

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Singkong (*Manihot Esculenta*)**

Ketela pohon atau ubi kayu merupakan tanaman perdu. Ketela pohon berasal dari benua Amerika, tepatnya dari Brasil. Penyebarannya hampir ke seluruh dunia, antara lain Afrika, Madagaskar, India, dan Tiongkok. Tanaman ini masuk ke Indonesia pada tahun 1852. Ketela pohon berkembang di negara-negara yang terkenal dengan wilayah pertaniannya (Purwono, 2009). Kebanyakan tanaman singkong dapat dilakukan dengan cara generatif (biji) dan vegetatif (stek batang). Generatif (biji) biasanya dilakukan pada skala penelitian (pemulihan tanaman) untuk menghasilkan varietas baru, singkong lazimnya diperbanyak dengan stek batang. Para petani biasanya menanam tanaman singkong dari golongan singkong yang tidak beracun untuk mencukupi kebutuhan pangan. Sedangkan untuk keperluan industri atau bahan dasar untuk industri biasanya dipilih golongan umbi yang beracun. Karena golongan ini mempunyai kadar pati yang lebih tinggi dan umbinya lebih besar serta tahan terhadap kerusakan, misalnya perubahan warna (Sosrosoedirdjo, 1993).

Kelebihan dari tanaman singkong pada pertanian kurang lebih adalah sebagai berikut :

- a. Dapat tumbuh di lahan kering dan kurang subur.
  - b. Daya tahan terhadap penyakit relatif tinggi.
  - c. Masa panen tidak diburu waktu sehingga bisa dijadikan lumbung hidup, yakni dibiarkan pada tempatnya untuk beberapa minggu.
  - d. Daun dan umbinya dapat diolah menjadi aneka makanan.
- ( Pinus Lingga, 1986 ).

#### **2.2 Kulit Singkong (*Manihot Esculenta Crantz*)**

Kulit singkong (*Manihot esculenta Cranz*) merupakan limbah dari ubi kayu yang telah dikupas. Kulit ubi kayu menjadi limbah utama pangan di negara berkembang. Semakin luas areal penanaman ubi kayu atau singkong, dan semakin

banyak jumlah ubi kayu yang dipanen, maka semakin banyak juga limbah kulit ubi kayu yang dihasilkan. Setiap kilogram ubi kayu menghasilkan 15 – 20 % limbah kulit ubi. Limbah kulit ubi kayu sebaiknya dalam keadaan kering dengan cara dijemur dan ditumbuk dijadikan tepung (Rukmana, 1997).

Kulit singkong sering kali dianggap limbah yang tidak berguna oleh sebagian industri berbahan baku singkong. Oleh karena itu, bahan ini masih belum banyak dimanfaatkan dan dibuang begitu saja dan umumnya hanya digunakan sebagai pakan ternak. Kulit singkong dapat menjadi produk yang bernilai ekonomis tinggi, antara lain diolah menjadi tepung mocaf. Persentase kulit singkong kurang lebih 20% dari umbinya sehingga per kg umbi singkong menghasilkan 0,2 kg kulit singkong. Kulit singkong lebih banyak mengandung racun asam biru dibanding daging umbi yakni 3-5 kali lebih besar, tergantung rasanya yang manis atau pahit. Jika rasanya manis, kandungan asam birunya rendah sedangkan jika rasanya pahit, kandungan asam birunya lebih banyak (Salim,2011).



Gambar 1. Kulit Singkong (*Manihot esculenta* Crantz)  
Sumber : Nita Febriani, 2019

Salah satu material biomassa dari residu hasil pertanian yang belum banyak dimanfaatkan dan mempunyai potensi yang cukup baik sebagai adsorben logam berat adalah limbah kulit singkong. Karena mengandung selulosa non reduksi yang efektif mengikat ion logam. Selulosa merupakan komponen utama tumbuhan, bahan tumbuhan ini ditemukan di dalam dinding sel buah-buahan dan sayur-sayuran seperti kayu, dahan, dan daun, tidak dapat di cerna oleh manusia. Selulosa yang melewati sistem pencernaan makanan tidak diubah, namun digunakan sebagai serat makanan yang diterima sistem pencernaan manusia yang kurang baik. Limbah

kulit singkong merupakan residu hasil pertanian yang terdapat dalam jumlah melimpah di berbagai daerah di Indonesia. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu upaya untuk mengaktivasi selulosa non reduksi pada biomassa kulit singkong sehingga diperoleh biomassa yang lebih aktif menyerap logam berat. Namun kulit singkong sendiri masih bisa digunakan sebagai bahan baku karbon aktif karena memiliki unsur karbon didalamnya. Kandungan kulit singkong adalah sebagai berikut :

**Tabel 1.** Kandungan Kulit Singkong

<b>Element</b>	<b>Persentase (%)</b>
C	59,31
H	9,78
O	28,74
N	2,06
S	0,11
Ash	0,3
H <sub>2</sub> O	11,4

*Sumber: Ikawati, 2010*

### **2.3 Karbon Aktif**

Karbon aktif adalah suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi, dengan menggunakan gas, uap air dan bahan-bahan kimia sehingga pori-porinya terbuka. Karbon aktif merupakan absorben yang sangat bagus dan banyak digunakan karena luas permukaan dan volume mikropori sangat besar, dan relatif mudah di regenerasi. Dengan demikian daya adsorbsinya menjadi lebih tinggi terhadap zat warna dan bau. Keaktifan daya menyerap dari karbon aktif tergantung dari jumlah senyawa karbonnya. Daya serap karbon aktif ditentukan oleh luas permukaan partikel. Dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi, jika karbon aktif tersebut telah dilakukan aktivasi dengan faktor bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Dengan demikian, karbon akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia. Karbon aktif yang berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar

dibandingkan dengan karbon aktif yang belum menjalani proses aktivasi, serta mempunyai permukaan yang luas, yaitu memiliki luas antara 300 – 200 m<sup>2</sup> /gram. Luas permukaan yang luas disebabkan karbon mempunyai permukaan dalam (internal surface) yang berongga, sehingga mempunyai kemampuan menyerap gas dan uap atau zat yang berada di dalam suatu larutan. Luas permukaan yang besar dari struktur dalam pori-pori karbon aktif dapat terus dikembangkan, struktur ini memberikan kemampuan karbon aktif menyerap (adsorb) gas-gas dan uap-uap dari gas dan juga dapat menguraikan zat-zat dari liquid (Kirk-Othemar, 1992).

Karbon aktif merupakan padatan yang didominasi amorf yang memiliki luas permukaan internal dan volume pori yang besar. Karakteristik karbon aktif bertugas untuk penyerapan, yang dieksploitasi di berbagai aplikasi fase *liquid* dan gas. Sedangkan menurut Kirk (1992) karbon aktif adalah adsorben yang sangat serbaguna karena ukuran dan distribusi pori-pori dalam matriks karbon dapat dikendalikan untuk memenuhi kebutuhan saat ini dan pasar yang bermunculan. Karbon aktif dapat dihasilkan dari bahan-bahan organik yang mengandung karbon atau dari arang yang telah mendapatkan perlakuan khusus agar permukaannya menjadi lebih luas. Dalam pembuatan karbon aktif, tidak hanya bahan bakunya saja yang perlu diperhatikan. Tapi juga proses aktivasinya, karena aktivasi merupakan hal penting yang turut berpengaruh dalam pembuatan karbon aktif (Setyoningrum dkk, 2018).

Sifat dari karbon aktif yang dihasilkan tergantung dari bahan yang digunakan misalnya kulit singkong menghasilkan karbon yang lunak dan cocok untuk menjernihkan air. Karbon aktif dibagi 2 tipe, yaitu karbon aktif sebagai pemucat dan sebagai penyerap uap. Karbon aktif sebagai pemucat, biasanya berbentuk bubuk (powder) ukuran diameter butirannya mencapai 1000 Å, digunakan pada fase cair berfungsi untuk memindahkan zat-zat pengganggu yang menyebabkan warna dan bau yang tidak diharapkan. Sedangkan karbon aktif granular atau pellet yang sangat keras diament pori berkisar antara 10 - 200 Å, tipe pori lebih halus, digunakan dalam fase gas, berfungsi untuk memperoleh kembali pelarut, katalis, pemisahan, dan pemurnian gas (Djarmiko dan Prowiro, 1970).

Karbon aktif merupakan karbon atau arang yang telah mengalami perbesaran pori atau luas permukaan sehingga dapat menyerap zat-zat lain yang ada di sekitarnya. Karbon aktif umumnya banyak digunakan sebagai zat penyerap (*adsorben*) zat-zat pengotor yang terkandung di dalam air dan sebagai norit (obat diare) dalam dunia medis.

Secara umum proses pembuatan karbon aktif dapat dibagi dua, yaitu: proses kimia dan proses fisika. Keuntungan dari pemakaian karbon aktif adalah: Pengoperasian mudah karena air mengalir dalam media karbon, proses berjalan cepat karena ukuran butiran karbonnya lebih besar, dan karbon tidak bercampur dengan lumpur sehingga dapat diregenerasi.

Karbon aktif juga memiliki kelebihan lain yakni mudah untuk dibuat, sebab proses pembuatannya termasuk proses yang cukup sederhana. Ada dua bentuk karbon aktif yang diklasifikasikan sesuai dengan sifat dan kegunaannya:

a. Bentuk powder / serbuk

Merupakan bubuk hitam yang biasanya digunakan untuk keperluan adsorpsi dalam fase liquid untuk proses pemurnian larutan.

b. Bentuk granulat / butiran

Tipe granulat tidak hanya efektif untuk proses adsorpsi gas tetapi juga efektif untuk adsorpsi fase liquid (*Kirk, 1992*).

Untuk kegunaan dari karbon aktif dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini :

**Tabel 2.** Kegunaan Arang Aktif

<b>Maksud/ Tujuan</b>	<b>Pemakaian</b>
<b>I. Untuk Gas</b>	
1. Pemurnian gas	Desulfurisasi, menghilangkan gas beracun, bau busuk, asap, menyerap racun
2. Pengolahan LNG	Desulfurisasi dan penyaringan berbagai bahan mentah dan reaksi gas
3. Katalisator	Reaksi katalisator atau pengangkut vinil klorida, dan vinil acetat
4. Lain – lain	Menghilangkan bau dalam kamar pendingin dan mobil
<b>II. Untuk Zat Cair</b>	
1. Industri obat dan makanan	Menyaring dan menghilangkan warna, bau, rasa yang tidak enak pada makanan
2. Minuman ringan, minuman keras	Menghilangkan warna, bau pada arak/ minuman keras dan minuman ringan
3. Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah, zat perantara
4. Pembersih air	Menyaring/menghilangkan bau, warna, zat pencemar dalam air, sebagai pelindung dan penukaran resin dalam alat/penyulingan air
5. Pembersih air buangan	Mengatur dan membersihkan air buangan dan pencemar, warna, bau, logam berat
6. Penambakan udang dan benur	Pemurnian, menghilangkan bau, dan warna
7. Pelarut yang digunakan kembali	Penarikan kembali berbagai pelarut, sisa metanol, etil acetat dan lain-lain
<b>III. Lain - Lain</b>	
1. Pengolahan Pulp	Pemurnian dan menghilangkan bau
2. Pengolahan Pupuk	Pemurnian
3. Penyaringan minyak makan dan glukosa	Menghilangkan bau, warna, dan rasa tidak enak

Sumber : PDII-LIPI, 1998

Dalam pembuatan karbon aktif, tidak hanya bahan bakunya saja yang perlu diperhatikan, juga proses aktivasinya. Proses aktivasi merupakan suatu perlakuan terhadap karbon agar karbon mengalami perubahan sifat, baik fisik maupun kimia, dimana luas permukaannya meningkat tajam akibat terjadinya penghilangan senyawa tar dan senyawa sisa-sisa pengarangan. Karbon aktif yang baik harus memenuhi standar yang telah ditentukan, yaitu seperti pada tabel 3 di bawah ini :

**Tabel 3.** Standar Karbon Aktif

<b>Jenis Persyaratan</b>	<b>Parameter</b>
Kadar Air	Mak. 15 %
Kadar Abu	Mak. 10 %
Kadar Zat Menguap	Mak. 25 %
Kadar Karbon Terikat	Min. 65 %
Daya Serap Terhadap Yodium	Min. 750 mg/g
Daya Serap Terhadap Benzena	Min. 25 %

Sumber : SNI, 1995

## 2.4 Adsorpsi

### 2.4.1 Pengertian Adsorpsi

Adsorpsi secara umum merupakan proses penggumpalan substansi terlarut yang ada dalam larutan oleh permukaan benda atau zat penyerap. Adsorpsi adalah masuknya bahan yang mengumpul dalam suatu zat padat. Keduanya sering muncul bersamaan dengan suatu proses maka ada yang menyebutnya sorpsi. Baik adsorpsi maupun absorpsi sebagai sorpsi terjadi pada tanah liat maupun padatan lainnya, namun unit operasinya dikenal sebagai adsorpsi (Giyatmi, 2008).

Adsorpsi adalah sebuah fenomena yang terjadi pada permukaan. Adsorpsi secara umum didefinisikan sebagai akumulasi sejumlah molekul, ion atau atom yang terjadi pada batas antara dua fasa. Adsorpsi menyangkut akumulasi atau pemusatan substansi adsorbat pada adsorben dan dalam hal ini dapat terjadi pada antar muka dua fasa. Fasa yang menyerap disebut adsorben dan fasa yang terserap disebut adsorbat. Kebanyakan adsorben adalah bahan-bahan yang memiliki pori karena berlangsung terutama pada dinding-dinding pori atau letak-letak tertentu didalam adsorben (*Alberty dan Daniel, 1987*).

Gaya tarik-menarik dari suatu padatan dibedakan menjadi dua jenis yaitu gaya fisika dan gaya kimia yang masing-masing menghasilkan adsorpsi fisika (*physisorption*) dan adsorpsi kimia (*chemisorption*). Adsorpsi fisika adalah proses intertaksi antara adsorben dengan adsorbat yang melibatkan gaya-gaya antar molekul seperti gaya van der Waals, sedangkan adsorpsi kimia terjadi jika interaksi adsorben dan adsorbat melibatkan pembentukan ikatan kimia. Dalam

proses adsorpsi melibatkan berbagai macam gaya yakni gaya van der Waals, gaya elektrostatik, ikatan hidrogen serta ikatan kovalen (*Martell and Hancock, 1996*).

#### 2.4.2 Jenis-jenis Adsorpsi

Adsorpsi ada dua jenis, yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia:

a. Adsorpsi fisika (*Physisorption*)

Terjadi karena gaya Van der Waals dimana ketika gaya tarik molekul antara larutan dan permukaan media lebih besar daripada gaya tarik substansi terlarut dan larutan, maka substansi terlarut akan diadsorpsi oleh permukaan media. *Physisorption* ini memiliki gaya tarik Van der Waals yang kekuatannya relatif kecil. Molekul terikat sangat lemah dan energi yang dilepaskan pada adsorpsi fisika relatif rendah sekitar 20 kJ/mol. Contoh : adsorpsi oleh arang aktif. Aktivasi arang aktif pada temperatur yang tinggi akan menghasilkan struktur berpori dan luas permukaan adsorpsi yang besar. Semakin besar luas permukaan, maka semakin banyak substansi terlarut yang melekat pada permukaan media adsorpsi.

b. Adsorpsi Kimia (*Chemisorption*)

*Chemisorption* terjadi ketika terbentuknya ikatan kimia antara substansi terlarut dalam larutan dengan molekul dalam media. *Chemisorpsi* terjadi diawali dengan adsorpsi fisik, yaitu partikel-partikel adsorbat mendekati ke permukaan adsorben melalui gaya Van der Waals atau melalui ikatan hidrogen. Dalam adsorpsi kimia partikel melekat pada permukaan dengan membentuk ikatan kimia (biasanya ikatan kovalen), dan cenderung mencari tempat yang memaksimalkan bilangan koordinasi dengan substrat. Contoh : *Ion exchange* (Atkin, 1999).

#### 2.4.3 Faktor yang mempengaruhi adsorpsi

Faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi yaitu:

1. Waktu Kontak

Waktu kontak merupakan suatu hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Waktu kontak memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik.



## 2. Karakteristik Adsorben

Ukuran partikel merupakan syarat yang penting dari suatu arang aktif untuk digunakan sebagai adsorben. Ukuran partikel arang mempengaruhi kecepatan dimana adsorpsi terjadi. Kecepatan adsorpsi meningkat dengan menurunnya ukuran partikel.

## 3. Luas Permukaan

Semakin luas permukaan adsorben, semakin banyak adsorbat yang diserap, sehingga proses adsorpsi dapat semakin efektif. Semakin kecil ukuran diameter adsorben maka semakin luas permukaannya. Kapasitas adsorpsi total dari suatu adsorbat tergantung pada luas permukaan total adsorbennya.

## 4. Kelarutan Adsorbat

Agar adsorpsi dapat terjadi, suatu molekul harus terpisah dari larutan. Senyawa yang mudah larut mempunyai afinitas yang kuat untuk larutannya dan karenanya lebih sukar untuk teradsorpsi dibandingkan senyawa yang sukar larut. Akan tetapi ada perkecualian karena banyak senyawa yang dengan kelarutan rendah sukar diadsorpsi, sedangkan beberapa senyawa yang sangat mudah larut diadsorpsi dengan mudah.

## 5. Ukuran Molekul Adsorbat

Ukuran molekul adsorbat benar-benar penting dalam proses adsorpsi ketika molekul masuk ke dalam mikropori suatu partikel arang untuk diserap. Adsorpsi paling kuat ketika ukuran pori-pori adsorben cukup besar sehingga memungkinkan molekul adsorbat untuk masuk.

## 6. pH

pH pada proses adsorpsi terjadi menunjukkan pengaruh yang besar terhadap adsorpsi itu sendiri. Hal ini dikarenakan ion hidrogen sendiri diadsorpsi dengan kuat, sebagian karena pH mempengaruhi ionisasi dan karenanya juga mempengaruhi adsorpsi dari beberapa senyawa. Asam organik lebih mudah diadsorpsi pada pH rendah, sedangkan adsorpsi basa organik terjadi dengan mudah pada pH tinggi. pH optimum untuk kebanyakan proses adsorpsi harus ditentukan dengan uji laboratorium.

## 7. Temperatur

Temperatur pada proses adsorpsi akan mempengaruhi kecepatan dan jumlah adsorpsi yang terjadi. Kecepatan adsorpsi meningkat dengan meningkatnya temperatur, dan menurun dengan menurunnya temperatur.

### 2.5 Proses Pembuatan Karbon Aktif

Secara umum proses pembuatan karbon aktif dibagi menjadi tiga tahap, yaitu dehidrasi, karbonasi, dan aktivasi

#### 1. Dehidrasi

Dehidrasi adalah proses penghilangan air yang terdapat dalam bahan baku karbon aktif dengan tujuan untuk menyempunakan proses karbonasi dan dilakukan dengan cara menjemur bahan baku dibawah sinar matahari atau memanaskannya didalam oven (Putri dkk, 2019).

#### 2. Karbonasi

Karbonisasi adalah proses yang penting dalam penelitian ini. Tujuannya adalah untuk mengubah bahan baku yang digunakan, yakni kulit buah singkong, diubah menjadi karbon yang selanjutnya akan diaktifasi menjadi karbon aktif. Proses karbonisasi merupakan suatu proses pembakaran yang akan mengubah suatu material menjadi karbon. Karbonisasi akan menyebabkan terjadinya dekomposisi material organik bahan baku dan pengeluaran pengotor. Sebagian besar unsur non-karbon akan hilang pada tahap ini. Pelepasan unsur-unsur yang volatil ini akan membuat struktur pori-pori mulai terbentuk/pori-pori mulai terbuka. Seiring karbonisasi, struktur pori awal akan berubah. Penambahan suhu diperlukan untuk mempercepat reaksi pembentukan pori. Namun, pembatasan suhu pun harus dilakukan. Suhu yang terlalu tinggi, seperti di atas  $1000^{\circ}\text{C}$  akan mengakibatkan banyaknya abu yang terbentuk sehingga dapat menutupi pori-pori dan membuat luas permukaan berkurang serta daya adsorpsinya menurun.

Produk dari hasil proses karbonisasi memiliki daya adsorpsi yang kecil. Hal ini disebabkan pada proses karbonisasi suhunya rendah, sebagian dari tar yang dihasilkan berada dalam pori dan permukaan sehingga mengakibatkan adsorpsi terhalang. Produk hasil karbonisasi dapat diaktifkan dengan cara mengeluarkan produk tar melalui pemanasan dalam suatu aliran gas inert, atau melalui ekstraksi

dengan menggunakan pelarut yang sesuai misalnya selenium oksida, atau melalui sebuah reaksi kimia. Karbon aktif dengan daya adsorpsi yang besar, dapat dihasilkan oleh proses aktivasi bahan baku yang telah dikarbonisasi dengan suhu tinggi (Agustina, 2014).

### 3. Aktivasi

Pada proses karbonisasi, daya adsorpsi karbon tergolong masih rendah karena masih terdapat residu yang menutupi permukaan pori dan pembentukan poripori belum sempurna. Maka dari itu, perlu dilakukan proses aktivasi untuk meningkatkan luas permukaan dan daya adsorpsi karbon aktif.

Aktivator dapat meningkatkan keaktifan adsorben melalui mekanisme sebagai berikut :

1. Aktivator menembus celah atau pori-pori diantara pelat-pelat kristalit karbon (pada karbon aktif) yang berbentuk heksagonal dan menyebar di dalam celah atau pori-pori tersebut, sehingga terjadi pengikisan pada permukaan kristalit karbon.

2. Aktivator mencegah senyawa organik bereaksi dengan oksigen yang akan bereaksi dengan kristalit oksigen.

3. Menurut teori interkalasi, struktur dari suatu komposisi senyawa akan mengalami modifikasi jika disisipkan ion atau atom lain kedalam struktur tersebut. Pada aktivasi maka ion atau atom yang disisipkan adalah aktivator.

4. Aktivasi dapat berupa aktivasi fisik dimana digunakan gas-gas inert seperti uap air (steam), CO<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub>. sedangkan pada aktivasi kimia, digunakan aktivator yang berperan penting untuk meningkatkan luas permukaan adsorben dengan cara mengusir senyawa non karbon dari pori-pori. (Agustina, 2014).

Pada proses ini terjadi pelepasan hidrokarbon, tar, dan senyawa organik yang melekat pada karbon tersebut. Proses aktivasi terdapat 2 jenis yaitu aktivasi fisika dan aktivasi kimiawi.

- Aktivasi Kimia

Aktivasi kimiawi biasanya digunakan untuk bahan baku mengandung lignoselulosa. Pada aktivasi ini, karbon dicampur dengan larutan kimia yang berperan sebagai *activating agent*. Salah satu jenis larutan kimia yang banyak dipakai sebagai *activating agent* dari logam alkali adalah KOH

(kalium hidroksida). KOH akan bereaksi dengan karbon sehingga akan membentuk pori-pori baru serta menghasilkan karbon dioksida yang berdifusi ke permukaan karbon (Putri dkk, 2019). Pori-pori yang terbentuk akan menghasilkan karbon aktif. KOH juga mencegah pembentukan tar, asam asetat, metanol, dan lain lain (Putri dkk, 2019). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia, kadar air pada karbon aktif maksimal 15%, kadar abu maksimal 10% dan daya serap Iodine minimal 750 mg/g (Putri dkk, 2019).

- **Aktivasi Fisika**

Pada aktivasi secara fisika, karbon dipanaskan pada suhu sekitar 800 – 1000 °C dan dialirkan gas pengoksidasi seperti uap air, oksigen, atau CO. Pada aktivasi fisika, terjadi pengurangan massa karbon dalam jumlah yang besar karena adanya pembentukan struktur karbon. Namun, pada aktivasi fisika seringkali terjadi kelebihan oksidasi eksternal sewaktu gas pengoksidasi berdifusi pada karbon sehingga terjadi pengurangan ukuran adsorben. Selain itu, reaksi sulit untuk dikontrol.

## **2.6 Karbon Aktif dalam Penyerapan Fe**

Karbon aktif dapat menghilangkan bau, warna dan rasa yang terdapat dalam larutan yang di gunakan untuk mengadsorpsi logam-logam seperti besi, tembaga, dan lainnya. Besi (Fe) adalah satu dari banyak unsur - unsur penting dalam air permukaan dan air tanah. Perairan yang mengandung besi sangat tidak diinginkan untuk keperluan rumah tangga karena dapat menyebabkan bekas karat pada pakaian, porselin serta menimbulkan rasa yang tidak enak pada air minum (Lempang, 2014). Semakin besar kecepatan pengadukan, lama waktu kontak dan pemanasan yang digunakan maka proses penyerapan adsorbat oleh adsorben menjadi lebih baik. Sementara penambahan jumlah karbon aktif akan memperluas bidang kontak antara karbon aktif dan ion logam sehingga semakin banyak ion terlarut yang terhimpun oleh karbon aktif dan meningkatkan daya serap (Webber, 1972).

Unsur besi (Fe) mempunyai nomor atom 26, dengan demikian besi kekurangan dua elektron yang menyebabkan ionnya bermuatan positif. Disamping

itu, besi mempunyai sifat stabil terhadap pengaruh asam-asam dan bahan kimia (Margono,1980). Kemudian dimungkinkan terjadi pertukaran kation antara ion-ion Fe dengan ion-ion yang berada di permukaan pori-pori karbon yang menyebabkan terjadi ikatan antara permukaan pori-pori karbon dengan ion-ion logam Fe. Semakin besar massa karbon, maka semakin banyak pori-pori dan rongga pada karbon. Hal ini dimungkinkan bahwa semakin banyak pula ion-ion logam Fe yang diserap oleh karbon.

## 2.7 Natrium Hidroksida (NaOH)

### 2.7.1 Pengertian Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium hidroksida (NaOH) biasa dikenal dengan soda kautik, soda api, ataupun sodium hidroksida merupakan jenis basa logam kaustik. Natrium hidroksida terbentuk dari oksida basa natrium oksida yang dilarutkan dalam air. Natrium oksida membentuk larutan alkalin yang kuat ketika dilarutkan ke dalam air.

### 2.7.2 Sifat Fisik dan Kimia NaOH

NaOH memiliki sifat *higroskopis*, yaitu kemampuan dimana NaOH mampu menyerap molekul air dari lingkungannya, baik itu melalui absorpsi ataupun adsorpsi. NaOH memiliki sifat korosif dan dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan mata.

Berikut adalah penjelasan mengenai sifat fisik dan kimia NaOH:

#### 1. Sifat Fisik

Rumus kimia	: NaOH
Massa molar	: 39,9971 g/mol
Wujud	: Zat padat Putih
Densitas	: 2,1 g/cm <sup>3</sup> , padat
Titik lebur	: 318 °C
Titik didih	: 1390 °C
Kelarutan	: 111 g/100 ml (20 °C)

#### 2. Sifat Kimia

- a. Menyerap karbon dioksida dari udara bebas
- b. Larut dalam etanol dan methanol
- c. Sangat larut dalam air dan akan melepaskan panas

- d. Tidak larut dalam dietil eter dan pelarut non-polar
- e. Sangat mudah terionisasi membentuk ion natrium dan hidroksida
- f. Meninggalkan noda kuning pada kain dan kertas

### 2.7.3 Kegunaan Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium Hidroksida (NaOH) banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan produk-produk dalam industri kimia, berikut kegunaan Natrium Hidroksida (NaOH):

1. NaOH digunakan secara langsung untuk mengendalikan tingkat keasaman atau pH pada fasilitas pengolahan air (*water treatment*).
2. NaOH menjadi salah satu bahan baku pembuatan Natrium Hipoklorit (NaOCl) sebagai disinfektan dalam pengolahan air industri.
3. NaOH digunakan pada proses regenerasi anion resin yang terdapat pada *anion exchanger*.
4. NaOH banyak digunakan sebagai salah satu *activated agent* dalam industri pembuatan karbon aktif.
5. Dalam industri kertas NaOH digunakan untuk memisahkan tinta dari serat kertas.
6. Dalam industri minyak dan gas, NaOH berperan penting untuk mengendalikan alkalinitas dan pH, menguraikan material organik, dan menghilangkan gas-gas pengotor seperti sulfur dan karbon dioksida.
7. NaOH banyak digunakan dalam industri pembuatan sabun.

## 2.8 Logam Besi (Fe)

### 2.8.1 Pengertian Logam Besi (Fe)

Logam Besi (Fe) merupakan suatu logam esensial yang keberadaannya apabila dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh sebagian organisme hidup, namun kandungan logam besi (Fe) dalam jumlah yang berlebihan akan menimbulkan dampak berupa efek racun bagi makhluk hidup. Tingginya kandungan logam Fe akan menjadi dampak serius terhadap kesehatan makhluk hidup khususnya manusia, dikarenakan dapat menyebabkan keracunan, kerusakan usus, penuaan dini, radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, sirosis ginjal,

diabetes, diare, pusing, mudah lelah, hepatitis, hipertensi, insomnia, dan bahkan pada kasus beratnya dapat menyebabkan kematian secara mendadak (Parulian, 2009).

### 2.8.2 Sifat Fisik dan Kimia Besi (Fe)

Rumus Kimia	: Fe
Nomor Atom	: 26
Penampilan	: Metalik dan Mengkilap keabu-abuan
Massa Atom	: 55,854 (2) g/mol
Titik Lebur	: 1538 °C
Titik Didih	: 2861 °C
Massa Jenis	: 7,86 g/m <sup>3</sup> (Suhu kamar)

### 2.8.3 Kegunaan Besi (Fe)

Besi merupakan salah satu logam yang paling banyak dan dapat digunakan dalam berbagai macam hal, diantaranya:

1. Kelimpahan besi yang cukup besar digunakan menjadi salah satu komoditi tambang.
2. Memiliki sifat menguntungkan dan mudah dimodifikasi menjadi material
3. Menjadi unsur penting dalam pembentukan sel darah merah (*hemoglobin*) pada darah pada manusia.
4. Banyak digunakan sebagai komponen material utama dalam produksi suatu peralatan.

### 2.8.4 Bahaya yang ditimbulkan Besi (Fe)

Logam Besi (Fe) yang terlarut baik itu akibat pengaruh pH, CO<sub>2</sub>, temperatur, daya hantar listrik akan menjadi masalah berupa gangguan bagi kehidupan maupun lingkungan, dikarenakan sifat korosif yang dimiliki besi dapat menghasilkan karat yang kemudian dapat merusak permukaan suatu benda secara perlahan seiring berjalannya waktu. Apabila besi larut dalam air dapat menyebabkan adanya kerusakan struktur warna, bau, dan rasa pada air bila konsentrasi terlarutnya >1,0 mg/l. Senyawa besi dalam jumlah kecil yang terdapat di dalam tubuh manusia akan

membantu proses pembentukan sel darah merah, dimana tubuh manusia memerlukan 7-35 mg/hari yang diperoleh dari air. Akan tetapi apabila kandungan Fe yang terdapat didalam air melebihi dosis yang ditetapkan, akan menimbulkan permasalahan kesehatan bagi manusia.