

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelapa Sawit

2.1.1 Cangkang Kelapa Sawit

Cangkang adalah sejenis bahan bakar padat yang berwarna hitam berbentuk seperti batok kelapa dan agak bulat, terdapat pada bagian dalam pada buah kelapa sawit yang diselubungi oleh serabut. Pada bahan bakar cangkang ini terdapat berbagai kandungan yang mempunyai persentase (%) yang berbeda jumlahnya, antara lain : kalium (K) sebesar 7,5 %, natrium (Na) sebesar 1,1 %, kalsium (Ca) 1,5 %, klor (Cl) sebesar 2,8 %, karbonat (CO₃) sebesar 1,9 %, nitrogen (N) sebesar 0,05 %, posfat (P) sebesar 0,9 % dan silika (SiO₂) sebesar 61 %. Bahan bakar cangkang ini setelah mengalami proses pembakaran akan berubah menjadi arang, kemudian arang tersebut dengan adanya udara pada dapur akan terbang sebagai ukuran partikel kecil yang dinamakan partikel pijar (Bakkara, 2014).

2.1.2 *Fiber* Kelapa Sawit

Fiber atau serabut adalah bahan bakar padat yang berbentuk seperti rambut, apabila telah mengalami proses pengolahan akan menjadi warna coklat muda, serabut ini terdapat dibagian kedua dari buah kelapa sawit setelah kulit buah kelapa sawit. Didalam serabut dan daging buah sawitlah minyak CPO terkandung.

Panas yang dihasilkan serabut jumlahnya lebih kecil dari yang dihasilkan oleh cangkang, oleh karena itu perbandingan lebih besar serabut dari pada cangkang. Disamping serabut lebih cepat habis menjadi abu apabila dibakar, pemakaian serabut yang berlebihan akan berdampak buruk pada proses pembakaran karena dapat menghambat proses perambatan panas pada pipa *water wall*, akibat abu hasil pembakaran beterbangan dalam ruang dapur dan menutupi pipa *water wall*, disamping mempersulit pembuangan dari pintu ekspansi door (Pintu keluar untuk abu dan arang) akibat terjadinya penumpukan yang berlebihan.

Pada *fiber* terdapat kandungan antara lain kalium (K) sebesar 9,2 %, natrium (Na) sebesar 0,5 %, kalsium (Ca) 4,9 %, klor (Cl) sebesar 2,5 %, karbonat (CO₃) sebesar 2,6 %, nitrogen (N) sebesar 0,04 % posfat (P) sebesar 1,4 % dan silika (SiO₂) sebesar 59,1 % (Bakkara, 2014).

Limbah padat Pabrik Kelapa Sawit berupa abu dari Cangkang dan *fiber* kelapa sawit. Abu cangkang dan *Fiber* sawit mengandung banyak silika, mencapai $\pm 60\%$. Selain itu, abu sawit juga mengandung ion alkali (kalium dan natrium).

2.2 Abu (Ash)

Abu merupakan zat organik sisa dari pembakaran bahan organik. Limbah padat PT Sriwijaya *Palm Oil* Indonesia (SPOI) terdiri dari cangkang, serabut (*fiber*) dan abu *boiler* hasil pembakaran cangkang dan *fiber* yang dibakar dengan suhu 1000°C sampai 2000°C .

Penentuan kadar abu berhubungan dengan mineral suatu bahan. Mineral yang terdapat dalam bahan pangan terdiri dari dua jenis garam, yaitu garam organik misalnya karbonat, fosfat, sulfat dan nitrat. Proses untuk menentukan jumlah mineral sisa pembakaran disebut pengabuan. Kandungan dan komposisi abu atau mineral pada bahan tergantung pada jenis bahan dan cara pengabuannya (Virandi, 2012). Pembakaran cangkang dan *fiber* kelapa sawit PT SPOI menghasilkan abu dalam dua jenis yaitu abu dasar (*bottom ash*) dan abu terbang (*fly ash*).

2.2.1 Bottom Ash

Bottom Ash merupakan abu hasil pembakaran boiler yang tidak tertampung pada *dust collector*. *Bottom Ash* merupakan fraksi lebih kasar dibanding *fly ash* dan memiliki warna abu gelap. Abu dasar tertinggal pada oven pembakar sebagai butiran abu padat atau leburan kerak yang memadat. Ukuran *bottom ash* relatif besar sehingga terlalu berat untuk dibawa oleh gas buang dan umumnya terkumpul pada dasar ataupun disekitar oven pembakar. Abu ini dimanfaatkan untuk menimbun jalan di sekitar perkebunan dan pabrik.

2.2.2 Fly Ash

Fly Ash merupakan limbah padat utama hasil pembakaran boiler PT Sriwijaya *Palm Oil*. Diperkirakan kurang lebih 2 ton per hari *fly ash* ini dihasilkan oleh PT Sriwijaya *Palm Oil*. Bila keadaan tersebut dibiarkan saja maka semakin lama pabrik mungkin menyebabkan pencemaran lingkungan. Dengan demikian diperlukan adanya upaya untuk mengatasi masalah tersebut, salah satunya dengan

memanfaatkan limbah tersebut. Dibawah ini merupakan sifat dari abu cangkang dan *fiber* hasil pembakaran *boiler*.

- Sifat Fisik

Sifat-sifat abu ditentukan oleh komposisi dan sifat-sifat mineral-mineral pengotor dalam cangkang dan *fiber* kelapa sawit serta proses pembakarannya. Dalam proses pembakaran cangkang dan *fiber* kelapa sawit, titik leleh abu cangkang dan *fiber* lebih tinggi daripada temperatur pembakarannya. Kondisi ini menghasilkan abu yang memiliki tekstur butiran yang sangat halus. Abu terbang (*fly ash*) cangkang dan *fiber* kelapa sawit terdiri dari butiran halus berbentuk bola padat atau berongga, abu ini berwarna abu-abu keputihan (Virandi, 2012).

- Sifat Kimia

Sifat kimia dari abu terbang cangkang dan *fiber* kelapa sawit dipengaruhi oleh yang dibakar, teknik penyimpanan serta penanganannya. Hasil pembakaran ini memiliki kandungan silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3) dan besi oksida (Fe_2O_3) (Virandi, 2012).

2.3 Silika (SiO_2)

Silika atau nama lainnya yaitu *particulate* silika dapat terbentuk dari fase uap maupun dari presipitasi larutan. Silika yang berbentuk *powder* atau bubuk memiliki struktur yang lebih terbuka dengan volume pori yang lebih besar dari pada silika gel dalam bentuk yang sama. Silika dinotasikan sebagai senyawa silikon dioksida (SiO_2). Silika relatif tidak reaktif terhadap Cl_2 , H_2 , asam- asam dan sebagian logam pada suhu 25°C atau pada suhu yang lebih tinggi, tetapi dapat bereaksi pada F_2 , HF aqua, hidroksida alkali dan leburan-leburan karbonat (Cotton, 1989). Bentuk-bentuk silika merupakan beberapa struktur kristal yang penting bukan saja karena silika merupakan zat yang melimpah dan berguna, tetapi karena strukturnya (SiO_4) adalah unit yang mendasar dalam kebanyakan mineral. Adapun sifat fisik dan kimia SiO_2 adalah sebagai berikut, sifat fisik silika dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Sifat Fisik SiO₂

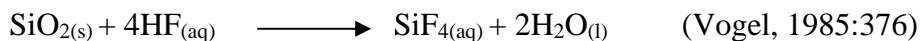
Sifat Fisik	
Nama IUPAC	Silikon dioksida
Nama lain	Kuarsa, Silika, Silikat oksida, silikon (IV) oksida
Rumus Molekul	SiO ₂
Massa Molar	60,08 g/mol
Penampilan	Kristal Transparan
Kepadatan	2,648 g/cm
Titik Lebur	1600-1725 °C
Titik Didih	2230 °C

(Sumber : Masramdhani, 2011)

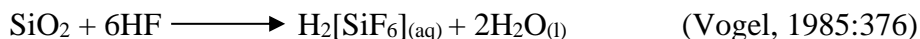
Adapun sifat kimia dari silika (SiO₂) yaitu:

a) Reaksi Asam

Silika relatif tidak reaktif terhadap asam kecuali terhadap asam hidrofluorida dan asam fosfat.

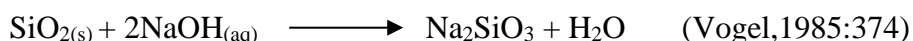


Dalam asam berlebih reaksinya adalah:

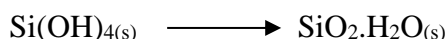
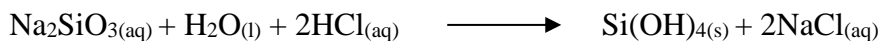


b) Reaksi basa

Silika dapat bereaksi dengan basa, terutama dengan basa kuat, seperti dengan hidroksida alkali.



Secara komersial, silika dibuat dengan mencampur larutan natrium silikat dengan suatu asam mineral. Reaksi ini menghasilkan suatu dispersi pekat yang akhirnya memisahkan partikel dari silika terhidrat, yang dikenal sebagai silika hidrosol atau asam silikat yang kemudian dikeringkan pada suhu 110°C agar terbentuk silika gel. Reaksi yang terjadi :



(R. Bakri dkk, 2008)

2.4 Silika Gel

Gel (dari bahasa Latin gelu — membeku, dingin, es atau gelatus — membeku) adalah campuran koloidal antara dua zat berbeda fase: padat dan cair. Penampilan gel seperti zat padat yang lunak dan kenyal (seperti jelly), namun pada rentang suhu tertentu dapat berperilaku seperti fluida (mengalir). Berdasarkan berat, kebanyakan gel seharusnya tergolong zat cair, namun mereka juga memiliki sifat seperti benda padat. Contoh gel adalah gelatin, agar-agar, dan gel rambut. Biasanya gel memiliki sifat tiksotropi (*Ing.: thixotropy*) : menjadi cairan ketika digoyang, tetapi kembali memadat ketika dibiarkan tenang. Dengan mengganti cairan dengan gas dimungkinkan pula untuk membentuk *aerogel* ('gel udara'), yang merupakan bahan dengan sifat-sifat yang khusus, seperti massa jenis rendah, luas permukaan yang sangat besar, dan isolator panas yang sangat baik. Banyak zat dapat membentuk gel apabila ditambah bahan pembentuk gel (*gelling agent*) yang sesuai. Teknik ini umum digunakan dalam produksi berbagai macam produk industri, dari makanan sampai cat serta perekat.

Sedangkan silika gel adalah mineral alami yang dimurnikan dan diolah menjadi salah satu bentuk butiran atau manik-manik. Sebagai pengering, ia memiliki ukuran pori rata-rata 2,4 nanometer dan memiliki afinitas yang kuat untuk molekul air. Walaupun namanya gel tapi tetap tergolong dalam silika padat.

Silika gel merupakan suatu bentuk dari silika yang dihasilkan melalui penggumpalan sol natrium silikat (NaSiO_2). Sol mirip agar-agar ini dapat didehidrasi sehingga berubah menjadi padatan atau butiran mirip kaca yang bersifat tidak elastis. Sifat ini menjadikan silika gel dimanfaatkan sebagai zat penyerap, pengering dan penopang katalis. Garam-garam kobalt dapat diadsorpsi oleh gel ini. Silika gel adalah senyawa kimia yang tersusun dari silikon dan oksigen yang membentuk globula - globula SiO_4^{4-} tetrahedral dalam suatu pola secara acak dan membentuk kerangka tiga dimensi yang ukurannya lebih besar, dengan ukuran partikel 1,25 μm (Oscik, 1982).

Grace Davison adalah ilmuwan yang menjadi pelopor dalam studi silika. Silika gel dipatenkan pada tahun 1919. Tahun 1923 Davidson memulai produksi komersial yang pertama. Sejak saat itu, Davidson menggunakan teknologi dan inovasi untuk memperluas kegunaan dari silika gel sintetik.

Rumus kimia silika gel secara umum adalah $\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Silika gel mempunyai struktur yang berlubang, tidak berbentuk (amorf) yang tersusun dari SiO_2 dengan porositas tinggi sekitar $800 \text{ m}^2/\text{g}$, yang berguna menyerap air setiap saat, yang membuat silika gel berfungsi sebagai pengering (*drying agent*), dan ketika jenuh dengan air silika gel dapat diregenerasi (dikeringkan) dengan pemanasan sampai 150°C (300°F). Porositas silika gel akan mengalami peningkatan dengan naiknya luas permukaan pada silika gel. Partikel silika gel seperti bola dengan diameter bervariasi yaitu antara 2-10 nm. Area luas permukaan spesifik silika gel antara $300 - 1000 \text{ m}^2/\text{g}^{-1}$, volume lubang $0,3 - 2,0 \text{ cm}^3/\text{g}^{-1}$ dan rata-rata pori lubang 2 - 2,5 (Thompson, 2008).

Silika gel dapat digolongkan menjadi tiga, yaitu :

- a. Hidrogel yaitu silika gel yang pori-porinya terisi oleh air.
- b. *Xerogel* yaitu silika gel kering yang dihasilkan dengan mengeringkan air dalam pori-pori melalui proses evaporasi.
- c. *Aerogel* yaitu silika gel yang dihasilkan dengan mengeringkan fase air dalam pori-pori melalui ekstraksi superkritikal.

Pembuatan silika gel dapat dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu:

- a) Pembentukan natrium silikat (Na_2SiO_3) dari reaksi SiO_2 dengan NaOH .
- b) Reaksi pembentukan silika hidrosol dari reaksi antara Na_2SiO_3 dengan asam.
- c) Polimerisasi asam silikat membentuk silika hidrogel.
- d) Pemanasan silika hidrogel menjadi silika gel. (Yusuf et al., 2014)

2.4.1 Jenis-Jenis Silika Gel

a. Silika Gel G

Silika gel G adalah silika gel yang mengandung kalsium sulfat (CaSO_4) 5-15% sebagai zat pengikat. Jenis silika gel ini biasanya mengandung ion logam, terutama ion besi. Kandungan ion besi ini dapat dihilangkan dengan mengembangkan plat TLC silika gel G dengan sistem pelarut metanol : HCl pekat 9 : 1. Ion besi akan bergerak bersama zat pelarut sampai ke ujung plat. Untuk selanjutnya plat tersebut dikeringkan dan diaktifkan kembali.

b. Silika gel H

Silika gel H adalah silika gel tanpa zat pengikat atau tidak mengandung kalsium sulfat. Silika gel H menunjukkan hasil yang lebih stabil daripada silika gel yang mengandung Kalsium Sulfat. Silika gel H dipakai untuk memisahkan yang bersifat spesifik, terutama lipida netral. Dengan menggunakan silika gel ini dapat dipisahkan berbagai digliserida, seperti 1,2-digliserida dari 1,3-digliserida. Begitu juga Fosfatidil gliserol dari polifliserida fosfat.

c. Silika gel PF

Silika gel PF adalah silika gel untuk keperluan pemisahan preparatif. Jenis silika gel ini dibuat sedemikian rupa sehingga senyawa – senyawa organik yang terikat pada plat ini dapat mengadakan fluoresensi. Oleh karena itu visualisasinya dapat dikerjakan dengan menempatkan plat yang telah dikembangkan di dalam ruangan gelap atau dengan sinar ultra violet yang bergelombang pendek.

d. Silika Gel GF 254

Silika Gel GF 254 adalah silika gel dengan zat pengikat dan indikator fluoresensi. Jenis silika gel ini biasanya berfluoresensi kehijauan jika dilihat pada sinar ultra violet panjang gelombang pendek. Sebagai indikator biasanya digunakan Timah Kadmium Sulfida atau Mangan Timah Silika aktif.

e. Silika gel HF 254

Silika gel HF 254 adalah silika gel tanpa pengikat tetapi dengan indikator fluoresensi.

2.5 Metode Sol-Gel

Metode sol-gel dikenal sebagai salah satu metode sintesis nanopartikel yang cukup sederhana dan mudah. Metode ini merupakan salah satu “*wet method*” atau metode basah karena pada prosesnya melibatkan larutan sebagai medianya. Pada metode sol-gel, sesuai dengan namanya larutan mengalami perubahan fase menjadi sol (koloid yang mempunyai padatan tersuspensi dalam larutannya) dan kemudian

menjadi gel (koloid tetapi mempunyai fraksi solid yang lebih besar daripada sol) (Phumying, 2010).

Menurut Rahaman (1995), suspensi dari partikel koloid pada suatu cairan atau molekul polimer disebut sol. Proses sol-gel dapat digambarkan sebagai pembentukan suatu jaringan oksida melalui reaksi polikondensasi yang progresif dari molekul prekursor dalam medium cair atau merupakan proses untuk membentuk material melalui suatu sol, gelation dari sol dan akhirnya membentuk gel (Schubert & N. Husing, 2000).

Proses sol-gel berlangsung melalui tahap-tahap sebagai berikut:

a. Hidrolisis

Hidrolisis menggantikan ligan (-OR) dengan gugus hidroksil (-OH) pada logam-logam prekursor yang dilarutkan dalam alkohol dan terhidrolisis dengan penambahan air pada kondisi asam, netral, atau basa menghasilkan sol koloid. Faktor yang sangat mempengaruhi adalah rasio air/ prekursor dan jenis katalis hidrolisis yang digunakan. Peningkatan rasio pelarut akan meningkatkan reaksi hidrolisis yang mengakibatkan reaksi berlangsung cepat, sehingga waktu gelasi lebih cepat. Reaksi akan selesai saat semua gugus (O-CH₂CH₃) digantikan dengan gugus (-OH). Reaksi hidrolisis menghasilkan sol yang terdiri dari Si(OH)₄ dan CH₃CH₂OH.

b. Kondensasi

Pada tahapan ini terjadi proses transisi dari sol menjadi gel dengan terbentuknya fasa anatase tapi masih dalam keadaan amorf.

c. *Aging* (Pematangan)

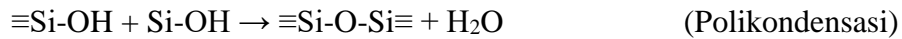
Proses aging dilakukan dengan cara mendiamkan gel di dalam larutan untuk mengubah sifat gel agar lebih kaku, kuat dan menyusut.

d. *Drying* (Pengeringan)

Proses ini merupakan penguapan larutan yang tidak diinginkan untuk mendapatkan struktur sol-gel yang lebih rapat (Alfaruqi, 2008).

Reaksi kimia yang menyertai proses sol-gel adalah sebagai berikut : (Schubert & Hüsing, 2000)





2.6 Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan suatu zat dari campurannya dengan menggunakan pelarut. Pelarut yang digunakan harus dapat mengekstrak substansi yang diinginkan tanpa melarutkan material lainnya. Ekstraksi padat cair atau *leaching* adalah transfer difusi komponen terlarut dari padatan inert ke dalam pelarutnya. Proses ini merupakan proses yang bersifat fisik karena komponen terlarut kemudian dikembalikan lagi ke keadaan semula tanpa mengalami perubahan kimiawi. Ekstraksi dari bahan padat dapat dilakukan jika bahan yang diinginkan dapat larut dalam solven pengekstraksi. Ekstraksi berkelanjutan diperlukan apabila padatan hanya sedikit larut dalam pelarut. Namun sering juga digunakan pada padatan yang larut karena efektifitasnya (Virandi, 2012).

Ekstrak adalah sediaan pekat yang diperoleh dengan mengekstraksi zat aktif dari simplisia nabati atau simplisia hewani menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian semua atau hampir semua pelarut diuapkan dan massa atau serbuk yang tersisa diperlakukan sedemikian rupa hingga memenuhi standar baku yang ditetapkan. Proses ekstraksi bahan alami dapat dilakukan berdasarkan teori tentang penyarian. Penyarian merupakan peristiwa pemindahan massa. Zat aktif yang semula berada di dalam sel, ditarik oleh cairan penyari sehingga terjadi larutan zat aktif dalam cairan penyari tersebut.

Secara garis besar, proses pemisahan secara ekstraksi terdiri dari tiga langkah dasar yaitu :

1. Penambahan sejumlah massa pelarut untuk dikontakkan dengan sampel, biasanya melalui proses difusi.
2. Zat terlarut akan terpisah dari sampel dan larut oleh pelarut membentuk fase ekstrak.
3. Pemisahan fase ekstrak dengan sampel (Wilson, et al., 2000).

Pemisahan zat-zat terlarut antara dua cairan yang tidak saling mencampur antara lain menggunakan alat corong pisah. Ada suatu jenis pemisahan lainnya dimana pada satu fase dapat berulang-ulang dikontakkan dengan fase yang lain,

misalnya ekstraksi berulang-ulang suatu larutan dalam pelarut air dan pelarut organik, dalam hal ini digunakan suatu alat yaitu ekstraktor sokhlet. Metode sokhlet merupakan metode ekstraksi dari padatan dengan pelarut cair secara kontinu. Alatnya dinamakan sokhlet (ekstraktor sokhlet) yang digunakan untuk ekstraksi kontinu dari sejumlah kecil bahan.

2.6.1 Ekstraksi Padat-Cair

Pada ekstraksi padat-cair, komponen yang dapat larut dipisahkan dari bahan padat dengan bantuan pelarut (ekstraktan). Pada ekstraksi ini, ketika bahan ekstraksi dicampur dengan pelarut maka pelarut akan bereaksi dengan bahan padat dan membentuk larutan ekstrak. Larutan ekstrak dengan konsentrasi yang tinggi terbentuk di bagian dalam bahan ekstraksi. Dengan cara difusi akan terjadi kesetimbangan konsentrasi antara larutan tersebut dengan larutan di luar bahan padat. Syarat yang harus dipenuhi untuk mencapai kecepatan ekstraksi yang tinggi pada ekstraksi padat cair adalah sebagai berikut:

- a. Karena perpindahan massa berlangsung pada bidang kontak antara fase padat dan fase cair, maka bahan itu perlu memiliki permukaan yang seluas mungkin.
- b. Kecepatan alir pelarut sedapat mungkin besar dibandingkan dengan laju alir bahan ekstraksi.
- c. Suhu yang lebih tinggi (viskositas pelarut lebih rendah, kelarutan ekstrak lebih besar) pada umumnya menguntungkan kecepatan ekstraksi.

Ekstraksi padat-cair merupakan suatu proses yang melibatkan perpindahan massa antar fasa. Perbedaan aktivitas kimia antara fasa padatan dan fasa pelarut mencerminkan seberapa jauh sistem berada dari kesetimbangan, sehingga akan menentukan pula laju zat terlarut antar fasa. Proses ini merupakan proses yang bersifat fisik karena komponen terlarut kemudian dikembalikan lagi ke keadaan semula tanpa mengalami perubahan kimiawi (Lucas, 1949).

Dalam proses ekstraksi padat-cair diperlukan kontak yang sangat lama antara pelarut dan padatan. Proses ini paling banyak ditemui di dalam usaha untuk mengisolasi suatu substansi yang terkandung di dalam suatu bahan alam sehingga yang berperan penting dalam menentukan sempurnanya proses ekstraksi ini adalah

sifat-sifat bahan alam tersebut dan juga bahan yang akan diekstraksi. Tingkat ekstraksi bahan ditentukan oleh ukuran partikel bahan tersebut. Bahan yang diekstrak sebaiknya berukuran seragam untuk mempermudah kontak antara bahan dan pelarut sehingga ekstraksi berlangsung dengan baik (Sudarmadji,1996).

Faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses ekstraksi antara lain :

a. Jenis pelarut

Jenis pelarut mempengaruhi senyawa yang tersari, jumlah zat terlarut yang terekstrak dan kecepatan ekstraksi.

b. Suhu

Secara umum, kenaikan suhu akan meningkatkan jumlah zat terlarut ke dalam pelarut.

c. Rasio pelarut dan bahan baku

Jika rasio pelarut-bahan baku besar maka akan memperbesar pula jumlah senyawa yang terlarut. Akibatnya laju ekstraksi akan semakin meningkat.

d. Ukuran partikel

Laju ekstraksi juga meningkat apabila ukuran partikel bahan baku semakin kecil. Dalam arti lain, rendemen ekstrak akan semakin besar bila ukuran partikel semakin kecil.

e. Pengadukan

Fungsi pengadukan adalah untuk mempercepat terjadinya reaksi antara pelarut dengan zat terlarut.

f. Lama waktu

Lamanya waktu ekstraksi akan menghasilkan ekstrak yang lebih banyak, karena kontak antara zat terlarut dengan pelarut lebih lama. (Ubay, 2011).

2.7 Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium hidroksida (NaOH), juga dikenal sebagai soda kaustik, soda api, atau sodium hidroksida, adalah sejenis basa logam kaustik. Natrium Hidroksida terbentuk dari oksida basa Natrium Oksida yang dilarutkan dalam air. Natrium hidroksida membentuk larutan alkalin yang kuat ketika dilarutkan ke dalam air. Natrium Hidroksida digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air

minum, sabun dan deterjen. Natrium hidroksida adalah basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia.

Pada saat silika (SiO_2) bereaksi dengan natrium hidroksida akan membentuk reaksi kimia sebagai berikut:



Selain itu Natrium Hidroksida memiliki sifat fisik dan kimia antara lain:

Tabel 2.2 Sifat Fisik dan Kimia NaOH

Sifat Fisik dan Kimia	
Rumus molekul	NaOH
Bentuk	Solid
Penampilan	Putih
Bau	Tidak Berbau
Titik Lebur	318°
Titik Didih	1388°C

Sumber : Citut, 2014

2.8 Asam Klorida (HCl)

Asam klorida adalah asam kuat, dan terbuat dari atom hidrogen dan klorin. Atom Hidrogen dan klorin berpartisipasi dalam ikatan kovalen, yang berarti bahwa hidrogen akan berbagi sepasang elektron dengan klorin. Ikatan kovalen hadir sampai air ditambahkan ke HCl. Setelah ditambahkan ke dalam air, HCl akan terpisah menjadi ion hidrogen (yang positif dan akan melakat pada molekul air) dan ion klorida (yang negatif).

HCl bening dan tidak berwarna ketika ditambahkan ke air. Namun, asam klorida memiliki bau yang kuat, dan mengandung rasa asam yang khas dari kebanyakan asam. Asam klorida mudah larut dalam air pada semua konsentrasi, dan memiliki titik didih sekitar 110°C. Asam klorida bersifat korosif, yang berarti akan merusak dan mengikis jaringan biologis bila tersentuh. Selain itu, HCl dapat menyebabkan kerusakan besar internal jika terhirup atau tertelan.

Tabel 2.3 Sifat Fisik HCl

Sifat Fisik	
Rumus molekul	HCl
Bentuk	Cairan
pH	1
Titik Didih	110°C
Penampilan	Bening
Titik Lebur	-27,32°C
Kelarutan	Tercampur Penuh
Berat Molekul	34,46 g/mol

Sumber : (sridianti, 2009)

2.9 Adsorpsi

Adsorpsi adalah peristiwa menempelnya atom atau molekul suatu zat pada permukaan zat lain karena ketidakseimbangan gaya dalam permukaan. Zat yang teradsorpsi disebut adsorbat dan zat pengadsorpsi disebut adsorben (Atkins, 1997). Proses adsorpsi digambarkan sebagai proses molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat penyerap akibat ikatan fisika dan kimia (Sawyer *et. al.*, 1994 dalam Masduqi dan Slamet, 2000).

Adsorpsi terjadi karena adanya gaya tarik menarik antara molekul adsorbat dengan tempat-tempat aktif di permukaan adsorben. Mekanisme peristiwa adsorpsi berlangsung sebagai berikut: molekul adsorbat berdifusi melalui suatu lapisan batas ke permukaan luar adsorben (difusi eksternal), sebagian ada yang teradsorpsi di permukaan luar, sebagian besar berdifusi lanjut ke dalam pori-pori adsorben (difusi internal). Bila kapasitas adsorpsi masih sangat besar, sebagian besar akan teradsorpsi dan terikat di permukaan, namun bila permukaan sudah jenuh atau mendekati jenuh dengan adsorbat, dapat terjadi dua hal.

1. Terbentuk lapisan adsorpsi kedua dan seterusnya di atas adsorbat yang telah terikat di permukaan, gejala ini disebut adsorpsi multilayer.
2. Tidak terbentuk lapisan kedua dan seterusnya sehingga adsorbat yang belum teradsorpsi berdifusi keluar pori dan kembali ke arus fluida (Sihombing, 2007).

Terdapat dua jenis adsorpsi, yaitu adsorpsi secara fisik (fisorpsi) dan adsorpsi secara kimia (kimisorpsi). Kedua metode ini terjadi apabila molekul-molekul dalam fase cair diikat pada permukaan suatu fase padat sebagai akibat dari

gaya tarik-menarik pada permukaan padatan (adsorben). Bila gaya pengikatan pada permukaan merupakan gaya van der Waals, reaksinya dapat balik, multilayer, dan tidak ada transfer elektron, maka peristiwa adsorpsinya disebut fisisorpsi. Molekul terikat sangat lemah dan energi yang dilepaskan pada adsorpsi fisika relatif rendah sekitar 20 kJ/mol (Castellan, 1983). Bila gaya pengikatannya merupakan interaksi kimiawi (ikatan kimia atau ikatan kovalen), artinya terjadi rekonfigurasi dan transfer elektron antara adsorbat dan adsorben, monolayer, dan reaksinya tidak dapat balik, maka peristiwa adsorpsinya disebut kemisorpsi. Molekul yang terkemisorpsi dapat terpisah karena valensi atom permukaan yang tak terpenuhi (Atkins, 1999).

Beberapa faktor yang mempengaruhi adsorpsi antara lain (Asep Saepudin, 2009).

1. Sifat fisika dan kimia adsorben, yaitu luas permukaan, pori-pori, dan komposisi kimia.

Semakin luas permukaan adsorben maka semakin banyak adsorbat yang teradsorpsi sebab semakin banyak pula situs-situs aktif yang tersedia pada adsorben untuk kontak dengan adsorbat. Luas permukaan sebanding dengan jumlah situs aktif adsorben.

2. Sifat fisika dan kimia adsorbat, yaitu ukuran molekul, polaritas molekul, dan komposisi kimia.

Molekul yang besar akan lebih mudah teradsorpsi daripada molekul yang kecil, namun pada difusi pori molekul-molekul yang besar akan mengalami kesulitan untuk teradsorpsi akibat konfigurasi yang tidak mendukung. Sehingga adanya batas ukuran molekul tertentu pada setiap adsorpsi.

3. Konsentrasi adsorbat dalam fase cair (larutan).

Konsentrasi adsorbat yang tinggi akan menghasilkan daya dorong (*driving force*) yang tinggi bagi molekul adsorbat untuk masuk ke dalam situs aktif adsorben.

4. Sifat fase cair, seperti pH dan temperatur.

Suhu akan mempengaruhi kecepatan proses adsorpsi. pH mempengaruhi terjadinya ionisasi ion hidrogen dan ion ini sangat kuat

Adsorben yang baik memiliki kapasitas adsorpsi dan presentase penyerapan yang tinggi. Kapasitas adsorpsi dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$q_e = \left(\frac{C_0 - C_1}{m} \right) x V$$

Sedangkan presentase adsorpsi (efisiensi adsorpsi) dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\%E = \left(\frac{C_{awal} - C_{akhir}}{C_{awal}} \right) x 100\%$$

Keterangan :

q_e = Kapasitas adsorpsi per bobot molekul (mg/g)

C_0 = Konsentrasi awal larutan (mg/L)

C_1 = Konsentrasi akhir larutan (mg/L)

m = Massa adsorben (g)

V = Volume larutan (mL)

$\% E$ = Efisiensi adsorpsi

2.10 Adsorben

Adsorben merupakan padatan yang berfungsi untuk mengadsorpsi (menyerap). Adsorben tersebut dapat berbentuk serbuk (*powder*) atau butiran (*granular*) dan penggunaannya tergantung operasi yang akan dilakukan. Pada umumnya, partikel adsorben tersebut berdiameter antara 0,005 cm hingga 1,27 cm. Pemakaiannya antara lain adalah untuk mengadsorpsi berbagai zat pengotor yang umumnya meliputi zat-zat organik, bau dan warna, koloid dan senyawa nitrit yang berada di dalam fluida cair serta ion-ion logam dalam air. Selain itu, juga dapat digunakan untuk mengadsorpsi suatu gas yang tidak dikehendaki yang berada di dalam campuran gas. Salah satu faktor yang penting dalam proses adsorpsi adalah luas permukaan adsorben. Bila dibandingkan terhadap ukuran partikel, luas permukaan internal pada pori-pori partikel lebih berpengaruh pada proses adsorpsi.

Jenis adsorben yang biasa digunakan dalam metode adsorpsi adalah karbon aktif, silika gel, alumina, dan zeolit. Silika gel banyak digunakan sebagai adsorben

maupun padatan pendukung pada pembuatan adsorben. Hal ini tidak terlepas dari sifat silika gel yang memiliki sisi aktif pada permukaan, seperti adanya gugus silanol, siloksan, struktur mikropori yang memberikan luas permukaan yang besar serta memiliki keunggulan yakni sifat yang stabil pada kondisi asam, *non swelling*, memiliki karakteristik pertukaran massa yang tinggi, porositas dan luas permukaan spesifik serta memiliki daya tahan yang tinggi terhadap panas (Buhani dan Suharso, 2010).

2.11 Logam Pb

Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang sering juga disebut dengan istilah timah hitam. Timbal memiliki titik lebur yang rendah, mudah dibentuk, memiliki sifat kimia yang aktif sehingga biasa digunakan untuk melapisi logam agar tidak timbul perkaratan. Timbal adalah logam yang lunak berwarna abu-abu kebiruan mengkilat dan memiliki bilangan oksidasi +2 (Sunarya, 2007). Dalam kehidupan timbal biasa digunakan sebagai elektroda pada alat elektrolisis, agen pendingin pada fase cair, industri PVC, agen pewarna dalam pembuatan keramik terutama pada warna merah dan kuning, dll.

Logam Pb memiliki sifat yang toksik (beracun) terhadap manusia. Logam Pb dapat masuk ke dalam tubuh melalui konsumsi makanan, minuman, udara, air, serta debu yang tercemar oleh Pb. Timbal atau Timah Hitam (Pb) adalah unsur yang bersifat logam, hal ini merupakan anomali karena unsur-unsur di atasnya (Gol IV) yakni Karbon dan Silikon bersifat non-logam. Di alam, timbal ditemukan dalam mineral Galena (PbS), Anglesit (PbSO₄) dan Kersit (PbCO₃), juga dalam keadaan bebas. Memiliki sifat khusus seperti dibawah ini, yakni:

1. Berwarna putih kebiru-biruan dan mengkilap.
2. Lunak sehingga sangat mudah ditempa.
3. Tahan asam, karat dan bereaksi dengan basa kuat.
4. Daya hantar listrik kurang baik (Konduktor yang buruk)
5. Massa atom relatif 207,2
6. Memiliki valensi 2 dan 4.
7. Tahan Radiasi

Selain sifat khusus di atas, timbal memiliki sifat kimia dan fisika seperti berikut:

Sifat Fisika

1. Fasa pada suhu kamar : padatan
2. Densitas : $11,34 \text{ g/cm}^3$
3. Titik leleh : $327,5^\circ\text{C}$
4. Titik didih : 1749°C
5. Panas Fusi : $4,77 \text{ kJ/mol}$
6. Panas Penguapan : $179,5 \text{ kJ/mol}$
7. Kalor jenis : $26,650 \text{ J/molK}$

Sifat Kimia

1. Bilangan oksidasi : 4,2,-4
2. Elektronegativitas : 2,33 (skala pauli)
3. Energi ionisasi 1 : $715,6 \text{ kJ/mol}$
4. Timbal larut dalam beberapa asam
5. Bereaksi secara cepat dengan halogen
6. Bereaksi lambat dengan alkali dingin tetapi bereaksi cepat dengan alkali panas menghasilkan plumbit.