

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Deskripsi Teori

1. Kayu Sengon

Sengon merupakan salah satu jenis tanaman yang tumbuh cepat di daerah tropis. Dalam bahasa latin sengon mempunyai dua nama latin, yakni *Albizia falcataria* (L) dan *Paraserianthes Falcataria* termasuk family Mimosaceae, keluarga petai-petaian (Atmosuseno, 1998).

Di antara keseluruhan bagian tanaman sengon, bagian terpenting yang mempunyai nilai ekonomis adalah kayunya. Pohonnya dapat mencapai tinggi sekitar 30-45 meter. Kayu sengon yang berumur sekitar 4-5 tahun dan mempunyai kadar air sebesar 10,6% dan mengandung kadar selulosa mencapai 49,7% (Santoso, 1992: 11). Bagian lain dari tanaman sengon adalah daun, akar, bunga dan buah sengon. Daun sengon tersusun majemuk menyirip ganda dengan anak daunnya kecil-kecil dan mudah rontok. Warna daun sengon hijau pupus, berfungsi untuk memasak makanan dan sekaligus sebagai penyerap nitrogen (N₂) dan karbon dioksida (CO₂) dari udara bebas (Santoso, 1992:15). Akar Sengon memiliki akar tunggang yang cukup kuat untuk menembus ke dalam tanah, akar rambutnya tidak terlalu besar, tidak rimbun dan tidak menonjol ke permukaan tanah. Akar rambutnya berfungsi untuk

menyimpan zat nitrogen, sehingga tanah di sekitar pohon sengon menjadi subur. Bunganya mempunyai ukuran yang kecil sekitar 0,5 – 1 cm. Benang sari menonjol lebih panjang dari daun mahkota. Warna bunga putih kekuning-kuningan. Kuntum bunga yang mekar berisi bunga jantan dan bunga betina. Cara penyerbukan bunga yang sedikit berbulu ini dibantu oleh serangga dan angin (Atmosuseno, 1998). Sedangkan bunga sengon berbentuk polong, pipih dan tipis. Berwarna hijau sampai cokelat jika sudah masak. Panjang buah sekitar 6 – 12 cm. setiap pohon buah berisi 15 – 30 biji (Atmosuseno, 1998).

Adapun manfaat kayu sengon (Santoso, 1992:12) antara lain:

a. Penghijauan dan reboisasi

Daun-daun sengon yang jatuh ke tanah akan dapat berperan sebagai pupuk hijau. Tanah-tanah yang ditanami akan lebih tahan terhadap erosi dan mempunyai kemampuan menghisap air dibandingkan dengan tanah gundul.

b. Pelindung dan Penyubur tanah

Pohon sengon mampu menyerap N_2 dari udara bebas, penanaman sengon akan dapat menyuburkan tanah-tanah yang ada di sekitarnya. Penyuburan tanah ini ditunjukkan dengan adanya perubahan kandungan nitrogen.

c. Bahan baku kayu bakar dan industri

Sengon digunakan sebagai kayu bakar dan industri karena pohon sengon relatif cepat tumbuh dan mutu kayu baik untuk pembakaran.

d. Bahan baku bangunan dan perabotan

Kayu sengon dapat digunakan sebagai bahan bangunan ringan di bawah atap atau kebutuhan bangunan lain yang bersifat sementara. Kayu sengon juga dapat digunakan sebagai bahan perabot rumah tangga seperti meja-kursi, tempat tidur, rak buku dan lain-lain.

2. Kayu Sengon Sebagai Bahan Karbon Aktif

Banyak sisa-sisa dari kayu sengon yang tidak terpakai yang telah digunakan oleh industri-industri yang menggunakan bahan baku kayu sengon. Potongan-potongan dari kayu sengon yang tidak terpakai sampai saat ini masih sangat terbatas untuk bahan bakar sehingga perlu dicarikan kemungkinan penggunaan lainnya, peningkatan nilai ekonomis dari sisa-sisa kayu sengon dapat dilakukan dengan mengolahnya menjadi bahan dasar pembuatan karbon aktif.

Sifat-sifat yang mendukung pembuatan karbon aktif dari kayu sengon terbagi atas sifat fisik dan sifat kimia. Ditinjau dari sifat fisiknya, kayu sengon memiliki massa jenis rata-rata $0,33 \text{ gram/cm}^3$, maka kayu sengon dikategorikan sebagai kayu dengan kualitas serat yang tinggi (Atmosuseno,1998). Kualitas serat yang tinggi ini juga memungkinkan kayu sengon tahan terhadap panas, karena pada proses pembuatan karbon aktif akan dilakukan perlakuan dengan panas yang maksimum tapi tidak sampai terbakar.

Sifat kimia suatu jenis kayu sangat penting untuk dapat mengetahui penggunaan yang sesuai dari suatu jenis kayu. Persentase komponen kimia kayu sengon antara lain (Atmosuseno, 1999), mempunyai selulosa tinggi, lignin yang rendah, pentosan yang rendah serta mempunyai zat ekstraktif yang tinggi.. Persentase selulosa yang tinggi akan menambah kekuatan kayu, hali ini dapat dimaklumi karena selulosa merupakan konstituen pokok dari tiap-tiap dinding sel. Persentase dinding kayu sengon yang rendah menunjukkan bahwa kayu sengon merupakan kayu yang tidak terlalu kuat dan tidak terlalu kaku. Lignin bergungsi sebagai perekat ikatan antiserat tersebut. Perpaduannya dengan selulosa akan menghasilkan sebuah senyawa bernama lignoselulosa. Senyawa ini yang membuat kayu sengon menjadi kuat dan kaku (Atmosuseno, 1998).

Kelas awet adalah pengkelasan panjang pendeknya masa pakai kayu yang dikaitkan dengan kondisi penggunaan tertentu (seperti dipendam dalam tanah, kondisi cuaca, terendam air dan pengecetan) dan mudah tidaknya terkena serangan rayap tanah serta serangga perusak kayu lainnya. Kayu sengon memiliki kelas awet I yang lebih awet dibandingkan dengan kayu kelas kuat IV (Atmosuseno, 1998).Hal ini disebabkan oleh persentase zat ekstraktif sengon sangat tinggi. Zat ekstraktif ini akan melindungi kayu dari gangguan pemakan kayu secara alami, dalam hal tingkat keawetan kayu sengon yang tinggi tersebut, menjadi keuntungan dalam pembuatan karbon aktif dengan bahan baku kayu sengon.

3. Karbon Aktif

a. Pengertian Karbon Aktif

Karbon aktif adalah karbon yang telah mendapat perlakuan agar memiliki kemampuan absorpsi yang tinggi terhadap zat-zat beracun, bau, dan warna serta zat-zat kimia lainnya. Karbon aktif bersifat amorf dengan luas permukaan antara 300-2000 m²/g (Surya Efendy,2004:10).

Menurut Sunarto (2000:2) karbon aktif adalah suatu bentuk karbon atau karbon yang mempunyai daya absorpsi sangat baik terhadap limbah, khususnya limbah cair. Hal itu disebabkan dalam suatu karbon terdapat pori-pori atau rongga yang terdapat pada struktur molekulnya. Karbon aktif juga dikatakan sebagai bahan berupa karbon yang telah mengalami perlakuan khusus berupa proses aktivasi baik secara fisis maupun secara kimiawi. Yang mengakibatkan pori-pori yang terdapat pada struktur molekulnya menjadi semakin besar. Dengan demikian daya serap akan semakin besar baik untuk fase cair maupun pada fase gas (Sembiring dkk,2003).

Sedangkan menurut Tjokrokusumo (1998) karbon aktif adalah karbon yang telah diaktifkan baik secara fisika maupun kimia, yang menghasilkan karbon dengan pori-pori lebih terbuka. Karbon mempunyai luas permukaan dan struktur yang berongga, sehingga dapat menyerap kotoran dalam larutan. Gambar di bawah ini adalah contoh karbon kayu sengon.



Gambar 1. Karbon aktif kayu sengon ukuran *granul* (2,34 mm)

Jadi karbon biasa dan karbon aktif merupakan hasil pembakaran bahan seperti kayu, kulit, sabut kelapa, sekam padi, tempurung kelapa dan batu bara. Hanya yang membedakan adalah pemberian perlakuan khusus pada karbon aktif baik secara kimiawi maupun fisika agar rongga-rongga yang terdapat di dalamnya semakin terbuka sehingga daya serapnya semakin tinggi. Mutu karbon aktif dikatakan baik apabila kadar unsur karbon sangat tinggi, sedangkan kadar abu dan air di dalamnya sangat kecil.

Karbon aktif mempunyai daya serap yang tinggi dan sekarang sudah marak digunakan untuk mengolah limbah cair dengan cara penyerapan zat-zat kimia terlarut. Karbon aktif dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu bubuk dan granular. Karbon bentuk bubuk digunakan untuk absorpsi dalam suatu larutan, sedangkan karbon bentuk granular digunakan untuk absorpsi gas dan uap, dikenal pula sebagai karbon

pengabsorpsi gas (Surya Efendy,2004:11). Selain penggunaannya yang berbeda, karbon aktif serbuk dan butiran juga mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing (Nurhidayati, 2010:11).

(1) Karbon Aktif Serbuk (*Powder*)

- Kelebihan
 - Sangatlah ekonomis karena ukuran butiran yang kecil.
 - Luas permukaan kontak per satuan luas besar.
 - Kontak menjadi sangat baik dengan mengadakan pengadukan cepat dan merata.
 - Tidak memerlukan tambahan alat karena karbon akan mengendap bersama lumpur yang terbentuk.
- Kelemahan
 - Karena serbuk yang sangat halus, jadi mudah terbawa angin sehingga sulit tercampur air.
 - Karbon yang tercampur dengan lumpur sulit untuk diregenerasi sehingga biaya operasional mahal.
 - Kemungkinan terjadi penyumbatan lebih besar karena karbon bercampur dengan polutan membentuk lumpur

(2) Karbon Aktif Butiran (*Granule, Gravel*)

- Kelebihan
 - Pengoperasian mudah karena ukuran relatif besar.
 - Proses berjalan cepat karena tidak terbentuk endapan.
 - Karbon tidak bercampur dengan lumpur sehingga dapat diregenerasi.
- Kelemahan
 - Memerlukan tambahan unit pengolah, yaitu unit filter yang berupa penyaring seperti kertas saring.
 - Luas permukaan kontak persatuan berat lebih kecil karena ukuran butiran karbon besar.
 - Pada beberapa jenis arang akan mengambang karena massa jenisnya lebih kecil daripada air.

Pada penelitian ini jenis karbon aktif yang digunakan adalah *granule* dengan karbon aktif berukuran 2,38 mm.

b. Proses Pembuatan Karbon Aktif

Prinsip dasar pembuatan karbon aktif adalah pirolisis bahan, yaitu pembakaran tanpa atau dengan sedikit oksigen, dengan kata lain pembakaran dilakukan tanpa berhubungan dengan udara luar, sehingga akan terjadi dekomposisi komponen-komponen dalam bahan. Selanjutnya

bahan karbon hasil pirolisis diaktifkan untuk menambah keaktifan karbon dengan memperluas pori-pori karbon.

Pembuatan karbon aktif dilakukan dalam dua tahap yaitu tahap pembuatan arang yang dinamakan karbonasi dan proses pengaktifan dari arang yang disebut proses aktivasi (Titus, 2006:9).

a. Proses Karbonisasi

Proses karbonisasi merupakan salah satu tahap yang penting dalam pembuatan karbon aktif. Dilakukan dengan cara membakar kayu sengon dalam tungku reaktor buatan bersuhu tinggi. Pemanasan yang perlu dilakukan yaitu pada temperatur 500 °C selama 4 jam dengan tujuan untuk menghilangkan kandungan zat yang mudah menguap sehingga akan terbentuk struktur pori awal (Jankowska dkk, 1991).

b. Proses Aktivasi

Proses aktivasi bertujuan untuk memperbesar ukuran pori dan luas permukaan karbon sehingga menaikkan kemampuan absorpsi bahan karbon aktif. Proses aktivasi karbon dapat dilakukan dengan dua cara yaitu :

(1) Aktivasi kimia

Aktivasi kimia bertujuan untuk menempelkan ion aktif pada karbon, sehingga karbon akan memiliki kemampuan untuk mengikat ion-ion logam, maupun zat-zat beracun dalam limbah. Bahan kimia yang dapat digunakan sebagai bahan aktivator antara

lain asam sulfat, asam klorida, natrium karbonat, kalium karbonat, garam-garam ammonium, asam sitrat dan garam nikel. Dalam penelitian ini aktivasi karbon tidak dilakukan secara kimia hanya dilakukan aktivasi secara fisika.

(2) Aktivasi fisika

Aktivasi fisika bertujuan untuk membuka permukaan karbon dan memperbesar pori-pori karbon dengan menggunakan gas untuk mengoksidasikan karbon pada suhu yang tinggi. Gas yang biasa digunakan adalah karbondioksida dan udara atau gabungan antara keduanya (Austin, 1996). Bila suhu aktivasi semakin tinggi maka luas permukaan karbon aktif yang dihasilkan semakin luas.

Pada penelitian ini aktivasi fisika dilakukan dengan cara pemanasan karbon yang sudah dibentuk dan memasukkannya ke dalam *oven* dengan suhu 200°C selama 1 jam. Pemanasan bertujuan untuk mengurangi kadar air yang terdapat dalam karbon aktif, selain itu pemanasan hanya dilakukan selama 1 jam dan dalam suhu 200°C dikarenakan apabila terlalu lama dan terlalu panas maka absorben akan hancur.

4. Kerikil Sungai Krasak

Sungai Krasak atau yang lebih dikenal oleh penduduk setempat sebagai kali krasak adalah nama sungai yang mengalir dari Gunung Merapi ke arah barat daya hingga bermuara di Kali Progo. Kali Krasak memisahkan Provinsi Jawa Tengah dan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Gambar di bawah ini adalah gambar Sungai Krasak.



Gambar 2. Sungai Krasak, Tempel, Yogyakarta

Kerikil Sungai Krasak merupakan batuan vulkanik sisa dari erupsi Gunung Merapi yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi karena kualitasnya yang bagus. Sedangkan kerikil adalah bebatuan kecil biasanya batu granit yang dipecahkan. Kandungan silika pada batu kerikil tersebut dapat dijadikan sebagai bahan absorben khususnya untuk penjernihan air. Untuk penyaringan air kerikil berfungsi sebagai menyaring sesuatu partikel yang akan tertahan pada kerikil dan celah agar air dapat mengalir melalui lubang bawah. Gambar di bawah ini adalah kerikil Sungai Krasak.



Gambar 3. Kerikil dari Sungai Krasak, Tempel, Yogyakarta

5. Pasir Pantai Indrayanti

Pantai Indrayanti merupakan salah satu pantai yang berada di Kabupaten Gunung Kidul Daerah Istimewa Yogyakarta. Pantai yang terletak di Desa Tepus ini bersebelahan dengan Pantai Sundak. Pasir Putih membentang dari timur ke barat di Pantai Indrayanti. Gambar di bawah ini adalah Pantai Indrayanti.



Gambar 4 . Pantai Indrayanti, Desa Sidoharjo, Kecamatan Tepus, Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta.

Daerah pantai atau pesisir merupakan wilayah sepanjang garis pantai yang sekiranya masih terkena pengaruh langsung dari aktivitas laut dengan berbagai proses yang berlangsung di daerah pesisir yang tenaganya berasal dari ombak, arus, pasang surut, tenaga tektonik, menurunnya permukaan air laut. Penyusun utama lantai dasar daerah pantai ini umumnya didominasi oleh pasir. Endapan pasir yang berada di daerah pantai yang memiliki lereng landai, umumnya berasal dari daerah pedalaman yang terangkut oleh aliran sungai kemudian terbawa oleh arus laut sepanjang pantai dan selanjutnya dihembus gelombang ke daratan.

Pasir silika telah lama dikenal sebagai salah satu bahan penyaring air yang baik. Kualitas pasir juga dipengaruhi oleh musim. Pada musim penghujan kualitas pasir lebih baik dibandingkan dengan musim kemarau (Suparno,et all., 2012). Media yang digunakan dalam filtrasi adalah pasir yang mempunyai pori-pori (ruang antar pasir) yang cukup kecil. Dengan demikian partikel-partikel yang mempunyai ukuran butir lebih besar dari ruang antar butir pasir media dapat tertahan. Pasir yang sangat halus akan lebih cepat mampat (*clogging*), tetapi jika terlalu besar maka suspensi atau partikel halus akan lolos. Ukuran yang sering dipergunakan dalam proses filtrasi yaitu antara 0,2 - 0,4 mm pada saringan pasir lambat dan 0,36 - 0,6 mm pada saringan pasir cepat. Pasir yang dipergunakan dalam filter harus bebas dari lumpur, kapur dan unsur-unsur organik. (Tri Joko, 2010: 112). Gambar di bawah ini adalah pasir Pantai Indrayanti.



Gambar 5. Pasir Pantai Indrayanti

6. Air

a. Air Baku

Air adalah unsur yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup termasuk manusia. Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Salah satu penggunaan air yaitu untuk memenuhi keperluan rumah tangga, misalnya untuk minum, masak, mandi, cuci dan pekerjaan lainnya. Selain sebagai kebutuhan utama untuk kelangsungan hidup manusia, air juga berperan sebagai penentu kesehatan masyarakat.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 16 Tahun 2005, bahwa yang dimaksud dengan “Air baku untuk air minum rumah tangga, yang selanjutnya disebut air baku adalah air yang dapat berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah dan atau air hujan yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum”. Pasokan sumber air baku dapat berasal dari sumber air hujan, air tanah

(mata air, air tanah dangkal, air tanah dalam), serta air permukaan (sungai, telaga, danau) (Tri Joko, 2010: 53).

b. Air Tanah

Menurut definisi Undang-undang sumber Daya Air, air tanah merupakan air yang terdapat di dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah (Sujana, 2006). Air tanah (*ground water*) berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi yang kemudian mengalami perkolasi atau penyerapan ke dalam tanah dan mengalami proses filtrasi secara alamiah. Proses-proses yang telah dialami air hujan tersebut, di dalam perjalanannya ke bawah tanah, membuat air tanah menjadi lebih baik dan lebih murni dibandingkan dengan air permukaan.

Air tanah adalah air yang berada di dalam tanah. Air tanah diperoleh dengan cara menggali tanah. Air tanah yang sebagian besar berasal dari air permukaan dan air hujan relatif lebih bersih, hanya saja di sebagian wilayah Indonesia air tanah dimungkinkan terlalu banyak mengandung bahan kimia tertentu. Contohnya pada daerah berpasir, maka kemungkinan kandungan besi dalam air tinggi, pada daerah berkapur maka kemungkinan kandungan kalsium dalam air akan berlebihan. (Nur Hidayati.2006: 24-25).

Menurut Wahyu Nugroho dan Setyo Purwoto (2013: 49), air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah di dalam zona jenuh dimana tekanan hidrostatiknya sama atau lebih besar dari tekanan

atmosfer. Air tanah terbagi atas air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal, terjadi karena adanya daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Air dangkal ini ditinjau dari segi kualitas baik, segi kuantitas kurang dan tergantung pada musim. Air tanah dalam, terdapat setelah lapis rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam tak semudah pada air tanah dangkal karena harus digunakan bor dan memasukkan pipa kedalamnya sehingga dalam suatu kedalaman biasanya antara 100-300 m.

c. Air Bersih Sebagai Air Minum

- Syarat-syarat Air Bersih sebagai Sumber Air Minum

Air tanah yang bisa dikonsumsi sebagai air bersih untuk air minum harus memenuhi standar air yang layak. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI tahun 1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum, untuk bisa dikonsumsi manusia, air harus memenuhi syarat-syarat fisika, kimia, kualitas bakteriologis, dan syarat radiologis, dimana air minum harus bebas dari bahan-bahan anorganik dan organik. Dengan kata lain kualitas air minum harus bebas bakteri, zat kimia, racun, limbah berbahaya dan lain sebagainya.

Dalam pengertian sehari-hari, air bersih ialah air yang jernih (tidak berwarna), tawar, tidak berbau, dan tidak berasa. Jernih berarti air bebas atau sedikit sekali tercemar lumpur. Tidak berwarna artinya

tidak mengandung bahan-bahan organik dan tidak mengandung bahan-bahan kimia yang berbahaya bagi kesehatan. Tidak berbau artinya tidak terjadi pelapukan di dalam air oleh mikroorganisme, karena bau yang kadang tercium dalam air merupakan ciri terjadinya proses pelapukan bahan-bahan organik oleh mikroorganisme dalam air.

Syarat fisika diwujudkan dalam bentuk kekeruhan, bau, warna, dan rasa. Parameter fisika yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan, antara lain berupa bau, warna, jumlah zat padat terlarut, kekeruhan, rasa, dan suhu. Air yang tercemar logam besi (Fe) dan bakteri coliform akan berbau, padahal air sama sekali tidak ada rasanya. Secara kimiawi, air minum harus ber-pH netral, kalau terasa asam berarti pH-nya di bawah tujuh, dan kalau terasa pahit pH-nya di atas tujuh. Syarat kimia dan biologi terpenting yang perlu diperhatikan adalah kandungan bahan-bahan kimia dan bakteri didalam air. Kandungan bahan kimia dan bakteri dalam air tidak boleh melebihi ambang batas (lihat lampiran 6 hal.105).

7. Air Minum

Manusia membutuhkan air untuk berbagai macam keperluan, seperti mandi, memasak dan yang paling penting untuk konsumsi sehari-hari (Pradana dan Bowo, 2013). Air merupakan suatu kebutuhan yang tidak dapat ditinggalkan untuk ekhidupan manusia. Bukan hanya jumlahnya yang penting,

tetapi juga mutu air diperlukan untuk penggunaan tertentu. Air yang dapat diminum dapat diartikan sebagai air yang bebas dari bakteri yang berbahaya dan ketidakmurnian secara kimiawi. Air minum harus bersih dan jernih, tidak berwarna dan tidak berbau, dan tidak mengandung bahan tersuspensi atau kekeruhan (Buckle et al., 2009)

Menurut Sandra dan Lilis (2007) menyatakan bahwa air minum merupakan air yang dapat diminum langsung tanpa dimasak terlebih dahulu. Sedangkan air bersih merupakan air yang digunakan keperluan sehari-hari, memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum setelah dimasak terlebih dahulu.

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk hajat hidup orang banyak, bahkan oleh semua makhluk hidup. Oleh karena itu, sumber daya air harus dilindungi agar tetap dimanfaatkan dengan baik oleh manusia serta makhluk hidup yang lain. Pengamatan dan pelestarian sumber daya air harus terus diperhatikan semua pengguna air, termasuk juga oleh pemerintah baik pemerintah pusat maupun pemerintah daerah. Pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan dengan cara yang bijaksana, dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang maupun generasi yang akan datang (Efendy, 2003).

Penyediaan air bersih, selain kuantitasnya, kualitasnya pun harus memenuhi standar yang berlaku. Untuk itu perusahaan air minum selalu memeriksa kualitas airnya sebelum didistribusikan pada pelanggan, karena air

baku belum tentu memenuhi standar, maka perlu dilakukan pengolahan agar memenuhi standar air minum. Air minum yang ideal harus jernih, tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau dan tidak mengandung kuman patogen. Air seharusnya tidak korosif, tidak meninggalkan endapan pada seluruh jaringan distribusinya. Pada hakekatnya persyaratan ini dibuat untuk mencegah terjadinya serta meluasnya penyakit bawaan air atau water borne diseases (Kharismajaya, 2013).

Air adalah salah satu dari materi yang dibutuhkan untuk menjaga kelangsungan hidup makhluk hidup dan juga menjadi salah satu sumber penyebab dari penyakit yang menyerang manusia. Hal utama yang perlu diperhatikan dalam mengolah air yang akan dikonsumsi adalah menyediakan air yang aman dikonsumsi dari segi kesehatan. Sumber air, baik air permukaan maupun air tanah, akan terus mengalami peningkatan kontaminasi pencemar disebabkan meningkatnya aktivitas pertanian dan industri. Air hasil produksi yang diharapkan konsumen adalah air yang bebas dari warna, kekeruhan, rasa, bau, nitrat, ion logam berbahaya dan berbagai macam senyawa kimia organik seperti pestisida dan senyawa terhalogenasi. Permasalahan kesehatan yang berkaitan dengan kontaminan tersebut diatas meliputi kanker, gangguan pada bayi yang lahir, kerusakan jaringan saraf pusat, dan penyakit jantung (Sawyer, 1994).

Menurut Soetomo (2003) bahwa sekarang ini kebutuhan air bagi masyarakat dipasok oleh PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) yang

merupakan Badan Usaha Milik Daerah. Selain itu, air minum masyarakat juga berasal dari perusahaan swasta yaitu air minum dalam kemasan (AMDK), yang tergabung dalam Asosiasi Perusahaan Air Minum Dalam Kemasan Indonesia (Aspadin), dan air minum yang diproduksi oleh depo-depo yang tergabung dalam asosiasi Pengusaha depo air (Aspada).

(sumber: <http://www.desabombana.com/2014/07/contoh-skripsi-penelitian-air-isi-ulang.html> ,diakses pada 26 November 2015)

8. Absorpsi

Absorpsi atau proses penyerapan adalah suatu proses masuknya suatu molekul gas atau larutan yang disebut absorbat (zat yang terserap) ke dalam suatu zat yang disebut absorben (zat penyerap). Zat padat dapat digunakan sebagai absorben apabila mempunyai pori-pori yang berongga dan struktur kimianya memiliki kemungkinan untuk berinteraksi dengan absorbat (Hery Priyanto, 2002:6).

Proses absorpsi ini dijumpai terutama dalam atau media karbon aktif mempunyai ruang pori sangat banyak dengan ukuran tertentu. Pori-pori ini dapat menangkap partikel-partikel yang halus (molekul) dan menjebakannya di sana. Dengan berjalannya waktu pori-pori ini pada akhirnya akan jenuh karena sudah dipenuhi oleh partikel-partikel halus sehingga tidak akan mampu untuk menyerap partikel-partikel yang halus lagi.

Proses absorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu (Ika Indah L,2005:22):

- a. Karakteristik fisik dan kimia absorben, antara lain luas permukaan, ukuran pori, absorpsi kimia dan sebagainya.
- b. Karakteristik kimia absorbat, antara lain ukuran molekul, polaritas molekul, komposisi kimia dan sebagainya
- c. Konsentrasi absorbat dalam larutan
- d. Karakteristik larutan, antara lain pH dan temperature
- e. Lama waktu absorpsi

9. Adsorpsi

Adsorpsi atau proses penjerapan adalah suatu peristiwa terkontakannya partikel padatan dan cairan pada kondisi tertentu sehingga sebagian cairan terjerap (menempel pada permukaan rongga) di permukaan padatan dan konsentrasi cairan yang tidak terjerap (menempel pada permukaan rongga) mengalami perubahan. Pada proses ini partikel pengotor menempel pada bagian pinggir dari bahan penyerap. Hal tersebut yang membedakan adsorpsi dan absorpsi.(Unangalim Ardhiyadi,2012:19)

10. Lux Meter

Lux meter adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur besarnya intensitas cahaya. Lux diambil dari candela (satuan intensitas cahaya), sebagai

unit standar untuk mengukur kekuatan cahaya. Sebuah candela sama seperti pencahayaan dari sebuah lilin. Ketika candela adalah sebuah unit energy, candela mempunyai sebuah unit yang dikenal dengan lumen, yang dapat mengukur cahaya yang sama dalam bentuk persepsi berdasarkan mata manusia. Sebuah lumen sama dengan cahaya yang dihasilkan pada sebuah arah dari sebuah sumber cahaya pada sebuah candela. Lux mencakup permukaan area dimana cahaya tersebar, yang berpengaruh seberapa terang cahaya tersebut muncul. Sebuah lux sama dengan sebuah elemen dari cahaya yang disebarkan pada sebuah permukaan seperempat meter.

Lux meter berfungsi dengan cara menggunakan foto untuk menangkap cahaya. Kemudian lux meter mengubah cahaya tersebut menjadi *electrical current* (arus listrik). Mengukur arus ini memungkinkan alat untuk mengkalkulasi nilai lux dari cahaya yang ditangkap. Ada 2 jenis lux meter yaitu luxmeter analog dan lux meter digital. Dalam penelitian ini digunakan lux meter digital karena lebih memudahkan semua orang dalam membaca hasil pengukuran dan bisa membaca hasil pengukuran yang sangat kecil.

Berikut ini adalah gambar lux meter yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 6. Lux Meter

Alat ini di dalam memperlihatkan hasil pengukurannya menggunakan format digital. Alat ini terdiri dari rangka, sebuah sensor dengan sel foto dan layar panel. Sensor tersebut diletakan pada sumber cahaya yang akan diukur intenstasnya. Cahaya akan menyinari sel foto sebagai energi yang diteruskan oleh sel foto menjadi arus listrik. Makin banyak cahaya yang diserap oleh sel, arus yang dihasilkan pun semakin besar.

Sensor yang digunakan pada alat ini adalah *photo diode*. Sensor ini termasuk kedalam jenis sensor cahaya atau optik. Sensor cahaya atau optik adalah sensor yang mendeteksi perubahan cahaya dari sumber cahaya, pantulan cahaya ataupun bias cahaya yang mengenai suatu daerah tertentu. Kemudian dari hasil dari pengukuran yang dilakukan akan ditampilkan pada layar panel.

Berbagai jenis cahaya yang masuk pada luxmeter baik itu cahaya alami ataupun buatan akan mendapatkan respon yang berbeda dari sensor. Berbagai warna yang diukur akan menghasilkan suhu warna yang berbeda, dan panjang gelombang yang berbeda pula. Oleh karena itu pembacaan yang ditampilkan hasil yang ditampilkan oleh layar panel adalah kombinasi dari efek panjang gelombang yang ditangkap oleh sensor *photo diode*.

Pembacaan hasil pada Luxmeter dibaca pada layar panel LCD (liquid Crystal digital) yang format pembacaannya pun memakai format digital. Format digital sendiri didalam penampilannya menyerupai angka 8 yang terputus-putus. LCD pun mempunyai karakteristik yaitu Menggunakan molekul asimetrik dalam cairan organik transparan dan orientasi molekul diatur dengan medan listrik eksternal.

Hampir semua lux meter terdiri dari rangka sebuah sensor dengan sel foto, dan layer panel. Sensor diletakkan pada sumber cahaya. Cahaya akan menyinari sel foto sebagai energi yang diteruskan oleh sel foto menjadi arus listrik. Makin banyak cahaya yang diserap oleh sel, arus yang dihasilkan lebih besar.

(Sumber : <http://wahanablogku.blogspot.co.id/2013/06/luxmeter.html?m=1>, diakses pada 02 Februari 2016)

11. Sistem Transmisi Cahaya

Sistem transmisi cahaya biasa digunakan dalam bidang teknologi hamburan cahaya untuk mengetahui kondisi larutan dengan prinsip cahaya dirambatkan secara lurus kemudian dilewatkan ke suatu larutan kemudian diteruskan agar mengenai detektor (lux meter).

Pada sistem transmisi cahaya pada penelitian ini digunakan sumber cahaya yang bersifat polykromatis seperti lampu pijar, sehingga perlu difokuskan terlebih dahulu dengan menggunakan prisma atau pinhole agar tepat mengenai detektor. Cahaya yang datang dan melalui pinhole akan dipancarkan ke wadah yang berisi cairan. Kemudian cahaya yang melewati larutan dalam wadah merambat lagi menuju detektor. Dari detektor ini dapat dilihat dan dianalisis apa yang terjadi pada cahaya yang dipengaruhi oleh larutan yang dilewatinya.

12. Tingkat Keasaman Air (pH)

Berkaitan dengan sifat asam dan basa, larutan dikelompokkan kedalam tiga golongan, yaitu bersifat asam, bersifat basa dan netral. Sifat asam dan basa dari suatu larutan juga dapat ditunjukkan dengan mengukur pH. Larutan asam mempunyai pH lebih kecil dari 7, larutan basa mempunyai pH lebih besar dari 7, sedangkan larutan netral mempunyai pH= 7. pH larutan dapat ditentukan dengan menggunakan indikator pH (indikator universal).



Gambar 7. pH meter Digital model pH-108 merk ATC

13. Total Disolved Solid (TDS) / Total Zat Padat Terlarut

Salah satu faktor yang sangat penting dan menentukan bahwa air yang layak konsumsi adalah kandungan TDS (*Total Dissolved Solid*) atau total kandungan unsur mineral dalam air. Menurut Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum, kadar TDS yang diperbolehkan adalah 500 mg/L.

Air yang mengandung TDS tinggi, sangat tidak baik untuk kesehatan manusia. Mineral dalam air tidak hilang dengan cara direbus. Bila terlalu banyak mineral *nonorganic* di dalam tubuh dan tidak dikeluarkan, maka seiring berjalannya waktu akan mengendap di dalam tubuh yang berakibat tersumbatnya bagian tubuh. Misalnya bila mengendap di mata akan mengakibatkan katarak, bila di ginjal akan mengakibatkan batu ginjal atau batu empedu, di pembuluh darah akan mengakibatkan pengerasan pembuluh

darah, tekanan darah tinggi, stroke dan lain-lain (Wahyu Nugroho dan Setyo Purwoto, 2013: 53).

Pengukuran TDS yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode *electrical conductivity* (ukuran kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik). Prinsip kerja dari TDS meter adalah alat dicelupkan ke dalam larutan dan secara otomatis akan keluar hasil kadarnya. TDS meter yang digunakan dalam penelitian ini adalah tipe TDS-3 merk HM-Digital.

14. Besi (Fe)

Besi dengan nomor atom 26 dan massa atom 55,85, dalam Sistem Periodik Unsur Fe terletak pada periode 4 golongan VIII B. Besi melebur pada suhu 1535 °C, titik didih 3000 °C, dan mempunyai densitas 7,87 g/cm³ (Vogel 1990, dalam penelitian Danang Nugroho:2013). Besi murni merupakan logam berwarna putih keperakan, kokoh dan liat. Jarang terdapat besi komersial yang murni, biasanya besi mengandung sejumlah kecil karbida, fosfida, dan sulfida dari besi, serta sedikit grafit. Zat-zat pencemar ini memegang peranan penting dalam kekuatan struktur besi. (Vogel 1990, dalam penelitian Danang Nugroho:2013)

Besi (Fe) merupakan logam yang dihasilkan dari bijih besi. Besi merupakan salah satu elemen kimia yang dapat ditemui pada hampir setiap tempat di bumi, pada semua lapisan geologis dan semua badan air, besi yang

ada didalam air dapat berupa larutan Fe^{2+} (fero) atau Fe^{3+} (feri). Tersuspensi sebagai butir koloidal (diameter $1\mu\text{m}$) atau lebih besar misal Fe_2O_3 , FeO , $\text{Fe}(\text{OH})^3$ dan sebagainya. Tergabung dengan zat organik atau zat anorganik padat seperti tanah liat.

Proses biokimia dalam tubuh makhluk hidup selalu melibatkan unsur-unsur logam didalamnya. Pada suatu proses fisiologi yang normal, ion logam essensial sangat berperan aktifitasnya baik dalam ikatannya dengan protein, enzim maupun bentuk lain. Manusia yang sehat dalam jaringan tubuhnya selalu ditemukan ion logam yang normal. Sedang ion logam yang ditemukan terlalu rendah pada jaringan tertentu, misal darah (Fe), hati (Cu), dapat digunakan untuk mendiagnosa adanya kelainan pada orang yang bersangkutan yang kemungkinan menderita defisiensi atau penyakit lainnya.

Air yang tinggi kandungan besi (Fe), apabila bersentuhan dengan udara menjadi keruh, berbau dan tidak sehat untuk dikonsumsi. Selain penampilan yang tidak sehat, air yang tinggi kandungan besi mempunyai rasa tidak enak. Berdasarkan alasan ini ditetapkan bahwa air untuk kebutuhan rumah tangga tidak boleh mengandung lebih dari 0,3 mg/l besi (Fe). (Kacaribu, K. , dalam penelitian Danang Nugroho:2013)

15. Total Coliform

Sumber-sumber air di alam pada umumnya mengandung bakteri, baik air angkasa, air permukaan, maupun air tanah. Jumlah dan jenis bakteri berbeda sesuai dengan tempat dan kondisi yang mempengaruhinya. Air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari haruslah bebas dari bakteri patogen. Bakteri golongan coli (*coliform* bakteri) tidak merupakan bakteri patogen, tetapi bakteri ini merupakan indikator dari pencemaran air oleh bakteri patogen (Soemirat, 2000).

Menurut Permenkes RI No. 416/Menkes/Per/IX/1990, bakteri *coliform* yang memenuhi syarat untuk air bersih bukan perpipaan adalah <50/100 ml dalam MPN (*most probable number*). Sedangkan kadar maksimum total *coliform* yang diperbolehkan untuk air minum yang diatur di dalam Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010 adalah 0 jumlah per 100 ml sampel.

Bakteri *coliform* adalah golongan bakteri intestinal, yaitu bakteri yang hidup di dalam saluran pencernaan manusia. Bakteri *coliform* adalah bakteri indikator keberadaan bakteri patogenik lain. Contoh bakteri *coliform* adalah *Eserchia coli* dan *Entrobacter aerogenes*. Jadi, *coliform* adalah indikator kualitas air. Makin sedikit kandungan *coliform*, artinya kualitas air semakin baik (C Khairunisa, 2013:26).

Eserchia coli merupakan bagian dari mikroba normal saluran pencernaan, namun apabila masuk ke dalam saluran pencernaan dalam jumlah banyak dapat membahayakan kesehatan. Hal ini telah terbukti bahwa

E. Coli mampu menyebabkan *gastroenteritis* (peradangan pada saluran pencernaan) taraf sedang hingga parah pada manusia. Sehingga, air yang akan digunakan untuk keperluan sehari-hari berbahaya dan dapat menimbulkan penyakit.

16. Pipa Filtrasi

Pipa filtrasi yang digunakan menggunakan menggunakan sistem FAS (Filtrasi, Absorpsi, dan Sedimentasi). Sistem FAS merupakan pengolahan air secara fisika yang mudah dilakukan oleh masyarakat umum yaitu dengan penyaringan (filtrasi), pengendapan (sedimentasi), dan absorpsi. Penyaringan (filtrasi) merupakan proses pemisahan antara padatan/koloid dengan cairan. Pengendapan (sedimentasi) merupakan proses pengendapan bahan padat dari air olahan, prinsip sedimentasi adalah pemisahan bagian padat dengan memanfaatkan gaya gravitasi sehingga bagian yang padat berada di dasar kolom pengendapan sedangkan air murni diatas. Sedangkan absorpsi merupakan proses penyerapan bahan-bahan tertentu. Dengan penyerapan tersebut air menjadi jernih karena zat-zat di dalamnya diikat oleh absorben.

Pipa filtrasi pada penelitian ini menggunakan sistem aliran *down flow* (aliran dari atas ke bawah) dan sistem aliran *up flow* (aliran dari bawah ke atas). Sehingga pipa filtrasi dibuat pada sambungan pipa 1 ke pipa 2 ada di bawah sedangkan sambungan pipa 2 ke pipa 3 ada di atas, begitu pula dengan

pipa 3 ke pipa 4 sambungan berada di bawah dan pipa 4 ke pipa 5 sambungan ada di bawah.



Gambar 8. Pipa Filtrasi

B. Kerangka Berfikir

Air merupakan kebutuhan pokok manusia serta makhluk hidup lainnya. Karena ada air, maka terdapat kehidupan. Air sebagai komponen lingkungan hidup akan mempengaruhi dan dipengaruhi oleh komponen lainnya. Air yang kualitasnya buruk akan mengakibatkan kondisi lingkungan hidup menjadi buruk sehingga akan mempengaruhi kondisi kesehatan dan keselamatan manusia serta kehidupan makhluk lainnya.

Air yang layak minum mempunyai standar persyaratan yang telah diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/MENKES/PER/IV/2010. Salah satu syarat air minum yang sehat harus bebas dari unsur-unsur kimia seperti bahan-bahan anorganik. Fe merupakan jenis logam anorganik yang biasanya terkandung dalam air sumur. Kandungan besi

yang tinggi dalam air tanah menyebabkan air berwarna kekuningan/kemerahan dan berbau. Pada akhirnya kandungan besi yang tinggi dalam air tanah dapat menyebabkan dampak yang lebih mengkhawatirkan, yaitu dampak kronis dari unsur-unsur kimia yang berbahaya bagi manusia. Selain kandungan besi, parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan adalah kandungan total coliform, karena mengkonsumsi air minum yang mengandung bakteri tersebut dapat berakibat menimbulkan penyakit. Air minum yang layak untuk dikonsumsi juga harus memenuhi syarat fisik air minum. Persyaratan fisik air minum tersebut antara lain air harus jernih tidak keruh, tidak mengandung padatan atau total zat padat terlarut (zat padat terlarut max.500 Mg/L), dan pH netral (6,5-8,5).

Salah satu cara untuk menangani masalah yang terjadi pada air sumur di LPPMP UNY, maka perlu dilakukan pengolahan tertentu terhadap air sumur sehingga aman untuk dikonsumsi. Untuk menangani masalah tersebut, sehingga diperlukan cara pengolahan air tanah atau air sumur yang tepat, sehingga didapatkan air dengan kualitas yang memenuhi syarat kesehatan. Untuk itu peneliti memanfaatkan karbon aktif kayu sengon, kerikil aktif sungai krasak, dan pasir aktif pantai Indrayanti yang diharapkan dapat mengabsorpsi berbagai zat pengotor dalam air sumur.

Oleh karena itu peneliti membuat pipa filtrasi dengan variasi bahan absorben yaitu karbon aktif kayu sengon, kerikil aktif sungai krasak, dan pasir aktif pantai indrayanti. Sebelum digunakan untuk filtrasi, semua bahan absorben di aktivasi dengan cara dioven dengan suhu 200°C dalam waktu 60 menit. Untuk

melakukan filtrasi menggunakan berbagai variasi massa absorben dan variasi campuran absorben pada pipa filtrasi tersebut. Hasil dari filtrasi tersebut selanjutnya diuji pH, total zat padat terlarut / total dissolved solid (TDS), intensitas transmisi cahaya, serta uji kadar Fe dan uji tambahan yaitu uji kadar total *coliform* pada variasi absorben dengan hasil Efisiensi transmisi cahaya tertinggi dan efisiensi penyerapan kadar Fe tertinggi, sehingga didapatkan hasil air yang sesuai dengan standar kualitas air minum yang ditentukan atau yang berlaku.