

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pengertian Air

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, Nomor 82 Tahun 2001, tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air bahwa air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan manusia, serta untuk memajukan kesejahteraan umum, sehingga merupakan modal dasar dan faktor utama pembangunan. Bahwa air merupakan komponen lingkungan hidup yang penting bagi kelangsungan hidup dan kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Komposisi air yang terdapat pada tubuh manusia berkisar antara 50-70% dari seluruh berat badan. Sedangkan untuk tingkat konsumsi air bersih di pedesaan dan perkotaan berbeda (Slamet, 2007).

Air bersih merupakan air sehat yang harus bebas dari kuman-kuman penyebab penyakit dan bebas dari bahan-bahan kimia yang dapat mencemari air bersih tersebut sehingga dapat dipergunakan untuk kegiatan manusia. Air merupakan zat yang mutlak bagi setiap makhluk hidup dan kebersihan air adalah syarat utama bagi terjaminnya kesehatan (Dwidjoseputro, 1978).

Dari definisi mengenai air diatas, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan air bersih dibutuhkan demi pemenuhan kebutuhan hidup sehari-hari baik oleh manusia maupun makhluk hidup lainnya. Karena semua air di alam tidak sepenuhnya murni,

maka dibutuhkan pengolahan air terlebih dahulu sebelum di konsumsi mengingat hampir 50-70% dalam tubuh kita adalah air, maka air harus bersih sesuai dengan syarat yang telah ditetapkan.

3.2 Air Tanah

3.2.1 Pengertian Air Tanah

Air tanah merupakan bagian air di alam yang terdapat di bawah permukaan tanah. Pembentukan air tanah mengikuti siklus peredaran air di bumi yang disebut daur hidrologi, yaitu proses alamiah yang berlangsung pada air di alam yang mengalami perpindahan tempat secara berurutan dan terus menerus (Kodatie, 2012)

Menurut UU No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, Air tanah merupakan air yang terdapat pada lapisan tanah atau batuan dibawah permukaan tanah. Umumnya kedalaman air tanah berbeda dengan kapasitas yang berbeda pula. Air tanah tersimpan didalam tanah dan dapat digunakan sebagai kebutuhan jangka panjang. Melalui permukaan tanah, air akan meresap hingga jenuh air sehingga menghasilkan air tanah tersebut dan dapat digunakan untuk kebutuhan hidup sehari-hari.

3.2.2 Jenis-jenis Air Tanah

Sebagian air hujan yang mencapai permukaan bumi akan menyerap kedalam tanah dan akan menjadi air tanah. Air tanah adalah air yang tersimpan/tertangkap secara terus menerus oleh alam (Harmayani, 2007). Air tanah terbagi atas 3 yaitu :

a. Air Tanah Dangkal

Air tanah dangkal berada di akuifer bagian atas. Air tanah ini berada di bawah permukaan tanah dan diatas lapisan batuan kedap air (*impermeable*). Air tanah dangkal akan terdapat pada kedalaman 15 meter. Air tanah ini bisa dimanfaatkan sebagai sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal. Dari segi kualitas agak baik sedangkan kuantitasnya kurang cukup dan tergantung pada musim.

b. Air Tanah Dalam

Air tanah dalam berada di antara dua lapisan kedap air (*impermeable*). Letaknya di akuifer bagian bawah dengan kedalaman 100-300 meter. Ditinjau dari segi kualitas pada umumnya lebih baik dari air tanah dangkal, sedangkan kuantitasnya mencukupi tergantung pada keadaan tanah dan sedikit dipengaruhi oleh perubahan musim.

c. Mata Air

Mata air adalah air tanah yang keluar dari akuifer menuju ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam, hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitasnya sama dengan keadaan air tanah dalam. Selain itu gaya gravitasi juga mempengaruhi aliran air tanah menuju ke laut. Tetapi dalam perjalanannya air tanah juga mengikuti lapisan geologi yang berkelok sesuai jalur aquifer dimana air tanah tersebut berada. Bila terjadi patahan geologi didekat

permukaan tanah, maka aliran air tanah dapat muncul pada permukaan bumi, pada tempat tertentu. Sebagai tumpahan air tanah alami yang pada umumnya berkualitas baik, maka mata air dijadikan pilihan sumber air bersih yang dicari cari dan diperebutkan oleh penduduk kota.

3.2.3 Keuntungan dan Kerugian pemanfaatan air tanah

Pemanfaatan air tanah memiliki keuntungan dan kerugiannya masing-masing, diantaranya sebagai berikut (Sanropie, 1984) :

a. Keuntungan :

1. Pada umumnya air tanah bebas dari bakteri pathogen.
2. Pada umumnya dapat dipakai tanpa pengolahan lebih lanjut.
3. Seringkali paling praktis dan ekonomis untuk mendapatkannya dan membagikannya.
4. Lapisan tanah yang menampung air darimana air itu di ambil biasanya merupakan pengumpulan air alamiah.

b. Kerugian :

1. Air tanah sering sekali mengandung mineral – mineral Fe, Ca, Mn dan sebagainya.
2. Biasanya membutuhkan pemompaan.

3.3 Parameter Kualitas Air

Penelitian dilakukan pada salah satu parameter kimia yaitu kadar kesadahan air sumur. Kesadahan air adalah air yang mengandung banyak mineral seperti kalsium atau kapur (Ca), magnesium (Mg), seng (Zn) dan mangan (Mn). Tetapi kadar kandungan Ca dalam bentuk CaCO_3 merupakan standar pengukuran kesadahan air dengan satuan PPM berat per liter (Sutresna, 2007).

Kadar kesadahan air pada air tanah dapat berbeda-beda di berbagai daerah dan waktu. Rata-rata air tanah mempunyai tingkat kesadahan yang tinggi, hal ini terjadi akibat air tanah mengalami kontak dengan batuan kapur yang ada pada lapisan tanah yang dilalui air. Tingkat kesadahan air biasanya digolongkan seperti ditunjukkan pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Klasifikasi tingkat kesadahan

Mg/l CaCO_3	Tingkat Kesadahan
0-75	Lunak (soft)
75-150	Sedang (moderately hard)
150-300	Tinggi (hard)
>300	Tinggi sekali (very hard)

(Marsidi, 2001)

Syarat mutu yang ditetapkan peraturan RI Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 adalah 500 mg/l sehingga apabila kadar kesadahan melebihi syarat mutu, maka dibutuhkan upaya untuk menurunkan kadar kesadahan air tersebut. Air sadah yang memiliki kadar kesadahan yang cukup tinggi dapat menyebabkan beberapa dampak

baik pada kesehatan maupun rumah tangga apabila digunakan atau dikonsumsi secara terus menerus. Beberapa dampak yang dihasilkan akibat penggunaan air sadah secara terus menerus adalah:

1. Menyebabkan sabun tidak berbusa karena ion Ca^{2+} atau Mg^{2+} bereaksi dengan sabun membentuk endapan sehingga pemakaian sabun akan menjadi boros.
2. Menyebabkan pembentukan kerak pada perabotan memasak rumah tangga sehingga diperlukan pemanasan yang lebih lama untuk menguapkan air. Hal ini mengakibatkan pemborosan energi atau bahan bakar. (Sutresna, 2007)
3. Kesadahan di atas 300 mg/l bila dikonsumsi terus menerus akan merusak ginjal manusia dan penyumbatan pembuluh jantung. (Joko, 2010)

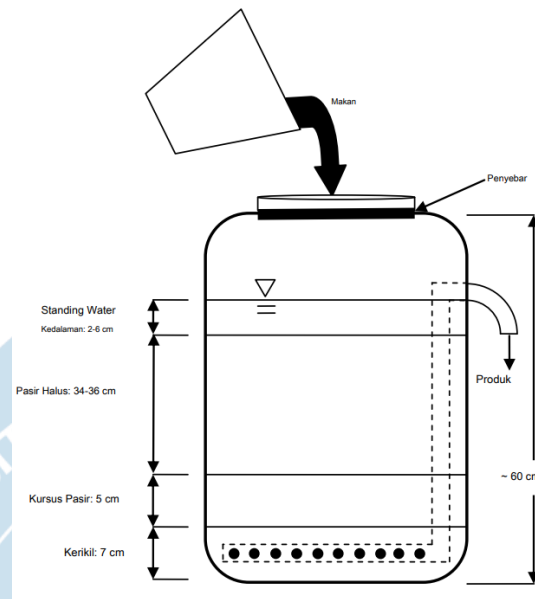
3.4 Biosand Filter

3.4.1 Definisi *Biosand filter*

Biosand filter merupakan filter dengan konsep saringan pasir lambat yang telah digunakan oleh komunitas pengolahan air selama hampir 200 tahun. *Biosand filter* memiliki ukuran yang lebih kecil dari saringan pasir lambat juga di desain khusus untuk penggunaan dalam skala rumah tangga. *Biosand filter* adalah pengolahan air yang mudah dan murah karena pembuatan unit *Biosand filter* dapat menggunakan bahan plastik dengan media yang mudah ditemukan seperti pasir dan tanpa menggunakan bahan kimia. (CAWST, 2009)

3.4.2 Rancangan *Biosand Filter*

Menurut (Kipkorir, 2012), Rancangan *Biosand Filter* dapat ditentukan dari berbagai faktor yang pada akhirnya akan mempengaruhi hasil akhir dari unit *Biosand Filter* yang dibuat antara lain faktor parameter filtrasi, keadaan ekonomi daerah pembuatan unit filtrasi, keberadaan media filtrasi dan jumlah kebutuhan air hasil filtrasi. *Biosand Filter* diharapkan memiliki desain yang mudah dan seefisien mungkin. Pada penelitian yang dilakukan di Kenya, unit yang digunakan untuk *Biosand filter* adalah wadah plastic hitam PVC 75 liter karena wadah ini sudah tersedia disebagian besar kota di Kenya, wadah tersebut cukup kuat tetapi cukup lunak untuk dibor pada sisinya agar bisa menyambungkan pipa. Ketinggian media filtrasi mengikuti dimensi unit *Biosand Filter* dan ukuran butir pasir yang digunakan adalah 0,8-1,2 mm. Rancangan *Biosand Filter* yang dapat dijadikan panduan pembuatan *Biosand Filter* pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Rancangan *Biosand Filter*

Sumber: (Kipkorir, 2012)

Diadaptasi dari Pusat Teknologi Air dan Sanitasi Terjangkau (CAWST, 2009), panduan penggunaan *Biosand Filter* yang tepat adalah:

1. filter air harus digunakan setiap hari (20-40 L / hari)
2. Tidak boleh ada kebocoran di badan filter
3. Permukaan atas tempat tidur filter harus rata
4. Plat diffuser harus digunakan setiap kali air dioleskan
5. Genangan air harus antara 2-6 cm setelah proses filter selesai
6. Laju filtrasi harus antara 0,33-1,2 L / menit

3.4.3 Mekanisme Filtrasi *Biosand filter*

Dalam proses filtrasi terdapat kombinasi dari beberapa proses yang berbeda. Proses-proses tersebut meliputi (Widyastuti, 2011):

a. Penyaringan secara mekanis (*Mechanical straining*)

Mechanical straining adalah proses pemisahan partikel tersuspensi dengan ukuran yang terlalu besar untuk dapat lolos dari ruang antar butir media.

b. Sedimentasi

Sedimentasi merupakan proses mengendapnya partikel tersuspensi yang berukuran lebih kecil dari lubang pori-pori pada permukaan butiran

c. *Adsorpsi*

Adsorpsi merupakan proses menyerap partikel yang tidak dapat diendapkan. Pada proses ini terjadi gaya tarik-menarik akibat adanya perbedaan muatan antara permukaan butiran dengan partikel tersuspensi yang ada disekitarnya. *Adsorpsi* umumnya terjadi pada suhu rendah, makin tinggi suhu maka tingkat penyerapannya makin rendah. Beberapa sifat yang harus dipenuhi oleh zat penyerap adalah:

1. Mempunyai luas permukaan yang besar
2. Berpori-pori
3. Aktif dan murni
4. Tidak bereaksi dengan zat yang akan diserap

Ada dua tipe terjadinya adsorpsi yaitu adsorpsi fisik dan adsorpsi kimia. Menurut (M. Smisek, 1970) umumnya proses adsorpsi ion logam dari larutan ke permukaan karbon aktif merupakan adsorpsi fisik dimana gaya yang bekerja antar logam berat dan permukaan karbon aktif adalah gaya Van der Waals dimana tidak terjadi reaksi secara kimia atau pengikatan secara ionik antar logam dengan karbon aktif. Pada proses adsorpsi ini karbon aktif berfungsi sebagai adsorben dan ion logam sebagai adsorbat.

d. Interception

Interception terjadi apabila zat padat bergerak langsung menuju media filter sehingga zat padat akan melekat pada media filter.

e. Aktifis Kimia

Aktifis kimia adalah proses dimana partikel yang terlarut diuraikan menjadi substansi sederhana dan tidak berbahaya atau diubah menjadi partikel tidak terlarut, sehingga dapat dihilangkan dengan proses penyaringan, sedimentasi dan adsorpsi pada media berikutnya.

f. Aktifis Biologi

Aktivitas mikroorganisme yang hidup didalam filter secara alamiah hidup didalam air baku dan bila melalui filter dapat berkembang biak dalam filter. Aktifasi mikroorganisme pada permukaan filter dikenal sebagai lapisan Schumtzdecke. Proses penyaringan aktifis biologi ini seperti adsorpsi yaitu

zat-zat terlarut yang ingin di filter melekat dan menjadi makanan mikroorganisme.

Dalam penelitian ini, parameter yang diuji adalah kadar kesadahan air sumur yaitu zat yang terlarut dalam air sehingga mekanisme filtrasi yang digunakan dalam penyaringan adalah adsorpsi dan aktifis biologi.

3.4.4 Treatment *Biosand filter*

Kekeruhan pada *Biosand filter* dapat menyebabkan kemacetan akibat ruang antara butiran pasir tersumbat oleh padatan tersuspensi sehingga menghambat kapasitas outflow pada *biosand filter*. Kualitas air memang akan semakin bagus apabila aliran melambat tetapi pengguna akan merasa kurang nyaman dan memilih untuk tidak menggunakannya. Maka, dibutuhkan pembersihan yang teratur terutama apabila kecepatan filtrasi mulai menurun secara drastis. Umumnya, *Biosand filter* dibersihkan tiap 1 hingga 2 bulan tergantung pada tingkat kekeruhannya. Membersihkan *Biosand filter* dapat dilakukan dengan mudah dan sederhana yaitu dengan mengaduk secara perlahan media dan membuang air diatas media filtrasi. (Halim, 2014)

3.4.5 Keuntungan dan Kerugian *Biosand filter*

Penggunaan *Biosand filter* memiliki keuntungan dan kekurangan dalam pembuatan hingga pemakaiannya. Keuntungan dalam penggunaan *biosand filter* sebagai penyaring kadar kesadahan air di kabupaten Malaka adalah :

1. Penggunaan media lokal berupa pasir dan sekam padi sebagai karbon aktif yang dapat mudah ditemukan dimana saja.
2. perancangan alat filtrasi tidaklah rumit dan mudah dipahami oleh semua orang.
3. Perancangan *Biosand filter* tidak mahal karena dapat memakai ember plastik.
4. Memiliki ukuran yang tidak besar sehingga dapat dimiliki disetiap rumah
5. Pemanfaatan limbah sekam padi sebagai karbon aktif dalam filtrasi air kapur di kabupaten Malaka, Indonesia

Kerugian dalam penggunaan Biosadn Filter di kabupaten malaka adalah kapasitas outflow yang dihasilkan hanya dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan minum dan masak.

3.5 Media-media *Biosand filter*

Dalam proses filtrasi dibutuhkan media yang tepat sebagai penyaring kandungan zat didalam air. Media filtrasi yang digunakan dibeberapa daerah berbeda-beda akibat beberapa faktor. Di kabupaten Malaka, penggunaan media kerikil, pasir dan sekam padi sebagai karbon aktif karena jumlah media yang banyak dan mudah ditemukan di kabupaten Malaka, pemanfaatan limbah sekam padi yang belum banyak dimanfaatkan dengan baik di kabupaten Malaka, proses pembersihan media sebelum penyaringan yang mudah dilakukan, memiliki harga yang murah bahkan gratis. Media yang digunakan dalam penyaringan *Biosand filter* di kabupaten Malaka adalah :

1. Kerikil

Kerikil pada *biosand filter* merupakan penyangga lapisan pasir agar mencegah pasir masuk sehingga dapat menyebabkan tersumbatnya pipa outflow juga mempermudah aliran air keluar melalui pipa outflow. (CAWST, 2009)

2. Pasir

Pasir berfungsi sebagai media penyaringan untuk menghilangkan pathogen, partikel tersuspensi dan kontaminan lainnya. Lapisan bio dari mikroorganisme akan tumbuh diatas media pasir apabila air baku memiliki kadar mikroorganisme yang tinggi yang dapat berperan sebagai penyaring zat yang terlarut didalam air. (CAWST, 2009)

3. Karbon Aktif (sekam padi)

Karbon aktif merupakan jenis karbon dengan luas permukaan yang besar atau luas. 1 gram bubuk karbon aktif mempunyai 1 permukaan kira-kira 500 m². tujuan pengaktifan bukan hanya untuk memperbesar luas permukaan saja, tetapi juga untuk peningkatan kemampuan daya adsorpsi (daya ikat) karbon aktif. Karbon aktif yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekam padi dengan bentuk granula yaitu 0,2-5 mm. (Kusnaedi, 2010)

Ketersediaan limbah sekam padi yang banyak dijumpai dan pemanfaatan yang masih terbatas di kabupaten Malaka merupakan salah satu alasan digunakan sekam padi sebagai karbon aktif dalam media *Biosand filter*. Penggunaan sekam padi juga disebabkan sifat sekam padi yang rendah nilai

gizinya, tahan terhadap pelapukan, menyerupai kandungan kayu serta mempunyai kandungan karbon yang cukup tinggi. Abu sekam padi dapat digunakan sebagai adsorben karena merupakan material berpori. (Saniyyah, 2010).

Abu Sekam Padi juga memiliki kerapatan yang tinggi sehingga saat dilalui air yang mengandung kapur secara otomatis dapat menjerat zat-zat terlarut dalam air sehingga efektif untuk menurunkan zat kapur pada air. (Bahtiar, 2008). Dalam pembuatan karbon aktif, ada beberapa syarat yang harus dipenuhi sesuai dengan standar kualitas yang ditentukan untuk mendapatkan hasil karbon aktif yang maksimal. Standar kualitas karbon aktif menurut SNI 06-3730-1995 dapat dilihat di tabel 3.2.

Tabel 3.2 Syarat Mutu Arang Aktif

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C	%	Maksimum 15
2	Kadar Air	%	Maksimum 4,5
3	Kadar Abu	%	Maksimum 2,5
4	Daya Serap terhadap larutan I ₂	mg/gram	Minimal 750
5	Karbon Aktif Murni	%	Minimal 80

Sumber: SNI 06-3730-1995

3.6 Permeabilitas

Permeabilitas merupakan sifat bahan berpori yang memungkinkan aliran rembesan dari cairan yang berupa air mengalir lewat rongga pori. Pori-pori tanah berhubungan satu sama lain sehingga air dapat mengalir melalui pro-pori dari titik tinggi energi ke titik energi lebih rendah. (Hardiyatmo, 2003). Digunakan persamaan Darcy untuk mengukur kecepatan aliran air yang melalui rongga pori dengan rumus :

$$Q = k \times A \times (dh/dl)$$

Keterangan :

Q : Debit aliran Bak Filtrasi (m³/jam)

A : Luas penampang Bak Filtrasi (m²)

k : Koefisien Permeabilitas (m/jam)

dh/dl : kemiringan muka air tanah (cm/cm)

Jenis tanah dan permeabilitas suatu tanah dapat ditentukan dengan nilai koefisien permeabilitas dan dapat dilihat di tabel 3.3.

Tabel 3.3 Tabel Nilai Koefisien Permeabilitas

Jenis Tanah	k (cm.det)	Keterangan
Kerikil	$>10^{-1}$	Permeabilitas tinggi
Kerikil halus/pasir	$10^{-1} - 10^{-3}$	Permeabilitas medium
Pasir sangat halus Pasir lanau Lanau tidak padat	$10^{-1} - 10^{-5}$	Permeabilitas rendah
Lanau padat Lanau lempung Lanau tidak murni	$10^{-1} - 10^{-7}$	Permeabilitas sangat rendah
Lempung	$<10^{-1}$	Rapat Air