

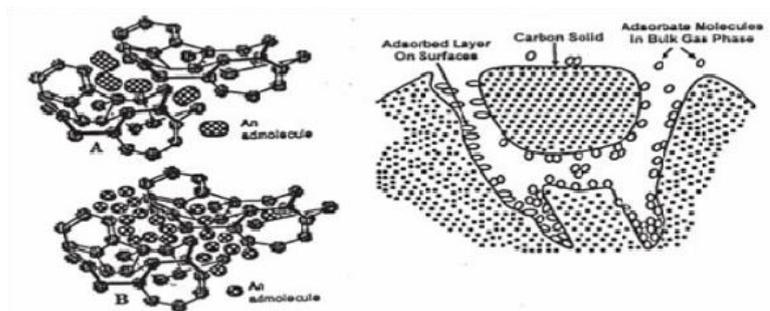
## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Adsorpsi/Adsorben

Arang aktif yang merupakan adsorben, adalah suatu padatan berpori yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon aktif dan masing-masing berikatan secara kovalen. Dengan demikian, permukaan arang aktif bersifat non polar Selain komposisi dan polaritas, struktur pori juga merupakan faktor yang penting diperhatikan. Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, semakin kecil pori-pori arang aktif, mengakibatkan luas permukaan semakin besar. Dengan demikian kecepatan adsorpsi bertambah. Untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi, dianjurkan agar menggunakan arang aktif yang telah dihaluskan. Sifat arang aktif yang paling penting adalah daya serap. Adsorpsi merupakan peristiwa penyerapan suatu substansi pada permukaan zat padat. Pada fenomena adsorpsi, terjadi gaya tarik-menarik antara substansi terserap dan penyerapnya. Dalam sistem adsorpsi, fasa teradsorpsi dalam solid disebut adsorbat sedangkan solid tersebut adalah adsorben. Pada proses adsorpsi, molekul adsorbat bergerak melalui bulk fasa gas menuju permukaan padatan dan berdifusi pada permukaan pori padatan adsorben.

Proses adsorpsi hanya terjadi pada permukaan, tidak masuk dalam fasa bulk/ruah. Proses adsorpsi terutama terjadi pada mikropori (pori-pori kecil), sedangkan tempat transfer adsorbat dari permukaan luar ke permukaan mikropori ialah makropori. Ilustrasi proses adsorpsi pada adsorben karbon aktif dapat di lihat pada Gambar 2.1 berikut ini.



Gambar 2.1. Proses Adsorpsi pada Karbon Aktif : Transfer Molekul Adsorbat ke Adsorben (Mutiara, Fajri, & Nurjannah, 2016)

### 2.1.1 Jenis-jenis Adsorpsi

Berdasarkan interaksi molekul antara permukaan adsorben dengan adsorbat, adsorpsi dibedakan menjadi 2 jenis yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia.

#### a. Adsorpsi Fisika

Adsorpsi fisika merupakan adsorpsi yang terjadi karena adanya gaya Van der Waals. Pada adsorpsi fisika, gaya tarik-menarik antara molekul fluida dengan molekul pada permukaan padatan (intermolekular) 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 *reversible*. Adsorpsi fisika memiliki kegunaan dalam hal penentuan luas permukaan dan ukuran pori (Murti, 2008)

#### b. Adsorpsi Kimia

Adsorpsi kimia merupakan adsorpsi yang terjadi karena adanya gaya Van der Waals. Pada adsorpsi kimia, gaya tarik-menarik antara molekul fluida dengan molekul pada permukaan padatan (intermolekular) lebih kecil dari pada gaya tarik-menarik antar molekul fluida tersebut sehingga gaya tarik-menarik antara adsorbat dengan permukaan adsorben relatif lemah. Pada adsorpsi kimia, 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 *reversible*. Adsorpsi kimia memiliki kegunaan dalam hal penentuan luas permukaan dan ukuran pori (Murti, 2008)

### 2.1.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Daya Adsorpsi

Dalam hal ini, ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi, yaitu :

#### a. Sifat Adsorben

Arang aktif merupakan adsorben adalah suatu padatan berpori, yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan masing-masing berikatan secara kovalen. Dengan demikian, permukaan arang aktif bersifat non polar. Selain komposisi dan polaritas, struktur pori juga merupakan faktor yang penting diperhatikan. Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, semakin kecil pori-pori arang aktif, mengakibatkan luas permukaan semakin besar. dengan demikian kecepatan adsorpsi bertambah. Untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi dianjurkan agar menggunakan arang aktif yang telah dihaluskan. Jumlah atau dosis arang aktif yang digunakan, juga diperhatikan.

#### b. Sifat Serapan

Banyak senyawa yang dapat diadsorpsi oleh arang aktif, tetapi kemampuannya untuk mengadsorpsi berbeda untuk masing-masing senyawa. Adsorpsi akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya ukuran molekul serapan dari struktur yang sama, seperti dalam deret homolog. Adsorpsi juga dipengaruhi oleh gugus fungsi, posisi gugus fungsi, ikatan rangkap, struktur rantai dari senyawa serapan.

##### - Temperatur

Dalam pemakaian arang aktif dianjurkan untuk mengamati temperatur pada saat berlangsungnya proses. Faktor yang mempengaruhi temperatur proses adsorpsi adalah viskositas dan stabilitas *thermal* senyawa serapan. Jika pemanasan tidak mempengaruhi sifat-sifat senyawa serapan, seperti terjadi perubahan warna maupun dekomposisi, maka perlakuan dilakukan pada titik didihnya. Untuk senyawa volatil, adsorpsi dilakukan pada temperatur kamar atau bila memungkinkan pada temperatur yang lebih rendah.

##### - pH (Derajat Keasaman)

Untuk asam-asam organik, adsorpsi akan meningkat bila pH diturunkan, yaitu dengan penambahan asam-asam mineral. Ini disebabkan karena kemampuan asam mineral untuk mengurangi ionisasi asam organik tersebut. Sebaliknya

bila pH asam organik dinaikkan yaitu dengan menambahkan alkali, adsorpsi akan berkurang sebagai akibat terbentuknya garam.

- Waktu Singgung

Bila arang aktif ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah arang yang digunakan. Selisih ditentukan oleh dosis arang aktif, pengadukan juga mempengaruhi waktu singgung. Pengadukan dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada partikel arang aktif untuk bersinggungan dengan senyawa serapan. Untuk larutan yang mempunyai viskositas tinggi, dibutuhkan waktu singgung yang lebih lama.

### 2.1.3 Karakteristik Adsorben

Ukuran pori adsorben dan luas permukaan merupakan karakteristik penting adsorben. Ukuran pori adsorben berhubungan dengan luas permukaan. Semakin kecil ukuran pori-pori adsorben, luas permukaan semakin tinggi sehingga jumlah molekul yang teradsorpsi akan bertambah. Selain itu, ukuran pori adsorben dengan ukuran adsorbat harus sesuai karena diameter dari pori adsorben harus sedikit lebih besar dari pada diameter adsorbat agar adsorbat dapat menempati pori adsorben. Karakteristik lainnya ialah kemurnian adsorben. Sesuai dengan fungsinya untuk adsorpsi, maka adsorben yang lebih murni lebih diinginkan karena kemampuan adsorpsi yang lebih baik.

### 2.1.4 Jenis-jenis Adsorben

Pada kebanyakan industri, adsorben yang dipakai dapat dibagi menjadi 3 jenis berdasarkan komponen penyusunnya, yaitu :

- Oxygen-containing compounds

Jenis ini biasanya bersifat hidrofil dan bersifat polar. Contohnya adalah yang silika gel dan zeolit.

- Carbon-based compounds

Jenis ini biasanya bersifat hidrofob dan nonpolar. Contohnya adalah karbon aktif dan grafit.

Jenis ini terdiri dari matriks polimer berpori yang mengandung gugus fungsi polar atau nonpolar. Pemilihan jenis adsorben merupakan hal penting dalam proses adsorpsi. Adsorben yang paling sering digunakan adalah karbon aktif karena memiliki luas permukaan yang besar sehingga daya adsorpsinya lebih besar dari pada adsorben lainnya. Aplikasi proses adsorpsi banyak digunakan di dalam dunia industri. Contoh aplikasi adsorpsi fasa uap adalah pemulihan pelarut organik yang digunakan pada zat, tinta cetak, dan pelapisan tekstil. Sedangkan adsorpsi untuk fasa cair digunakan untuk memisahkan komponen-komponen organik dari limbah cair dan air dari zat cair organik (Atmayudha, 2007). Untuk mengoptimalkan proses adsorpsi pada aplikasinya, diperlukan adsorben dengan luas permukaan yang tinggi. Semakin luas permukaan adsorben, maka makin banyak zat yang teradsorpsi. Karbon aktif merupakan adsorben yang sangat baik karena karbon aktif memiliki luas permukaan dan daya adsorpsi lebih tinggi dari pada adsorben lainnya.

## 2.2 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan senyawa *amorf* yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau arang yang diperlakukan secara khusus untuk mendapatkan daya adsorpsi yang tinggi. Adsorpsi adalah proses pengumpulan substansi terlarut (*soluble*) yang ada dalam larutan oleh permukaan benda penyerap dimana terjadi suatu ikatan kimia fisika antara substansi dan penyerapnya (Moore & Reynold, 1982). Pada umumnya adsorpsi zat cair dengan adsorben karbon digunakan untuk pemucatan warna, pemurnian air, larutan dan lain-lain. (Moore & Reynold, 1982) menyebutkan bahwa adsorpsi zat cair dengan adsorben karbon digunakan untuk menghilangkan bau, rasa, dan warna pada air. Aplikasi pada industri lebih spesifik antara lain pemucatan warna pada limbah pabrik gula, penyisihan kontaminan sulfur, fenol, dan hidrokarbon dari limbah cair.

Istilah karbon aktif dalam pengertian umum adalah suatu karbon yang mampu mengadsorpsi baik dalam fase cair maupun dalam fase gas. Bahan baku yang berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon dapat diubah menjadi arang aktif antara lain tulang, kayu lunak, sekam, tongkol jagung, tempurung kelapa, sabut kelapa, ampas penggilingan tebu, ampas pembuatan kertas, serbuk gergaji, kayu keras, dan batubara (Sembiring & Sinaga, 2003). Kandungan karbon setelah dikarbonisasi identik dengan berat arang (Oktavia Sitorus, 2014)

Karbon aktif adalah material berpori dengan kandungan karbon 87%-97% dan sisanya berupa hidrogen, oksigen, sulfur, dan material lain. Karbonaktif merupakan karbon yang telah diaktivasi sehingga terjadi pengembangan struktur pori yang bergantung pada metode aktivasi yang digunakan. Struktur pori menyebabkan ukuran molekul teradsorpsi terbatas, sedangkan bila ukuran partikel tidak masalah, kuantitas bahan yang diserap dibatasi oleh luas permukaan karbon aktif (Austin & Jasjfi, 1996)

Di negara tropis masih dijumpai arang yang dihasilkan secara tradisional yaitu dengan menggunakan drum atau lubang dalam tanah, dengan tahap pengolahan sebagai berikut : bahan yang akan dibakar dimasukkan dalam lubang atau drum yang terbuat dari plat besi. Kemudian dinyalakan sehingga bahan baku tersebut terbakar, pada saat pembakaran, drum atau lubang ditutup sehingga hanya ventilasi yang dibiarkan terbuka. Ini bertujuan sebagai jalan keluarnya asap. Ketika asap yang keluar berwarna kebiru-biruan, ventilasi ditutup dan dibiarkan selama kurang lebih kurang 8 jam atau satu malam. Dengan hati-hati lubang atau dibuka dan dicek apakah masih ada bara yang menyala. Jika masih ada yang atau drum ditutup kembali. Tidak dibenarkan menggunakan air untuk mematikan bara yang sedang menyala, karena dapat menurunkan kualitas arang. Karbon aktif memiliki banyak fungsi. Misalnya pada proses pengolahan air, karbon aktif berfungsi untuk menghilangkan polutan seperti seng, timbal, kuprum, krom, besi, timbal, danua pamonia (Murti, 2008; Júnior dkk, 2009 ; Prabowo, 2009; Lienden dkk, 2010). Karbon aktif juga berfungsi dalam pemurnian gas seperti dengan cara desulfurisasi dan menyerap gas beracun dan bau busuk. Selain itu, karbon aktif juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan gas hydrogen dan gas metana.

### 2.2.1 Jenis-Jenis Karbon Aktif

Berdasarkan penggunaannya, karbon aktif terbagi menjadi 2 jenis yaitu karbon aktif untuk fasa cair dan karbon aktif untuk fasa uap.

#### - Karbon aktif untuk fasa cair

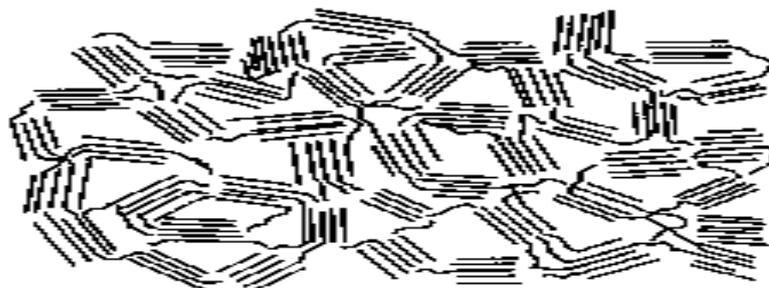
Karbon aktif untuk fasa cair biasanya berbentuk serbuk. Karbon aktif untuk fasa cair biasanya dibuat dari bahan yang memiliki berat jenis rendah seperti kayu, batubara lignit, dan bahan yang mengandung lignin seperti limbah hasil pertanian. Karbon aktif jenis ini banyak digunakan untuk pemurnian larutan dan penghilangan rasa dan bau pada zat cair misalnya untuk penghilangan polutan berbahaya seperti gas amonia dan logam berbahaya pada proses pengolahan air.

#### - Karbon aktif untuk fasa uap

Karbon aktif untuk fasa uap biasanya berbentuk butiran/granular. Karbon aktif jenis ini biasanya dibuat dari bahan yang memiliki berat jenis lebih besar seperti tempurung kelapa, batubara, dan residu minyak bumi. Karbon aktif jenis ini digunakan dalam adsorpsi gas dan uap misalnya adsorpsi emisi gas hasil pembakaran bahan bakar pada kendaraan seperti CO dan NOx. Pernyataan mengenai bahan baku yang digunakan dalam pembuatan karbon aktif untuk masing-masing jenis yang telah disebutkan bukan merupakan suatu keharusan, karena ada karbon aktif untuk fasa cair yang dibuat dari bahan yang mempunyai densitas besar, seperti tulang. Kemudian dibuat dalam bentuk granular dan digunakan sebagai pemucat larutan gula.,(Sembiring,2003).

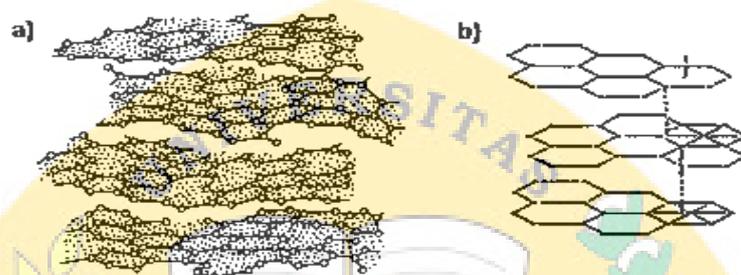
### 2.2.2 Struktur Fisik Karbon Aktif

Struktur dasar karbon aktif berupa struktur kristalin yang sangat kecil (mikrokristalin). Karbon aktif memiliki bentuk amorf yang tersusun atas lapisan bidang datar dimana atom-atom karbon tersusun dan terikat secara kovalen dalam tatanan atom-atom heksagonal. Gambar 2.2 menunjukkan skema struktur karbon aktif. Setiap garis pada Gambar 2.2 menunjukkan lapisan atom-atom karbon yang berbentuk heksagonal dan adanya mikrokristalin dengan struktur grafit pada Karbon aktif (Sudibandriyo, 2003).



Gambar 2.2. Ilustrasi Skema Struktur Karbon Aktif (Sudibandriyo,2003)

Adanya lapisan atom-atom karbon yang berbentuk heksagonal dan adanya mikrokristalin pada karbon aktif di tunjukkan pada Gambar 2.3



Gambar 2.3. Lapisan Atom Karbon Heksagonal (a) dan Struktur Mikrokristalin Karbon Aktif (b) (Oktavia Sitorus, 2014)

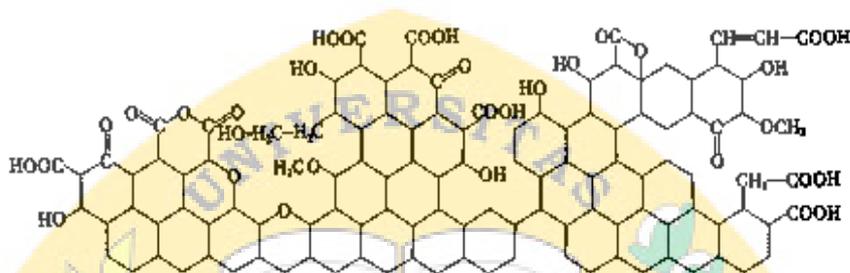
Umumnya karbon aktif berbentuk granular (butiran) dan serbuk. Karbon aktif berbentuk serbuk halus memiliki distribusi ukuran partikel 5-10  $\mu$  m. Sedangkan karbon aktif berbentuk granular memiliki ukuran 0,8-1,2 mm. Porositas karbon aktif terbentuk pada saat proses karbonisasi. Pada karbon aktif terdapat 3 ukuran pori, yaitu mikropori (< 2 nm), mesopori (2 nm– 50 nm), dan makropori (> 50 nm) (Marsh, 2006). Selain itu, lebih jauh terdapat pula ukuran supermikropori (0,7 nm – 2 nm) dan ultramikropori (< 0,7 nm). Gambar 2.4 menunjukkan skema struktur pori pada karbon aktif.



Gambar 2.4. Skema Struktur Pori Karbon Aktif (Mutiara et al., 2016)

### 2.2.3 Struktur Kimia Karbon Aktif

Selain terdiri dari atom karbon, karbon aktif mengandung sejumlah kecil hidrogen dan oksigen yang terikat pada gugus fungsi misalnya karboksil, fenol, dan eter. Gugus fungsi ini dapat berasal dari bahan baku karbon aktif. Selain itu, gugus fungsi pada karbon aktif juga terbentuk selama proses aktivasi oleh karena adanya interaksi radikal bebas permukaan karbon dengan oksigen atau nitrogen yang berasal dari atmosfer. Gugus fungsi ini menjadikan permukaan karbon aktif reaktif secara kimia dan dapat mempengaruhi sifat adsorpsinya (Murti, 2008). Ilustrasi struktur kimia karbon aktif dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Ilustrasi Struktur Kimia Karbon Aktif (Sudibandriyo, Pan, Fitzgerald, Robinson, & Gasem, 2003)

### 2.3 Kulit Buah Manggis

Manggis dengan nama latin *Garcinia mangostana* L. Merupakan tanaman buah berupa pohon yang banyak tumbuh secara alami pada hutan tropis di kawasan Asia Tenggara, seperti di Indonesia, Malaysia, dan Thailand. Di Indonesia manggis disebut dengan berbagai macam nama lokal seperti Manggu (Jawa Barat), Manggis (Jawa), Manggusto (Sulawesi Utara), Mangustang (Maluku), dan Manggih (Sumatera Barat) (Prihatman, 2000).

Tanaman manggis ditemukan di berbagai wilayah Indonesia dari Sabang hingga Merauke. Tanaman manggis ini memiliki ketinggian sekitar 25 m dengan diameter batang mencapai 45 cm. Pohon manggis mampu tumbuh dengan baik pada ketinggian 0-600 m di atas permukaan laut, suhu udara rata-rata 20-30°C, pH tanah berkisar 5-7. Lahan dengan pH asam seperti di lahan gambut, manggis tetap mampu tumbuh dengan baik. Curah hujan yang sesuai untuk pertumbuhan manggis berkisar 1500-300 mm/tahun yang merata sepanjang tahun (Mardiana & Buku, 2012).

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Kulit Manggis

Komposisi Kimia	Jumlah
KadarAir (%)	61.83
KadarAbu(%bk)	3.29
KadarLemak (%bk)	1.23
Kadar Serat (%bk)	21.04
Kadar Protein(%bk)	2.66
KadarKarbohidrat(% <i>bydifferent</i> )	30.99

### 2.3.1 Taksonomi Buah Manggis

Berdasarkan hasil determinasi di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Bali, kedudukan taksonomi dari *Garcinia mangostana* L. yaitu :

Kindom	: Plantae
Sub Kindom	: Tracheobionta
Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Sub Kelas	: Dilleniidae
Ordo	: Guttiferanales
Famili	: Guttiferae
Genus	: Garcinia
Spesies	: <i>Garcinia mangostana</i> L.

Hasil penelitian Kasma Iswari (2005) dan sejumlah penelitian lainnya menunjukkan bahwa komponen seluruh buah manggis yang paling besar adalah kulitnya, yakni 70-75%, sedangkan daging buahnya hanya 10-15% dan bijinya 15-20%.

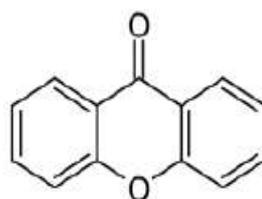
Kulit manggis sangat banyak manfaatnya dalam berbagai bidang penelitian seperti yang telah ditemukan sebelumnya. Sesuai dengan persen banyaknya terbuangnya kulit manggis maka peneliti mencoba mencari solusi untuk mengurangi sampah pencemaran lingkungan dari kulit buah manggis. Untuk mengurangi limbah dari kulit buah manggis maka peneliti mengambil sebuah solusi dimana pada pemanfaatan kulit buah manggis dapat di gunakan menjadi bahan dasar pembuatan adsorben (karbon aktif) untuk mengadsorpsi unsur logam yang terdapat dalam air sumur gali.

Kulit manggis juga memiliki komposisi yang berbeda dengan kulit manggis didaerah yang lain. Menurut Penelitian (Guntarti, 2017) dalam beberapa percobaan yang telah dilakukannya perbedaan kulit manggis didaerah Jawa, Sumatera, dan Kalimantan memiliki komposisi yang berbeda. Dalam hal ini Any Guntarti menyimpulkan bahwa kadar kandungan zat kimia total yang diperoleh menunjukkan bahwa kulit buah manggis dari Jawa sekitar 80%, Sumatera sekitar 70% dan kalimantan sekitar 65%. Hal ini dipengaruhi oleh daerah lokasi, suhu, cuaca ditempat itu, bahwa di jawa letak geografisnya sangat mendukung untuk pertumbuhan manggis, (Any Guntarti, 1 April 2015).

Karena kelimpahan kulit buah manggis dan dengan adanya senyawa xanthon yang mempunyai gugus  $-OH$ , maka kulit manggis bisa digunakan sebagai adsorben alternatif untuk proses adsorpsi logam Fe (II) dan Cu (II). Melalui keberadaan gugus tersebut, senyawa xanthon dapat berinteraksi dengan logam melalui pelepasan  $H^+$  membentuk kompleks koordinasi. Cincin aromatis yang mengikat  $-OH$  memiliki banyak elektron yang memungkinkan terjadinya oksidasi pada gugus fenolat tersebut, sehingga selain berperan untuk mengadsorpsi, gugus  $-OH$  dalam senyawa xanthon dapat berperan untuk mereduksi ion logam yang terikat padanya.

### 2.3.2 Senyawa Xanthon

Senyawa xanthon merupakan senyawa organik turunan dari *difenil- $\gamma$ -pyron*. Senyawa xanthon merupakan substansi kimia alami yang dapat digolongkan dalam senyawa jenis fenol atau *polyphenolic*. Karena itulah, senyawa xanthon dapat digolongkan sebagai senyawa polar. Senyawa ini memiliki rumus molekul  $C_{13}H_8O_2$ , sehingga memiliki massa molar sebesar 196,19 g/mol. Dalam penamaan menurut IUPAC, senyawa ini diberi nama *9H-xanthen-9-one*. Gambar 2.1 menunjukkan struktur senyawa xanthon (Jung dkk., 2006).



Gambar 2.6 Struktur Dasar Senyawa Xanthon

## 2.4 Air

Air adalah suatu zat cair yang tidak mempunyai rasa, bau dan warna dan terdiri dari hidrogen dan oksigen dengan rumus kimia  $H_2O$ . Air dapat berwujud padatan (es), cairan (air), dan gas (uap air). Air mempunyai sifat yang hampir bisa digunakan untuk apa saja, maka air merupakan zat yang paling penting bagi semua bentuk kehidupan (tumbuhan, hewan, dan manusia) sampai saat ini selain matahari yang merupakan sumber energi.

Air dapat berupa air tawar dan air asin (air laut) yang merupakan bagian terbesar di bumi ini yaitu 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, (Kodoatie & Sjarief, 2005)

### 2.4.1 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, kemudian jatuh ke permukaan tanah dan akhirnya kembali mengalir ke laut. Air laut menguap karena adanya radiasi matahari menjadi awan, kemudian awan yang terjadi bergerak ke atas daratan karena tertiuap angin. Adanya tabrakan antara butir-butir uap air akibat desakan angin menyebabkan *presipitasi*. *Presipitasi* yang terjadi berupa hujan, salju, hujan es dan embun.

Setelah jatuh ke permukaan tanah, *presipitasi* akan menimbulkan limpasan permukaan (*surface runoff*) yang mengalir kembali ke laut. Dalam perjalanan menuju ke laut beberapa bagian masuk ke dalam tanah (*infiltrasi*) dan bergerak terus ke bawah (*perkolasi*) ke dalam daerah jenuh (*saturated zone*) yang terdapat di bawah permukaan air tanah. Air di dalam daerah ini bergerak perlahan-lahan melewati *aquifer* masuk ke sungai kemudian ke laut. Air yang masuk ke dalam tanah memberi hidup kepada tumbuhan dan ada di antaranya naik lewat *aquifer* diserap akar, batang dan daun sehingga terjadi transpirasi. Transpirasi adalah penguapan pada tumbuhan melalui bagian bawah daun yaitu stomata. Permukaan tanah, sungai dan danau juga mengalami penguapan yang disebut *evaporasi*. Jika kedua proses penguapan di atas terjadi bersamaan maka disebut *evapotranspirasi*. Akhirnya air yang tidak

menguap ataupun mengalami *infiltrasi* tiba kembali ke laut lewat sungai. Air tanah (*groundwater*) yang bergerak jauh lebih lambat keluar lewat alur-alur masuk ke sungai atau langsung merembes ke pantai. Maka seluruh siklus telah dijalani, kemudian akan berulang kembali, (Kurniawan et al., 2013). Daur hidrologi dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini :



Gambar 2.7 Siklus Hidrologi Air (Sumber: [http://id.wikipedia.org/wiki/Siklus\\_air](http://id.wikipedia.org/wiki/Siklus_air))

#### 2.4.2 Sifat Umum Air

Air memiliki karakteristik yang khas yang tidak dimiliki oleh senyawa kimia yang lain. Karakteristik tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pada kisaran suhu yang sesuai bagi kehidupan, yakni  $0^{\circ}\text{C}$  ( $32^{\circ}\text{F}$ ) –  $100^{\circ}\text{C}$ , air berwujud cair. Suhu  $0^{\circ}\text{C}$  merupakan titik beku dan suhu  $100^{\circ}\text{C}$  merupakan titik didih.
2. Perubahan suhu air berlangsung lambat sehingga air memiliki sifat sebagai penyimpan panas yang sangat baik.
3. Air memerlukan panas yang tinggi dalam proses penguapan. Penguapan (evaporasi) adalah proses perubahan air menjadi uap air. Proses ini memerlukan energi panas dalam jumlah yang besar. Sebaliknya, proses perubahan uap air menjadi cairan (kondensasi) melepaskan energi panas yang besar.
4. Air merupakan pelarut yang baik. Air mampu melarutkan berbagai jenis senyawa kimia. Sifat ini memungkinkan air digunakan sebagai pencuci yang baik dan pengencer bahan pencemar (polutan) yang masuk ke badan air.
5. Air memiliki tegangan permukaan yang tinggi. Tegangan permukaan yang tinggi menyebabkan air memiliki sifat membasahi suatu bahan secara

baik (higher wetting ability).

6. Air merupakan satu-satunya senyawa yang merenggang ketika membeku. Pada saat membeku, air merenggang sehingga es memiliki nilai densitas (massa/volume) yang lebih rendah dari pada air (Effendi, 2003).

Berikut merupakan sifat fisik dan sifat kimia air menurut *sciencelab, msds*

- Bentuk fisik Liquid/cair
- Tidak berbau
- Memiliki berat molekul 18.02 gr/mol
- Tidak berwarna
- pH netral yaitu 7
- memiliki titik didih 100°C (212°F)
- Berat jenis Uap 0.62 pada tekanan 1 atm
- Tekanan uap 2.3 kPa pada kondisi suhu 23 °C (Aziz, 2013)

## 2.5 Sumber Air

Keberadaan air di bumi merupakan suatu proses alam yang berlanjut dan berputar, sehingga merupakan suatu siklus (daur ulang) yang lebih dikenal dengan siklus hidrologi. Siklus hidrologi bertitik tolak pada pergerakan antara bumi dan atmosfer, yang mekanismenya terjadi melalui pengendapan dan penguapan. Proses daur ulang air di alam dilakukan oleh energy yang bersumber dari sinar matahari. Dengan bantuan sinar matahari siklus air di alam terus menerus berjalan. (Naria, 2005)

Dengan mempelajari siklus hidrologi inilah sumber air dapat di klasifikasikan :

### 2.5.1 Air Atmosfir (Air Hujan)

Air Atmosfir disebut juga Air hujan, merupakan penyubliman awan atau uap air murni ketika turun dan melalui udara akan melarutkan benda-benda yang terdapat di udara, gas ( $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ , dll), jasad retnik, serta debu. Kelarutan gas  $CO_2$  di dalam air hujan akan membentuk asam karbonat ( $H_2CO_3$ ) dan menjadikan air hujan bereaksi asam. Beberapa macam gas oksida dapat berada pula di dalam udara diantaranya adalah oksida belerang dan oksida nitrogen ( $S_2O_4$  dan  $N_2O_3$ ).

Kedua oksida ini bersama-sama dengan air hujan akan membentuk asam sulfat dan asam Nitrat. Sehingga setelah air mencapai permukaan bumi, air tersebut bukan air bersih atau air murni. (ANINDYA, 2016).

### 2.5.2 Air Permukaan

Air permukaan merupakan air yang mengalir di permukaan bumi. Air permukaan dapat berasal dari air hujan yang jatuh dan mengalir di permukaan atau berasal dari mata air yang merupakan aliran dari air tanah serta campuran dari keduanya. Pada umumnya air permukaan ini tercemar pengotor selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang kayu, daun atau limbah dari industry. beberapa pengotor ini untuk masing-masing air permukaan berbeda-beda tergantung pada tempat alirannya.

#### a. Air sungai

Air sungai adalah air hujan yang jatuh ke permukaan bumi dan tidak meresap ke dalam tanah akan mengalir secara grafitasi searah dengan kemiringan permukaan tanah dan mengalir melewati aliran sungai. Sebagai salah satu sumber air minum, air sungai harus mengalami pengolahan secara sempurna karena pada umumnya memiliki derajat pengotoran yang tinggi.

#### b. Air Danau

Air danau adalah air permukaan (berasal dari hujan atau air tanah yang keluar ke permukaan tanah), terkumpul pada suatu tempat yang relative rendah/cekung. Termasuk kategori supaya adalah air rawa, air tendon, air dam.

### 2.5.3 Air Tanah Dangkal atau Air Sumur Gali

Sebagian air atmosfer atau air hujan yang jatuh ke permukaan akan menyerap ke dalam tanah dan akan menjadi air tanah. Sebelum mencapai lapisan tempat air tanah, air hujan tersebut akan menembus beberapa lapisan tanah. Air sumur adalah air tanah dangkal sampai kedalaman kurang dari 30 meter, air sumur umumnya pada kedalaman 15 m dan dinamakan juga sebagai air tanah bebas karena lapisan air tanah tersebut tidak berada di dalam tekanan. Air tanah ini bisa dimanfaatkan sebagai air minum melalui sumur dangkal, dari segi kualitas agak baik sedangkan kuantitasnya kurang dan tergantung pada musim.

Sumur gali adalah satu konstruksi sumur yang paling umum dan meluas dipergunakan untuk mengambil air tanah bagi masyarakat kecil dan rumah-rumah perorangan sebagai air minum dengan kedalaman 7-10 meter dari permukaan tanah. Sumur gali menyediakan air yang berasal dari lapisan tanah yang relatif dekat dari permukaan tanah, oleh karena itu dengan mudah terkena kontaminasi melalui rembesan. Umumnya rembesan berasal dari tempat buangan kotoran manusia kakus/jamban dan hewan, juga dari limbah sumur itu sendiri, baik karena lantainya maupun saluran air limbahnya yang tidak kedap air. Keadaan konstruksi dan cara pengambilan air sumur pun dapat merupakan sumber kontaminasi, misalnya sumur dengan konstruksi terbuka dan pengambilan air dengan timba. Sumur dianggap mempunyai tingkat perlindungan sanitasi yang baik, bila tidak terdapat kontak langsung antara manusia dengan air di dalam sumur (Depkes RI Keberadaan sumber air ini harus dilindungi dari aktivitas manusia ataupun hal lain yang dapat mencemari air. Sumber air ini harus memiliki tempat (lokasi) dan konstruksi yang terlindungi dari drainase permukaan dan banjir. Bila sarana air bersih ini dibuat dengan memenuhi persyaratan kesehatan, maka diharapkan pencemaran dapat dikurangi, sehingga kualitas air yang diperoleh menjadi lebih baik (Waluyo & Lingkungan, 2009)

Dari segi kesehatan penggunaan sumur gali ini kurang baik bila cara pembuatannya tidak benar-benar diperhatikan, tetapi untuk memperkecil kemungkinan terjadinya pencemaran dapat diupayakan pencegahannya, pencegahan-pencegahan ini dapat dipenuhi dengan memperhatikan syarat-syarat fisik dari sumur tersebut yang didasarkan atas kesimpulan dari pendapat beberapa pakar di bidang ini, diantaranya lokasi sumur tidak kurang dari 10 meter dari sumber pencemar, lantai sumur sekurang-kurang berdiameter 1 meter jaraknya dari dinding sumur dan kedap air, saluran pembuangan air limbah minimal 10 meter dan permanen, tinggi bibir sumur 0,8 meter, memiliki cincin (dinding) sumur minimal 3 meter dan memiliki tutup sumur yang kuat dan rapat (Indan, 2000: 45).

## 2.6 Peranan Air Bagi Kehidupan Manusia

Semua makhluk hidup memerlukan air, karena air merupakan kebutuhan dasar bagi kehidupan. Bagi manusia, air adalah kebutuhan yang sangat mutlak karena zat pembentuk tubuh manusia sebagian besar terdiri dari air berjumlah sekitar 73 % dari bagian tubuh tanpa jaringan lemak. Kegunaan air bagi tubuh manusia antara lain untuk proses pencernaan, metabolisme, mengangkat zat-zat makanan dalam tubuh, mengatur keseimbangan suhu tubuh dan menjaga tubuh jangan sampai kekeringan (Sobha, Poornima, Harini, & Veeraiah, 2007). Air yang dibutuhkan oleh manusia untuk hidup sehat harus memenuhi syarat kualitas dan secara kuantitas (jumlahnya) juga terpenuhi. Diperkirakan untuk kegiatan rumah tangga yang sederhana paling tidak membutuhkan air sebanyak 100L/orang/hari. Jumlah air untuk keperluan rumah tangga perhari perkapita tidak sama untuk tiap negara. Pada negara maju umumnya dapat dikatakan jumlah pemakaian air per hari per kapita lebih besar dari pada negara berkembang karena faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan air sangat bervariasi sehingga rata-rata pemakaian air per kapita per hari berbeda.

## 2.7 Kualitas Air

Kualitas air adalah karakteristik mutu yang dibutuhkan untuk pemanfaatan tertentu dari sumber-sumber air. Dengan adanya standar kualitas air, orang dapat mengukur kualitas air dari berbagai macam air. Setiap jenis air dapat diukur konsentrasi kandungan unsur yang tercantum didalam standar kualitas sehingga dapat diketahui syarat kualitasnya yang dapat digunakan sebagai tolak ukur. Standar kualitas air bersih dapat berarti sebagai ketentuan-ketentuan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No.416/MEN/KES/PER/IX/1990 yang dituangkan dalam bentuk angka atau pernyataan yang menunjukkan persyaratan yang harus dipenuhi agar air tersebut tidak menimbulkan gangguan kesehatan, penyakit, gangguan teknis, serta gangguan dalam segi estetika.

Tabel 2.2. Persyaratan Air Bersih PerMenKes Tahun 1990.

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Keterangan
<b>A. Fisika</b>				
1	Bau	-	-	Tidak Berbau
2	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	MI/L	1.500	-
3	Kekeruhan	Skala NTU	25	-
4	Rasa	-	-	Tidak Berbau
5	Suhu	<sup>0</sup> c	Suhu udara $\pm 3$ <sup>0</sup> C	-
<b>B. Kimia</b>				
1	Air Raksa	mg/l	0,001	Merupakan batas minimum dan maksimum.
2	Besi	mg/l	0,3	
3	Ph	-	6,5-9,0	
4	Timbal	mg/l	0,05	
5	Seng	mg/l	15	
6	Sulfat	mg/l	400	
7	Mangan	mg/l	0,5	

## 2.8 Unsur Logam Fe dan Pb

### 2.8.1 Unsur Logam Fe Dalam Air

Aliran air tanah merupakan perantara geologi yang memberikan pengaruh unsur-unsur kimia secara terus menerus terhadap lingkungan di sekelilingnya di dalam tanah. Lapisan-lapisan tanah yang dilewati air mengandung unsur-unsur kimia tertentu, salah satunya adalah persenyawaan besi. Besi (Fe) adalah elemen yang banyak di batuan dan merupakan salah satu elemen kimia yang dapat ditemui pada hampir setiap tempat di bumi, pada semua lapisan geologi dan semua badan air. Kandungan unsur kimia dalam air sangat tergantung pada formasi geologi tempat air itu berada dan formasi geologi tempat dilaluinya air. Sebagai Contoh, apabila selama perjalanannya air melalui suatu batuan yang mengandung besi, maka secara otomatis air akan mengandung besi, demikian juga untuk unsur-unsur yang lainnya. Besar kecilnya material terlarut tergantung pada lamanya air kontak dengan batuan. Semakin lama air kontak dengan batuan semakin tinggi unsur-unsur yang terlarut di dalamnya.

Kandungan unsur besi di air tanah, terutama di dalam air sumur banyak terjadi. Air tanah yang umumnya mempunyai konsentrasi karbondioksida yang tinggi dapat menyebabkan kondisi anaerobik. Kondisi ini menyebabkan konsentrasi besi bentuk mineral tidak larut ( $\text{Fe}^{3+}$ ) tereduksi menjadi besi yang larut dalam bentuk ion bervalensi dua ( $\text{Fe}^{2+}$ ). Konsentrasi besi pada air tanah bervariasi mulai dari 0,01 mg/l - 25 mg/l.

Pada air permukaan jarang ditemui kadar Fe melebihi 1 mg/l, tetapi di dalam air tanah kadar Fe dapat jauh lebih tinggi (Chagué-Goff & Rosen, 2001). Konsentrasi Fe yang tinggi dapat dirasakan dan dapat menodai kain serta perkakas dapur. Pada air yang tidak mengandung oksigen seperti air tanah, besi berada sebagai  $\text{Fe}^{2+}$  yang cukup tinggi, sedangkan pada air sungai yang mengalir dan terjadi aerasi,  $\text{Fe}^{2+}$  teroksidasi menjadi ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ), dimana ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ) ini sulit larut pada pH 6 - 8.

Besi dalam bentuk ion  $\text{Fe}^{2+}$  sangat mudah larut dalam air. Oksigen yang terlarut akan mengoksidasi  $\text{Fe}^{2+}$  menjadi  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  yang merupakan endapan.  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  atau salah satu jenis oksida yang merupakan zat padat dan dapat mengendap. Besi yang terlarut dalam bentuk  $\text{Fe}^{2+}$  dalam air biasanya dihasilkan oleh pelepasan ion  $\text{Fe}^{2+}$  dari bahan-bahan organik. Menurut (SARI, 2015), kehadiran ion  $\text{Fe}^{2+}$  yang terlarut dalam air dapat menimbulkan gangguan-gangguan seperti :

- a) Rasa dan bau logam yang amis pada air, disebabkan karena bakteri mengalami degradasi.
- b) Menimbulkan warna kecoklat-coklatan pada pakaian putih.
- c) Meninggalkan noda pada bak-bak kamar mandi dan peralatan lainnya (noda kecoklatan disebabkan oleh besi).
- d) Dapat mengakibatkan penyempitan atau penyumbatan pada pipa.

### 2.8.1.1 Sifat Fisika dan sifat Kimia Besi (Fe)

Adapun sifat fisika dan sifat kimia besi (Fe) adalah sebagai berikut :

Lambang	: Fe
No. Atom	: 26
Golongan, periode	: 8,4
Penampilan	: Metalik Mengkilap keabu-abuan
Massa Atom	: 55,854 (2) g/mol
Konfigurasi Elektron	: [ Ar ] 3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>
Fase	: Padat
Massa Jenis (Suhu Kamar)	: 7,86 g/cm <sup>3</sup>
Titik Lebur	: 1811 °K (1538 °C, 2800 °F)
Titik Didih	: 3134 °K (2861 °C, 5182 °F)
Kapasitas Kalor	: (25 °C) 25,10 J/ (mol.K)

### 2.8.2. Logam Pb dalam Air

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 & Agus, 2007). Timbal mempunyai nomor atom 82 dengan berat atom 207,20. Titik leleh timbal adalah 1740°C dan memiliki massa jenis 11,34 g/cm<sup>3</sup>(Widowati, Sastiono, & Jusuf, 2008). (Palar, 1994) mengungkapkan bahwa logam Pb pada suhu 500-600 °C dapat menguap dan membentuk oksigen di udara dalam bentuk timbal oksida (PbO). Dibawah ini merupakan tabel yang menunjukkan beberapa sifat fisika yang dimiliki timbal.

Tabel 2.3. Sifat-Sifat Fisika Timbal (Pb)

Sifat Fisika Timbal	Keterangan
Nomor atom	82
Densitas (g/cm <sup>3</sup> )	11,34
Titik lebur (°C)	327,46
Titik didih (°C)	1.749
Kalor peleburan (kJ/mol)	4,77
Kalor penguapan (kJ/mol)	179,5
Kapasitas pada 25 °C (J/mol.K)	26,65
Konduktivitas termal pada 300K (W/m K)	35,5
Ekspansi termal 25 °C (µm/ m K)	28,9
Kekerasan (skala Brinell=Mpa)	38,6

Gusnita, Dessy. "Pencemaran logam berat timbal (Pb)."  
*Berita Dirgantara* 13.3 (2012).

Timbal merupakan salah satu logam berat yang sangat berbahaya bagi makhluk hidup karena bersifat karsinogenik, dapat menyebabkan mutasi, terurai dalam jangka waktu lama dan toksisitasnya tidak berubah (Brass & Strauss, 1981). Pb dapat mencemari udara, air, tanah, tumbuhan, hewan, bahkan manusia. Masuknya Pb ke tubuh manusia dapat melalui makanan dari tumbuhan yang biasa dikonsumsi manusia seperti padi, teh dan sayur-sayuran. Logam Pb terdapat di perairan baik secara alamiah maupun sebagai dampak dari aktivitas manusia. Logam ini masuk ke perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan. Selain itu, proses korofikasi dari batuan mineral juga merupakan salah satu jalur masuknya sumber Pb ke perairan (Palar, 1994). Timbal secara alami terdapat sebagai timbal sulfida, timbal karbonat, timbal sulfat dan timbal klorofosfat (Faust & Aly, 1981). Kandungan Pb dari beberapa batuan kerak bumi sangat beragam. Batuan eruptif seperti granit dan riolit memiliki kandungan Pb kurang lebih 200 ppm.

Timbal (Pb) merupakan logam yang bersifat neurotoksin yang dapat masuk dan terakumulasi dalam tubuh manusia ataupun hewan, sehingga bahayanya terhadap tubuh semakin meningkat (Kusnoputranto, 2006). Menurut , (Abate, Koeberl, Kruger, & Underwood, 1999), Pb biasanya dianggap sebagai racun yang bersifat akumulatif dan akumulasinya tergantung levelnya. Hal itu menunjukkan bahwa terdapat pengaruh pada ternak jika terdapat pada jumlah di

atas batas ambang. Lebih lanjut Underwood dan Shuttle (1999) mencantumkan batas ambang untuk ternak unggas dalam pakannya, yaitu: batas ambang normal sebesar 1–10 ppm, batas ambang tinggi sebesar 20 – 200 ppm dan batas ambang toksik sebesar lebih dari 200 ppm. Timbal (Pb) menurut Lu (1995) dapat diserap dari usus dengan sistem transport aktif. Transport aktif melibatkan *carrier* untuk memindahkan molekul melalui membran berdasarkan perbedaan kadar atau jika molekul tersebut merupakan ion. Pada saat terjadi perbedaan muatan transport, maka terjadi pengikatan dan membutuhkan energi untuk metabolisme (RAHDE, 1991)

### 2.8.2.1 Toksisitas Logam Timbal

Berdasarkan toksisitasnya, logam berat digolongkan ke dalam tiga golongan, yaitu:

1. Hg, Cd, Pb, As, Cu dan Zn yang mempunyai sifat toksik yang tinggi,
2. Cr, Ni dan Co yang mempunyai sifat toksik menengah
3. Mn dan Fe yang mempunyai sifat toksik rendah (Connel and Miller, 1995).

Toksisitas logam berat sangat dipengaruhi oleh faktor fisika, kimia dan biologi lingkungan. Beberapa kasus kondisi lingkungan tersebut dapat mengubah laju absorpsi logam dan mengubah kondisi fisiologis yang mengakibatkan berbahayanya pengaruh logam. Akumulasi logam berat Pb pada tubuh manusia yang terjadi secara terus menerus dapat mengakibatkan anemia, kemandulan, penyakit ginjal, kerusakan syaraf dan kematian.

Timbal adalah logam toksik yang bersifat kumulatif sehingga mekanisme toksitasnya dibedakan menurut beberapa organ yang dipengaruhinya, yaitu sebagai berikut :

- a. Sistem hemopoeitik: timbal akan menghambat sistem pembentukan hemoglobin sehingga menyebabkan anemia
- b. Sistem saraf pusat dan tepi : dapat menyebabkan gangguan ensefalopati dan gejala gangguan saraf perifer
- c. Sistem ginjal : dapat menyebabkan aminoasiduria, fosfaturia, glukosuria, nefropati, fibrosis dan atrofi glomerular
- d. Sistem gastro-intestinal: dapat menyebabkan kolik dan konstipasi

- e. Sistem kardiovaskular: menyebabkan peningkatan permeabilitas kapiler pembuluh darah
- f. Sistem reproduksi: dapat menyebabkan kematian janin pada wanita dan hipospermi dan teratospermi (Darmono, 2001).

Di perairan, timbal ditemukan dalam bentuk terlarut dan tersuspensi. Kelarutan timbal cukup rendah sehingga kadar timbal dalam air relatif sedikit. Bahan bakar yang mengandung timbal juga memberikan kontribusi yang berarti bagi keberadaan timbal dalam air (Effendi, 2003)

## **2.9 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)**

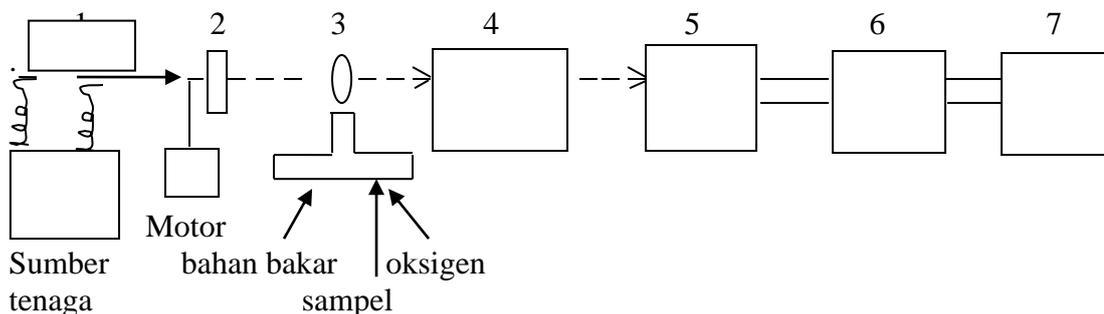
Spektrofotometri Serapan Atom adalah suatu metode pengukuran kuantitatif suatu unsur yang terdapat dalam suatu cuplikan berdasarkan penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu oleh atom-atom fase gas dalam keadaan dasar. Metode spektrofotometri serapan atom pertama kali dikembangkan oleh Walsh, A. (1955) yang ditujukan untuk analisis logam renik dalam sampel yang dianalisis. Sampai saat ini metode spektrofotometri serapan atom telah berkembang dengan pesat dan hampir mencapai sejumlah 70 unsur yang dapat ditentukan dengan metode ini (Mulja, 1995).

Metode spektrofotometri serapan atom berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom – atom menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu. Cahaya pada panjang gelombang ini mempunyai cukup energi untuk mengubah tingkat elektron suatu atom (Khopkar, 2003).

### **2.9.1 Prinsip Dasar Spektrofotometri Serapan Atom**

Jika cahaya dengan panjang gelombang resonansi dilewatkan nyala dengan mengandung atom-atom bersangkutan, maka sebagian cahaya itu akan diserap, dan jauhnya penyerapan akan berbanding lurus dengan banyaknya atom keadaan dasar yang berada dalam nyala. Hal ini merupakan dasar penentuan kuantitatif logam-logam dengan menggunakan SSA (Walsh, 1995).

Komponen penting yang membentuk spektrofotometer serapan atom diperlihatkan pada Gambar 2.8 ini.



Gambar 2.8. Komponen-Komponen Spektrofotometer Serapan Atom (Underwood, 1988).

#### 1. Sumber sinar

Sumber sinar yang lazim dipakai adalah lampu katoda berongga. Lampu ini terdiri atas tabung kaca tertutup yang mengandung suatu katoda dan anoda. Katoda sendiri berbentuk silinder berongga yang terbuat dari logam atau dilapisi dengan logam tertentu. Tabung logam ini diisi dengan gas mulia (neon atau argon) dengan tekanan rendah. Neon biasanya lebih disukai karena memberikan intensitas pancaran lampu yang lebih rendah.

#### 2. Tempat Sampel

Dalam analisis dengan spektrofotometri serapan atom, sampel yang akan dianalisis harus diuraikan menjadi atom-atom netral yang masih dalam keadaan asas. Ada berbagai macam alat yang dapat digunakan untuk mengubah suatu sampel menjadi uap atom-atom yaitu dengan nyala.

##### Nyala (flame)

Nyala digunakan untuk mengubah sampel yang berupa padatan atau cairan menjadi bentuk uap atomnya, dan juga berfungsi untuk atomisasi. Suhu yang dapat dicapai oleh nyala tergantung pada gas-gas yang digunakan, misalnya untuk gas batubara-udara, suhunya kira-kira sebesar  $1800^{\circ}\text{C}$ ; gas alam-udara  $1700^{\circ}\text{C}$ ; gas asetilen-udara  $2200^{\circ}\text{C}$  dan gas asetilen-dinitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ) sebesar  $3000^{\circ}\text{C}$ .

### 3. Monokromator

Monokromator dimaksudkan untuk memisahkan dan memilih panjang gelombang yang di gunakan dalam analisis. Dalam monokromator juga terdapat suatu alat yang digunakan untuk memisahkan radiasi resonansi dan kontinyu yang disebut dengan chopper ( Rohman, 2007)

### 4. Detektor

Detektor pada spektrofotometer serapan atom berfungsi mengubah intensitas radiasi yang datang menjadi arus listrik. Pada spektrofotometer serapan atom yang umum dipakai sebagai detektor adalah tabung penggandaan foton (PMT = Photo Multi Tube Detector) (Mulja, 1995).

### 5. Sistem Pencatat (Sistem Read-Out)

Sistem read-out yang digunakan pada instrumental spektrofotometer serapan atom adalah untuk mengubah sinyal yang diterima menjadi sinyal digital, yaitu dalam satuan absorbansi. Dengan perubahan dalam bentuk digital berarti read-out mencegah atau mengulangi kesalahan dalam pembacaan skala secara paralaks, kesalahan interpolasi di antara pembagian skala dan sebagainya serta menyeragamkan tampilan datanya (yaitu dalam satuan absorbansi). Sistem read-out) untuk instrument SSA sekarang ini dilengkapi dengan satuan mikroprosesor (komputer) sehingga memungkinkan pembacaan langsung konsentrasi analit di dalam sampel yang di analisa (Haswell, 1991).