

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Dasar Teori

1. Air Bersih

Pengertian air bersih menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32/Menkes/Per/IX/2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk keperluan Hygiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua* dan Pemandian Umum, adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum apabila telah dimasak. Kualitas air secara umum menunjukkan mutu atau kondisi air yang dikaitkan dengan suatu kegiatan atau keperluan tertentu, sehingga perlu diketahui bagaimana air dikatakan bersih dari segi kualitas dan dapat digunakan dalam jumlah yang memadai dalam kegiatan sehari-hari.

2. Sumber-Sumber Air Bersih

a. Air permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang turun dipermukaan bumi dan berkumpul di suatu tempat yang relatif rendah seperti sungai, danau dan laut. Air permukaan yang biasa dimanfaatkan adalah air sungai. Air sungai yang belum tercemar tidak berbau tidak berasa dan tampak terlihat bening karena pasir bebatuan pada sungai yang dilewati dianggap telah menjadi penyaring air yang dapat diandalkan. Sementara kondisi air sungai perkotaan air telah banyak tercemar.

Selain itu kualitas air sungai dapat menurun pada saat mengalir dari hulu ke hilir banyak dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari seperti untuk usaha pertanian, peternakan, perikanan, keperluan rumah tangga. Kondisi tersebut diperparah dengan ulah masyarakat yang membuang sampah rumah tangga disungai. Jumlah air permukaan dipengaruhi oleh kondisi geografis, musim dan aktivitas manusia.

b. Air hujan

Air hujan berasal dari air permukaan bumi yang diuapkan oleh sinar matahari. Air permukaan tersebut berupa air sungai, air danau, dan air laut. Air hujan yang bersih dapat di peroleh dengan menampung air hujan tersebut dari langit tanpa melauai talang air atau sejenisnya, karena air yang telah jatuh ke talang tidak terjamin kebersihannya karena sudah tercampur dengan kotoran dan debu yang ada ditalang air tersebut. Kualitas air yang dihasilkan air hujan merupakan air murni sama seperti air suling atau *aquades* yang dihasilkan melalui proses *destilasi* atau penyulingan.

c. Air tanah

Air tanah adalah air yang berada didalam tanah. Air tanah dibagi menjadi dua, air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal merupakan air yang berasal dari air hujan yang diikat oleh pohon. Air tanah ini terletak tidak jauh dari permukaan tanah serta berada dilapisan kedap air. Sedangkan air tanah dalam adalah air hujan yang meresap ke dalam tanah lebih dalam lagi melalui proses *adsorsi* serta

filtrasi oleh batuan dan mineral di dalam tanah. Sehingga berdasarkan prosesnya air tanah dalam lebih jernih dari air tanah dangkal.

d. Air mata air

Pada dasarnya air mata adalah air hujan yang meresap ke dalam tanah yang melalui proses filtrasi dan adsorpsi oleh batuan dan mineral di dalam tanah. Air mata air yang baik berasal dari pegunungan vulkanik karena mineral-mineral yang terdapat di dalamnya dapat mengadsorpsi kandungan logam dalam air dan bakteri. Walaupun berasal dari sumber mata air pegunungan, namun air tersebut perlu diolah kembali agar menjadi layak diminum sesuai standar kesehatan.

3. Kualitas Air Bersih

Kualitas air bersih yang digunakan harus memenuhi baku mutu sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32/Menkes/Per/IX/2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Hygiene Sanitasi, Kolam Renang *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum, meliputi :

a. Syarat kualitas fisik meliputi bau, zat padat terlarut (*total dissolved solid*), kekeruhan, suhu, rasa dan warna

1) Bau

Bau pada air dapat disebabkan karena benda asing yang masuk ke dalam air seperti bangkai binatang, bahan buangan, ataupun disebabkan oleh proses penguraian senyawa organik oleh bakteri. Pada peristiwa penguraian senyawa organik yang

dilakukan oleh bakteri tersebut dihasilkan gas-gas berbau menyengat dan bahkan ada yang beracun. Pada peristiwa penguraian zat organik berakibat meningkatkan penggunaan oksigen terlarut di air (BOD = *Biological Oxigen Demand*) oleh bakteri dan mengurangi kuantitas oksigen terlarut (DO = *Disvolved Oxigen*) di dalam air.

Bau pada air minum dapat dideteksi dengan menggunakan hidung. Tujuan deteksi bau pada air minum yaitu untuk mengetahui ada atau tidaknya bau yang berasal dari air minum yang disebabkan oleh pencemar. Apabila air minum memiliki bau maka dapat dikategorikan sebagai air minum yang tidak memenuhi syarat dan kurang layak untuk di manfaatkan sebagai air minum.

2) zat padat terlarut TDS (*total dissolved solid*)

zat padat terlarut TDS (*total dissolved solid*) dalam air dalam jumlah yang melebihi batas maksimal yang diperbolehkan (1000 mg/L). Padatan yang terlarut di dalam air berupa bahan-bahan kimia anorganik dan gas-gas yang terlarut. Air yang mengandung jumlah padatan melebihi batas menyebabkan rasa yang tidak enak, menyebabkan mual, penyebab serangan jantung (*cardiacdisease*) dan (*tixaemia*) pada wanita hamil (Efendi Helfi, 2003)

3) Kekерuhan

Kekeruhan adalah efek optik yang terjadi jika sinar membentuk material tersuspensi di dalam air. Kekeruhan air dapat ditimbulkan oleh adanya bahan-bahan organik dan anorganik seperti lumpur dan buangan. Dari permukaan tertentu yang menyebabkan air sungai menjadi keruh. Kekeruhan walaupun hanya sedikit dapat menyebabkan warna yang lebih tua dari warna sesungguhnya. Air yang mengandung kekeruhan tinggi akan mengalami kesulitan bila diproses untuk sumber air bersih. Kesulitannya antara lain dalam proses penyaringan. Hal lain yang tidak kalah pentingnya adalah bahwa air dengan kekeruhan tinggi akan sulit untuk didisinfeksi, yaitu proses pembunuhan terhadap kandungan mikroba yang tidak diharapkan. Tingkat kekeruhan dipengaruhi oleh pH air, kekeruhan pada air minum umumnya telah di upayakan sedemikian rupa menjadi air bersih.

4) Suhu

Suhu air yang baik mempunyai temperatur normal, $\pm 3^{\circ}\text{C}$ dari suhu kamar (27°C) untuk higiene sanitasi. Suhu air yang melebihi batas normal menunjukkan indikasi terdapat bahan kimia yang terlarut dalam jumlah yang cukup besar (misalnya fenol atau belerang) atau sedang terjadi proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme. Jadi apabila kondisi air seperti itu sebaiknya tidak diminum.

5) Rasa

Rasa yang terdapat di dalam air baku dapat dihasilkan oleh kehadiran organisme seperti mikroalga dan bakteri, adanya limbah padat dan limbah cair seperti hasil buangan dari rumah tangga dan kemungkinan adanya sisa-sisa bahan yang digunakan untuk disinfeksi misalnya klor. Timbulnya rasa pada air minum biasanya berkaitan erat dengan bau pada air tersebut. Pada air minum, rasa diupayakan agar menjadi netral dan dapat diterima oleh pengguna air. Rasa pada air minum dapat dideteksi dengan menggunakan indera penyerap. Dimana tujuan dari deteksi rasa pada air minum adalah untuk mengetahui kelainan rasa air dari standar normal yang dimiliki oleh air, yaitu netral.

6) Warna

Warna pada air disebabkan oleh adanya bahan kimia atau mikroorganik (*plankton*) yang terlarut di dalam air. Warna yang disebabkan bahan-bahan kimia disebut *apparent color* yang berbahaya bagi tubuh manusia. Warna yang disebabkan oleh mikroorganisme disebut *true color* yang tidak berbahaya bagi kesehatan. Air yang layak dikonsumsi harus jernih dan tidak berwarna. Batas maksimal warna air untuk higiene sanitasi adalah 50 skala TCU

b. Syarat kualitas biologi meliputi total *coliform* dan *E-Coli*

1) Bakteri

Bakteri merupakan kelompok mikroorganisme yang penting pada penanganana air. Bakteri adalah jasad renik yang sederhana, tidak berwarna dan satu sel. Bakteri berkembangbiak dengan cara membelah diri, setiap 15-30 menit pada lingkungan yang ideal. Bakteri dapat bertahan hidup dan berkembangbiak dengan cara memanfaatkan makanan terlarut dalam air. Bakteri tersebut berperan dalam dekomposisi unsur organik dan akan menstabilkan perhatian di dalam air minum terutama bakteri *Escherichia-Coli* yaitu koliform yang dijadikan indikator dalam penentuan kualitas air minum.

2) Virus

Virus adalah berupa makhluk yang bukan organisme sempurna, antara benda hidup dan tidak hidup, berukuran sangat kecil antar 20-100 nm atau sebesar 1/50 kali ukuran bakteri. Perhatian utama virus pada air minum adalah terhadap kesehatan masyarakat, karena walaupun hanya 1 virus mampu menginfeksi dan menyebabkan penyakit. Virus berada dalam air bersama tinja yang terinfeksi, sehingga menjadi sumber infeksi.

Menurut Kusnaedi (2006), persyaratan mikrobiologis harus dipenuhi oleh air adalah :

- 1) Tidak mengandung bakteri patogen, misalnya bakteri golongan *Coli*, *Salmonella typii*, *Vibrio cholera*. Kuman-kuman ini mudah tersebar melauai air (*transmitted by water*).

- 2) Tidak mengandung bakteri non patogen, seperti *Actinomyces*, *Phytoplankton*, *Coliform*, *Dadocera*.
- c. Syarat kualitas kimia meliputi kimia wajib dan kimia tambahan. Kimia wajib meliputi diantaranya pH, besi, fluorida, kesadahan (CaCO_3), mangan, nitrat, nitrit, sianida, deterjen dan pestisida. Sedangkan kimia tambahan meliputi diantaranya air raksa, arsen, kadmium, kromium, selenium, seng, sulfat, timbal, benzene dan zat organik (KMnO_4)

4. Persyaratan Air Bersih

Tabel 2. Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1	Kekeruhan	NTU	25
2	Warna	TCU	50
3	Zat padat terlarut (<i>Total Dissolved Solid</i>)	Mg/l	1000
4	Suhu	°C	Suhu udara ± 3
5	Rasa		Tidak berasa
6	Bau		Tidak berbau

Sumber Permen No 32/Menkes/Per/IX/2017

Tabel 2 berisi daftar parameter wajib untuk parameter biologi yang harus diperiksa untuk keperluan higiene sanitasi yang meliputi *total coliform* dan *escherichia coli* dengan satuan/unit *colony forming unit* dalam 100 ml sampel air.

Tabel 3. Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi.

No	Parameter Wajib	Unit	Standar Mutu Baku
1	<i>Total Coliform</i>	CFU/100ml	50
2	<i>E-Coli</i>	CFU/100ml	0

5. Kekeruhan

Kekeruhan adalah ukuran yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar untuk mengukur keadaan air. Kekeruhan akan mempengaruhi kecerahan air. Kekeruhan disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus) maupun bahan anorganik dan organik berupa *plankton* dan mikroorganisme lain (Efendi Helfi, 2003). Hal ini membuat perbedaan nyata dari segi estetika maupun dari segi kualitas air itu sendiri. Air yang memiliki kekeruhan yang tinggi dan dipergunakan sebagai bahan baku, maka air tersebut dinyatakan tidak layak konsumsi, karena tidak memenuhi baku mutu atau persyaratan yang ada. Air dikatakan keruh, apabila air tersebut mengandung partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna/rupa yang berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik yang tersebar secara baik dan partikel kecil yang tersuspensi lainnya. Padatan tersuspensi berkorelasi positif dengan kekeruhan. Semakin tinggi nilai padatan tersuspensi, nilai kekeruhan juga semakin tinggi. Akan tetapi tingginya padatan terlarut tidak selalu diikuti dengan

tingginya kekeruhan, artinya nilai padatan terlarut tinggi, tidak berarti memiliki kekeruhan yang tinggi (Efendi Helfi, 2003)

Kekeruhan tidak merupakan sifat dari air yang membahayakan, tetapi menjadi tidak disenangi karena rupanya atau akan mengurangi penerimaan konsumen terhadap air tersebut. Sehingga usaha penghilangan secara hampir sempurna bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan adalah penting. Kekeruhan dalam air merupakan satu hal yang harus dipertimbangkan dalam penyediaan air, mengingat kekeruhan tersebut akan mengurangi segi estetika dan mengurangi efektivitas usaha desinfeksi (Sutrisno, 2006)

6. Zat padat terlarut TDS (*Total Dissolved Solid*)

Zat padat terlarut TDS (*Total Dissolved Solid*) adalah terlarutnya zat padat, baik berupa ion, berupa senyawa, koloid di dalam air. Sebagai contoh adalah air permukaan apabila diamati setelah turun hujan akan mengakibatkan air sungai maupun kolam kelihatan keruh yang disebabkan oleh larutnya partikel tersuspensi didalam air. Sedangkan pada musim kemarau air kelihatan berwarna hijau karena adanya genangan di dalam air. Konsentrasi kelarutan zat padat ini dalam keadaan normal sangat rendah, sehingga tidak kelihatan mata telanjang (Situmorang, 2007). Residu dianggap sebagai kandungan total bahan terlarut dan tersuspensi dalam air. Selama penentuan residu ini, sebagian besar bikarbonat yang merupakan ion utama di perairan telah mengalami transformasi menjadi karbondioksida, sehingga karbondioksida dan gas-gas lain yang

menghilang pada saat pemanasan tidak tercakup dalam nilai padatan total (Boyd, 1982). Padatan yang terdapat di perairan diklasifikasikan berdasarkan ukuran diameter partikel, seperti yang ditunjukkan pada tabel di bawah ini :

Tabel 4. Klasifikasi padatan di Perairan Berdasarkan Ukuran Diameter

No	Klasifikasi	Ukuran Diameter μm	Ukuran Diameter mm
1	Padatan Terlarut	$< 10^{-3}$	$< 10^{-6}$
2	Koloid	10^{-3}	$10^{-6} - 10^{-3}$
3	Padatan Tersuspensi	> 1	$> 10^{-3}$

Sumber : Effendi, H 2003

Padatan Terlarut Total (*Total Dissolved Solid* atau TDS) adalah bahan-bahan terlarut (diameter $< 10^{-6}$ mm) dan koloid (diameter $10^{-6} - 10^{-3}$ mm) yang berupa senyawa-senyawa kimi dan bahan-bahan lain, yang tidak tersaring pada kertas saring berdiameter $0,45\mu\text{m}$ (Rao, 1992)

TDS biasanya disebabkan oleh bahan anorganik yang berupa ion-ion yang biasanya ditemukan di perairan. Adapun ion-ion yang terdapat di perairan ditunjukkan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 5. Ion-Ion diperairan

<i>Major Ion (Ion Utama) (1,0-1.000 mg/liter</i>	<i>Secondary Ion (Ion Sekunder) (0,01-10,0 mg/liter</i>
Sodium (Na)	Besi (Fe)
Kalsium (Ca)	Strontium (Sr)
Magnesium (Mg)	Kalium (K)
Bikarbonat (HCO_3)	Karbonat (CO_3)
Sulfat (SO_4)	Nitrat (NO_3)
Klorida (Cl)	Fluorida (F)
	Boron (Br)
	Silika (SiO_2)

Sumber : Todd, 1970

Total padatan terlarut merupakan konsentrasi jumlah ion kation (bermuatan positif) dan anion (bermuatan negatif) di dalam air. Oleh karena

itu, analisa total padatan terlarut menyediakan pengukuran kualitatif dari jumlah ion terlarut, tetapi tidak menjelaskan pada sifat atau hubungan ion. Selain itu pengujian tidak memberikan wawasan dalam masalah kualitas air spesifik. Oleh karena itu analisa total padatan terlarut digunakan sebagai uji indikator untuk menentukan kualitas umum dari air. Sumber padatan terlarut total dapat mencakup semua *kation* dan *anion* terlarut (Oram, 2010)

Total zat padat terlarut biasanya terdiri atas zat organik, garam anorganik dan gas terlarut. Bila total zat padat terlarut bertambah maka kesadahan akan naik pula. Selanjutnya efek padatan terlarut ataupun padatan terhadap kesehatan tergantung pada spesies kimia pada penyebab masalah tersebut (Slamet, 1994)

7. Angka Kuman *E-coli* dalam Air

E-coli adalah singkatan dari *Escherichia coli* jenis bakterinya adalah *Coliform* tinja biasanya ditemukan di usus hewan dan manusia dan kehadiran mereka dalam air minum merupakan indikasi yang kuat bahwa air tersebut telah terkontaminasi oleh limbah manusia atau kotoran hewan. Bakteri *E-Coli* dalam air berasal dari pencemaran atau kontaminasi dari kotoran hewan dan manusia. Kotoran dapat berisi banyak jenis organisme penyebab penyakit. sedangkan *Coliforms* tinja adalah bakteri yang berkaitan dengan limbah manusia dan hewan.

Cara *E-coli* masuk ke dalam air bersih dan air minum, *E-coli* berasal dari limbah, manusia dan hewan. Selama hujan, air membawa limbah dari kotoran hewan dan manusia meresap ke dalam tanah atau mengalir dalam

sumber air. *E-coli* dapat masuk ke dalam sungai, danau, atau air tanah. Apabila sumber air tanah dan perairan ini digunakan sebagai sumber air minum dan air bersih dan tidak melalui proses pengolahan air yang baik maka *E-coli* mungkin sekali berakhir dalam air minum dan air bersih. Walaupun kebanyakan strain tidak berbahaya dan tinggal di usus manusia dan hewan sehat, jenis virus ini menghasilkan racun yang kuat dan dapat menyebabkan penyakit parah. Infeksi sering menyebabkan diare parah dan keram perut, perlu dicatat bahwa gejala-gejala ini umumnya untuk berbagai penyakit, dan dapat disebabkan oleh sumber-sumber selain air bersih atau air minum yang terkontaminasi.

8. Sungai

Sungai adalah tempat atau wadah air termasuk sumber daya alam non hayati yang terkandung di dalamnya serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan (PP Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001).

Ditinjau dari kuantitas air sungai permukaan planet bumi sebagian besar terdiri dari perairan dari 40 juta mil kubik air yang berada di permukaan bumi dan ada di dalam tanah tidak lebih dari 0,5 % (0,2 juta mil kubik) yang secara langsung dapat digunakan untuk kepentingan manusia. Karena dari jumlah 40 juta mil kubik 97% terdiri dari air laut dan jenis air lain yang berkadar garam tinggi, 2,5 % berbentuk es dan salju

abadi yang dalam keadaan cair baru dapat dipakai manusia dan makhluk lain (Ersin Seyhan 1977).

Akibat panas sinar matahari pada permukaan bumi, permukaan air laut dan air yang ada pada makhluk hidup menguap menjadi awan yang apabila terkena dingin akan mengalami kondensasi yang akan turun menjadi hujan. Air hujan akan meresap kedalam tanah dan mengalir dipermukaan tanah menuju ke badan air sehingga air di badan air akan bertambah banyak

Kualitas air permukaan adalah air yang mengalir dipermukaan bumi, baik keberadaanya bersifat sementara dan mengalir ataupun stabil. Air permukaan bila langsung digunakan untuk kebutuhan sehari-hari perlu diperhatikan apakah air tersebut sudah tercemar atau belum. Indikator atau tanda bahwa air permukaan sudah tercemar adalah adanya perubahan atau tanda yang dapat diamati melalui :

1. Adanya perubahan warna, bau dan rasa dalam air
2. Adanya perubahan suhu air
3. Adanya perubahan pH dan konsentrasasi *ion hidrogen*
4. Timbulnya endapan, *koloidal* dan bahan terlarut
5. Adanya mikroorganisme
6. Meningkatnya radioaktivitas dalam air

Agar air permukaan dapat digunakan sebagai air bersih perlu dilakukan pengolahan air untuk perbaikan kualitas fisik air bersih dapat dilakukan misalnya penyaringan (*filtrasi*) dengan media-media seperti

pasir sungai, zeolit dan arang aktif, pada umumnya air sungai mengandung zat organik maupun anorganik, yang terkandung dalam air sungai tergantung kadar pencemaran pada air sungai tersebut dan jenis tanah yang dilalui oleh air sungai tersebut. Sungai pada umumnya akan membawa zat-zat organik, garam-garam mineral sesuai dengan jenis tanah yang dilalui. Dan pada sungai-sungai yang melalui daerah-daerah pemukiman yang padat akan mengalami pencemaran akibat buangan rumah tangga yang dapat mengakibatkan perubahan warna, peningkatan kekeruhan, rasa, bau dan lain-lain.

Air sungai tersebut mengandung zat-zat padat yang tersuspensi, berwarna kecoklatan, mengandung pH yang agak tinggi, dan tingkat kekeruhan (*turbidity*) yang juga sangat tinggi. Zat-zat padat yang tersuspensi tersebut salah satunya berasal dari lumpur bagian dasar sungai yang bergerak ke atas akibat dari banyaknya aktivitas yang terlarut. Air yang mengandung jumlah padatan melebihi batas menyebabkan rasa yang tidak enak, menyebabkan mual, penyebab serangan jantung (*cardiacdisease*), dan *tixaemia* pada wanita hamil (Efendi Helfi, 2003). Standar suhu normal air yang baik mempunyai temperatur normal ± 3 °C dari suhu kamar (27°C). Suhu air yang melebihi batas normal menunjukkan indikasi terdapat bahan kimia yang terlarut dalam jumlah yang cukup besar (misalnya, fenol atau belerang) atau sedang terjadi proses dekomposisi, bahan organik oleh mikroorganisme jadi, apabila kondisi air seperti itu sebaiknya tidak diminum. Kemudian warna, warna pada air

disebabkan oleh adanya bahan kimia atau mikroorganik (*plankton*) yang terlarut di dalam air. Warna yang disebabkan bahan-bahan kimia disebut *apparent color* yang berbahaya bagi tubuh manusia. Warna yang disebabkan mikroorganisme *true color* yang tidak berbahaya bagi kesehatan. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32/Menkes/Per/2017, tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum Air yang layak dikonsumsi harus jernih dan tidak berwarna. Batas maksimal warna air untuk higiene adalah 50 skala TCU (Awaluddin. N, 2007)

9. Media Pengolahan

a. Pasir

Pasir merupakan media penyaring yang baik dan bisa digunakan dalam proses penjernihan karena sifatnya yang berupa butiran bebas yang *porous*, berdegradasi dan *uniformity*. Butiran pasir yang mempunyai pori-pori dan celah yang mampu menyerap dan menahan partikel dalam air. Selain itu butiran pasir juga mempunyai keuntungan dalam pengadaan mudah dan harga relatif murah. Pasir berfungsi menyaring kotoran dan air, pemisahan sisa-sisa flok serta pemisahan partikel besi yang terbentuk sesudah kontak dengan udara. Selama penyaringan koloid atau tersuspensi dalam air akan di tahan dalam media *porous* tersebut sehingga kualitas air meningkat (Fransisca dalam Krisnawati, 2009).

Pasir yang digunakan harus memenuhi kualitas yang baik karena kualitas bahan penyaring akan mempengaruhi hasil penyaringan. Ukuran butiran pasir yang digunakan mempengaruhi daya absorpsi terhadap air. Semakin kecil ukuran pasir struktur agregat atau kelompok mineral akan semakin rapat sehingga hasil saring akan semakin baik sampai pada batas tertentu. Ukuran pasir menurut klasifikasi USDA (1938) di bagi menjadi (Kusnaedi, 2006) :

- 1) Pasir sangat kasar (*very coarse sand*) : 1,0 – 2,0 mm
- 2) Pasir kasar (*coarse sand*) : 0,5 – 1,0 mm
- 3) Pasir sedang (*medium sand*) : 0,25 – 0,5 mm
- 4) Pasir halus (*fine sand*) : 0,1 – 0,25 mm
- 5) Pasir sangat halus (*very fine sand*) : 0,05 – 0,1 mm

Persyaratan pasir yang digunakan adalah pasir harus bersih, tidak bercampur dengan tanah dan kotoran. Pasir sebelum digunakan sebagai media penyaring, sebaiknya dicuci sampai bersih.

b. Zeolit

Zeolit adalah kristal alumina silika yang berstruktur tiga dimensi, serta terbentuk dari tetrahedral alumina dan silika dengan rongga-rongga di dalam yang berisi ion-ion logam, biasanya berupa alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas. Zeolit berfungsi sebagai adsorben dan penyaring molekul, serta *ion exchange* (penukar ion) dalam pengolahan air. (Kusnaedi, 2010)

Zeolit adalah kristal alumina *silika tetrahedral* yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi. Zeolit tergolong dalam material nanopori dengan ukuran pori antara 0,3-1,5 nm. Sehingga zeolit dapat dimanfaatkan sebagai adsorben, penukar ion, dan katalis (Aubach, dkk, 2003). Selain itu zeolit juga dapat dimanfaatkan sebagai pendukung pada piranti elektronika yaitu sebagai material semikonduktor (Kalogeras dan Dova, 1998). Berdasarkan proses terbentuknya, zeolit dapat dibedakan menjadi dua yaitu : zeolit alam dan zeolit sintetis. Zeolit alam terbentuk secara alamiah di alam, sedangkan zeolit sintetis dibuat dari bahan yang mengandung komponen dasar alumina dan silika. Zeolit sintetis dapat dibuat dengan menggunakan bahan abu dasar sisa pembakaran batubara. Sari (2016) menyatakan bahwa abu dasar batubara dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Ombilin di Sawahlunto memiliki komposisi utama yaitu alumina (Al_2O_3) sebesar 33,172% dan silika (SiO_2) 56,232%. Kandungan alumina dan silika pada abu dasar memiliki kesamaan dengan senyawa penyusun zeolit, sehingga abu dasar dapat dimanfaatkan untuk mensintesis zeolit.

Kemampuan zeolit sebagai *ion exchange* telah lama diketahui dan digunakan sebagai penghilang polutan kimia. Dalam air zeolit juga ternyata mampu mengikat bakteri *E-Coli*. Kemampuan ini tergantung pada laju penyaringan dan perbandingan volume air dengan massa zeolit.

c. Arang Aktif

Arang aktif atau karbon aktif adalah sejenis *adsorben* material yang berbentuk bubuk yang berasal dari material yang mengandung karbon misalnya batubara dan tempurung kelapa (penyerap), berwarna hitam, berbentuk granula, bulat, pelet, atau bubuk. Arang aktif merupakan bahan alam, biasanya terbuat dari arang tempurung kelapa yang telah diaktivasi menggunakan uap air bertekanan (*steam*) dan bahan *aditif* lainnya untuk meningkatkan daya *adsorpsi*. Arang aktif ada tiga macam yaitu arang aktif serbuk memiliki ukuran lebih kecil dari 0,18 mm, sedangkan arang aktif granular memiliki ukuran 0,2-5 mm, dan arang aktif bentuk pelet dengan ukuran 0,8-5,0 mm (Kusnaedi, 2010)

Cara mengaktifkan arang ini adalah dengan memanaskan selama beberapa saat pada temperatur tinggi dan untuk menghilangkan senyawa yang tidak diperlukan dilakukan dengan pengaliran uap. Temperatur yang diperlukan adalah 900°C. Cara pengaktifan yang lain adalah dengan mengikis arang memakai bahan kimia, antara lain asam fosfor, besi klorida, dan lain-lain. Bahan kimia tingkat sedang dapat dipakai untuk merendam arangnya dan diikuti pengeringan, sampai pemanasan pada suhu 500°C (Soekardi, 2012)

Arang aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif (melakukan pemilihan), tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan.

Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25-100% terhadap berat arang aktif. Kegunaan dari arang aktif adalah sebagai bahan penghilang warna keruh, bau, dan resin dalam air di rumah tangga (Kumalasari & Satoto, 2011)

Saringan arang aktif berfungsi untuk menghilangkan polutan mikro misalnya zat organik, deterjen, bau, senyawa *phenol* serta untuk menyerap logam berat dan lain-lain. Oleh karena itu, arang aktif sangat efektif digunakan untuk media pengolahan air kotor menjadi air bersih (Widayat dan Wahyu, 2017).

Menurut Yogi & Kumalasari (2011), arang aktif dapat mengadsorbsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorbsinya selektif (melakukan pemilihan), tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25-100% terhadap berat arang aktif. Arang aktif digunakan sebagai bahan penghilang warna keruh dan bau tidak sedap

Arang aktif sebelum digunakan sebagai media filtrasi penyaring harus direndam dan dicuci bersih sampai air bekas cuciannya bening (Kusnaedi, 2010). Saringan arang aktif biasanya dilengkapi *screen* pada bagian atas untuk menghindari bergolaknya media arang aktif akibat aliran air.

d. Kerikil

Kerikil berfungsi sebagai media penyangga/penahan dalam proses penyaringan, agar media pasir, zeolit dan arang aktif tidak terbawa

aliran hasil penyaringan, sehingga penyumbatan dapat di hindari. Menurut Kusnaedi (2006), kerikil merupakan batuan yang berukuran lebih besar dari 2 mm. Kerikil mempunyai bentuk yang tidak beraturan namun ukurannya dapat disamakan melalui proses pengayakan analisa kerikil. Menurut Asmadi, dkk, (2011), persyaratan kerikil sebagai media penahan pasir harus bersih, keras, tahan lama, dan bulat-bulat

10. Pengolahan Air Sungai Sederhana

Pengolahan air sederhana adalah pengolahan sebagian yang merupakan proses pengolahan air yang menggunakan sistem dan media yang sederhana, misalnya filtrasi.

Filtrasi adalah proses penyaringan partikel secara fisik, kimia dan biologi untuk memisahkan atau menyaring partikel yang tidak terendapkan di sedimentasi melalui media berpori. Selama proses filtrasi, zat-zat pengotor dalam media penyaring akan menyebabkan terjadinya penyumbatan pada pori-pori media sehingga kehilangan tekanan akan meningkat.

Filtrasi diperlukan untuk menyempurnakan penurunan kadar kontaminan seperti bakteri, warna, rasa, bau dan Fe sehingga diperoleh air yang bersih memenuhi standar kualitas air bersih. Filter dibedakan menjadi dua macam yaitu saringan pasir lambat dan saringan pasir cepat. Air yang keluar dari penyaringan biasanya sudah jernih dan proses tersebut merupakan proses akhir dari seluruh proses pengolahan dan

penjernihan air. Air yang jernih ini dapat dipakai sebagai air minum, harus diproses lebih lanjut dengan netralisasi dan desinfeksi, agar seluruh kuman-kuman penyakit yang terkandung di dalamnya dapat dimusnahkan dan tidak dapat tumbuh kembali.

11. Sistem *Up Flow*

Pengolahan air bersih dengan sistem *up flow* mempunyai keunggulan dalam hal pencucian media saringan (pasir, zeolit dan arang aktif) yang mudah, tidak memerlukan bahan kimia sehingga biaya operasionalnya sangat murah, dapat menghilangkan kekeruhan, TDS dan *E-coli*. serta hasilnya sama dengan hasilnya sama dengan saringan pasir konvensional. Kapasitas pengolahan dapat dirancang dengan berbagai macam ukuran sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan (Asmadi, 2011).

12. Filter

Penyaring terdiri dari bak penyaring, media penyaring dan perlengkapan lain untuk operasional penyaringan. Filter yang biasa digunakan pada sistem pengolahan air bersih adalah filter cepat, filter terbuka, filter tipe gravitasi, filter yang beroperasi dengan aliran dari atas ke bawah, filter basah dan filter media.

a. Media filter

Media filter adalah bahan yang digunakan untuk filtrasi dan merupakan bagian dari filter yang menyebabkan efek filtrasi. Media filter terdiri dari material yang mengisi atau yang tersusun di dalam filter, dimana media filter dipasang diantara aliran masuk dan aliran

keluar. Supaya air dapat melewati media filter, maka media filter harus mempunyai sistem pori terbuka. Sistem pori itu disebut sebagai permukaan luar media filter. Sebagian dari pori-pori media filter diisi dengan air yang tidak mengalir, dimana bagian itu disebut permukaan dalam.

Tipe media yang digunakan antara lain :

1) *Single* media filter (saringan atau satu media)

Saringan yang menggunakan satu media, biasanya pasir atau *crushed anthracite coal*

2) *Dual* media filter (dua media saringan)

Saringan dengan menggunakan dua media, biasanya dengan pasir dan *crushed anthracite coal*

3) *Multi* media filter (banyak media)

Media yang menggunakan banyak media biasanya pasir, *crushed anthracite coal* dan garnet

b. Lapisan media filter

Lapisan media filter adalah semua partikel dan butiran yang ada di dalam satu lapisan media filter tertentu dengan ketebalan lapisan tertentu dan berat atau densitas kerapatan tertentu.

c. Ketebalan lapisan

Ketebalan lapisan adalah angka untuk ketebalan media filter yang digunakan untuk filtrasi. Pada filter dengan media penyaring

tunggal atau ganda, seringkali ada lapisan penyangga pada lantai dasar struktur filter yang terdiri dari beberapa lapisan.

d. Ukuran efektifitas partikel

Ukuran partikel dari salah satu campuran partikel yang ditentukan berdasarkan cara tertentu dari sebuah kurva semi logaritma, hubungan antara nilai yang lolos dari saringan (sebagai sumbu vertikal) dengan ukuran ayakan (sebagai sumbu horizontal).

e. Kecepatan filtrasi

Kecepatan filtrasi adalah kecepatan salah satu partikel di dalam air dari supernata mendekati/melewati penyaringan.

f. Supernata

Supernata adalah campuran yang ada diantara permukaan media filter dan permukaan air selama proses filtrasi.

13. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Filtrasi

Menurut Kusnaedi (2010), faktor-faktor yang mempengaruhi proses filtrasi antara lain :

a. Debit

Debit aliran adalah laju aliran (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang persatuan waktu. Dalam sistem satuan besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/dt). Bila kecepatan aliran dan debit air meningkat maka efektifitas penyaringan akan semakin turun. Kecepatan aliran air dan debit air akan mempengaruhi kejenuhan. Debit yang lebih kecil dapat

menurunkan Kekeruhan TDS dan angka kuman *E-Coli* lebih banyak karena waktu kontak air dalam media lebih lama.

b. Ketebalan lapisan filter

Lapisan adalah angka untuk ketebalan media filter yang digunakan untuk filtrasi. Filtrasi dengan media penyaring tunggal atau ganda. Seringkali ada lapisan penyangga. Ketebalan media filter yang efektif umumnya berkisar antara 80-120 cm. Ketebalan media sangat mempengaruhi waktu kontak dan bahan penyaring. Semakin tebal lapisan filter maka akan semakin lama waktu kontak air dengan lapisan media filter, sehingga kualitas air hasil penyaringan semakin baik

c. Diameter butiran filter

Semakin kecil diameter butiran maka akan menyebabkan celah antara butiran akan rapat sehingga kecepatan penyaringan semakin pelan sehingga kualitas penyaringan semakin baik.

d. Lamanya pemakaian media untuk penyaringan

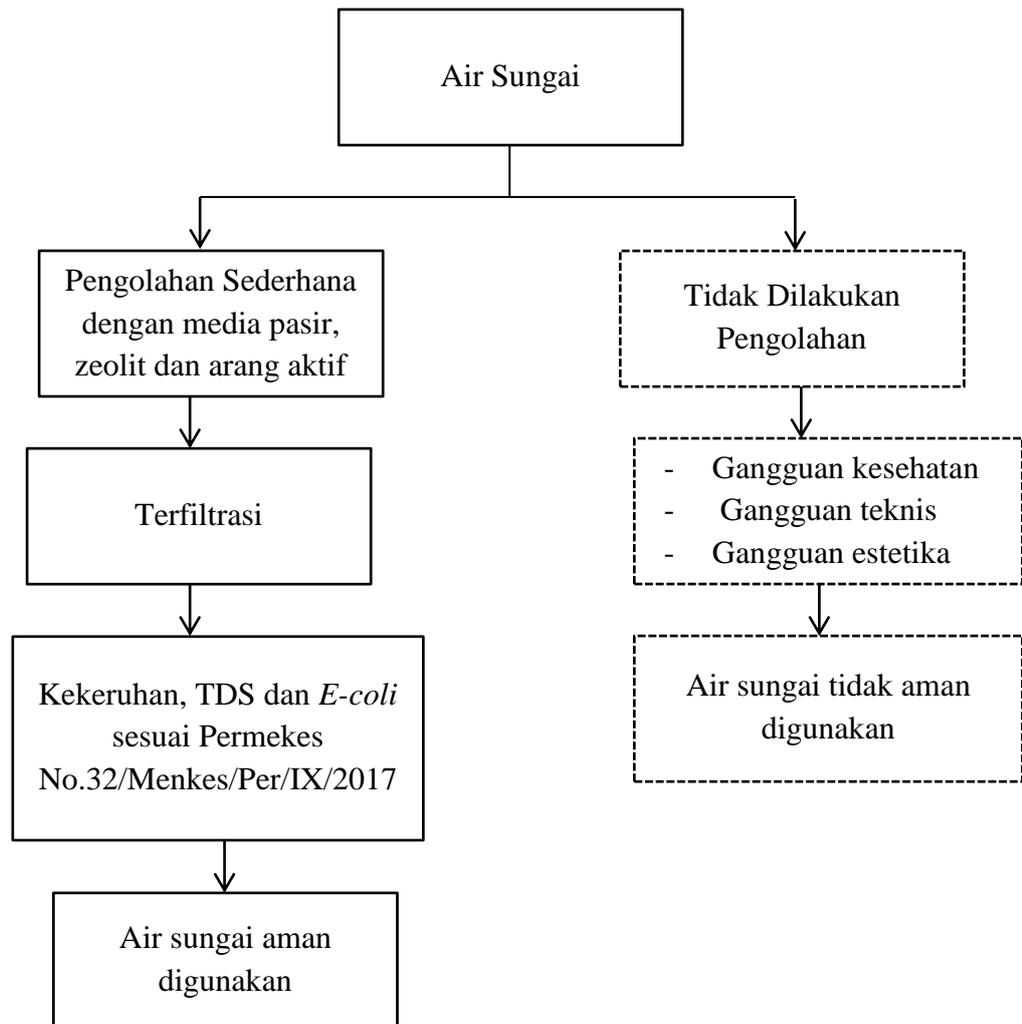
Semakin lama media yang digunakan maka semakin banyak filter yang tertahan dalam media filter, sehingga media tersebut lama-lama akan tersumbat atau jenuh, untuk itu perlu dilakukan pencucian pada media filter.

e. Waktu kontak

Waktu kontak merupakan lama waktu yang dibutuhkan oleh air untuk bisa kontak dengan media filter. Waktu kontak yang digunakan akan berpengaruh terhadap hasil filtrasi. Semakin lama waktu kontak

yang digunakan antara air dengan media filter maka kualitas air setelah kegiatan filtrasi akan semakin membaik.

B. Kerangka Konsep



Keterangan :

- Diteliti
----- Tidak diteliti

Gambar 1. Kerangka Konsep

C. Hipotesis

1. Hipotesis mayor :

Ada berbagai variasi ketebalan media terhadap penurunan Kekeruhan, TDS, dan *E-coli* setelah menggunakan media filtrasi air bersih di Sungai Selokan Mataram Yogyakarta.

2. Hipotesis minor :

- a. Ada penurunan Kekeruhan, TDS dan *E-coli* sampel air sungai setelah dilakukan variasi ketebalan menggunakan media pasir 26 cm, zeolit 26 cm dan arang aktif 26 cm di air Sungai Selokan Mataram Yogyakarta
- b. Ada penurunan Kekeruhan, TDS dan *E-coli* sampel air sungai setelah dilakukan variasi ketebalan menggunakan media pasir 35 cm, zeolit 17 cm dan arang aktif 26 cm di air Sungai Selokan Mataram Yogyakarta
- c. Ada penurunan Kekeruhan, TDS dan *E-coli* sampel air sungai setelah dilakukan variasi ketebalan menggunakan media pasir 44 cm, zeolit 17 cm dan arang aktif 17 cm di air Sungai Selokan Mataram Yogyakarta
- d. Media filtrasi dengan variasi ketebalan media pasir 44 cm, zeolit 17 cm dan arang aktif 17 cm dapat menurunkan Kekeruhan, TDS dan *E-coli* paling tinggi pada air Sungai Selokan Mataram Yogyakarta