

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air merupakan kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia di bumi ini. Sesuai dengan kegunaannya, air dipakai sebagai air minum, air untuk mandi dan mencuci, air untuk pengairan pertanian, air untuk kolam perikanan, air untuk sanitasi dan air untuk transportasi, baik sungai maupun laut. Kegunaan air seperti tersebut di muka termasuk sebagai kegunaan air secara konvensional (Wisnu, 2004).

Air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan mempunyai pH berkisar antara 6,5 – 7,5. Air dapat bersifat asam atau basa, tergantung pada besar kecilnya pH air atau besarnya konsentrasi ion Hidrogen dalam air. Air yang mempunyai pH lebih kecil dari pH normal akan bersifat asam, sedangkan air yang mempunyai pH lebih besar dari normal akan bersifat basa (Wisnu, 2004).

Air yang normal tampak jernih, tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau. Air yang tidak jernih seringkali merupakan petunjuk awal terjadinya polusi di suatu perairan. Rasa air sering kali dihubungkan dengan bau air. Bau air dapat disebabkan oleh bahan-bahan kimia terlarut, ganggang, plankton, tumbuhan, hewan (Nugroho, 2006).

Manusia memperoleh air yang diperlukannya untuk minum, masak, mandi, dan cuci dari air hujan, dari air yang menggenang di permukaan tanah seperti waduk, kubangan, atau dari air sungai, sumber, dan sumur. Air yang

mengandung mikroorganisme itu disebut air yang kena kontaminasi, jadi air itu tidak steril (Dwijoseputro, 2010).

Air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari sebaiknya adalah air yang memenuhi kriteria sebagai air bersih. Air bersih merupakan air yang dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan. Sedangkan yang dinamakan air minum adalah air yang melalui proses pengolahan memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

Jenis-jenis air minum seperti yang dimaksud adalah meliputi :

- a. Air yang didistribusikan melalui pipa untuk keperluan rumah tangga
- b. Air yang didistribusikan melalui tangki air
- c. Air kemasan
- d. Air yang digunakan untuk produksi bahan makanan dan minuman yang disajikan untuk masyarakat (Waluyo, 2009).

2.1.1 Sumber Air

Air yang diperuntukkan bagi konsumsi manusia harus berasal dari sumber yang bersih dan aman. Batasan-batasan sumber air yang bersih dan aman, yaitu : tidak berasa dan tidak berbau, bebas dari kontaminasi kuman atau bibit penyakit, bebas dari substansi kimia yang berbahaya dan beracun, dapat digunakan untuk mencukupi kebutuhan domestik dan rumah tangga. Air dinyatakan tercemar bila mengandung bibit penyakit, parasit, bahan-bahan kimia berbahaya, dan sampah atau limbah industri.

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

a) Air Angkasa (Hujan)

Air hujan merupakan sumber utama air di bumi. Walau pada saat presipitasi merupakan air yang paling bersih, air tersebut cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer. Pencemaran yang berlangsung di atmosfer itu dapat disebabkan oleh partikel debu, mikroorganisme, dan gas misalnya karbon dioksida, nitrogen, dan ammonia.

Air hujan merupakan penyubliman awan/uap air menjadi air murni yang ketika turun dan melalui udara akan melarutkan benda-benda yang terdapat di udara. Kelarutan gas CO_2 di dalam air hujan akan membentuk asam karbonat (H_2CO_3) yang menjadikan air hujan bereaksi dengan asam. Beberapa gas oksida dapat berada pula di dalam udara, diantaranya yang penting adalah oksida belerang dan oksida nitrogen (SO_2 dan NO_2). Kedua oksida ini bersama-sama dengan air hujan akan membentuk larutan asam sulfat dan asam nitrat (H_2SO_4 dan HNO_3). Jadi setelah mencapai permukaan bumi air hujan bukan merupakan air murni lagi.

b) Air Permukaan

Air permukaan yang meliputi badan-badan air semacam sungai, danau, telaga, waduk, rawa, terjun, dan sumur permukaan, sebagian besar berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi. Air hujan ini kemudian akan mengalami pencemaran baik oleh tanah, sampah, maupun lainnya. Air permukaan merupakan salah satu sumber penting bahan baku air bersih. Faktor-faktor yang harus diperhatikan, antara lain :

- Mutu atau kualitas baku

- Jumlah atau kuantitasnya
- Kontinuitasnya

Dibandingkan dengan sumber lain, air permukaan merupakan sumber air yang paling tercemar akibat kegiatan manusia, fauna, flora, dan zat-zat lain.

c) Air Tanah

Air tanah dibedakan atas dua macam, air lapisan (*layer water*) dan air celah (*fissure water*). Air lapisan adalah air yang terdapat di dalam ruang antara butir-butir tanah. Adapun air celah ialah air yang terdapat di dalam retak-retak batuan di dalam tanah. Air tanah berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi yang kemudian mengalami perkolasi atau penyerapan ke dalam tanah dan mengalami proses filtrasi secara alamiah.

Air tanah memiliki beberapa kelebihan dibanding sumber air lain. Pertama, air tanah biasanya bebas dari kuman penyakit dan tidak perlu mengalami proses purifikasi atau penjernihan. Persediaan air tanah juga cukup tersedia sepanjang tahun. Kesadahan pada air ini menyebabkan air mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi. Zat-zat mineral tersebut, antara lain kalsium, magnesium, dan logam berat seperti Fe dan Mn. Akibatnya, apabila kita menggunakan air sadah untuk mencuci, sabun yang kita gunakan tidak akan berbusa dan bila diendapkan akan terbentuk endapan semacam kerak (Sumantri, 2010).

2.2 Kriteria Kualitas Air

Air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari sebaiknya adalah air yang memenuhi kriteria sebagai air bersih. Air bersih merupakan air yang dapat

digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan dan dapat diminum apabila sudah dimasak. Sedangkan yang dinamakan air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tahap proses pengolahan memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Jenis-jenis air minum seperti yang dimaksud adalah meliputi :

- Air yang didistribusikan melalui pipa untuk keperluan rumah tangga
- Air yang didistribusikan melalui tangki air
- Air kemasan
- Air yang digunakan untuk produksi bahan makanan dan minuman yang disajikan untuk masyarakat.

Persyaratan kesehatan untuk air bersih dan air minum meliputi persyaratan bakteriologis, kimiawi, radioaktif, dan fisik.

2.2.1 Persyaratan Bakteriologik

Persyaratan bakteriologik pada kriteria air minum terus mengalami perubahan sejalan dengan perkembangan teknologi. Pada beberapa Negara juga memiliki pedoman atau kriteria yang berbeda-beda. Tetapi sebagian besar kriteria memiliki persamaan antara lain adalah dengan pengukuran bakteri koli, terutama fekal koli (Koliform tinja).

Menteri Kesehatan Republik Indonesia (1990) menentukan air bersih sebagai air yang dapat dipergunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Parameter koliform total harus mencapai 50/100 ml untuk air bukan perpipaan dan 10/100 ml untuk air perpipaan (Waluyo, 2009).

2.2.2 persyaratan Kimia

Persyaratan kimia untuk air minum memiliki parameter yang paling banyak dibandingkan parameter bakteriologis, radioaktif, dan parameter fisik.

Persyaratan kimia dibagi menjadi :

- Bahan-bahan kimia inorganik (yang memiliki pengaruh langsung pada kesehatan)
- Bahan-bahan kimia inorganik (yang kemungkinan dapat menimbulkan keluhan pada konsumen)
- Bahan-bahan kimia organik (yang kemungkinan dapat menimbulkan keluhan pada konsumen)
- Pestisida (Waluyo, 2009).

2.3 Air Minum

Bagi manusia, air minum adalah salah satu kebutuhan utama. Seperti telah diuraikan terdahulu, manusia menggunakan air untuk berbagai keperluan seperti mandi, cuci kakus, produksi pangan, papan, dan sandang. Mengingat bahwa berbagai penyakit dapat dibawa oleh air kepada manusia pada saat manusia memanfaatkannya, maka tujuan utama penyediaan air minum/bersih bagi masyarakat adalah mencegah penyakit bawaan air (Slamet, 1994).

Pada dasarnya, pengolahan air minum dapat diawali dengan penjernihan air, pengurangan kadar bahan-bahan kimia terlarut dalam air sampai batas yang dianjurkan, penghilangan mikroba patogen, memperbaiki derajat keasaman (pH) serta memisahkan gas-gas terlarut yang dapat mengganggu estetika dan kesehatan (Mulia, 2005).

Air minum yang ideal seharusnya jernih, tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau. Air minum seharusnya tidak mengandung kuman patogen dan segala makhluk yang membahayakan kesehatan manusia. Tidak mengandung zat kimia yang dapat mengubah fungsi tubuh, tidak dapat diterima secara estetis, dan dapat merugikan secara ekonomis. Air itu seharusnya tidak korosif, tidak meninggalkan endapan pada seluruh jaringan distribusinya (Slamet, 1994).

2.3.1 Kualitas Air Minum

Parameter kualitas air minum terbagi menjadi 2, yaitu :

a) Parameter Fisis

- Bau

Air minum yang berbau tidak estetis juga tidak akan disukai oleh masyarakat. Bau air dapat memberi petunjuk akan kualitas air. Misalnya, bau amis dapat disebabkan oleh tumbuhnya algae.

- Kekeruhan

Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Air yang keruh sulit didesinfeksi, karena mikroba terlindung oleh zat tersuspensi tersebut. Hal ini tentu berbahaya bagi kesehatan, bila mikroba itu patogen.

- Rasa

Air minum biasanya tidak memberi rasa/tawar. Air yang tidak tawar dapat menunjukkan kehadiran berbagai zat yang dapat membahayakan kesehatan.

- Suhu

Suhu air sebaiknya sejuk atau tidak panas terutama agar tidak terjadi pelarutan zat kimia yang ada pada saluran/pipa yang dapat membahayakan kesehatan bila

diminum air dapat menghilangkan dahaga.

- Warna

Air minum sebaiknya tidak berwarna untuk estetis dan untuk mencegah keracunan dari berbagai zat kimia maupun mikroorganisme yang berwarna.

b) Parameter Kimia

- Besi

Besi (Fe) adalah metal berwarna putih keperakan. Dalam air minum Fe menimbulkan rasa, warna (kuning), pengendapan pada dinding pipa, pertumbuhan bakteri, dan kekeruhan.

- pH

Air minum sebaiknya netral, tidak asam/basa, untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat, dan korosi jaringan distribusi air minum. Air adalah bahan pelarut yang baik sekali, maka dibantu dengan pH yang tidak netral, dapat melarutkan berbagai element kimia yang dilaluinya.

- Kesadahan

Kesadahan dapat menyebabkan pengendapan pada dinding pipa. Kesadahan yang tinggi disebabkan sebagian besar oleh Kalsium, Magnesium, Srontium, dan Ferrum. Masalah yang dapat timbul adalah sulitnya sabun membusa, sehingga masyarakat tidak suka memanfaatkan penyediaan air bersih tersebut.

- Aluminium

Aluminium (Al) terdapat banyak di lingkungan dan didapat pada berbagai jenis makanan. Tetapi, dalam dosis tinggi dapat menimbulkan luka pada usus. Aluminium juga dapat menyebabkan iritasi kulit, selaput lender, dan saluran pernapasan (Slamet, 1994).

2.3.2 Syarat-syarat Air Minum

a. Syarat Fisik

- Air tak boleh berwarna
- Air tak boleh berasa
- Air tak boleh berbau
- Suhu air hendaknya di bawah sela udara (sejuk $\pm 25^{\circ}\text{C}$)

Syarat-syarat kekeruhan dan warna harus dipenuhi oleh setiap jenis air minum dimana dilakukan penyaringan dalam pengolahannya. Kadar (bilangan) yang disyaratkan dan tidak boleh dilampaui adalah sebagai berikut :

	Kadar (bilangan) yang disyaratkan	Kadar (bilangan) yang tak boleh dilampaui
Keasaman sebagai PK	7,0 – 8,5	Di bawah 6,5 dan di atas 9,5
Bahan-bahan padat	Tak melebihi 50 mg/L	Tak melebihi 1500 mg/L
Warna (skala Pt Co)	Tak melebihi kesatuan	Tak melebihi 50 kesatuan
Rasa	Tak mengganggu	-
bau	Tak mengganggu	-

b. Syarat-syarat Kimia

Air minum tidak boleh mengandung racun, zat-zat mineral atau zat-zat kimia tertentu dalam jumlah melampaui batas yang telah ditentukan

c. Syarat-syarat Bakteriologik

Air minum tidak boleh mengandung bakteri-bakteri penyakit (patogen) sama sekali dan tak boleh mengandung bakteri-bakteri golongan Coli melebihi batas-batas yang telah ditentukan yaitu 1Coli/100ml air (Sutrisno, 2004).

2.4 Kesadahan

Kesadahan dalam air terutama disebabkan oleh ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} juga oleh Mn^{2+} , Fe^{2+} dan kation yang bermuatan dua. Air dengan kesadahan tinggi biasanya terdapat pada air tanah di daerah berkapur tinggi, dimana Ca^{2+} dan Mg^{2+} berasal dari kalsium bikarbonat ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) atau magnesium karbonat ($\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$). Kelebihan ion Ca^{2+} serta ion CO_3^{2-} , mengakibatkan terbentuknya kerak pada dinding pipa, ceret, panci yang disebabkan oleh endapan kalsium karbonat (CaCO_3). Kerak ini akan mengurangi penampang basah pipa, ceret, panci, dan meyulitkan pemanasan air, memerlukan bahan bakar yang lebih banyak dalam ketel bahkan ketel tersebut akan meledak.

Pelunakan adalah penghapusan ion-ion tertentu yang ada dalam air dan dapat bereaksi dengan zat-zat lain hingga distribusi air dan penggunaannya terganggu. Air sadah menyebabkan konsumsi sabun lebih tinggi, karena adanya hubungan kimiawi antara ion kesadahan dengan molekul sabun menyebabkan sifat detergen hilang. Kegunaan pelunakan air sadah yakni untuk mencegah pemakaian sabun lebih banyak dan juga berfungsi mencegah terbentuknya kerak pada dinding pipa yang disebabkan oleh endapan kalsium karbonat (CaCO_3).

2.4.1 Jenis-jenis Kesadahan

Kesadahan pada prinsipnya terdiri dari dua jenis, yaitu :

- a. Kesadahan Sementara (kesadahan tidak tetap, kesadahan temporer)

Kesadahan ini adalah kesadahan yang disebabkan oleh ion Ca dan Mg yang berikatan dengan ion karbonat dan bikarbonat. Oleh karena itu kesadahan ini sering disebut kesadahan karbonat. Ciri khas kesadahan tipe ini dapat dihilangkan atau dikurangi dengan cara direbus, kemudian dalam ceret atau termos akan

terbentuk kerak. Air yang bersifat sadah sementara terdapat di daerah perbukitankapur, antara Sragen bagian utara, Blora, Gunung Kidul. Contoh kesadahan sementara adalah $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, MgCO_3 .

b. Kesadahan Tetap (kesadahan permanen)

Kesadahan permanen adalah kesadahan yang disebabkan oleh ion Ca dan Mg yang berikatan dengan Cl^- , SO_4^{2-} dan NO_3^- , misalnya CaCl_2 , MgSO_4 . Sifat kesadahan jenis ini tidak dapat dihilangkan dengan cara direbus. Air yang bersifat sadah tetap terdapat di pantai antara lain Pekalongan, Bantul bagian selatan maupun daerah yang mempunyai kandungan garam tinggi, seperti sepanjang Bengawan Solo (Waluyo, 2009).

2.5 Titrasi Kompleksometri

Titrasi kompleksometri digunakan untuk menentukan kandungan garam-garam logam Etilen diamin tetra asetat (EDTA) merupakan titran yang sering digunakan. EDTA akan membentuk kompleks yang stabil dengan semua logam kecuali logam alkali seperti natrium dan kalium. Logam-logam alkali tanah seperti kalsium dan magnesium membentuk kompleks yang tidak stabil dengan EDTA pada pH rendah, karena titrasi logam-logam ini dengan EDTA dilakukan pada larutan buffer ammonia pH 10.

Untuk mendeteksi titik akhir titrasi digunakan indikator zat warna. Indikator zat warna ditambahkan pada larutan logam pada saat awal sebelum dilakukan titrasi dan akan membentuk kompleks berwarna dengan sejumlah kecil logam. Pada saat titik akhir titrasi (ada sedikit kelebihan EDTA) maka kompleks indikator logam akan pecah dan menghasilkan warna yang berbeda. Indikator yang dapat digunakan untuk titrasi kompleksometri ini antara lain : Hitam

eriokrom (Eriochrom Black T, Mordant Black II, Solochrome Black); mureksid, jingga pirokatekol, jingga xilenol, asam kalkon karbonat, kalmagit, dan biru hidroksi nafttol (Rohman, 2007).

2.5.1 Macam-macam Titrasi Kompleksometri

Ada berbagai jenis titrasi kompleksometri yaitu : titrasi langsung, titrasi kembali, titrasi substitusi, titrasi tidak langsung, dan titrasi alkalimetri.

1. Titrasi Langsung

Titrasi langsung merupakan metode yang paling sederhana dan sering dipakai. Larutan ion yang akan ditetapkan ditambah dengan buffer, misalnya buffer pH 10 lalu ditambah indikator logam yang sesuai dan dititrasi langsung dengan larutan baku dinatrium edetat. Untuk mencegah pengendapan logam hidroksida atau garam basa dengan buffer, dilakukan dengan penambahan pembentuk kompleks pembantu misalnya tartrat, sitrat, atau trietanol amin.

2. Titrasi Kembali

Cara ini penting untuk logam yang mengendap dengan hidroksida pada pH yang dikehendaki untuk titrasi, untuk senyawa yang tidak larut misalnya sulfat, kalsium oksalat, untuk senyawa yang membentuk kompleks yang sangat lambat dan ion logam yang membentuk kompleks lebih stabil dengan natrium edetat daripada dengan indikator. Pada keadaan demikian, dapat ditambahkan larutan baku dinatrium edetat berlebihan kemudian larutan ditambah buffer pada pH yang diinginkan, dan kelebihan dinatrium edetat dititrasi kembali dengan larutan baku ion logam. Titik akhir ditunjukkan dengan pertolongan indikator logam.

3. Titrasi Substitusi

Cara ini dilakukan bila ion logam tersebut tidak memberikan titik akhir

yang jelas apabila ditirasi secara langsung atau dengan titrasi kembali. Atau juga jika ion logam tersebut membentuk kompleks dengan dinatrium edetat lebih stabil daripada logam lain seperti magnesium dan kalsium. Kalsium, timbal dan raksa dapat ditetapkan dengan cara ini dengan indikator hitam eriokrom dengan hasil yang memuaskan.

4. Titrasi Tidak Langsung

Cara titrasi tidak langsung (*indirect titration*) dapat digunakan untuk menentukan kadar ion-ion seperti anion yang tidak bereaksi dengan pengkelat. Sebagai contoh barbiturate tidak bereaksi dengan EDTA, akan tetapi secara kuantitatif dapat diendapkan dengan ion merkuri dalam keadaan basa sebagai ion kompleks 1:1. Setelah pengendapan kelebihan Hg(II), kompleks dipindahkan dengan cara penyaringan dan dilarutkan kembali dalam larutan baku EDTA berlebihan. Larutan baku Zn(II) dapat digunakan untuk menitrasi kelebihan EDTA ini menggunakan indikator yang sesuai untuk mendeteksi titik akhir.

5. Titrasi Alkalimetri

Larutan logam yang diendapkan dengan metode ini sebelum titrasi harus dalam suasana netral terhadap indikator yang digunakan. Penetapan titik akhir titrasi menggunakan indikator asam-basa atau secara potensiometri.

Dalam Farmakope Indonesia, titrasi kompleksometri digunakan untuk menentukan kadar : bismuth subkarbonat, kalsium karbonat, kalsium klorida, dan sediaan injeksinya; kalsium glukonat, kalsium hidrogen fosfat, kalsium hidroksida dan larutan topical kalsium hidroksida; kalsium laktat dan sediaan tabletnya; kalsium pantotenat; kalsium sulfat; magnesium karbonat; magnesium stearat; magnesium sulfat, mangan sulfat; zink klorida; dan zink sulfat (Rohman, 2007).