

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 Karakteristik Air

2.2.1 Karakteristik Air Berdasarkan Parameter Fisik

Karakteristik air berdasarkan parameter fisik terdiri dari :

a. Suhu

Suhu adalah besaran yang menyatakan derajat panas dan dingin suatu benda dan alat yang digunakan untuk mengukur suhu adalah termometer. Suhu air sebaiknya sejuk atau tidak panas, agar tidak terjadi pelarutan zat kimia pada saluran/pipa yang dapat membahayakan kesehatan, menghambat reaksi-reaksi biokimia di dalam saluran/pipa, mikroorganisme patogen tidak mudah berkembang biak dan bila diminum dapat menghilangkan dahaga.

Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (*latitude*), ketinggian dari permukaan laut (*altitude*), waktu, sirkulasi udara, penutupan awan, aliran, serta kedalaman. Perubahan suhu mempengaruhi proses fisika, kimia dan biologi badan air. Suhu berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan.

Peningkatan suhu mengakibatkan peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi, volatilisasi, serta menyebabkan penurunan kelarutan gas dalam air (gas O₂, CO₂, N₂, CH₄, dan sebagainya). Peningkatan suhu juga menyebabkan terjadinya peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba.

(Haslam, 1995 dalam Effendi, 2003)

b. Warna

Warna air sebenarnya terdiri dari warna asli dan warna tampak. Warna asli atau *true colour* adalah warna yang disebabkan oleh substansi terlarut. Warna pada air di laboratorium diukur berdasarkan warna standar yang telah diketahui konsentrasinya. Intensitas warna ini dapat diukur dengan satuan unit standar yang dihasilkan oleh dua mg/l platina. Standar yang ditetapkan di Indonesia besarnya maksimal lima unit. (Sutrisno, 2004)

c. Bau dan Rasa

Bau dan rasa pada air minum akan mengurangi penerimaan penduduk terhadap air tersebut. Bau dan rasa biasanya terjadi bersama-sama. Timbulnya rasa pada air minum berkaitan erat dengan bau pada air minum. Pengukuran rasa dan bau tergantung pada reaksi individual sehingga hasil yang dilaporkan tidak mutlak. Standar persyaratan air minum yang menyangkut bau dan rasa yang menyatakan bahwa dalam air minum tidak boleh terdapat bau dan rasa yang tidak diinginkan. (Sutrisno, 2004)

d. Kekeruhan

Kekeruhan merupakan sifat optik dari suatu larutan yang menyebabkan cahaya yang melaluinya terabsorpsi dan terbias dihitung dalam satuan mg/l SiO₂, unit kekeruhan nephelometri (UKN). Air akan dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi, sehingga memberikan wana atau rupa yang berlumpur atau kotor. (Sutrisno, 2004)

2.2.2 Karakteristik Air Berdasarkan Parameter Kimia

a. Derajat keasamaan (pH)

pH merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa suatu larutan. Standar kualitas air minum dalam pH ini yaitu bahwa pH yang lebih kecil dari 6,5 dan lebih besar dari 9,2. (*Sutrisno, 2004*)

b. Calcium (Ca)

Calcium adalah merupakan sebagian dari komponen yang merupakan penyebab dari kesadahan. Efek yang ditimbulkan oleh kesadahan antara lain timbulnya lapisan kerak pada ketel-ketel pemanas air, pada perpipaan yang juga menimbulkan efektifitas dari kerja sabun. Sebagai mana yang telah ditetapkan oleh Departemen Kesehatan Indonesia sebesar 75 – 200 mg/l. Konsentrasi Ca dalam air minum yang lebih rendah dari 75 mg/l dapat menyebabkan tulang rapuh sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi dari 200 mg/ l dapat menyebabkan korosi pada pipa air. (*Sutrisno, 2004*)

c. Zat Organik

Adanya bahan-bahan zat organik dalam air erat hubungannya dengan terjadinya perubahan fisika air, terutama dengan warna, bau, rasa dan kekeruhan yang tidak diinginkan. Standar kandungan bahan organik dalam air minum sesuai Departemen Kesehatan Indonesia maksimal yang diperbolehkan adalah 10 mg. Pengaruh terhadap kesehatan yang dapat ditimbulkan penyimpangan terhadap standar ini yaitu timbulnya bau yang tidak sedap pada air minum. (*Sutrisno, 2004*)

d. Besi (Fe)

Adanya unsur-unsur besi dalam air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tubuh akan unsur tersebut. Zat besi merupakan suatu unsur yang penting dan berguna untuk metabolisme tubuh. Untuk keperluan ini tubuh memerlukan 7-35 mg unsur tersebut per hari, yang tidak hanya diperoleh dalam air. Konsentrasi unsur ini dalam air yang melebihi 2 mg/l akan menimbulkan noda-noda pada peralatan dan bahan-bahan yang berwarna putih. Dalam jumlah kecil mg dibutuhkan oleh tubuh untuk pertumbuhan tulang akan tetapi dalam jumlah yang lebih besar dari 150 mg /l dapat menyebabkan rasa mual. (*Sutrisno, 2004*)

e. Tembaga (Cu)

Tembaga merupakan salah satu unsur yang paling berguna untuk metabolisme. Konsentrasi 1 mg/l merupakan batas konsentrasi tertinggi tembaga untuk mencegah rasa yang tidak baik. Konsentrasi standar maksimum yang ditetapkan oleh Departemen Kesehatan Indonesia untuk Tembaga (Cu) ini sebesar 0,05 mg/l untuk batas maksimum yang dianjurkan sebesar 1,5 mg/l sebagai batas maksimal yang diperbolehkan. (*Sutrisno, 2004*)

2.3 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. (*Adhyatma,2006*)

Tabel 1 Baku Mutu Air Minum KepMenKes No.907/MENKES/SK/VII/2012

No	Parameter	Satuan	Persyaratan	TeknikPengujian
FISIKA				
1	Bau	-	tidakberbau	Organoleptik
2	Rasa	-	Norm	Organoleptik
3	Warna	TCU	maks.15	Spektrofotometri
4	TotalPadatanTerlarut (TDS)	mg/l	maks.1000	Gravimetri
5	Kekeruhan	NTU	maks.5	Spektrofotometri
6	Suhu	o ~	Suhuudara±3 ^o C	Termometer
KIMIA				
7	Besi(Fe)	mg/l	maks0.3	AAS
8	KesadahansebagaiCaCO ₃	mg/l	maks.500	Titrimetri
9	Klorida(Cl)	mg/l	maks250	Argentometri
10	Mangan(Mn)	mg/l	maks0.1	AAS
11	pH	-	6.5-8.5	pHmeter
12	Seng(Zn)	mg/l	maks.8	AAS
13	Sulfat(SO ₄)	mg/l	maks250	Spektrofotometri
14	Tembaga(Cu)	mg/l	maks.1	AAS
15	Klorin(Cl ₂)	mg/l	maks.5	Titrimetri
16	Amonium(NH ₄)	mg/l	maks0.15	Spektrofotometri(Nesle)
KIMIAANORGANIK				
17	Arsen(As)	mg/l	maks.0.01	AAS
18	Fluorida(F)	mg/l	maks1.5	Spektrofotometri
19	Kromheksavalen(Cr ⁶⁺)	mg/l	maks0.05	AAS
20	Kadnium(Cd)	mg/l	maks.0.003	AAS
21	Nitrat(NO ₃)	mg/l	maks50	Spektrofotometri(Brusin)
22	Nitrit(NO ₂)	mg/l	maks3	Spektrofotometri(NED)
23	Sianida(CN)	mg/l	maks0.07	Destilasi
24	Timbal(Pb)	mg/l	maks.0.01	AAS
25	Raksa(Hg)	mg/l	maks0.001	AAS
24	E. Coli	APM/100ml	Negatif	MPN
25	TotalBakteriKoliform	APM/100ml	negatif	MPN
26	Konduktivitas	μS	<250	
27	Salinitas	Ppm	<200	
28	DO	Ppm	5-6	
29	CO ₂	Gr/ml	0	
30	Mg ²⁺	Ppm	150	
31	Ca ²⁺	Ppm	75-200	

Sumber :Baku Mutu Air Minum KepMenKes No.907/MENKES/SK/VII/2012

2.4 Proses Pengolahan Air

2.4.1 Koagulasi

Koagulasi adalah proses perubahan cairan atau larutan menjadi gumpalan-gumpalan lunak baik secara keseluruhan ataupun hanya sebagian. Atau dengan kata lain, koagulasi adalah proses penggumpalan suatu cairan atau larutan sehingga terbentuk padatan lunak ataupun keras seperti gel. Dalam kamus besar bahasa Indonesia (KBBI) definisi koagulasi adalah suatu kata yang berhubungan dengan keadaan atau perihai menjadi keras atau padat, baik secara keseluruhan ataupun sebagian cairan sebagai akibat dari perubahan kimiawi. Contoh koagulasi yang paling mudah adalah mengeraskan telur saat di panaskan, menggumpalnya darah saat mengalir keluar dari tubuh, pengerasan yang terjadi pada protoplasma, menggumpalnya susu yang basi, dll.

Peristiwa koagulasi seringkali kita temukan dalam kehidupan sehari-hari. Saat kita memasak, membuat adonan, terkadang tanpa kita sadari seringkali benda-benda itu mengalami koagulasi baik karena peristiwa fisika maupun kimia. Seperti saat kita membuat tahu, proses penggumpalan susu kedelai sehingga menjadi gumpalan-gumpalan kecil sebelum kemudian di press sehingga berbentuk menjadi tahu yang kita kenal, merupakan suatu proses koagulasi.

Dalam ilmu kimia, koagulasi selalu berhubungan erat dengan sistem koloid. Dalam ilmu kedokteran, koagulasi biasanya berkaitan dengan darah. Dalam kuliner, koagulasi yang terkenal dan merupakan contoh paling mudah adalah pengerasan yang terjadi pada telur saat di rebus ataupun di goreng. Koagulasi tidak terjadi dengan sendirinya. Tetapi ada faktor-faktor yang menyebabkan koagulasi itu terjadi. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan proses koagulasi antara lain adalah:

1. Pemanasan, contohnya: santan yang di panaskan.
2. Penambahan koagulan, contohnya pada pembuatan tahu
3. Aktivitas mikroba atau enzim, contohnya pada susu yang basi, dll.

(Ningtias, 2010)

2.4.1.1 Koagulan

Koagulan adalah bahan kimia yang berfungsi sebagai pengikat partikel penyebab keruh terhadap air agar terjadi gumpalan atau flok yang mudah diendapkan. Koagulan ditambahkan ke dalam air guna menyempurnakan proses koagulasi. Berikut adalah sifat dari koagulan yang baik dan efektif:

1. Kation bervalensi tiga (*Trivalent cation*)

Koloid biasanya ditemukan di alam dalam bentuk negatif, oleh karena itu diperlukan kation untuk menetralkan bentuknya. Kation bervalensi tiga ini merupakan kation yang paling efektif.

2. Tidak beracun (*Nontoxic*)

Hal ini merupakan syarat yang jelas untuk memproduksi air yang aman.

3. Tidak dapat dilarutkan pada pH netral.

Koagulan yang ditambahkan harus mengendap diluar dari larutan sehingga konsentrasi yang tinggi dari ion-ionnya tidak tertinggal dalam air. Pengendapan sangat membantu proses penghilangan koloid.

Senyawa koagulan mempunyai kemampuan mendestabilisasi koloid (menetralkan muatan listrik pada permukaan koloid) sehingga koloid dapat bergabung satu sama lain membentuk flok dengan ukuran yang lebih besar (dapat mengendap).

Pemilihan koagulan tergantung pada padatan terlarut yang ingin dihilangkan, desain instalasi dan biaya yang dianggarkan untuk memperoleh hasil yang diinginkan. Pengujian koagulan dengan jar test dan evaluasi skala pabrik adalah salah satu faktor penentu pemilihan koagulan. (*Rita, 2010*)

2.4.1.2 Batu Kapur

Batu kapur (gamping) dapat terjadi dengan beberapa cara, yaitu secara organik, secara mekanik atau secara kimia. Sebagian besar batu kapur yang terdapat di alam terjadi secara organik, jenis ini berasal dari pengendapan cangkang/rumah kerang dan siput, foraminifera atau ganggang, atau berasal dari kerangka binatang koral/kerang. Batu kapur dapat berwarna putih susu, abu muda, abu tua, coklat bahkan hitam, tergantung keberadaan mineral pengotornya.

Mineral karbonat yang umum ditemukan berasosiasi dengan batu kapur adalah aragonit yang merupakan mineral *metastable* karena pada kurun waktu tertentu dapat berubah menjadi kalsit. Mineral lainnya yang umum ditemukan berasosiasi dengan batu kapur atau dolomit, tetapi dalam jumlah kecil adalah siderit (FeCO_3), ankererit ($\text{Ca}_2\text{MgFe}(\text{CO}_3)_4$) dan magnesit (MgCO_3).

Batu kapur berfungsi untuk pengendapan (berperan sebagai koagulan) dan juga berfungsi untuk menaikkan pH air, tetapi tidak berfungsi untuk membunuh kuman, virus dan bakteri. (Andinie, 2010)

2.4.1.3 Polyaluminium Chloride (PAC)

$\text{Al}_n(\text{OH})_m\text{Cl}_{3n-m}$ merupakan rumus kimia untuk Polyaluminium Chloride (PAC). Merupakan salah satu koagulan zat kimia yang menyebabkan destabilisasi muatan negatif partikel di dalam suspensi yang bisa membantu untuk menjernihkan air, seperti air sumur yang keruh. Terdapat beberapa cara yang telah diketahui dan dipatenkan untuk membuat Polyaluminium Chloride (PAC) yang dapat dibuat dengan menggunakan hidrolisa parsial dari aluminium klorida.

Keunggulan Polyaluminium Chloride (PAC)

Jika kita membandingkan Polyaluminium Chloride (PAC) dengan koagulan yang lainnya, maka kita dapat melihat beberapa keunggulan dari Polyaluminium Chloride (PAC), seperti :

1. Pada kondisi air yang umum, Polyaluminium Chloride (PAC) tidak membutuhkan koreksi pH. Sebab Polyaluminium Chloride (PAC) memiliki atau dapat bekerja pada tingkat pH yang lebih luas.
2. Tidak seperti yang terjadi dengan koagulan yang lain seperti aluminium sulfat, besi klorida dan fero sulfat. Polyaluminium Chloride (PAC) tidak menjadi keruh apabila digunakan secara berlebihan. Ini berarti pengguna Polyaluminium Chloride (PAC) dapat melakukan penghematan penggunaan bahan kimia.
3. Terdapatnya kandungan polimer khusus pada Polyaluminium Chloride (PAC), juga dapat membantu mengurangi pemakaian bahan kimia pembantu lainnya. Tentu saja hal ini memberikan penghematan.

4. Untuk air yang di konsumsi, tentu saja dibutuhkan bahan untuk menetralsir kandungan kimia. Namun dengan penggunaan Polyaluminium Chloride (PAC) ini hal tersebut dapat diminimalisasi. Sebab, kandungan basa yang cukup akan menambah gugus hidroksil dalam air sehingga penurunan pH tidak terlalu ekstrim.
5. Dalam hal pembentukan flok, Polyaluminium Chloride (PAC) memiliki waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan koagulan lainnya. Hal ini disebabkan gugus aktif aluminat yang bekerja efektif dalam mengikat koloid yang ikatan ini diperkuat dengan rantai polimer dari gugus polielektrolite sehingga gumpalan floknya menjadi lebih padat, penambahan gugus hidroksil kedalam rantai koloid yang hidrofobik akan menambah berat molekul, dengan demikian walaupun ukuran kolam pengendapan lebih kecil atau terjadi *over-load* bagi instalasi yang ada, kapasitas produksi relatif tidak terpengaruh.

(Sumdani,2010)

2.4.1.4 Tawas / Alum

Tawas atau dalam bahasa Inggrisnya disebut "Alum" adalah suatu kristal sulfat dari logam-logam seperti lithium, potassium, calcium, alumunium dan logam-logam lainnya. Kristal tawas ini cukup mudah larut dalam air dan kelarutannya berbeda-beda tergantung pada jenis logam dan suhu. Tawas telah dikenal sebagai flocculator yang berfungsi untuk menggumpalkan kotoran-kotoran pada proses penjernihan air. Selain itu, tawas juga digunakan sebagai deodorant, karena sifat anti bakterinya

Tawas merupakan salah satu senyawa kimia yang dibuat dari molekul air dan jenis garam, salah satunya biasanya $Al_2(SO_4)$. (Sumdani,2010)

2.4.2 Filtrasi

Filtrasi merupakan proses pemisahan antara padatan/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. Apabila air olahan mempunyai padatan yang ukuran seragam maka saringan yang digunakan adalah *single medium*. Jika ukuran beragam maka digunakan saringan *dual medium* atau *three medium*.

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 dengan kualitas yang tetap tinggi. (*Kusnaedi, 1995*)

Filter terdiri dari pipa berbentuk tabung dengan tinggi 60 cm dan diameter 7,5 cm, serta dilengkapi dengan sebuah *valve* di bawah. Untuk media penyaring digunakan pasir/pasir *silica*, kerikil, arang/*carbon active*, zeolit dan ijuk.

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

- a. Kerikil : berfungsi sebagai penyaring kotoran-kotoran besar pada air dan membantu proses aerasi
- b. Ijuk : berfungsi sebagai penyaring kotoran halus pada air

- c. Arang : berfungsi untuk menghilangkan bau dan rasa di air
- d. Pasir : untuk mengendapkan kotoran halus yang belum tersaring
- e. Pasir *silica* : adalah jenis pasir yang mengandung mineral (SiO_2)

Selain bahan alami, bahan penyaring ada yang buatan atau hasil rekayasa. Beberapa bahan buatan yang dapat digunakan untuk menyaring air adalah sebagai berikut :

- a. Klorin tablet digunakan untuk membunuh kuman, virus dan bakteri yang hidup di dalam air.
- b. Pasir aktif biasanya berwarna hitam dan digunakan untuk menyaring air sumur bor dan sejenisnya.
- c. Resin Softener berguna untuk menurunkan kandungan kapur dalam air.
- d. Resin Kation biasa digunakan untuk industri air minum, baik usaha air minum isi ulang maupun pabrik air minum dalam kemasan .
- e. Pasir zeolit berfungsi untuk penyaringan air dan mampu menambah oksigen dalam air.
- f. Pasir mangan berwarna merah dan digunakan untuk menurunkan kadar zat besi atau logam berat dalam air.
- g. Pasir silika digunakan untuk menyaring lumpur, tanah dan partikel besar atau kecil dalam air dan biasa digunakan untuk penyaringan tahap awal.
- h. *Carbon active* atau arang aktif adalah jenis karbon yang memiliki luas permukaan yang besar sehingga dapat menyerap kotoran dalam air.

(Suni, 2014)

2.4.3 Evaporasi

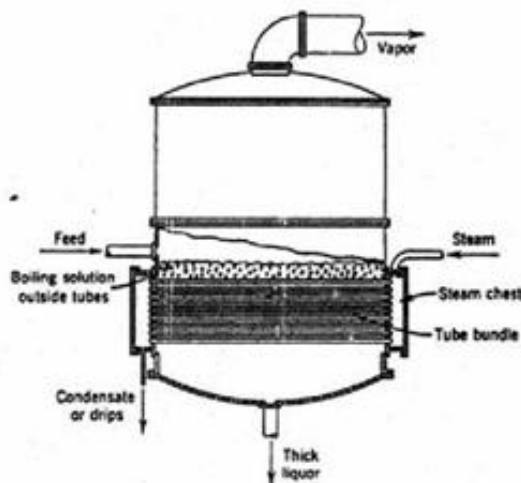
Evaporasi merupakan proses penambahan konsentrasi suatu zat tertentu melalui proses perubahan molekul dari zat campurannya (zat cair menjadi molekul uap/gas), intinya adalah evaporasi merupakan proses penguapan.

Perbedaannya dengan distilasi adalah bila distilasi uapnya (*liquid*) yang diinginkan/dibutuhkan apabila proses evaporasi adalah cairan (*vapor*) 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 karena suhu yang sudah mencapai pada titik didih zat tersebut. Proses evaporasi dengan skala komersial di dalam industri kimia dilakukan dengan peralatan yang namanya evaporator. (Haryadi,2010)

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

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. (Permata Ayu,2014)

2.5 Air Laut

Air laut adalah larutan yang memiliki kandungan berbagai garam-garaman. 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). (*Wibowo, 2012*)

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. 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 meteorologi dan klimatologi sebagai berikut :

1. Evaporasi, yaitu proses penguapan dari benda-benda mati yang merupakan proses perubahan dari wujud air menjadi gas.
2. Transpirasi, yaitu proses penguapan yang dilakukan oleh tumbuh-tumbuhan melalui permukaan daun.
3. Evapotranspirasi, yaitu proses penggabungan antara evaporasi dan transpirasi.
4. Kondensasi, yaitu perubahan dari uap air menjadi titik-titik air (pengembunan) akibat terjadinya penurunan salju.
5. 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. Para Ahli Oseanografi membagi pola temperatur dalam arah vertikal menjadi tiga lapisan, yaitu Well-mixed surface layer (10 - 500 m), Thermocline lapisan transisi (500 - 1000 m), lapisan yang relatif homogen dan dingin (> 1000 m) dan lapisan Thermocline merupakan lapisan dimana kecepatan perubahan temperatur cepat sekali.

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.

c. Densitas

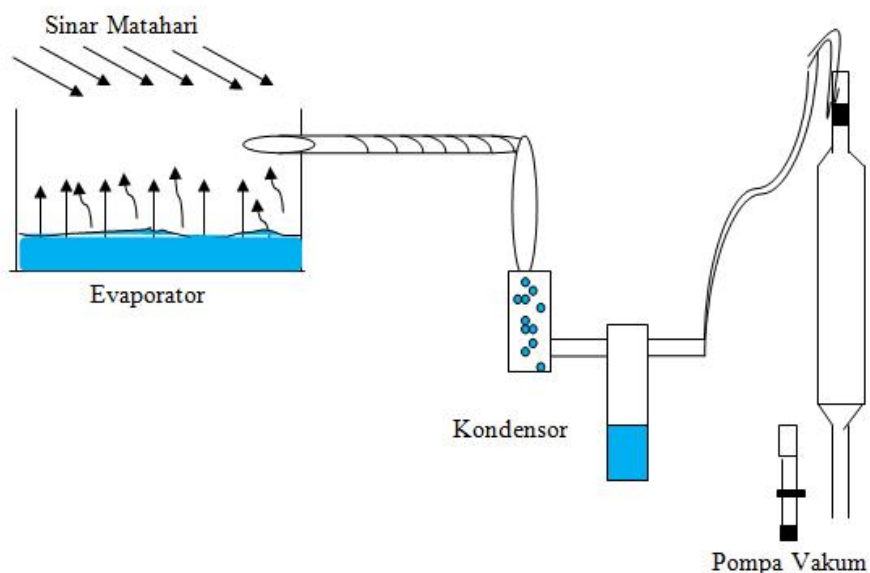
Densitas air laut merupakan jumlah massa air laut per satu satuan volume. Densitas merupakan fungsi langsung dari kedalaman laut, serta dipengaruhi juga oleh salinitas, temperatur, dan tekanan. Pada umumnya nilai densitas (berkisar antara 1,02 - 1,07 gr/cm³) akan bertambah sesuai dengan bertambahnya 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 Mekanisme Penguapan Air Laut Menggunakan Peralatan

Sistem operasi dalam proses desalinasi/pengurangan kadar garam air laut (Gambar 2) meliputi peristiwa penyerapan energi panas dari sinar matahari yang menembus kaca evaporator oleh air laut yang ada di dalam evaporator.



Gambar 2 Sistem operasi desalinasi

Proses selanjutnya dalam ruang evaporator, energi panas akan terakumulasi sehingga suhu dalam ruangan evaporator akan bertambah tinggi. Kemudian energi panas tersebut akan diserap oleh air laut yang berada di dalam evaporator sehingga air laut menguap dan selanjutnya uap air ini akan menuju kondenser, aliran uap air menuju kondensor disebabkan oleh hisapan vakum. Pada proses penguapan air dimana terjadi perubahan fasa air menjadi fasa gas, maka secara langsung akan terjadi perubahan berat jenis dari air tersebut, berat jenis air dalam bentuk uap akan lebih kecil dari berat jenis air dalam bentuk cairan. Ketika terjadi penguapan air, unsur-unsur penyusun air laut dan berbagai unsur logam, garam, bahan padat dan kandungan-kandungan yang memiliki berat jenis lebih besar dari berat jenis uap air akan tertinggal sebagai residu. *(Tanusekar, 2014)*