentukan karbon. Bahan organik didekomposisi dengan menyisakan karbon dan komponen *volatile* yang lain diuapkan (Anggraeni dan Yuliana, 2015).

c. Aktivasi

Proses aktivasi adalah proses yang bertujuan untuk memperbesar pori-pori karbon aktif dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan agar terjadi perubahan sifat fisika dan sifat kimia sehingga luas permukaannya bertambah besar serta memiliki daya adsorpsi yang baik. Pada proses ini diperlukan penggunaan cairan atau padatan berupa asam, basa, atau garam yang digunakan sebagai aktivator. Jenis aktivator yang digunakan sangat mempengaruhi kualitas dari pembuatan suatu karbon aktif. Suatu karbon yang belum diaktivasi tidak dapat digunakan sebagai karbon aktif dikarenakan struktur porusnya tidak berkembang. Adapun faktor yang

mempengaruhi proses aktivasi yaitu waktu, temperatur, ukuran partikel, rasio, dan jenis aktivator. Aktivasi dibagi menjadi dua cara yaitu secara kimia dan fisika (Arif, 2014).

1. Aktivasi Secara Kimia

Aktivasi yang dilakukan secara kimia merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan menggunakan bahan kimia sebagai aktivatornya. Bahan mentah yang biasa dipakai pada aktivasi secara kimia yaitu bahan yang mengandung selulosa seperti kayu, ampas tebu, tempurung kelapa, dan sebagainya. Kelebihan aktivasi kimia yaitu permukaan karbon aktif lebih luas daripada karbon aktif yang dihasilkan dari aktivasi fisika. Biasanya bahan kimia yang digunakan yaitu garam kalsium klorida (CaCl_2), magnesium klorida (MgCl_2), seng klorida (ZnCl_2), natrium hidroksida (NaOH), natrium karbonat (Na_2CO_3) dan natrium klorida (NaCl). Selain garam mineral juga dapat digunakan dari berbagai asam dan basa organik seperti asam sulfat (H_2SO_4), asam klorida (HCl), asam hipoklorit (HClO), kalium hidroksida (KOH), dan natrium hidroksida (NaOH). Jenis aktivator tersebut bertujuan untuk mendegradasi molekul organik, membatasi pembentukan tar, membantu dekomposisi senyawa organik, serta dapat menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan pada proses karbonisasi (Yuliasuti dan Cahyono, 2018). Karbon aktif yang diproduksi dengan cara ini adalah karbon aktif berbentuk serbuk dengan densitas yang rendah, tanpa proses treatment yang khusus, serta mempunyai proporsi pori-pori kecil yang rendah (Anggraeni dan Yuliana, 2015).

Kerugian penggunaan bahan-bahan mineral sebagai pengaktif terletak pada proses pencucian bahan-bahan mineral tersebut kadang-kadang sulit dihilangkan lagi dengan pencucian. Sedangkan keuntungan penggunaan bahan-bahan mineral sebagai pengaktif adalah waktu aktivasi yang relatif pendek, karbon aktif yang dihasilkan lebih banyak dan daya adsorpsi terhadap suatu adsorbat akan lebih baik. Karbon aktif dengan seng klorida dinyatakan baik untuk proses decolorizing tetapi untuk mengadsorpsi *methylene blue* dan *iodine number* akan rendah (Anggraeni dan Yuliana, 2015).

2. Aktivasi Secara Fisika

Proses aktivasi secara fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap, dan CO₂. Aktivasi ini dilakukan dengan menggunakan uap air, gas karbon dioksida, oksigen dan nitrogen. Fungsi dari gas tersebut yaitu untuk mengembangkan struktur rongga karbon aktif sehingga permukaan pori-porinya luas, zat volatil serta tar atau hidrokarbon pengotor yang terkandung didalamnya hilang dapat dibuang. Temperatur yang digunakan pada aktivasi fisika yaitu antara 400°C hingga 800°C dengan kondisi inert melalui penginjeksian nitrogen dalam reaktor aktivasi. Gas nitrogen digunakan karena nitrogen merupakan gas inert sehingga pemanasan dapat dikurangi serta dapat memperluas permukaan rongga pori-pori karbon aktif (Anggraeni dan Yuliana, 2015).

2.3 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu peristiwa penyerapan pada lapisan permukaan atau antar fasa, dimana molekul dari suatu materi terkumpul pada bahan pengadsorpsi atau adsorben. Pada adsorpsi ada yang disebut sebagai adsorben dan adsorbat. Adsorben adalah suatu padatan yang memiliki kemampuan menyerap kontaminan ke dalam bagian permukaannya, sedangkan adsorbat adalah kontaminan yang diserap oleh adsorben dan dapat berupa bahan organik, zat warna atau zat pelembab (Syauqiah, 2011)

Kesetimbangan adsorpsi terjadi ketika larutan dikontakkan dengan adsorben maka molekul dari adsorbat akan berpindah dari larutan ke padatan (adsorben) hingga konsentrasi adsorbat di larutan dan padatan dalam keadaan setimbang (Arif, 2014). Daya adsorpsi dari karbon aktif disebabkan oleh permukaan karbon yang memiliki pori-pori dalam jumlah besar dan dikarenakan adanya perbedaan energi potensial pada permukaan karbon dengan zat yang diserap sehingga menyebabkan terjadinya adsorpsi. Menurut tinjauan termodinamika, molekul-molekul selalu memilih keadaan energi yang lebih rendah. Interaksi molekul dengan permukaan dapat disebabkan oleh gaya fisika atau kimia. Gaya elektrostatik merupakan prinsip fisika dasar yang bertanggung

jawab terhadap interaksi antara adsorbat dan adsorben. Gaya ini meliputi interaksi dipol-dipol, dispersi (gaya London) dan ikatan hidrogen (Arif, 2014).

Karbon aktif secara signifikan dipengaruhi oleh gugus fungsi seperti gugus fungsional karbonil dan hidroksil. Permukaan karbon aktif bersifat nonpolar dikarenakan terdiri dari unsur karbon bebas yang saling berikatan. Karbon aktif juga dipengaruhi oleh luas permukaan yang berhubungan dengan struktur pori yang dimilikinya, dimana semakin kecil pori-pori karbon aktif maka luas permukaannya semakin besar (Arif, 2014).

2.3.1. Jenis-jenis Adsorpsi

Berdasarkan interaksi molekul antara permukaan adsorben dengan adsorbat, adsorpsi dibedakan menjadi 2 jenis yaitu adsorpsi fisika (*physisorption*) dan adsorpsi kimia (*chemisorption*) (Hendra, 2008) :

1. Adsorpsi Fisika (*physisorption*)

Adsorpsi fisika merupakan adsorpsi yang menggunakan gaya Van der Waals yaitu gaya tarik-menarik yang relatif lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben. Pada adsorpsi fisika, adsorbat tidak terikat kuat pada adsorben sehingga adsorbat dapat bergerak dari suatu bagian permukaan adsorben ke bagian permukaan adsorben lainnya dan pada permukaan yang ditinggalkan oleh adsorbat tersebut dapat digantikan oleh adsorbat lainnya. Adsorpsi fisika termasuk peristiwa reversibel dimana kondisi operasinya diubah sehingga terbentuk kesetimbangan yang baru. Proses adsorpsi fisika terjadi tanpa memerlukan energi aktivasi. Ikatan yang terbentuk dalam adsorpsi ini dapat diputuskan dengan mudah yaitu dengan pemanasan pada temperatur sekitar 150–200°C selama 2-3 jam.

2. Adsorpsi Kimia (*chemisorption*)

Adsorpsi kimia merupakan adsorpsi yang terjadi karena terbentuknya ikatan kimia antara molekul-molekul adsorbat dengan adsorben. Ikatan yang terbentuk merupakan ikatan yang kuat sehingga lapisan yang terbentuk merupakan lapisan monolayer. Pada adsorpsi kimia yang terpenting adalah spesifikasi dan kepastian pembentukan monolayer sehingga pendekatan yang digunakan adalah dengan menentukan kondisi reaksi. Adsorpsi kimia tidak

bersifat reversibel dan umumnya terjadi pada suhu tinggi di atas suhu kritis adsorbat. Oleh karena itu, untuk melakukan proses desorpsi dibutuhkan energi yang lebih tinggi untuk memutuskan ikatan yang terjadi antara adsorben dengan adsorbat.

2.3.2. Mekanisme Adsorpsi

Mekanisme adsorpsi dibedakan menjadi dua, yaitu secara fisika (fisiosorpsi) dan secara kimia (kemisorpsi) (Syauqiah dkk., 2011). Pada proses fisiosorpsi, gaya van der Waals membuat adsorbat terikat dengan adsorben. Molekul yang terikat sangat lemah dan energi yang dilepaskan pada adsorpsi fisika relatif rendah sekitar 20 kJ/mol (Syauqiah dkk., 2011). Sedangkan kemisorpsi melibatkan interaksi antara adsorbat dan adsorben melalui pembentukan ikatan kimia yang diawali dengan adsorpsi fisik, dilanjutkan dengan melekatnya partikel pada permukaan dengan membentuk ikatan kimia (biasanya ikatan kovalen) dan cenderung mencari tempat yang dapat memaksimalkan bilangan koordinasi dengan substrat. Adsorpsi kimia menghasilkan pembentukan lapisan monomolekular adsorbat pada permukaan melalui gaya-gaya dari valensi sisa dari molekul-molekul pada permukaan. Mekanisme proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben secara kimia dan fisika (Syauqiah dkk., 2011).

2.3.3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi

Karbon aktif yang baik memiliki daya serap yang baik pula. Adapun faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi adalah luas permukaan, berat molekul, porositas, tekanan dan temperatur (Arif, 2014) :

1. Luas Permukaan

Jumlah gas yang teradsorpsi tergantung dari jenis adsorben yang digunakan, semakin besar luas permukaan karbon aktif yang digunakan, maka semakin banyak jumlah gas yang dapat teradsorpsi.

2. Berat Molekul

Permukaan padatan yang kontak dengan suatu larutan cenderung untuk menghimpun lapisan dari molekul-molekul zat terlarut pada permukaannya akibat

ketidakseimbangan gaya-gaya pada permukaan. Adsorpsi kimia menghasilkan pembentukan lapisan monomolekular adsorbat pada permukaan melalui gaya-gaya dari valensi sisa dari molekul-molekul pada permukaan. Adsorpsi fisika diakibatkan kondensasi molekular dalam kapiler-kapiler dari padatan. Secara umum, unsur-unsur dengan berat molekul yang lebih besar akan lebih mudah diadsorpsi. Sehingga, semakin berat molekul dalam suatu unsur akan semakin mudah proses adsorpsi yang berlangsung.

3. Porositas

Pada umumnya adsorben mengandung bahan-bahan yang sangat berpori, dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding-dinding pori didalam partikel. Oleh karena itu, ukuran pori-pori biasanya sangat kecil dengan luas permukaan dalam yang lebih besar dari permukaan luar. Sehingga pemisahan terjadi karena perbedaan porositas menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan itu lebih erat daripada molekul-molekul lainnya.

4. Temperatur

Berdasarkan prinsip Le Chatelier, maka proses adsorpsi yang merupakan proses eksotermis, dengan peningkatan temperatur pada tekanan tetap akan mengurangi jumlah senyawa yang teradsorpsi.

5. Tekanan Adsorbat

Pada setiap jenis adsorpsi berdasarkan interaksi molekular yang terjadi, tekanan adsorbat akan mempengaruhi jumlah molekul adsorbat. Pada adsorpsi fisika, bila tekanan adsorbat meningkat, jumlah molekul adsorbat akan bertambah. Namun pada adsorpsi kimia, jumlah molekul adsorbat akan berkurang bila tekanan adsorbat meningkat.

2.4 Air

Air merupakan salah satu komponen yang penting bagi kehidupan. Namun, air dapat menjadi masalah jika tidak tersedia sesuai dengan fungsinya, baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Khusus dari segi kualitas misalnya air bersih yang digunakan harus memenuhi parameter secara fisik, kimia, dan mikrobiologi. Air merupakan masalah utama dalam penyediaan air bersih di kota dan di desa. Oleh karena meningkatnya kebutuhan manusia, berbagai upaya dilakukan untuk

menyediakan air bersih yang aman bagi kesehatan. Adapun air yang sehat harus memenuhi empat kriteria parameter. Pertama adalah fisik meliputi padatan terlarut, kekeruhan, warna, rasa, bau, dan suhu. Kedua adalah parameter kimiawi terdiri atas berbagai ion, senyawa beracun, kandungan oksigen terlarut dan kebutuhan oksigen kimia. Ketiga adalah parameter biologis meliputi jenis dan kandungan mikroorganisme baik hewan maupun tumbuhan. Parameter yang terakhir adalah radioaktif meliputi kandungan bahan – bahan radioaktif (Yarman, 2009).

2.5 Logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn)



(Nurjamal, 2018)

Gambar 2.5 Logam Besi

Besi adalah unsur kimia yang memiliki simbol Fe yang berasal dari bahasa latin ferrum. Besi (Fe) merupakan logam transisi yang memiliki nomor atom 26. Bilangan oksidasi Fe adalah +3 dan +2. Fe menempati urutan sepuluh besar sebagai unsur di bumi. Fe menyusun 5–5,6% dari kerak bumi dan menyusun 35% dari massa bumi (Fadri, 2018). Besi memiliki sifat fisik dan sifat kimia yang berbeda dengan unsur lainnya yang dapat dilihat pada Tabel 2.3.

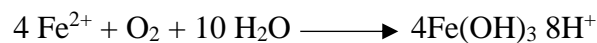
Tabel 2.3 Sifat Fisik dan Sifat Kimia Besi (Fe)

Sifat fisik dan Kimia	Keterangan
Lambang	Fe
Nomor atom	26
Golongan, Periode	Golongan 8, Periode 4
Penampilan	Metalik mengkilap keabu-abuan
Massa atom relative	55,854
Konfigurasi elektron	[Ar] 3d ⁶ 4s ²
Fasa	Padat
Massa jenis	7,86 g/cm ³
Titik lebur	1.811 K
Titik didih	3.134 K
Isotop	8

Kepadatan	7,8 g/cm ³ pada 20°C
Energi ionisasi pertama	761 kJ/mol
Energi ionisasi kedua	1.556,5 kJ/mol
Energi ionisasi ketiga	2.951 kJ/mol
Kapasitas kalor	(25°C) 25,10 J/(mol.K)

(Pradita dkk., 2018)

Logam besi dengan bilangan oksidasi +2 (kation ferro) umumnya ditemukan dalam air tanah, konsumsi oksigen bahan organik dalam media mikroorganisme sehingga menghasilkan keadaan reduksi dalam air tanah. Jika air tanah tidak mengandung oksigen maka warnanya jernih, namun jika mengalami oksidasi oleh oksigen yang berasal dari atmosfer maka air akan keruh dengan persamaan sebagai berikut :



Sedangkan pada pembentukan besi dengan bilangan oksidasi +3 (kation ferri) mengalami oksidasi terhidrat yang tidak larut sehingga air berubah menjadi abu-abu (Pradita dkk., 2018).

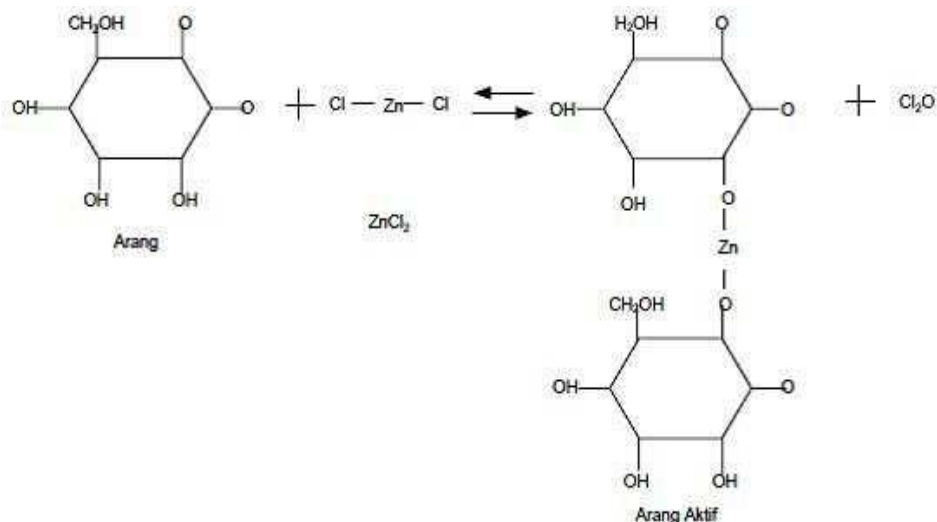
Endapan besi dapat bersifat korosif terhadap pipa sehingga dapat menyebabkan penyumbatan pada aliran pipa tersebut. Berdasarkan PP No 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, konsentrasi maksimal besi yang diperbolehkan dalam air yaitu 0,3 mg/L. Besi dalam perairan yang melebihi ambang batas dapat menyebabkan kekeruhan, air berwarna kecoklatan, dan bau. Populasi biota didalam air juga akan berpengaruh sehingga menyebabkan hewan seperti kerang dan ikan menjadi tidak layak dikonsumsi (Pradita dkk., 2018).

Air gambut memiliki kandungan logam pencemar seperti Fe dan Mn yang merupakan unsur bebas yang melekat pada tanah dan batuan atau berasal dari limbah industri (Anggriawan dkk., 2015). Kandungan Fe dalam air gambut bila melewati baku mutu air bersih yang sesuai dengan PERMENKES No.492/Per/IV/2010 akan menyebabkan gangguan kesehatan seperti iritasi pada kulit, gangguan pencernaan, dan gangguan pernapasan. Penyisihan kandungan Fe dan Mn pada air gambut dapat menggunakan beberapa metode antara lain koagulasi-flokulasi, filtrasi dan membran, presipitasi kimia, ion exchange, pelarut ekstraksi, dan adsorpsi. Dari beberapa metode yang telah disebutkan, metode adsorpsi merupakan metode yang paling banyak digunakan dalam menyerap ion

logam dari larutan karena memiliki keunggulan berupa prosesnya yang sederhana, kemampuan penyerapan yang tinggi, ramah lingkungan, dan biaya yang lebih ekonomis. Mengacu pada PERMENKES No.492/Per/IV/2010, baku mutu logam Fe dalam air minum adalah sebesar 0,3 mg/L dan logam Mn sebesar 0,4 mg/L.

2.6 Mekanisme Reaksi Karbon dengan *Zinc Chloride* ($ZnCl_2$)

$ZnCl_2$ atau seng klorida adalah padatan tidak berwarna, tidak berbau, dan bersifat korosif. $ZnCl_2$ pada industri banyak digunakan sebagai bahan kimia perekat dan sealant, bahan kimia pertanian (non-pestisida), inhibitor korosi dan agen anti-scaling, agen penukar ion, agen pelapisan dan agen perawatan permukaan, alat bantu pemrosesan, dan penstabil polimer. $ZnCl_2$ merupakan salah satu aktivator yang paling banyak digunakan untuk aktivasi kimia bahan karbon. $ZnCl_2$ bertindak sebagai agen dehidrasi yang mengakibatkan dekomposisi bahan karbon selama proses pirolisis, agen pelarut mineral organik yang membatasi pembentukan tar sisa pembakaran yang menutupi pori-pori arang sehingga dan meningkatkan hasil rendemen karbon (Özhan dkk., 2014). Interaksi antara atom karbon dan spesies Zn mengakibatkan pelebaran signifikan dari antar permukaan dalam karbon dan menciptakan pori-pori dalam matriks karbon.



Gambar 2.6 Mekanisme Reaksi Aktivasi dengan $ZnCl_2$

Pada proses aktivasi, ZnCl_2 akan memutuskan ikatan antara oksigen dan hidrogen dan digantikan dengan spesi Zn, dikarenakan Zn memiliki muatan +2 maka spesi Zn akan menarik gugus lain sehingga membentuk reaksi seperti pada Gambar 2.8. Selama interaksi dengan karbon tersebut, ZnCl_2 membantu meningkatkan luas permukaan struktur karbon dengan menanggalkan hidrogen dan oksigen dari prekursor karbon (Adinata, 2013)

2.7 Atomic Absorption Spectrophotometer

Spektrofotometer serapan atom atau *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) adalah suatu metode yang digunakan untuk menentukan unsur-unsur dalam suatu sampel/cuplikan yang berbentuk larutan. Spektrometri Serapan Atom (SSA) merupakan metode analisis unsur secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas. Prinsip kerja AAS adalah dengan metode absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu tergantung dengan sifat unsurnya. *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) atau Spektrofotometer Serapan Atom dimanfaatkan untuk analisis kuantitatif yang menentukan kadar total unsur logam dalam jumlah banyak maupun sangat banyak. Prinsip dari AAS yaitu larutan sampel diaspirasikan ke suatu nyala dan unsur-unsur dalam sampel diubah menjadi uap atom sehingga nyala mengandung unsurunsur yang dianalisis. Beberapa di antara atom akan tereksitasi secara termal oleh nyala, tetapi kebanyakan atom tetap tinggal sebagai atom netral dalam keadaan dasar (*ground state*). Atom-atom *ground state* ini kemudian akan menyerap radiasi yang diberikan oleh sumber radiasi yang terbuat dari unsur-unsur yang bersangkutan. Panjang gelombang yang dihasilkan oleh sumber radiasi adalah sama dengan panjang gelombang yang diabsorpsi oleh atom dalam nyala. Absorpsi ini mengikuti hukum Lambert-Beer, yaitu absorbansi berbanding lurus dengan panjang nyala yang dilalui sinar dan konsentrasi uap atom dalam nyala (Wahyuni, 2007).

2.8 UV-VIS Spectrophotometer

Spektrofotometri adalah metode analisis yang didasarkan pada pengukuran intensitas cahaya menggunakan spektrofotometer, cahaya yang digunakan adalah cahaya dengan panjang gelombang tunggal (monokromatik). Hukum dasar dari analisis ini adalah hukum Lambert-Beer yang menunjukkan hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi, tebal media, dan sifat spesifik dari adsorben (Arif, 2014). Kegunaan utama Spektrometer UV-Vis adalah untuk menentukan jumlah ikatan rangkap atau konjugasi aromatik. Spektrum UV biasanya diukur dalam larutan sangat encer dengan syarat pelarut harus tidak menyerap pada λ dimana dilakukan pengukuran, agar tidak ada latar belakang atau fenomena reabsorpsi. Spektrum tampak memiliki rentang dari sekitar 400 nm (ungu) sampai 750 nm (merah) sedangkan spektrum ultraviolet memiliki rentang dari 100 nm sampai 400 nm (Wahyuni, 2007).