

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L)

2.1.1 Klasifikasi Kacang Tanah

Kacang tanah dapat di klasifikasikan sebagai berikut:

<i>Kingdom</i>	: <i>Plantae</i>
<i>Divisi</i>	: <i>Tracheophyta</i>
<i>Kelas</i>	: <i>Magnoliophyta</i>
<i>Ordo</i>	: <i>Leguminales</i>
<i>Famili</i>	: <i>Papilionaceae</i>
<i>Genus</i>	: <i>Arachis</i>
<i>Spesies</i>	: <i>Arachis hypogaea</i> L



Sumber: Google, 2020

Gambar 1. Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L)

2.1.2 Penjelasan Kacang Tanah

Kacang tanah merupakan jenis tanaman herba polong-polongan yang banyak tumbuh dan dibudidayakan di Indonesia. Kacang tanah kaya akan kandungan lemak, protein, zat besi vitamin E, vitamin B kompleks, fosfor, vitamin A, vitamin K, Lestisin, kolin, dan kalsium (Rahmania dkk, 2012). Bagian dari kacang tanah yang paling banyak dikonsumsi adalah polongnya. Pada dasarnya polong kacang tanah terdiri atas dua bagian yaitu kulit dan biji, biji

kacang tanah menjadi salah satu komoditi produk pertanian yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia. Sejauh ini kacang tanah banyak diolah hanya sebagai kacang rebus, kacang garing, kacang atom, sampai dengan minyak dan tempe kacang (Badan Litbang Pertanian, 2012). Menurut Sari & Maimunah (2003), kacang tanah memiliki kandungan selulosa (65,7%), karbohidrat (21,2%), protein (7,3%), mineral (4,5%), dan lemak (1,2%). Sedangkan kulit kacang tanah belum banyak dimanfaatkan secara maksimal dan cenderung masih menjadi limbah bagi lingkungan.

Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) produksi kacang tanah pada akhir tahun 2015 sebesar 605.449 ton/tahun, Hal ini menunjukkan bahwa tingkat produksi kacang tanah di Indonesia yang sangat tinggi (Badan Pusat Statistik, 2020). Jika berat keseluruhan kulit kacang tanah 30% dari jumlah berat keseluruhan kacang tanah utuh, maka kuantitas limbah kulit kacang tanah tergolong tinggi (Ensminger dkk, 1993). Banyaknya kacang tanah yang dikonsumsi di Indonesia menyebabkan jumlah kulit kacang tanah yang dibuang ke lingkungan pun semakin banyak. Namun, belum banyak penelitian yang melaporkan potensi limbah kulit kacang tanah ini. Salah satu bagian dari kacang tanah yang belum banyak dimanfaatkan adalah kulitnya, saat ini kulit kacang tanah digunakan untuk bahan bakar dan sebagian besar hanya menjadi sampah (Sumarno, 1986). Kulit kacang tanah dapat dimanfaatkan sebagai biosorben dengan adanya senyawa-senyawa organik yang tak larut dan gugus polifungsi, seperti NH_2 , $-\text{COO}-$, $-\text{C}=\text{O}$, PO_4^{3-} , dan $-\text{OH}$ (Ilyas dkk, 2012). Keberadaan gugus fungsi ini menjadikan kulit kacang tanah efektif untuk menghilangkan berbagai logam berat (Ugwekar & Lakhawat, 2012). Kandungan dari kulit kacang tanah adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Kandungan Kulit Kacang Tanah

Kandungan	Persentase (%)
Selulosa	35,7
Hemiselulosa	18,7
Lignin	30,2
Abu	5,9

Sumber: Raju dkk, 2012

Kandungan selulosa yang terdapat pada dinding sel kulit kacang tanah diharapkan mampu digunakan sebagai bahan penyerap (adsorben) kandungan logam berat (Windasari, 2009). Selulosa sendiri memiliki gugus aktif OH yang dapat mengikat unsur logam berat. Terdapat beberapa penelitian yang telah membuktikan bahwa adsorben selulosa mampu menyerap ion logam berat. Sehingga dapat mendasari bahwa penggunaan selulosa pada kulit kacang tanah menjadi adsorben merupakan salah satu alternatif metode pengolahan logam berat yang mudah untuk dilakukan.

2.1.3 Manfaat Kacang Tanah

1. Adapun manfaat kacang tanah adalah sebagai berikut:
2. Bijinya bermanfaat sebagai bahan konsumsi manusia
3. Daun kacang tanah dapat dijadikan makanan ternak dan pupuk
4. Biji kacang tanah dapat diolah menjadi minyak goreng
5. Kacang tanah mengandung zat besi yang sangat baik untuk produksi sel darah merah dalam tubuh
6. Kalsium yang terdapat di dalam kacang tanah dapat membantu memelihara pertumbuhan massa tulang agar lebih kuat
7. Serat yang terkandung dalam kacang tanah dapat menjadi penangkal resiko kanker.

2.2 Natrium Hidroksida (NaOH)

2.2.1 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.

2.2.2 Sifat Fisik dan Kimia Natrium Hidroksida (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 ³ , padat
Titik lebur	: 318 °C
Titik didih	: 1390 °C
Kelarutan	: 111 g/100 ml (20 °C)



Sumber: Google, 2020

Gambar 2. Natrium Hidroksida (NaOH)

2. Sifat Kimia

- Menyerap karbon dioksida dari udara bebas
- Larut dalam etanol dan metanol
- Sangat larut dalam air dan akan melepaskan panas
- Tidak larut dalam dietil eter dan pelarut non-polar
- Sangat mudah terionisasi membentuk ion natrium dan hidroksida
- Meninggalkan noda kuning pada kain dan kertas.

2.2.3 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

2.3 Logam Besi (Fe)

2.3.1 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).

2.3.2 Sifat Fisik dan Kimia Besi (Fe)

1. Sifat Fisik

Rumus Kimia : Fe

Nomor Atom : 26

Nomor Massa : 57

Massa Atom : 55,85 g/mol

Isotop : 8

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/m³ (Suhu kamar)



Sumber: Google, 2020

Gambar 3. Logam Besi (Fe)

2. Sifat Kimia

- a. Logam murni besi sangat reaktif secara kimiawi dan mudah terkorosi, khususnya di udara yang lembab atau ketika terdapat peningkatan suhu
- b. Besi bersifat elektropositif, yaitu mudah melepaskan elektron
- c. Besi mudah berinteraksi dengan unsur-unsur non logam seperti sulfur, fosfor, boron, karbon, dan silikon.
- d. Larut dalam asam-asam mineral encer
- e. Oksidanya bersifat amfoter, yaitu oksida yang menunjukkan sifat-sifat asam sekaligus basa.

2.3.3 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 pertambangan yang cukup menguntungkan

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.

2.3.4 Bahaya Logam Besi (Fe)

Logam Besi (Fe) yang terlarut baik itu akibat pengaruh pH, CO₂, 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.

2.4 Karbon Aktif

2.4.1 Pengertian Karbon Aktif

Karbon merupakan produk dari suatu proses yang disebut karbonisasi. Sebagian besar komponen arang merupakan senyawa karbon dan terbentuk karena adanya penguraian akibat perlakuan temperatur panas. Karbon aktif merupakan senyawa karbon amorf yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas.

Karbon aktif bersifat hidrofobik, yaitu dimana molekul pada karbon aktif cenderung tidak bisa berinteraksi dengan molekul air. Menurut Meilita Taryana (2003), Karbon aktif adalah suatu karbon amorf dari pelat-pelat datar yang disusun oleh atom-atom C yang terikat secara kovalen dalam suatu kisi heksagonal datar dengan satu atom C pada setiap sudutnya yang luas memiliki

luas permukaan berkisar antara 300 m²/g hingga 3500 m²/g dan berhubungan dengan struktur pori internal sehingga mempunyai sifat sebagai adsorben. Menurut Kirk (1992), karbon aktif merupakan adsorben yang sangat serbaguna karena ukuran dan distribusi pori-pori dalam matriks karbon dapat dikendalikan untuk memenuhi kebutuhan. Karbon aktif dapat dihasilkan dari bahan-bahan organik yang mengandung unsur karbon atau berasal dari arang yang telah melalui perlakuan khusus agar permukaannya menjadi luas. Sedangkan menurut Setyoningrum dkk (2018) karbon aktif adalah suatu padatan yang didominasi amorf yang memiliki luas permukaan internal dan volume pori yang besar. Karakter dari karbon aktif berfungsi sebagai penyerap yang dieksploitasi dalam berbagai aplikasi fase cair dan gas.

Industri karbon aktif di Indonesia mengalami kemajuan yang pesat. Hal ini terjadi karena meningkatnya permintaan karbon aktif di pasar-pasar nasional dan internasional. Hal tersebut didasari akibat banyaknya pengaplikasian karbon aktif dalam proses industri, makanan, minuman, pengolahan air, dan sebagainya. Hampir 70% produk karbon aktif diaplikasikan untuk proses pemurnian dalam industri minyak, farmasi dan kimia (Pari dkk, 2001).

2.4.2 Sifat Karbon Aktif

Sifat adsorpsi karbon aktif sangat tergantung pada porositas permukaannya, namun dibidang industri, karakterisasi karbon aktif lebih difokuskan pada sifat adsorpsi dari pada struktur porinya. Bentuk pori karbon aktif bervariasi yaitu berupa: silinder, persegi panjang, dan bentuk lain yang tidak teratur. Gugus fungsi dapat terbentuk pada karbon aktif ketika dilakukan aktivasi, yang disebabkan terjadinya interaksi radikal bebas pada permukaan karbon dengan atom-atom seperti oksigen dan nitrogen, yang berasal dari proses pengolahan ataupun atmosfer. Gugus fungsi ini menyebabkan permukaan karbon aktif menjadi reaktif secara kimiawi dan mempengaruhi sifat adsorpsinya. Oksidasi permukaan dalam produksi karbon aktif, akan menghasilkan gugus hidroksil, karbonil, dan karboksilat yang memberikan sifat amfoter pada karbon, sehingga karbon aktif dapat bersifat sebagai asam maupun basa (Sudirjo, 2006). Sifat fisika karbon aktif

dipengaruhi oleh banyaknya jumlah pori yang ada di dalam arang aktif yang mampu menyerap adsorbat.

2.4.3 Klasifikasi Karbon Aktif

Karbon aktif yang banyak diproduksi secara umum dapat di klasifikasikan sebagai berikut:

1. Karbon aktif berbentuk serbuk

Karbon aktif berbentuk serbuk dengan ukuran halus merupakan karbon aktif yang banyak digunakan dalam aplikasi fasa cair dan gas seperti pada industri pengolahan air minum, industri farmasi, untuk pemurnian monosodium glutamate, bahan tambahan makanan, penghilang warna asam furan, pemurnian asam sitrat, penghalus gula dan pengolahan zat pewarna.



Sumber: Google, 2020

Gambar 4. Karbon Aktif Serbuk

2. Karbon aktif berbentuk granular

Karbon aktif berbentuk granular atau tidak beraturan umumnya digunakan dalam aplikasi fasa cair dan gas. Beberapa aplikasi dari jenis ini banyak digunakan untuk proses pemurnian emas, pengolahan air limbah dan air tanah, pemurni pelarut, dan penghilang bau busuk.



Sumber: Google, 2020

Gambar 5. Karbon Aktif Granular

3. Karbon aktif bentuk pellet

Karbon aktif dengan bentuk pelet memiliki kegunaan utama pada aplikasi fasa gas karena mempunyai tekanan rendah, kekuatan mekanik tinggi, dan kadar abu rendah. Biasanya digunakan sebagai media pemurnian udara, kontrol emisi, tromol otomotif, dan pengontrol emisi gas buang.



Sumber: Google, 2020

Gambar 6. Karbon Aktif Pellet

2.4.4 Kualitas Karbon Aktif

Kualitas suatu karbon aktif dipengaruhi oleh jenis bahan baku yang digunakan. Bahan baku yang memiliki berat jenis tinggi dapat menghasilkan daya serap yang juga tinggi. Berikut merupakan parameter kualitas karbon aktif:

1. Kadar air

Kadar air yang terkandung di dalam karbon aktif berpengaruh terhadap sifat higroskopis dari karbon aktif

2. Kadar abu

Merupakan jumlah abu atau mineral yang tidak terbakar setelah melalui proses karbonisasi dan aktivasi yang terdapat di dalam karbon aktif

3. Kadar zat terbang

Merupakan nilai yang menunjukkan persentase jumlah zat terbang yang terkandung di dalam karbon aktif seperti CO, CH₄, H₂, serta material yang menguap seperti tar, H₂O, dan CO₂.

4. Kadar karbon terikat

Merupakan suatu penentuan jumlah persentase karbon yang terikat setelah melalui proses karbonisasi dan aktivasi pada karbon aktif.

Pada tabel 2 dibawah ini merupakan standar dari karbon aktif yang baik menurut SNI 06-3730-1995.

Tabel 2. Standar Karbon Aktif Menurut SNI 06-3730-1995

Jenis	Persyaratan
Kadar Karbon Terikat	Minimum 65%
Kadar Air	Maksimum 15%
Kadar Abu	Maksimum 10%
Kadar Zat Menguap	Maksimum 25%
Daya serap terhadap Yodium	Minimum 750 mg/g

Sumber: BSN, 1995

2.4.5 Kegunaan Karbon Aktif

Karbon aktif memiliki fungsi utama yaitu sebagai bahan penyerap dan pembersih, selain itu dalam proses industri karbon aktif juga memiliki kegunaan sebagai berikut:

1. Pemurnian Gas : Desulfurisasi, menghilangkan gas beracun, bau dan asap
2. Pengolahan LPG : Desulfurisasi, penyaring bahan mentah dan reaksi gas
3. Katalisator : Mengangkat vilil klorida dan vinil asetat
4. Industri obat : Menyaring, menghilangkan warna, bau, dan rasa
5. Perminyakan : Penyulingan bahan mentah, zat perantara
6. Pembersih air : Menetralkan pH, bau, rasa, dan kejernihan dan membersihkan air dari pencemar seperti logam berat
7. Pengolahan pulp : Pemurnian dan penghilangan bau
8. Pupuk : Pemurnian Pupuk
9. Minyak makan : Penghilang bau, warna, dan rasa tidak enak.

2.4.6 Proses Pembuatan Karbon Aktif

Proses pembuatan karbon aktif secara umum dibagi menjadi tiga tahapan proses sebagai berikut:

1. Dehidrasi

Dehidrasi merupakan suatu proses penghilangan kandungan air yang terdapat dalam bahan baku dan bertujuan untuk menyempunakan proses karbonasi, tahapan ini bisa dilakukan dengan cara menjemur bahan baku dibawah

sinar matahari secara langsung atau dengan cara memanaskannya didalam oven terlebih dahulu sebelum dilakukan proses karbonisasi (Putri dkk, 2019).

2. Karbonisasi

Karbonisasi merupakan proses yang penting dalam pembuatan karbon aktif. Proses ini bertujuan untuk mengubah karakter bahan baku yang digunakan dengan cara pembakaran dengan furnace pada suhu tinggi hingga karakter fisik bahan baku berubah menjadi karbon. Proses karbonisasi akan menyebabkan terjadinya dekomposisi material organik bahan baku dan pengeluaran unsur pengotor pada bahan baku. Sebagian besar unsur non-karbon akan hilang pada tahap ini. Pelepasan unsur-unsur yang volatil ini akan menciptakan struktur berpori pada bahan baku. Penambahan suhu sangat diperlukan untuk mempercepat reaksi pembentukan pori. Namun, disisi lain perlu adanya pembatasan suhu dikarenakan apabila suhu proses terlalu tinggi, dapat mengakibatkan banyak abu yang terbentuk pada arang yang nantinya dapat menutupi pori-pori dan membuat luas permukaan berkurang serta berpengaruh terhadap daya adsorpsinya nanti. Berikut adalah faktor-faktor yang mempengaruhi proses karbonisasi:

a. Waktu karbonisasi

Waktu sangat mempengaruhi proses karbonisasi. Bila waktu proses diperpanjang, maka reaksi pirolisis semakin sempurna hingga hasil arang karbon yang dihasilkan semakin menurun tetapi cairan dan gas akan semakin meningkat. Waktu karbonisasi tergantung pada jenis dan jumlah material yang akan dikarbonisasi.

b. Suhu karbonisasi

Suhu sangat berpengaruh pada hasil arang yang diperoleh, dikarenakan semakin tinggi suhu maka arang yang diperoleh akan semakin berkurang, tetapi hasil cairan dan gas akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena makin banyaknya zat terurai dan yang teruapkan.

3. Aktivasi

Setelah melalui tahapan karbonisasi, unsur pori yang dihasilkan relatif kecil, hal ini akan menyebabkan daya adsorpsi karbon rendah karena masih terdapat residu yang menutupi permukaan pori dan pembentukan pori-pori yang

belum sempurna. Maka dari itu, proses aktivasi dilakukan untuk meningkatkan luas permukaan dan daya adsorpsi dari karbon aktif. Pada proses aktivasi ini akan terjadi pelepasan kandungan hidrokarbon, tar, dan senyawa organik yang masih melekat pada karbon. Proses Aktivasi merupakan suatu perlakuan terhadap arang yang tujuannya untuk memperbesar pori permukaan dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau dengan cara mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang tersebut mengalami perubahan sifat fisika dan kimia dimana luas permukaannya bertambah besar dan mempengaruhi daya adsorpsi (Ajayi dan Olawale, 2009). Sedangkan menurut (Sembiring dkk, 2003) Aktivasi merupakan suatu perlakuan terhadap karbon yang tujuannya untuk memperbesar pori-pori dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau dengan cara mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi. Pada dasarnya proses aktivasi terdiri dari 2 jenis, yaitu aktivasi fisik dan kimia.

a. Aktivasi Fisik

Pada proses aktivasi secara fisik, karbon akan dilakukan proses pemanasan 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 cukup besar karena adanya pembentukan struktur karbon. Pada aktivasi fisika sering terjadi kelebihan oksidasi eksternal ketika gas pengoksidasi berdifusi pada karbon dan terjadi pengurangan ukuran adsorben.

b. Aktivasi Kimia

Proses aktivasi secara kimia biasanya digunakan untuk bahan baku yang mengandung lignoselulosa. Pada proses aktivasi ini, karbon dicampur dengan larutan kimia yang berperan sebagai *activating agent*. Salah satu jenis larutan kimia yang banyak dipakai sebagai *activating agent* adalah NaOH (Natrium Hidroksida). NaOH akan bereaksi dengan karbon sehingga akan membentuk pori-pori baru serta menghasilkan karbon dioksida yang berdifusi ke permukaan karbon. Pori-pori yang terbentuk akan menghasilkan karbon aktif.

Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses aktivasi adalah sebagai berikut:

- Konsentrasi aktivator

Semakin tinggi suatu konsentrasi larutan kimia aktivasi, maka semakin kuat pengaruh larutan mengikat senyawa untuk keluar melewati mikropori karbon yang mengakibatkan semakin besar daya adsorpsi karbon aktif itu sendiri. Semakin banyak suatu karbon memiliki mikropori, maka semakin banyak karbon aktif akan mampu menyerap unsur pengotor dalam suatu larutan, hal ini terjadi karena aktivator telah mengikat senyawa-senyawa tar sisa karbonisasi untuk keluar dari mikropori karbon.

- Ukuran karbon

Semakin kecil ukuran karbon, maka akan semakin besar daya serap yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan struktur pori yang dimiliki semakin banyak.

- Waktu perendaman

Waktu perendaman dengan bahan aktivasi bertujuan untuk menghentikan pembentukan lignin, karena lignin dapat membentuk senyawa tar.

2.5 Adsorben dan Adsorpsi

2.5.1 Pengertian Adsorben

Adsorben merupakan suatu zat padat yang memiliki kemampuan menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida (Saragih, 2008). Pada umumnya adsorben merupakan bahan-bahan yang sangat berpori dan adsorpsi berlangsung pada dinding permukaan pori-porinya. Adsorben yang paling banyak digunakan secara umum dibedakan menjadi polar dan non polar (Saragih, 2008). Sebagai contoh adsorben polar adalah alumina aktif, zeolit, dan silika gel. Sedangkan adsorben non polar antara lain polimer adsorben dan karbon aktif. Adsorben alami merupakan adsorben yang menggunakan bahan-bahan alami dan tidak menimbulkan efek pencemaran pada lingkungan.

2.5.2 Pengertian Adsorpsi

Adsorpsi merupakan proses terserapnya suatu zat (molekul atau ion) pada permukaan bahan penyerap (adsorben). 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 (Giyatami, 2008). Sedangkan menurut Reynold (1982) adsorpsi adalah reaksi eksoterm dimana tingkat adsorpsi pada umumnya meningkat diiringi dengan menurunnya suhu. Waktu kontak adalah hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Gaya serap molekul substansi dari suatu zat terlarut akan meningkat apabila waktu kontak dengan karbon aktif makin lama. Waktu yang lama menjadikan proses difusi terjadi lebih baik. Adsorpsi dibatasi oleh *film diffusion* atau *pore diffusion*, Tergantung tingkat besarnya pergolakan dalam sistem. Jika pergolakan yang terjadi kecil maka lapisan *film* yang mengelilingi partikel akan tebal sehingga adsorpsi berlangsung lambat. Apabila dilakukan pengadukan yang cukup, maka kecepatan difusi *film* akan meningkat (Webber, 1972). Sedangkan menurut Reynold (1982) adsorpsi adalah reaksi eksoterm dimana tingkat adsorpsi pada umumnya meningkat diiringi dengan menurunnya suhu. Waktu kontak adalah hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Gaya serap molekul substansi dari suatu zat terlarut akan meningkat apabila waktu kontak dengan karbon aktif makin lama. Waktu yang lama menjadikan proses difusi terjadi lebih baik.

2.5.3 Jenis-jenis Adsorpsi

Proses penyerapan (adsorpsi) dapat dibedakan menjadi dua yaitu:

1. 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 (Castellan, 1982). 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. Menurut Sudirjo (2005) adsorpsi fisika terjadi apabila gaya intermolekular lebih besar dari gaya tarik antar molekul atau gaya tarik-

menarik yang relatif lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben. Gaya antar molekul merupakan gaya tarik antara molekul-molekul fluida dengan permukaan padat, sedangkan gaya intermolekular merupakan gaya tarik antar molekul-molekul fluida itu sendiri.

2. 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 (Atkin, 1999). Menurut Bansal (2005) adsorpsi kimia terjadi karena adanya pertukaran atau pemakaian bersama elektron antara molekul adsorbat dengan permukaan adsorben hingga terjadinya suatu reaksi kimia. Ikatan yang terjadi antara adsorbat dan adsorben merupakan suatu ikatan kimia yang jauh lebih kuat daripada adsorpsi fisika.

2.5.4 Mekanisme Adsorpsi

Proses adsorpsi bergantung pada sifat zat padat yang mengadsorpsinya, sifat molekul yang diserap, konsentrasi, temperatur dan sebagainya. Proses adsorpsi terbagi menjadi 4 tahapan, yaitu:

1. Transfer molekul zat terlarut yang teradsorpsi menuju ke lapisan film yang mengelilingi adsorben
2. Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui lapisan film (*film diffusion Process*)
3. Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui pori dalam adsorben
4. Adsorpsi zat terlarut yang teradsorpsi pada dinding pori atau permukaan adsorben (Proses adsorpsi sebenarnya)

2.5.5 Faktor yang mempengaruhi Proses Adsorpsi

Dalam suatu proses penyerapan (adsorpsi) terdapat beberapa Faktor yang dapat 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 sangat mempengaruhi kecepatan dimana adsorpsi terjadi. Kecepatan adsorpsi meningkat dengan menurunnya ukuran partikel. Semakin kecil ukuran adsorben, maka laju adsorpsi akan semakin cepat, sementara semakin luas permukaan adsorben, maka jumlah partikel adsorbat yang diserap juga akan semakin banyak.

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. Kepolaran Zat

Pada karbon aktif, adsorpsi lebih kuat terjadi pada molekul polar dibandingkan dengan molekul non-polar pada kondisi diameter yang sama.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. Temperatur

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

2.6 Karbon Aktif Sebagai Penyerap (Adsorben) Logam Besi (Fe)

Menurut Margono (1980) Unsur besi (Fe) dengan nomor atom 26 memiliki kekurangan dua elektron yang menyebabkan ionnya memiliki muatan positif dan memiliki sifat yang cukup stabil terhadap pengaruh asam dan bahan kimia. Hal tersebut memungkinkan kandungan ion-ion logam besi (Fe) dapat terperangkap dalam pori-pori yang dimiliki oleh karbon aktif dan dimungkinkan akan terjadi pertukaran kation antara ion-ion besi (Fe) dengan ion-ion yang terdapat pada permukaan pori-pori karbon aktif yang menyebabkan adanya proses saling mengikat antara permukaan. Jika semakin besar pori pada permukaan karbon, maka akan semakin besar pula kapasitas karbon aktif mampu menyerap unsur logam besi (Fe). 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).

2.7 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

2.7.1 Pengertian

Spektrofotometri adalah suatu metode analisis kuantitatif yang proses pengukurannya berdasarkan banyaknya radiasi yang diserap oleh spesi atom ataupun molekul analit. Spektrofotometri serapan atom (SSA) adalah suatu metode analisis secara kuantitatif yang proses pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas (Skoog dkk, 2000).

2.7.2 Prinsip Dasar

Metode spektrofotometri serapan atom (SSA) berprinsip pada proses absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom yang menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu tergantung pada masing-masing sifat unsurnya. Metode serapan atom ini hanya tergantung pada perbandingan. Alat ini terbagi menjadi tiga bagian utama, yaitu unit teratomisasi, sumber radiasi, dan pengukur fotometrik. Sumber cahaya yang terdapat pada alat ini berasal dari lampu katoda yang terdapat pada bagian dalam alat. Menurut Darmono (1995) Cara kerja Spektrofotometri Serapan Atom adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya. *Hollow Cathode Lamp* terdiri dari katoda cekung yang silindris yang terbuat dari unsur yang sama dengan yang akan dianalisis dan anoda yang terbuat dari tungsten. Dengan pemberian tegangan pada arus tertentu, logam mulai memijar dan atom-atom logam katodanya akan teruapkan dengan pemercikan. Atom akan tereksitasi kemudian mengemisikan radiasi pada panjang gelombang tertentu (Khopkar, 1990).

2.7.3 Kelebihan dan Kekurangan

Adapun kekurangan dan kelebihan dari spektrofotometri serapan atom (SSA) adalah sebagai berikut:

1. Kelebihan
 - a. Spesifik dapat mengukur unsur lain dalam satu larutan sampel yang sama
 - b. Limit deteksi rendah
 - c. Dapat diaplikasikan pada banyak jenis unsur
 - d. Batas kadar yang diuji sangat luas.

2. Kekurangan
 - a. Kurang baiknya persiapan sampel menyebabkan proses kurang sempurna dan tingkat keasaman sampel dan blanko berbeda
 - b. Kesalahan matriks sampel dan standar
 - c. Terjadi penyumbatan pada aliran sampel
 - d. Disosiasi tak sempurna dan ionisasi
 - e. Terbentuk senyawa refraktori.