

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Adsorpsi

2.1.1 Pengertian Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan oleh padatan tertentu terhadap zat tertentu yang terjadi pada permukaan zat padat karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat tanpa meresap ke dalam. Bila gas atau uap bersentuhan dengan permukaan padatan yang bersih, maka gas atau uap tadi akan teradsorpsi pada permukaan padatan tersebut. Permukaan padatan disebut sebagai adsorben, sedangkan gas atau uap disebut sebagai adsorbat. Semua padatan dapat menyerap gas atau uap pada permukaan. Banyak gas yang teradsorpsi yang bergantung pada suhu dan tekanan gas serta luas permukaan padatan. Padatan yang paling efisien adalah padatan yang sangat porous seperti arang dan butiran padatan yang sangat halus (Bird, 1993).

Proses adsorpsi dapat terjadi karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan padatan yang tidak seimbang. Adanya gaya ini, padatan cenderung menarik molekul-molekul lain yang bersentuhan dengan permukaan padatan, baik fasa gas atau fasa larutan ke dalam permukaannya. Akibatnya konsentrasi molekul pada permukaan menjadi lebih besar dari pada dalam fasa gas zat terlarut dalam larutan. Pada adsorpsi interaksi antara adsorben dengan adsorbat hanya terjadi pada permukaan adsorben (Tandy, 2012).

Beberapa tahun belakangan ini proses adsorpsi banyak mendapatkan perhatian, seperti proses penyimpanan gas yang sedang banyak dikembangkan. Teknologi ini tentu dapat membantu masalah penggunaan energi terbarukan yang masih terkendala dalam hal transportasi dan penyimpanan. Pentingnya proses ini menjadi pemicu dilakukannya banyak penelitian mengenai proses adsorpsi mulai dari segi mekanisme sampai dengan pengembangan adsorben yang digunakan dalam proses adsorpsi (Sudibandriyo, 2005)

Beberapa tahun belakangan ini proses adsorpsi banyak mendapatkan perhatian, seperti proses penyimpanan gas yang sedang banyak dikembangkan. Teknologi ini tentu dapat membantu masalah penggunaan energi terbarukan yang masih terkendala dalam hal transportasi dan penyimpanan. Pentingnya proses ini menjadi pemicu dilakukannya banyak penelitian mengenai proses adsorpsi mulai dari segi mekanisme sampai dengan pengembangan adsorben yang digunakan dalam proses adsorpsi (Sudibandriyo, 2011).

2.2 Faktor yang Mempengaruhi Proses Adsorpsi

Daya serap adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu pH, temperatur, konsentrasi logam, dan luas permukaan adsorben. (Cechinel et al., 2013). Adapun faktor- faktor lain yang mempengaruhi daya adsorpsi yaitu :

1. Jenis Adsorbat

Ukuran molekul adsorbat

Ukuran molekul adsorbat yang sesuai merupakan hal yang penting agar proses adsorpsi dapat terjadi, karena molekul-molekul yang dapat diadsorpsi adalah molekul-molekul yang diameternya lebih kecil atau sama dengandiameter pori adsorben.

2. Suhu

Pada saat molekul-molekul adsorbat menempel pada permukaan adsorben terjadi pembebasan sejumlah energi sehingga adsorpsi digolongkan bersifat eksoterm. Bila suhu rendah maka kemampuan adsorpsi meningkat sehingga adsorbat bertambah.

3. Karakteristik Adsorben

Ukuran pori dan luas permukaan adsorben merupakan karakteristik penting adsorben. Ukuran pori berhubungan dengan luas permukaan semakin kecil ukuran pori adsorben maka luas permukaan semakin tinggi. Sehingga jumlah molekul yang teradsorpsi akan bertambah. Selain itu kemurnian adsorben juga merupakan karakteristik yang utama dimana pada fungsinya adsorben yang lebih murni yang lebih diinginkan karena kemampuan adsorpsi yang baik.

2.3 Jenis-jenis Adsorpsi

Berdasarkan Interaksi molekular antara permukaan adsorben dengan adsorbat, adsorpsi dibagi menjadi 2 yaitu :

2.3.1 Adsorpsi Fisika

Adsorpsi Fisika terjadi karena adanya gaya Van der Waals. Pada adsorpsi fisika, gaya tarik menarik antara molekul fluida dengan molekul pada permukaan padatan (*intermolekuler*) lebih kecil dari pada gaya tarik menarik antar molekul fluida tersebut sehingga gaya tarik menarik antara adsorbat dengan permukaan adsorben relatif lemah pada adsorpsi fisika, adsorbat tidak terikat kuat dengan permukaan adsorben sehingga adsorbat dapat bergerak dari suatu bagian permukaan ke permukaan lainnya dan pada permukaan yang ditinggalkan oleh adsorbat tersebut dapat digantikan oleh adsorbat lainnya . Keseimbangan antara permukaan padatan dengan molekul fluida biasanya cepat tercapai dan bersifat *reversibel*. Adsorpsi fisika memiliki kegunaan dalam hal penentuan luas permukaan dan ukuran pori.

2.3.2 Adsorpsi Kimia

Adsorpsi kimia terjadi karena adanya ikatan kimia yang terbentuk antara molekul adsorbat dengan permukaan adsorben. Ikatan kimia dapat berupa ikatan kovalen/ion. Ikatan yang terbentuk kuat sehingga spesi aslinya tidak dapat

ditentukan. Karena kuatnya ikatan kimia yang terbentuk maka adsorbat tidak mudah terdesorpsi. Adsorpsi kimia diawali dengan adsorpsi fisik dimana adsorbat mendekat kepermukaan adsorben melalui gaya *Van der Waals* / Ikatan Hidrogen kemudian melekat pada permukaan dengan membentuk ikatan kimia yang biasa merupakan ikatan kovalen (Shofa, 2012).

2.4 Isotermal Adsorpsi

2.4.1 Isotermal Langmuir

Isotermal langmuir dibuat oleh Langmuir pada tahun 1918, dan didasarkan pada asumsi bahwa nilai valensi ada di permukaan adsorben dan masing-masing site (tempat terjadinya adsorpsi di permukaan adsorben) memiliki kemampuan untuk menjerap satu molekul dengan demikian akan ada satu lapisan (Benefield, 1982). Pada tahun 1918, Langmuir menurunkan teori isoterm adsorpsi dengan menggunakan model sederhana berupa padatan yang mengadsorpsi gas pada permukaannya. Model ini mendefinisikan bahwa kapasitas adsorpsi maksimum terjadi akibat adanya lapisan tunggal (monolayer) adsorbat di permukaan adsorben (Mulyana dkk, 2003).

Pendekatan Langmuir meliputi lima asumsi mutlak, yaitu:

1. Gas yang teradsorpsi berkelakuan ideal dalam fasa uap.
2. Gas yang teradsorpsi dibatasi sampai lapisan monolayer.
3. Permukaan adsorbat homogen, artinya afinitas setiap kedudukan ikatan untuk molekul gas sama.
4. Tidak ada antaraksi lateral antar molekul adsorbat
5. Molekul gas yang teradsorpsi terlokalisasi, artinya mereka tidak bergerak pada permukaan.

$$\frac{x_m}{m} = a \cdot C \dots\dots\dots (2.1)$$

$$1 + b \cdot c \dots\dots\dots (2.2)$$

$$\frac{m \cdot C}{Xm} = \frac{1}{a} + \frac{b}{a} \cdot C \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan membuat kurva $m \cdot c / X_m$ terhadap C akan diperoleh persamaan linear dengan intersep $1/a$ dan kemiringan (b/a) , sehingga nilai a dan b dapat dihitung, dari besar kecilnya nilai a dan b menunjukkan daya adsorpsi.

2.4.2 Isotermal Freundlich

Model ini dibuat oleh Freundlich pada tahun 1926 dengan berdasarkan asumsi bahwa adsorben memiliki site yang heterogen dan adanya perbedaan energi pengikatan pada tiap site. Pendekatan isoterm adsorpsi yang cukup memuaskan dijelaskan oleh H. Freundlich. Menurut Freundlich, jika y adalah berat zat terlarut per gram adsorben dan c adalah konsentrasi zat terlarut dalam larutan. Dari konsep tersebut dapat diturunkan persamaan sebagai berikut (Mulyana dkk, 2003)

$$\frac{Xm}{m} = k \cdot \frac{C^n}{n} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$\text{Log} \left(\frac{Xm}{m} \right) = \log k + \frac{1}{n} \cdot \log C \dots\dots\dots (2.5)$$

dimana:

X_m = berat zat yang diadsorpsi

m = berat adsorben

C = konsentrasi zat

Kemudian k dan n adalah konstanta adsorpsi yang nilainya bergantung pada jenis adsorben dan suhu adsorpsi. Bila dibuat kurva $\log (X_m / m)$ terhadap $\log C$ akan diperoleh persamaan linear dengan intersep $\log k$ dan kemiringan $1/n$, sehingga nilai k dan n dapat dihitung.

2.5 Adsorben

Adsorben merupakan zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida (Saragih, 2008). Kebanyakan adsorben adalah bahan-bahan yang sangat berpori dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding pori-pori atau pada letak-letak tertentu di dalam partikel itu. Oleh karena pori-pori biasanya sangat kecil maka luas permukaan dalam menjadi beberapa orde besaran lebih besar daripada permukaan luar dan bisa mencapai 2000 m²/g. Pemisahan terjadi karena perbedaan bobot molekul atau karena perbedaan polaritas yang menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan tersebut lebih erat daripada molekul lainnya. Adsorben yang digunakan secara komersial dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu kelompok polar dan non polar (Saragih, 2008).

a. Adsorben Polar

Adsorben polar disebut juga *hydrophilic*. Jenis adsorben yang termasuk kedalam kelompok ini adalah silika gel, alumina aktif, dan zeolit.

b. Adsorben non polar

Adsorben non polar disebut juga *hydrophobic*. Jenis adsorben yang termasuk kedalam kelompok ini adalah polimer adsorben dan karbon aktif.

2.6 Kerang Dara (*Anadara Granosa*)

Kerang darah (*Anadara granosa*) adalah sejenis kerang yang biasa dimakan oleh warga Asia Timur dan Asia Tenggara. Anggota suku Arcidae ini disebut kerang darah karena ia menghasilkan hemoglobin dalam cairan merah yang dihasilkannya. Budidaya kerang darah sudah dilakukan dan ia memiliki nilai ekonomi yang baik. Meskipun biasanya direbus atau dikukus, kerang ini dapat pula digoreng atau dijadikan satai dan makanan kering ringan. Ada pula yang memakannya mentah.

Menurut Kasry (2003), kerang darah merupakan salah satu jenis kerang yang mempunyai nilai ekonomis penting dan disukai masyarakat. Selanjutnya Kasry (2003) mengatakan kerang darah mempunyai rasa yang guring karena mengandung lemak dan kadar protein yang tinggi. Komposisi kimia kerang dara (*Anadara* sp.) adalah air 83%, lemak 0.91%, protein 10.33% dan kadar abu 1.84%

(Moeljanto dan Heruwati 1975 diacu dalam Kasry 2003). Kerang darah yang telah dewasa yang berukuran diameter 4 cm dapat memberikan sumbangan energi sebesar 59 kalori serat mengandung 8 gram protein, 1.1 gram lemak, 3.6 gram karbohidrat, 133 mg kalsium, 170 mg fosfor, 300 SI vitamin A dan 0.01 mg vitamin B1 (Kasry, 2003).

Kerang merupakan makhluk "*filter feeder*" yang mengakumulasi bahan-bahan yang tersaring di dalam insangnya. Dalam prosesnya bakteri dan mikroorganisme lain yang ada di sekelilingnya dapat terakumulasi dan mencapai jumlah yang membahayakan untuk dikonsumsi. Kasry (2003) menyatakan bahwa tercatat 20 jenis kerang dari *famili Acidae*, sedangkan yang dimanfaatkan untuk diambil dagingnya masih terbatas pada kerang dara (*Anadara granosa*), kerang bulu (*Anadora inflata*) dan kerang gelatik (*Anadora antiquata*).

Pemanfaatan kerang saat ini masih terbatas pada konsumsi, dalam hewan segar atau diawetkan dengan penggaraman dan penyaringan. Pengawetan tersebut bertujuan untuk menghambat dan mencegah terjadinya kerusakan/ mempertahankan mutu, menghindari terjadinya keracunan dan mempermudah penanganan serta penyimpanan (Kasry, 2003).

2.7 Kalsium

Kalsium adalah unsur kelima dan logam yang paling melimpah ketiga di kerak bumi. Senyawa-senyawa kalsium *account* untuk 3,64% dari kerak bumi. Distribusi kalsium sangat luas; ditemukan di hampir setiap wilayah darat di dunia. Elemen ini penting bagi kehidupan tumbuhan dan hewan, untuk itu hadir dalam kerangka hewan, gigi, di shell telur, di karang dan di banyak tanah.

Menurut penelitian yang dilakukan No dkk (2003), menyatakan bahwa senyawa kimia yang terkandung dalam cangkang kerang adalah kitin, kalsium karbonat, kalsium hidrosiapatit dan kalsium posfat. Sebagian besar cangkang kerang mengandung kitin. Selain kitin cangkang kerang juga memiliki kalsium karbonat (CaCO_3) yang secara fisik mempunyai pori-pori yang memungkinkan memiliki kemampuan mengadsorpsi atau menyerap zat-zat lain ke dalam pori-pori permukaannya.

Kalsium karbonat merupakan bahan yang sesuai dalam penghilangan senyawa toksik seperti fosfat dan limbah logam dikarenakan CaO yang merupakan komponen pengaktif untuk pengadsorpsi senyawa beracun tersebut dapat dihasilkan dari senyawa CaCO₃. Pada cangkang kerang terdapat kandungan CaCO₃ sebesar 95 – 99% berat. Sehingga sangat baik untuk dijadikan sebagai bahan baku adsorben. Dengan cara kalsinasi, maka akan dihasilkan senyawa pengaktif yaitu CaO. Dengan persamaan reaksi kimia sebagai berikut :



2.8 Tembaga (Cu)

Tembaga merupakan logam kemerahan dengan struktur kristal kubus. Tembaga memantulkan sinar merah dan oranye dan menyerap frekuensi lain dalam spektrum cahaya terlihat. Logam ini mudah ditempa, ulet, dan merupakan konduktor panas dan listrik yang baik. Tembaga lebih lunak dari seng, dapat dipoles, dan memiliki reaktivitas kimia rendah. Dalam udara lembab, tembaga perlahan-lahan membentuk selaput permukaan kehijauan yang disebut patina. Lapisan ini melindungi dari serangan korosi lebih lanjut.

Tembaga merupakan unsur yang banyak terdapat di alam. Manusia tercatat juga banyak menggunakan tembaga. Tembaga memasuki udara terutama melalui proses pembakaran bahan bakar fosil. Logam ini akan terus berada di udara hingga kemudian mengendap ke tanah melalui hujan.

Manusia juga turut menyebarkan tembaga ke lingkungan melalui aktivitas pertambangan, produksi logam, produksi kayu, dan produksi pupuk fosfat. Selain karena aktivitas manusia, tembaga juga dilepaskan ke lingkungan akibat peristiwa alami, seperti akibat pelapukan tanaman dan kebakaran hutan. Sebagian besar senyawa tembaga akan menetap dan terikat di tanah atau terserap dalam sumber air yang bisa menimbulkan ancaman kesehatan.

Produksi tembaga dunia diperkirakan sebesar 12 juta ton per tahun serta 2 juta ton tembaga diklaim merupakan hasil daur ulang. Penambangan besar

tembaga dilakukan di beberapa negara seperti Chile, Indonesia, Amerika Serikat, Australia, dan Kanada.

2.9 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) adalah suatu metode analisis yang didasarkan pada proses penyerapan energi radiasi oleh atom-atom yang berada pada tingkat energi dasar (ground state). Penyerapan tersebut menyebabkan tereksitasinya elektron dalam kulit atom ke tingkat energi yang lebih tinggi. Keadaan ini bersifat labil, elektron akan kembali ke tingkat energi dasar sambil mengeluarkan energi yang berbentuk radiasi. Dalam AAS, atom bebas berinteraksi dengan berbagai bentuk energi seperti energi panas, energi elektromagnetik, energi kimia dan energi listrik. Interaksi ini menimbulkan proses-proses dalam atom bebas yang menghasilkan absorpsi dan emisi (pancaran) radiasi dan panas. Radiasi yang dipancarkan bersifat khas karena mempunyai panjang gelombang yang karakteristik untuk setiap atom bebas (Basset, 1994).