

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Air

Air adalah zat atau unsur yang paling penting bagi semua bentuk kehidupan yang diketahui sampai saat ini di bumi, air merupakan zat cair yang tidak mempunyai rasa, warna dan bau.

Air dapat berupa air tawar (*fresh water*) dan air asin (air laut) yang merupakan bagian terbesar di bumi ini. Di dalam lingkungan alam proses, perubahan wujud, gerakan aliran air (di permukaan tanah, di dalam tanah, dan di udara) dan jenis air mengikuti suatu siklus keseimbangan dan dikenal dengan istilah siklus hidrologi. Air laut merupakan air yang berasal dari laut, memiliki rasa asin, dan memiliki kadar garam (salinitas) yang tinggi, dimana rata-rata air laut di lautan dunia memiliki salinitas sebesar 35 ppm. Hal ini berarti untuk setiap satu liter air laut terdapat 35 gram garam yang terlarut di dalamnya. Kandungan garam-garaman utama yang terdapat dalam air laut antara lain klorida (55%), natrium (31%), sulfat (8%), magnesium (4%), kalsium (1%), potasium (1%), dan sisanya (kurang dari 1%) terdiri dari bikarbonat, bromida, asam borak, strontium, dan florida, sedangkan air tawar merupakan air dengan kadar garam dibawah 0,5 ppt. (Etnize, 2010)

2.2 Proses Pengolahan Air

2.2.1 Filtrasi

Filtrasi merupakan proses pemisahan antara padatan atau koloid dengan suatu cairan. Untuk penyaringan air olahan yang mengandung padatan dengan ukuran seragam dapat digunakan saringan medium tunggal, sedangkan untuk penyaringan air yang mengandung padatan dengan ukuran yang berbeda dapat digunakan tipe saringan multi medium.

Digunakannya media filter atau saringan karena merupakan alat filtrasi atau penyaring memisahkan campuran solida liquida dengan media porous atau material porous lainnya guna memisahkan sebanyak mungkin padatan

tersuspensi yang paling halus. Dan penyaringan ini merupakan proses pemisahan antara padatan atau koloid dengan cairan, dimana prosesnya bisa dijadikan sebagai proses awal (*primary treatment*). Dikarenakan juga karena air olahan yang akan disaring berupa cairan yang mengandung butiran halus atau bahan-bahan yang larut dan menghasilkan endapan, maka bahan-bahan tersebut dapat dipisahkan dari cairan melalui filtrasi.

Pada pengolahan air baku dimana proses koagulasi tidak perlu dilakukan, maka air baku langsung dapat disaring dengan saringan jenis apa saja termasuk pasir kasar. Karena saringan kasar mampu menahan material tersuspensi dengan penetrasi partikel yang cukup dalam, maka saringan kasar mampu menyimpan lumpur dengan kapasitas tinggi. Karakteristik filtrasi dinyatakan dalam kecepatan hasil filtrat. Masing-masing dipilih berdasarkan pertimbangan teknik dan ekonomi dengan sasaran utamanya, yakni menghasilkan filtrat yang murah dan berkualitas. (Kusnaedi, 1995)

2.2.2 Evaporasi

Evaporasi merupakan proses penambahan konsentrasi suatu zat tertentu melalui proses perubahan molekul dari zat campurannya (zat cair menjadi molekul uap/gas), intinya adalah evaporasi merupakan proses penguapan.

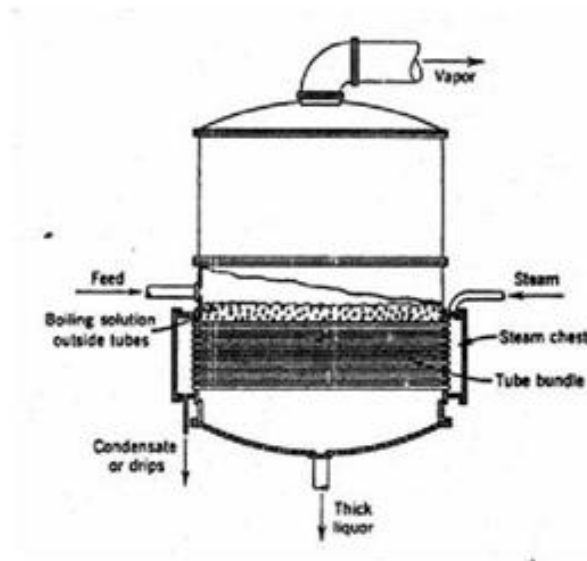
Perbedaannya dengan distilasi adalah bila distilasi uapnya (liquid) yang diinginkan/ dibutuhkan apabila proses evaporasi adalah vapor (cairan) yang dibutuhkan, pada proses ini zat yang tertinggal itulah yang diinginkan, sedangkan uapnya biasanya dibuang, biasanya molekul yang menguap ini memiliki energi yang lemah untuk terikat dengan cairan, sehingga dengan spontan menjadi uap karna suhu yang sudah mencapai pada titik didih zat tersebut.

Proses evaporasi dengan skala komersial di dalam industri kimia dilakukan dengan peralatan yang namanya evaporator.

Evaporator adalah alat untuk mengevaporasi larutan sehingga prinsip kerjanya merupakan prinsip kerja atau cara kerja dari evaporasi itu sendiri. Prinsip kerjanya dengan penambahan kalor atau panas untuk memekatkan suatu larutan yang terdiri dari zat terlarut yang memiliki titik didih tinggi dan zat pelarut yang

memiliki titik didih lebih rendah sehingga dihasilkan larutan yang lebih pekat serta memiliki konsentrasi yang tinggi.

Jenis Evaporator yang digunakan dalam percobaan ini adalah jenis evaporator tabung horizontal (Gambar 1) yang merupakan jenis evaporator system batch.



Gambar 1. Evaporator Tabung Horizontal

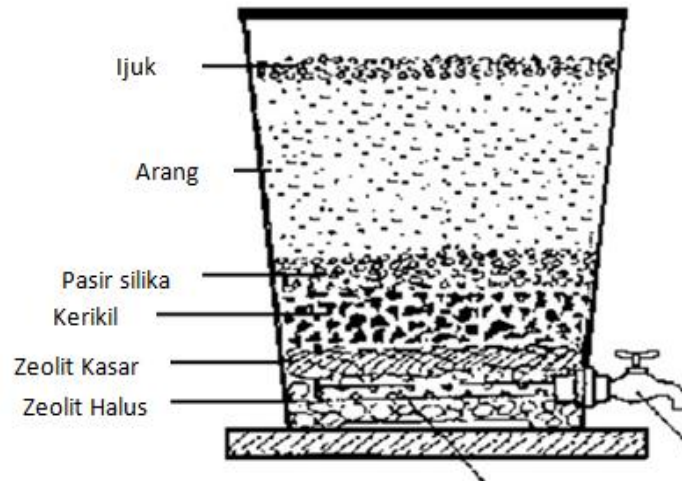
Sumber : <http://www.scribd.com/doc/15812827/Evaporators>

Evaporator ini memiliki tabung yang tidak terlalu tinggi, tetapi berbentuk horizontal sehingga mempunyai ukuran yang lebih lebar dibandingkan dengan evaporator jenis lainnya. Evaporator tabung horizontal biasanya digunakan untuk kapasitas yang kecil dan untuk mengevaporasikan larutan yang encer. (Haryadi, 2014)

2.3 Packing Filter

Packing Filter adalah salah satu jenis kolom yang populer merupakan suatu silinder panjang, biasanya berdiri tegak dan berisi isian yang diam didalamnya. Susunan filter yang digunakan terdapat pada gambar 1. Pada kolom *packing Filter*, konsentrasi *liquid* dan fase padat berubah menurut waktu dan posisi tinggi *packing*. Pada umumnya daerah tersebut fluida berkontak dengan adsorben. Jika

zat padat itu tidak mengandung adsorbat pada awal operasi, konsentrasi adsorbat akan menurun secara eksponensial terhadap jarak *packing* (Foust, 1991).



Gambar 2. Susunan Filter

Sumber : www.kelair.pbbt.go.id

Packing Filter terdiri dari Pipa berbentuk Lonjong dengan tinggi 60 cm dan diameter 7,5 cm, serta dilengkapi dengan sebuah *valve* di bawah. Untuk media penyaring digunakan pasir silika, kerikil, arang, ijuk, zeolit kasar dan zeolit halus. Filter tersebut akan mengurangi kadar garam dalam air laut sehingga terjadi perpindahan massa garam dari air laut ke media penyaring.

Masing-masing bahan tersebut memiliki fungsi masing-masing, yaitu :

- Kerikil berfungsi sebagai penyaring dan menjernihkan air.
- Ijuk berfungsi menyaring lumpur, tanah dan partikel lainnya dalam air.
- Arang berfungsi menghilangkan klorin bebas dan senyawa organik yang menyebabkan bau, rasa dan warna dalam air.
- Pasir Silika adalah jenis pasir yang mengandung mineral (SiO_2). Untuk menyaring lumpur, tanah dan memperbaiki kualitas fisik air seperti kekeruhan.
- Zeolit Kasar berfungsi untuk meningkatkan kadar oksigen dalam air.
- Zeolit Halus berfungsi untuk mengurangi zat besi dan mangan dalam air.

2.4 Karakteristik Air Minum

Air minum adalah air yang digunakan untuk konsumsi manusia. Menurut departemen kesehatan, syarat-syarat air minum adalah tidak berasa, tidak berbau, tidak berwarna, tidak mengandung mikroorganisme yang berbahaya dan tidak mengandung logam berat. Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan ataupun tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

Walaupun air dari sumber alam dapat diminum oleh manusia, terdapat risiko bahwa air ini telah tercemar oleh bakteri (misalnya *Escherichia coli*) atau zat-zat berbahaya. Bakteri dapat dibunuh dengan memasak air hingga 100°C, namun banyak zat berbahaya, terutama logam, yang tidak dapat dihilangkan dengan cara ini. Saat ini terdapat krisis air minum di berbagai negara berkembang di dunia akibat jumlah penduduk yang terlalu banyak dan pencemaran air.

Dari Tabel 1 dapat dilihat persyaratan air minum menurut Standar Nasional Indonesia (SNI), dimana standar ini merupakan revisi yang ketiga dengan perubahan pada persyaratan mutu air minum dalam kemasan yang meliputi dua kategori yaitu, air mineral dan air demineral. Maksud dan tujuan penyusunan standar ini adalah sebagai acuan sehingga air minum dalam kemasan yang beredar dipasaran dapat terjamin mutu dan kemasannya.

Tabel 1 Persyaratan mutu air minum dalam kemasan sesuai syarat mutu SNI 01- 3553-2006

No.	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan	
			Air mineral	Air demineral
1.	Keadaan			
1.1	Bau	-	Tidak berbau	Tidak berbau
1.2	Rasa		Normal	Normal
1.3	Warna	Unit Pt-Co	maks. 5	maks. 5
2.	Ph	-	6,0 – 8,5	5,0 – 7,5
3.	Kekeruhan	NTU	maks. 1,5	maks. 1,5
4.				
5.	Zat yang terlarut	mg/l	maks. 500	maks. 10
6.	Zat organik (angka $KmnO_4$)	mg/l	maks. 1,0	-
7.	Total organik karbon	mg/l	-	maks. 0,5
8.	Nitrat (sebagai NO_3)	mg/l	maks. 45	-
8.	Nitrit (sebagai NO_2)	mg/l	maks. 0,005	-
10.	Amonium (NH_4)	mg/l	maks. 0,15	-
11.	Sulfat (SO_4)	mg/l	maks. 200	-
12.	Klorida (Cl)	mg/l	maks. 250	-
13.	Fluorida (F)	mg/l	maks. 1	-
14.	Sianida (CN)	mg/l	maks. 0,05	-
15.	Besi (Fe)	mg/l	maks. 0,1	-
16.	Mangan (Mn)	mg/l	maks. 0,05	-
17.	Klor bebas (Cl_2)	mg/l	maks. 0,1	-
18.	Kromium (Cr)	mg/l	maks. 0,05	-
19.	Barium (Ba)	mg/l	maks. 0,7	-
20.	Boron (B)	mg/l	maks. 0,3	-
21.	Selenium (Se)	mg/l	maks. 0,01	-
22.	Cemaran logam			
22.1	Timbal (Pb)	mg/l	maks. 0,005	maks. 0,005
22.2	Tembaga (Cu)	mg/l	maks. 0,5	maks. 0,5
22.3	Kadmium (Cd)	mg/l	maks. 0,003	maks. 0,003
22.4	Raksa (Hg)	mg/l	maks. 0,001	maks. 0,001
22.5	Perak (Ag)	mg/l	-	maks. 0,025
22.6	Kobalt (Co)	mg/l	-	maks. 0,01
	Cemaran arsen	mg/l	maks. 0,01	maks. 0,01
	Cemaran mikroba :			
	Angka lempeng total awal *)		maks. $1,0 \times 10^2$	maks. $1,0 \times 10^2$
	Angka lempeng total akhir **)	Koloni/ml	maks. $1,0 \times 10^5$	maks. $1,0 \times 10^5$
	Bakteri bentuk koli	APM/100ml	< 2	< 2
	<i>Salmonella</i>	-	Negatif/100ml	Negatif/100ml
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Koloni/ml	Nol	Nol

Keterangan *) Di Pabrik

**) Di Pasaran

Sumber : Badan Standarisasi Nasional

2.5 Air Laut

Air laut adalah air murni yang didalamnya larut berbagai zat padat dan gas. Zat terlarut meliputi garam-garam organik yang berasal dari organisme hidup, dan gas-gas terlarut fraksi terbesar dari bahan terlarut terdiri dari garam-garam anorganik yang berwujud ion-ion (Sri Redjeki, 2011). Unsur kimia yang tergabung dalam larutan air laut itu ialah Klor (Cl) 55%, Natrium (Na) 31%, kemudian Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), Belerang (S), dan Kalium (K). Selain itu, dalam jumlah kecil terdapat juga Bromium (Br), Karbon (C), Strontium (Sr), Barium (Ba), Silikon (Si), dan Fluorium (F). Kandungan air laut juga terdiri dari berbagai gas seperti Oksigen (O₂) dan gas asam arang (CO₂) yang merupakan kebutuhan vital bagi kehidupan vegetasi dan hewan laut.

Bentuk kandungan garam-garaman air laut dikenal dengan sebutan kadar garam atau salinitas. Kadar garam air laut yang normal ialah 3,5%. Air laut di daerah tropis pada umumnya memiliki kandungan garam rendah karena curah hujan yang tinggi.

Beberapa bagian laut mempunyai kandungan kadar garam tinggi, karena curah hujan yang sangat rendah dan suhu yang tinggi, misalnya laut yang berdampingan dengan gurun, seperti Laut Merah 4%, Laut Tengah 3,8%, Teluk Persia 4% dan Laut Mati sebuah danau yang berkadar garam 26%. Sebaliknya kadar garam air laut rendah, jika laut itu banyak mendapat tambahan air tawar dari muara sungai dan cairan es, seperti Laut Baltik 1,9%. (Tanusekar, 2014)

2.6 Mekanisme Penguapan Air Laut

Perubahan yang dialami air di bumi hanya terjadi pada sifat, bentuk, dan persebarannya. Air akan selalu mengalami perputaran dan perubahan bentuk selama siklus hidrologi berlangsung. Air mengalami gerakan dan perubahan wujud secara berkelanjutan. Perubahan ini meliputi wujud cair, gas, dan padat. Air di alam dapat berupa air tanah, air permukaan, dan awan.

Air-air tersebut mengalami perubahan wujud melalui siklus hidrologi. Adanya terik matahari pada siang hari menyebabkan air di permukaan Bumi mengalami evaporasi (penguapan) maupun transpirasi menjadi uap air. Uap air

akan naik hingga mengalami pengembunan (kondensasi) membentuk awan. Akibat pendinginan terus-menerus, butir-butir air di awan bertambah besar hingga akhirnya jatuh menjadi hujan (presipitasi).

Selanjutnya, air hujan ini akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi dan perkolasi) atau mengalir menjadi air permukaan (*run off*). Baik aliran air bawah tanah maupun air permukaan keduanya menuju ke tubuh air di permukaan Bumi (laut, danau, dan waduk). Inilah gambaran mengenai siklus hidrologi. (Sulaiman, 2014)

Jadi siklus hidrologi adalah lingkaran peredaran air di bumi yang mempunyai jumlah tetap dan senantiasa bergerak. Siklus Hidrologi adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan sirkulasi atau peredaran air secara umum. Siklus hidrologi terjadi karena proses-proses yang mengikuti gejala-gejala meteorology dan klimatologi sebagai berikut:

- a. Evaporasi, yaitu proses penguapan dari benda-benda mati yang merupakan proses perubahan dari wujud air menjadi gas.
- b. Transpirasi, yaitu proses penguapan yang dilakukan oleh tumbuh-tumbuhan melalui permukaan daun.
- c. Evapotranspirasi, yaitu proses penggabungan antara evaporasi dan transpirasi.
- d. Kondensasi, yaitu perubahan dari uap air menjadi titik-titik air (pengembunan) akibat terjadinya penurunan salju.
- e. Infiltrasi, yaitu proses pembesaran atau pergerakan air ke dalam tanah melalui pori-pori tanah.

2.7 Karakteristik Air Laut

Karakteristik massa air perairan Indonesia umumnya dipengaruhi oleh sistem angin muson yang bertiup di wilayah Indonesia dan adanya arus lintas Indonesia (arindo) yang membawa massa air Lautan Pasifik Utara dan Selatan menuju Lautan Hindia. Pengaruh tersebut mengakibatkan suhu permukaan perairan Indonesia lebih dingin dengan salinitas yang lebih tinggi sebagai pengaruh terjadinya *upwelling* di beberapa daerah selama musim timur dan juga akibat dari

masuknya massa air Lautan Pasifik, sedangkan pada musim barat, suhu permukaan perairan lebih hangat dengan salinitas yang lebih rendah. Rendahnya salinitas akibat pengaruh massa air dari Indonesia bagian barat yang banyak bermuara sungai-sungai besar. Dibawah ini merupakan karakteristik air laut secara umum.

a. Temperatur

Perubahan temperatur air laut disebabkan oleh perpindahan panas dari massa yang satu ke massa yang lainnya. Kenaikan temperatur permukaan laut disebabkan oleh: radiasi dari angkasa dan matahari, konduksi panas dari atmosfer, kondensasi uap air, penurunan temperatur permukaan laut disebabkan oleh : radiasi balik permukaan laut ke atmosfer, konduksi balik panas ke atmosfer, evaporasi (penguapan) dan matahari mempunyai efek yang paling besar terhadap perubahan suhu permukaan laut. Variasi perubahan temperatur dipengaruhi juga oleh posisi geografis wilayah perairan.

b. Salinitas

Salinitas yang tersebar di dalam laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai. Perairan dengan tingkat curah hujan tinggi dan dipengaruhi oleh aliran sungai memiliki salinitas yang rendah, sedangkan perairan yang memiliki penguapan yang tinggi maka salinitas perairannya tinggi pula. Selain itu pola sirkulasi juga berperan dalam penyebaran salinitas di suatu perairan. Secara vertikal nilai salinitas air laut akan semakin besar dengan bertambahnya kedalaman. Di perairan laut lepas, angin sangat menentukan penyebaran salinitas secara vertikal. Pengadukan di dalam lapisan permukaan memungkinkan salinitas menjadi homogen.

Lautan terdiri dari air sebanyak 96,5%, material terlarut dalam bentuk molekul dan ion sebanyak 3,5%, material yang terlarut tersebut 89 % terdiri dari garam Chlor, sedangkan sisanya 11% terdiri dari unsur-unsur lainnya. Salinitas adalah jumlah total material terlarut (yang dinyatakan dalam gram) yang terkandung dalam 1 kg air laut, Satuan salinitas : 0/00 (per mil). Salinitas air laut di seluruh wilayah perairan di dunia berkisar antara 33 - 37 per mil ,

dengan nilai median 34,7 per mil, namun di Laut Merah dapat mencapai 40 per mil. Salinitas air laut tertinggi terjadi di sekitar wilayah ekuator, sedangkan terendah dapat terjadi di daerah kutub walaupun pada kenyataannya sekitar 75% air laut mempunyai salinitas antara 34,5 per mil - 35,0 per mil.

c. Densitas

Densitas air laut merupakan jumlah massa air laut per satu satuan volume. Densitas merupakan fungsi langsung dari kedalaman laut, serta dipengaruhi juga oleh salinitas, temperatur, dan tekanan. Pada umumnya nilai densitas (berkisar antara 1,02-1,07 gr/cm³) akan bertambah sesuai dengan bertambahnya salinitas dan tekanan serta berkurangnya temperatur. Perubahan densitas dapat disebabkan oleh proses vaporasi di permukaan laut dan massa air, dimana pada kedalaman < 100 m sangat dipengaruhi oleh angin dan gelombang sehingga besarnya densitas relatif homogen.

Sebaran densitas secara vertikal ditentukan oleh proses pencampuran dan pengangkatan massa air. Penyebab utama dari proses tersebut adalah tiupan angin yang kuat. Lukas and Lindstrom (1991), mengatakan bahwa pada tingkat kepercayaan 95 % terlihat adanya hubungan yang positif antara densitas dan suhu dengan kecepatan angin, dimana ada kecenderungan meningkatnya kedalaman lapisan tercampur akibat tiupan angin yang sangat kuat. Secara umum densitas meningkat dengan meningkatnya salinitas, tekanan atau kedalaman, dan menurunnya temperatur. (Tanusekar, 2014)

2.8 Difusi

Difusi atau pembauran (*diffusion*) ialah gerakan suatu komponen melalui suatu campuran, yang berlangsung karena suatu rangsangan fisika. Pada umumnya, difusi disebabkan oleh adanya gradien konsentrasi pada komponen yang terdifusi itu. Gradien konsentrasi cenderung menyebabkan terjadinya gerakan komponen itu ke arah yang menyamakan konsentrasi dan menghapus gradien. Bila gradien itu dipertahankan dengan menambahkan komponen yang terdifusi secara terus-menerus ke ujung yang berkonsentrasi tinggi pada gradien

itu, aliran komponen yang terdifusi akan berlangsung secara kontinu. Gerakan inilah yang dimanfaatkan dalam operasi perpindahan massa.

Proses difusi terjadi karena adanya perpindahan massa suatu zat dimana massa dapat berpindah dari kondisi dengan konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah. Perpindahan massa dapat terjadi dalam fasa gas maupun cair. Peristiwa difusi berakhir jika telah mencapai keadaan setimbang antara dua keadaan (pada keadaan sebelumnya terdapat perbedaan konsentrasi sehingga keadaan belum setimbang). Proses difusi dapat terus-menerus berlangsung jika perbedaan konsentrasi antara dua kondisi dipertahankan. Hal ini dapat dilakukan dengan mengalirkan fluida yang merupakan tempat akan berdifusinya suatu molekul secara terus menerus. Proses difusi akan berhenti jika kondisi dari dua fluida sudah sama atau setimbang.

Walaupun penyebab difusi umumnya karena gradien konsentrasi, tetapi difusi dapat juga terjadi karena gradien tekanan, karena gradien suhu, atau karena medan gaya yang diterapkan dari luar seperti pada pemisah sentrifugal. Difusi molekuler yang terjadi karena gradien tekanan (bukan tekanan parsial) disebut difusi tekanan (*pressure diffusion*), yang disebabkan karena gradien suhu disebut difusi termal (*thermal diffusion*), sedangkan yang disebabkan oleh medan gaya dari luar disebut difusi paksa (*forced diffusion*) (McCabe, 1993).

Terdapat beberapa faktor yang memengaruhi kecepatan difusi, yaitu :

1) Ukuran partikel

Semakin kecil ukuran partikel, semakin cepat partikel itu akan bergerak, sehingga kecepatan difusi semakin tinggi.

2) Ketebalan membran

Semakin tebal membran, semakin lambat kecepatan difusi.

3) Luas suatu area

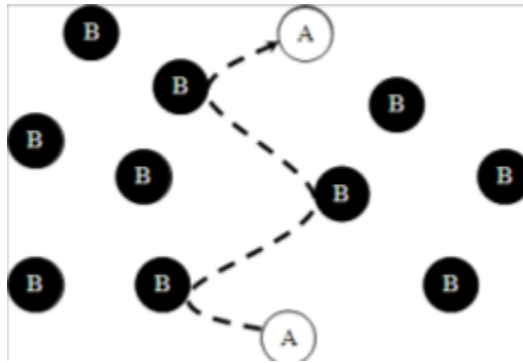
Semakin besar luas area, semakin cepat kecepatan difusinya.

4) Jarak

Semakin besar jarak antara dua konsentrasi, semakin lambat kecepatan difusinya.

5) Suhu

Semakin tinggi suhu, partikel mendapatkan energi untuk bergerak dengan lebih cepat. Maka, semakin cepat pula kecepatan difusinya.

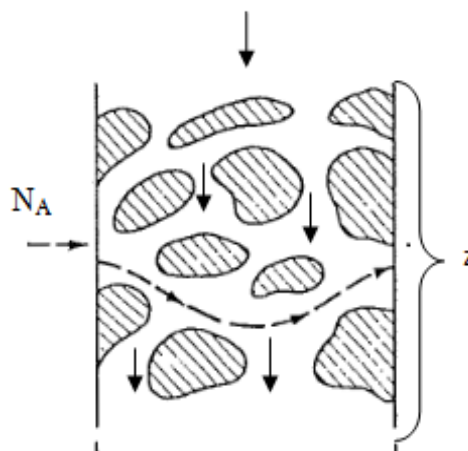


Gambar 3. Gerakan acak pada proses difusi

Peristiwa lain yang juga termasuk sebagai peristiwa difusi adalah tinta biru yang ditetaskan dalam air bening. Tinta akan berdifusi perlahan-lahan ke seluruh bagian air hingga diperoleh kondisi kesetimbangan (tidak adanya gradien konsentrasi). Untuk menaikkan laju difusi dapat dilakukan pengadukan, sehingga kondisi kesetimbangan dapat lebih cepat dicapai (Geankoplis, 1993).

Massa yang ditransfer dari satu fase ke fase lainnya atau melewati satu fase, cara kerja dasar sama walaupun untuk fase gas, cair atau padat. Persamaan umum kecepatan perpindahan:

$$\text{Rate of a transfer process} = \frac{\text{driving force}}{\text{resistance}} \quad (1)$$



Gambar 4. Prinsip perpindahan massa

Difusi liquid pada solid dinyatakan dengan

$$N_A = \frac{\varepsilon D_{AB}(c_{A1} - c_{A2})}{\tau(z_2 - z_1)} \quad (2)$$

Dimana:

N_A = Laju difusivitas (k mol/m².s)

D_{AB} = difusi molekular molekul A melalui B (m²/s)

ε = void fraction

τ = tortuositas

c_{a1} = konsentrasi awal (g mol/liter)

c_{a2} = konsentrasi akhir (g mol/liter)

z = jarak difusi (m)

2.6 Adsorpsi

Adsorpsi (adsorption ‘penyerapan’) adalah proses pemisahan dimana komponen tertentu dari suatu fase fluida berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorbent ‘adsorben’). Biasanya partikel-partikel kecil zat penyerap ditempatkan di dalam suatu hampan tetap, dan fluida lalu dialirkan melalui hampan itu sampai zat padat itu mendekati jenuh dan pemisahan yang dikehendaki tidak dapat lagi berlangsung. Aliran itu lalu dipindahkan ke hampan kedua sampai adsorben jenuh tadi dapat diganti atau diregenerasi. Proses lain yang biasa dilaksanakan dengan cara setengah-tumpak (semibatch) ini ialah pertukaran ion (ion exchange). Air yang akan dilaksanakan atau dideionisasi dilewatkan melalui manik-manik resin penukar ion di dalam kolom sampai resin itu menjadi hampir jenuh.

Kebanyakan zat pengadsorpsi atau adsorben (*adsorbent*) adalah bahan-bahan yang sangat berpori, dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding-dinding pori atau pada letak-letak tertentu di dalam partikel itu. Oleh karena pori-pori itu biasanya sangat kecil, luas permukaan-dalam menjadi beberapa orde besaran lebih besar dari permukaan-luar, dan bisa sampai 2000 m²/g. Pemisahan

terjadi karena perbedaan bobot molekul atau karena perbedaan polaritas menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan itu lebih erat daripada molekul-molekul lainnya. Dalam kebanyakan hal, komponen yang diadsorpsi atau adsorbat (adsorbate) melekat sedemikian kuat sehingga memungkinkan pemisahan komponen itu secara menyeluruh dari fluida tanpa terlalu banyak adsorpsi terhadap komponen lain.

Mekanisme proses adsorpsi pada dasarnya adalah proses penjerapan yang terjadi pada permukaan padatan. Mula-mula molekul adsorbat berdifusi melalui suatu lapisan batas ke permukaan luar adsorben, sebagian ada yang teradsorpsi di permukaan luar, sebagian besar berdifusi lanjut di dalam pori-pori adsorben. Pada adsorpsi pada arang aktif terjadi melalui tiga tahap dasar, yaitu zat terjerap pada bagian luar, zat bergerak menuju pori-pori arang dan zat terjerap ke dinding bagian dalam dari arang. Adsorben memiliki kapasitas penjerapan masing-masing, sehingga apabila molekul yang terjerap melebihi kapasitas adsorben akan terjadi desorpsi dari padatan adsorben ke larutan. Pada saat kecepatan transfer massa adsorpsi sama dengan kecepatan transfer massa desorpsi maka terjadilah kondisi kesetimbangan (Oscik, 1991).

Adsorpsi sendiri terbagi atas dua jenis yaitu, adsorpsi fisik dan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisik adalah adsorpsi yang disebabkan oleh perbedaan gaya tarik menarik elektrik (gaya *Van der Waals*) sehingga molekul-molekul adsorbat secara fisik terikat pada molekul adsorben. Jenis adsorpsi ini umumnya akan membentuk lapisan film ganda (*multi layer*) yang dalam hal ini tiap lapisan molekul terbentuk diatas lapisan-lapisan yang proporsional dengan konsentrasi kontaminan. Makin besar konsentrasi kontaminan dalam suatu larutan maka makin banyak lapisan molekul yang terbentuk pada adsorben. Adsorpsi jenis ini bersifat dapat balik (*reversible*) yang berarti atom-atom atau ion-ion yang terikat dapat dilepaskan kembali dengan pelarut tertentu yang sesuai dengan sifat ion yang diikat. Adsorpsi kimia adalah adsorpsi yang disebabkan oleh pembentukan atau pemecahan ikatan kimia. Adsorpsi ini merupakan proses eksotermis dengan panas adsorpsi 10-100 kcal/gmol. Energi aktivasinya relatif tinggi, yaitu di atas 20 kcal/mol untuk

desorpsi, kecuali untuk adsorpsi kimia pada permukaan yang tidak diaktifkan. Dalam percobaan ini adsorpsi yang terjadi adalah adsorpsi fisik.

Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi yaitu:

1. Sifat adsorbat

Jika kelarutan adsorbat pada pelarutnya besar, maka ikatan antara zat pelarut dengan adsorbat semakin kuat sehingga diperlukan energi yang lebih besar untuk memecah ikatan antara adsorbat dan zat pelarutnya.

2. Konsentrasi adsorbat

Pada umumnya kecepatan adsorpsi akan berbanding lurus dengan kenaikan konsentrasi adsorbat, namun akan mencapai kondisi maksimum. Adsorpsi akan konstan apabila terjadi kesetimbangan antara konsentrasi adsorbat yang terjerap dengan konsentrasi yang tersisa pada larutan.

3. Sifat adsorben

Banyaknya adsorbat yang dapat dijerap tergantung pada porositas dan luas permukaan adsorben, yaitu sebagai penyedia tempat adsorpsi. Semakin besar luas permukaan adsorben maka akan semakin besar adsorpsi yang terjadi.

4. Temperatur

Hal ini berhubungan dengan energi untuk melepas ikatan antara adsorbat dengan zat pelarutnya. Umumnya adsorpsi bersifat eksotermis, sehingga akan semakin baik dengan temperatur operasi yang lebih rendah.

5. Waktu kontak

Waktu kontak yang cukup diperlukan untuk mencapai kesetimbangan adsorpsi.

(Oscik,1991)