**BAB II**

**TINJAUAN PUSTAKA**

1. **Dasar Teori**
   * + 1. **Kelompok kehidupan di dalam air**

Faktor-faktor biotik yang terdapat di dalam air terdiri dari bakteria, fungi, mikroalgae, protozoa dan virus, serta kumpulan hewan ataupun tumbuhan air lainnya yang tidak termasuk kelompok mikroba. Kehadiran mikroba di dalam air dapat menguntungkan tetapi juga dapat merugikan (Sutrisno, 2006).

a. Mikroba menguntungkan

Banyak plankton, baik fitoplankton ataupun zooplankton merupakan makanan utama ikan, sehingga kehadirannya merupakan tanda kesuburan perairan tersebut. Jenis-jenis mikroalgae misalnya : *Chlorella, Hydrodyction, Pinnularia, Scenedesmus, Tabellaria.*

b. Mikroba merugikan

Yang paling dikhawatirkan bila di dalam badan air terdapat mikroba penyebab penyakit, seperti : *Salmonella* penyebab penyakit tifus/paratifus, *Shigella* penyebab penyakit disentribasiler, *Vibrio* penyebab penyakit kolera, *Coliform* penyebab penyakit diare,  *Entamoeba* penyebab disentriamuba.

Di dalam air juga ditemukan mikroba penghasil toksin seperti : *Clostridium* yang hidup anaerobik, yang hidup aerobik misalnya : *Pseudomonas,* *Salmonella, Staphyloccus*, serta beberapa jenis mikroalgae seperti *Anabaena* dan *Microcystis.*

* + - 1. **Penyediaan air bersih**

Air bersih adalah air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhahn hidup sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum setelah dimasak.

Penyediaan air bersih adalah penyediaan air sehat yaitu air yang bebas dari organisme penyebab penyakit dan bahan kimia yang beracun bagi penduduk untuk keperluan minum, penyediaan makanan, mandi, mencuci, dan kegiatan lainnya. Ditinjau dari kesehatan masyarakat, penyediaan sumber air bersih harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat karena penyediaan sumber air bersih harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat karena persediaan air bersih yang terbatas memudahkan timbulnya penyakit di masyarakat. Suplai air di dunia didapatkan dari 5 bagian siklus hidrologi (Rukaesih, 2004).

Air yang ada di alam ini mengalami perputaran dari sumber yang satu ke sumber yang lain. Perputaran siklus air dimulai dari adanya penyinaran matahari. Dengan adanya sinar matahari maka semua air yang ada di permukaan bumi akan menguap dan membentuk uap air. Dengan adanya angin, maka uap air ini akan bersatu dan berada di tempat yang tinggi yang sering dikenal dengan awan. Awan ini akan terbawa oleh angin makin lama makin tinggi dimana temperatur di atas lebih rendah, yang menyebabkan titik-titik air dan jatuh ke bumi sebagai hujan (Sutrisno, 2006). Air hujan ini sebagian mengalir ke dalam tanah, jika menjumpai lapisan rapat air, maka peresapan akan berkurang dan sebagian air akan mengalir di atas lapisan rapat air ini. Jika air ini keluar pada permukaan bumi, maka air ini disebut mata air. Air permukaan yang mengalir di permukaan bumi, umumnya berbentuk sungai-sungai dan jika melalui suatu tempat rendah (cekung) maka air akan berkumpul membentuk suatu danau atau telaga. Tetapi banyak diantaranya yang mengalir ke laut kembali dan kemudian akan mengikuti siklus hidrologi ini (Sutrisno, 2006).

Menurut Chandra (2002), air yang berada di permukaan bumi ini dapat berasal dari berbagai sumber. Berdasarkan letak sumbernya air dapat dibagi menjadi air angkasa (hujan), air permukaan, dan air tanah. 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 air permukaan.

Menurut Anthony (1985), peranan air bagi kehidupan dapat digolongkan menjadi 3 golongan, yaitu :

1. Golongan A

Air golongan A untuk keperluan utama guna perikehidupan, meliputi air minum, rumah tangga, pertahanan dan keamanan nasional, peribadatan, dan usaha perkotaan (pencegahan kebakaran, penggelontoran, menyiram tanaman).

1. Golongan B

Air golongan B untuk kebutuhan pangan, meliputi pertanian, peternakan, perkebunan, dan perikanan.

1. Golongan C

Air golongan C untuk meningkatkan penghidupan, meliputi meliputi ketenagaan, industri, pertambangan, lalu lintas air, dan rekreasi.

Menurut Widarto (1996), sumber air minum dapat diperoleh dari beberapa sumber, yaitu:

1. Air hujan yang ditampung dalam bak penampungan.
2. Air permukaan tanah.
3. Mata air yang didapat dari daerah pegunungan yang banyak pepohonannya.

**3. Kebutuhan air**

Kebutuhan air di dunia dipengaruhi oleh makin berkembangnya populasi penduduk di seluruh dunia, dengan makin berkembangnya populasi penduduk dunia, maka jumlah maupun jenis pemanfaatan akan sumber daya air untuk mencukupi pola kehidupan juga akan makin berkembang serta akan makin maju mengikuti kemajuan peradaban (Mulyanto, 2007). Perbandingan antara populasi penduduk dengan kebutuhan air dengan demikian dapat dikatakan berbanding lurus.

Semakin meningkatnya kebutuhan akan air di dunia maka akan semakin kompleks pula persoalan yang menyangkut persediaan air bersih. Menurut Mulyanto (2007), persoalan tersebut diantaranya adalah sebagai berikut :

* + 1. Terbatasnya ketersediaan air, yaitu sumber daya air di beberapa daerah di bumi tidak ada yang melimpah.
    2. Dengan pergantian musim, akan juga berubah atau bervariasi intensitas curah hujan yang menjadi sumber ketersediaan air. Di lingkungan yang susah airnya masyarakat sekarang membangun suatu Penampungan Air Hujan (PAH).
    3. Makin mengecilnya kemampuan alam untuk menyimpan kelebihan air pada saat pasokan alam melimpah pada musim hujan karena desakan ruang hidup yang akan memperkecil kapasitas simpan air dalam tanah.
    4. Makin banyaknya jenis aktivitas hidup dan aktifitas ekonomi yang juga akan meningkatkan industri di segala bidang, akan makin banyak pula limbah yang akan diproduksi sebagai hasil samping atau *byproduct* kemajuan peradaban ini yang akan mencemari lingkungan hidup khususnya sumber daya air.

Volume rata-rata kebutuhan air setiap individu per hari berkisar antara 150-200 liter atau 35-40 galon. Kebutuhan air tersebut bervariasi dan bergantung pada keadaan iklim, standar kehidupan, dan kebiasaan masyarakat (Chandra, 2002).

Tubuh manusia sebagian terdiri dari air kira-kira 60-70% dari berat badannya. Untuk kelangsungan hidupnya, tubuh manusia membutuhkan air yang jumlahnya antara lain tergantung berat badan. Untuk orang dewasa kira-kira memerlukan air 2.200 g setiap harinya. Kegunaan air bagi tubuh manusia antara lain untuk pencernaan, metabolisme, mengangkut zat-zat makanan dalam tubuh, mengatur keseimbangan suhu tubuh, dan menjaga jangan sampai tubuh kekeringan. Apabila tubuh banyak kehilangan banyak air (dehidrasi), maka akan mengakibatkan kematian (Sutrisno, 2006).

Air yang digunakan manusia adalah air permukaan tawar dan air tanah murni. Pada daerah kering sebagian kebutuhan airnya berasal dari lautan, suatu sumber yang akan menjadi penting setelah persediaan air tawar dunia relatif berkurang dibandingkan kebutuhan. Meningkatnya kebutuhan air ini bukan hanya disebabkan oleh jumlah penduduk dunia yang

makin bertambah, juga sebagai akibat dari peningkatan taraf hidupnya yang diikuti oleh peningkatan kebutuhan air untuk keperluan rumah tangga, industri, rekreasi di samping pertanian (Rukaesih, 2004).

Dalam memenuhi air minum selama ini masyarakat lebih menyukai air minum dalam kemasan (AMDK) karena selain praktis air minum ini dianggap lebih hygienis. Produksi AMDK biasanya dilakukan oleh industri besar dengan melalui proses secara otomatis dan disertai dengan pengujian kualitas sebelum air tersebut diedarkan. Akan tetapi lama kelamaan masyarakat merasakan bahwa AMDK semakin mahal. Saat ini masyarakat mulai beralih pada air minum yang berasal dari depot pengisian air minum isi ulang karena masyarakat memperoleh air minum ini dengan mengisi galon yang dibawanya di DAMIU. Dilihat dari harganya DAMIU lebih murah dari AMDK, tetapi masyarakat masih meragukan kualitasnya karena belum ada informasi yang jelas baik dari segi proses perizinan maupun peraturan tentang pengadaan pengawasan.

**4. Air minum**

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907/MENKES/VII/2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum, Bab 1 ketentuan umum pasal 1:

“Air minum adalah air yang yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung di minum”.

**5. Persyaratan air bersih**

Mengingat bahwa pada dasarnya tidak ada air yang 100% murni dalam arti sesuai benar dengan syarat air yang patut untuk kesehatan, maka bagaimanapun juga harus diusahakan air yang ada sedemikian rupa sehingga syarat yang dibutuhkan tersebut sebaiknya terpenuhi, atau paling tidak mendekati syarat-syarat yang dikehendaki. Dengan demikian bagaimana syarat-syarat air yang baik, sebaiknya diketahui oleh setiap petugas kesehatan (Azwar, 1996).

Pada umumnya air bersih dikatakan telah memenuhi syarat apabila telah memenuhi syarat utama, yaitu :

1. Syarat kuantitatif

Artinya air tersebut telah mencukupi sesuai dengan kebutuhan sehari-hari. Dalam hal ini banyaknya kebutuhan air ditentukan dengan tingkat kehidupan dari masyarakat tersebut. Untuk Negara yang lebih maju maka secara kuantitas kebutuhan air akan lebih banyak bila dibandingkan dengan negara-negara yang sedang berkembang. Untuk masyarakat Indonesia yang tinggal di perkotaan mempunyai kebutuhan air kurang lebih 120 liter per orang per hari, sedangkan untuk masyarakat pedesaan membutuhkan kurang lebih 60 liter per orang per hari (Sugiharto, 1993).

1. Syarat kualitatif

Secara kualitatif air minum harus memenuhi syarat-syarat berikut :

1. Syarat fisik

Secara fisik air minum tidak boleh berwarna, tidak boleh berasa, tidak boleh berbau, suhu air hendaknya dibawah sela udara (sejuk, 25ºC), dan air harus jernih. Syarat fisik ini sangat sederhana sekali, karena dalam praktek sehari-hari sering ditemui air yang memenuhi semua syarat diatas, tetapi jika ditinjau dari segi kesehatan tidak memenuhi syarat, karena mengandung bibit penyakit misalnya. Dari sudut ini dapat dimengerti bahwa jika salah satu dari syarat fisik ini tidak terpenuhi, maka besar kemungkinan air tersebut tidak sehat. Hal tersebut dapat dikarenakan adanya zat kimia, mineral, zat organik, biologis didalam air yang dapat mengubah warna warna, bau, rasa, dan kejernihan ( Azwar, 1996).

1. Syarat kimia

Secara kimia air minum tidak boleh terdapat zat-zat yang beracun, tidak boleh ada zat-zat yang menimbulkan gangguan kesehatan, tidak mengandung zat-zat yang melebihi kadar tertentu sehingga menimbulkan gangguan phisiologis, tidak boleh mengandung zat-zat kimia yang melebihi batas tertentu sehingga bisa menimbulkan gangguan teknis, dan tidak boleh mengandung zat kimia tertentu sehingga menimbulkan gangguan ekonomis.

1. Syarat bakteriologis

Secara bakteriologis air minum tidak boleh mengandung kuman parasit, kuman pathogen, dan bakteri Coliform.

Persyaratan bakteriologis air bersih berdasarkan kandungan jumlah total bakteri *Coliform* dalam air bersih 100 ml air menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002 adalah sebagai berikut :

a. Air Minum

*Coliform* dan fecal coli kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 0 pada 100 ml air.

b. Air yang masuk sistem distribusi

*Coliform* dan fecal coli kadar maksimum yang diperbolehkan pada jumlah per 100 ml air adalah 0, dan total Bakteri *Coliform* adalah 0 per 100 ml air.

c. Air pada sistem distribusi

*Coliform* dan fecal coli kadar maksimum yang diperbolehkan pada jumlah per 100 ml air adalah 0, dan total Bakteri *Coliform* adalah 0 per 100 ml air.

**6. Standar kualitas air minum**

Sanropie (1984) menyatakan bahwa: “Standar kualitas air adalah ketentuan-ketentuan yang biasa dituangkan dalam bentuk pernyataan atau angka yang menunjukan persyaratan yang harus dipenuhi agar air tersebut tidak menimbulkan gangguan kesehatan, penyakit, gangguan teknis dan gangguan dalam segi estetika”.

Menurut keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum, Bab II ruang lingkup dan persyaratan, Pasal 2 Kualitas air yang digunakan sebagai air minum meliputi persyaratan kimia, fisika, bakteriologis, dan radioaktivitas.

1. Persyaratan fisik

Air minum yang berkualitas baik harus memenuhi persyaratan fisik meliputi warna, rasa, bau, kekeruhan, temperature dan kekeruhan.

2. Persaratan bakteriologis

Air minum yang berkualitas baik harus memenuhi persyaratan bakteriologis meliputi Escericia coli atau fecal coli dan total bakteri *Coliform*. Persyaratan bakteriologis berdasarkan kandungan jumlah total *Coliform* dalam setiap 100 ml adalah sebagai berikut :

1. Air minum, kadar maksimum yang diperbolehkan dalam 100 ml adalah 0 (nol) bakteri coliform.
2. Air yang masuk sistem distribusi, kadar maksimum yang diperbolehkan dalam 100 ml air adala 0 (nol) bakteri coliform.

3. Persyaratan Kimia

Air minum yang berkualitas baik harus memenuhi persyaratan kimia meliputi :

1. Bahan anorganik (yang memiliki pengaruh langsung pada kesehatan) diantaranya : arsen, flourida, kromium, kadmium, nitrit, nitrat, sianida, selenium.
2. Bahan Anorganik (yang memungkinkan dapat menimbulkan keluhan pada konsumen) diantaranya : ammonia, aluminium, klorida, tembaga, kesadahan hydrogen sulfide, besi, mangan PH, sodium, sulfat, total zat padat terlarut, seng.

c. Bahan organik (yang memiliki hasil sampingan) diantaranya :

Pestisida, Xylene, Aromatic hydrocarbons (Benzene, Toluene, Xylenes, benzo[a]pyrene).

4. Persyaratan radioaktivitas.

a. Aktivitas alpha *(Gross Alpha Activity).*

b. Aktivitas beta *(Gross Beta Activity).*

**7. Bakteri Coliform**

Sutrisno (2006) menyatakan bahwa : “ Bakteri Coliform adalah penghuni normal saluran pencernaan manusia dan hewan berdarah panas biasanya tidak patogenik. Coliform sebagai suatu kelompok yang di cirikan sebagai bakteri yang berbentuk gram negative, tidak membentuk spora, aerobik dan anaerobik fakulatatif yang memfermentasikan laktosa dengan menghasilkan asam dan gas dalam waktu 48 jam pada suhu 35ºC.”

**8. Usaha untuk menghindari pencemaran pada air minum isi ulang.**

Pengawasan terhadap air minum isi ulang perlu dilaksanakan mulai dari pengambilan bahan baku sampai air siap untuk dikonsumsi oleh masyarakat. Kegiatan tersebut bertujuan untuk mendapatkan air minum isi ulang yang berkualitas sehingga pengawasan harus melalui berbagai tahapan yang dibagi menjadi dua yaitu:

1. Pengawasan pada proses perusahaan

Pengawasan pada tahap ini dimulai sejak mulai dari pengambilan bahan baku sampai pada pengemasan, yang ditunjukan kepada pekerja dan kepada kerjanya. Menurut Ferdhan,dalam (Sutrisno, 2006) faktor-faktor yang perlu diperhatikan yaitu :

1. Bahan baku

Dalam pemilihan bahan baku hendaknya dipertimbangkan debit dan komposisi air, serta kontaminan baik pada waktu musim hujan atau kemarau oleh karena itu sebelum diambil sebagai bahan baku maka perlu dilakukan pengujian terhadap kandungan zat organik, kuman dan logam berat yang ada.

1. Saringan (Filter)

Saringan bertujuan untuk menghilangkan bau dan kotoran yang terkandung di dalam air. Adapaun saringan yang dipergunakan dalam sarana pengolahan air minum antara lain : saringan pasir, saringan karbon aktif dan cartridge filter.

1. Proses desinfeksi dan sterilisasi

Menurut Keputusan Menteri Perindustrian Dan Perdagangan Republik Indonesia Nomor 167/MPP/Kep/S/1997 tentang Persyaratan Teknis Industri dan Perdagangan Air Minum Dalam Kemasan bahwa:

Desinfeksi ditujukan untuk membunuh kuman pathogen. Proses desinfeksi ini terjadi di dalam tangki pencampur ozon dan selama ozon masih ada di dalam kemasan. Kadar ozon pada tangki pencampur minimal 2 ppm dan residu ozon setelah pengisian adalah berkisar antara 0,0-0,4 ppm. Macam proses desinfeksi yang digunakan pada produksi air minum isi ulang antara lain :

1) Ozonisasi

Ozon merupakan desinfeksi alami yang berbentuk gas yang terbentuk secara alami dari O2. Ozon sifatnya tidak stabil dan mudah terurai kembali menjadi oksigen dengan melepasakan O tunggal, yang selanjutnya tergabung menjadi O2.  
Pada pengolahan air minum isi ulang ozon dibuat dengan ozon generator yang dapat merubah oksigen menjadi ozon, dengan melewatkan oksigen ke dalam percikan bunga api yang terjadi antara dua lempengan kutub listrik bertegangan sangat tinggi (20.000 volt).

2) Teknologi ultra violet

Air dialirkan melalui tabung dengan lampu ultraviolet berintensitas tinggi, sehingga bakteri terbunuh oleh radiasi sinar ultraviolet. UV adalah gelombang elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang antara 100-400 nm. Menurut percobaan para ahli UV yang paling efektif untuk pengolahan air minum memiliki panjang gelombang 253,7 nm. Molekul bakteri yang menyerap UV ini (253,7 nm) akan membuatnya kehilangan kemampuannya untuk berproduksi. Hal ini berarti bakteri atau virus tersebut tidak bereproduksi sehingga bakteri atau virus tersebut menjadi tidak aktif sehingga tidak lagi membahayakan buat kita.

Yang harus diperhatikan adalah intensitas lampu ultraviolet yang dipakai harus cukup. Untuk sanitasi air yang efektif diperlukan intensitas sebesar 30.000 MW sec/cm2 (micro watt detik per sentimeter persegi). Radiasi sinar ultraviolet dapat membunuh semua jenis mikroba bila intensitas dan waktunya cukup. Tidak ada residu atau hasil samping dari proses penyinaran dengan UV. Namun, agar efektif lampu UV harus dibersihkan secara teratur dan harus diganti paling lama satu tahun. Air yang akan disinari dengan UV harus telah melalui filter halus dan karbon aktif untuk menghilangkan partikel tersuspensi, bahan organik, dan Fe atau Mn (jika konsentrasinya cukup tinggi).

1. **Kerangka Konsep**



1. **Hipotesis**
   * + 1. **Hipotesis Mayor**

Semakin lama variasi waktu penyinaran sinar UV pada air minum Depot Isi Ulang X di Kabupaten Sleman semakin tinggi penurunan jumlah MPN *Coliform*nya.

* + - 1. **Hipotesis Minor**
  1. Adanya pengaruh proses sterilisasi penyinaran sinar UV selama 20 detik terhadap penurunan MPN *Coliform* pada air minum Depot Isi Ulang X.
  2. Adanya pengaruh proses sterilisasi penyinaran sinar UV selama 30 detik terhadap penurunan MPN *Coliform* pada air minum Depot Isi Ulang X.
  3. Adanya pengaruh proses sterilisasi penyinaran sinar UV selama 40 detik terhadap penurunan MPN *Coliform* pada air minum Depot Isi Ulang X.
  4. Diketahuinya lama waktu penyinaran sinar UV yang efektif terhadap penurunan MPN *Coliform* pada air minum Depot Isi Ulang X.