

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

Air merupakan bagian dari ekosistem secara keseluruhan. Keberadaan air di suatu tempat yang berbeda membuat air bisa berlebih dan bisa berkurang sehingga dapat menimbulkan berbagai persoalan. Untuk itu, air harus dikelola dengan bijak dengan pendekatan terpadu secara menyeluruh. Terpadu berarti keterkaitan dengan berbagai aspek. Untuk sumber daya air yang terpadu membutuhkan keterlibatan dari berbagai pihak (Robert J. Kodoatie, 2008).



Sumber: it.gofree.download.net

Gambar 2.1. Air

Menurut ilmu kimia, air adalah substansi kimia yang memiliki rumus H_2O yang merupakan satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen (H) dan oksigen (O). Pada kondisi standar, air memiliki sifat tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa. Zat kimia di dalam air merupakan suatu pelarut, memiliki kemampuan melarutkan banyak zat kimia lainnya, seperti garam, gula, asam, beberapa jenis gas dan banyak macam molekul organik. (Dumairy, 1992)

Air dibutuhkan dalam pemenuhan kebutuhan hidup manusia untuk melakukan segala kegiatan sehingga perlu diketahui bagaimana air dikatakan bersih dari segi kualitas dan bisa digunakan dalam jumlah yang memadai dalam kegiatan sehari-hari manusia. Ditinjau dari segi kualitas, ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi, diantaranya kualitas fisik yang terdiri atas bau, warna dan

rasa, kualitas kimia yang terdiri atas pH, kesadahan dan sebagainya serta kualitas biologi dimana air terbebas dari mikroorganisme penyebab penyakit. Agar kelangsungan hidup manusia dapat berjalan lancar, air bersih juga harus tersedia dalam jumlah yang memadai sesuai dengan aktifitas manusia pada tempat tertentu dan kurun waktu tertentu (Gabriel, 2001).

Air minum mempunyai beberapa syarat yang harus terpenuhi agar bias digunakan untuk memenuhi kebutuhan lainnya. Standard baku mutu ditentukan berdasarkan keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/Menkes/PER/2017 tentang persyaratan kualitas air minum. Di air, mikrobiologi bisa berkembang biak dan juga sebagai tempat tinggal sementara sebelum mikrobiologi tersebut berpindah ke manusia atau makhluk hidup lain. *Escherichia coli* atau yang sering disebut *E. coli* dan bakteri total koliform berasal dari kotoran manusia dan hewan (tinja). Tinja tersebut merembes ke dalam tanah dan bisa mencemari sumber air.

Bakteri *E. coli* dan bakteri total koliform adalah kuman oportunistis yang bbanyak ditemukan didalam usus besar manusia sebagai flora normal. Sifatnya unik karena merupakan flora normal namun dapat menyebabkan infeksi primer pada usus misalnya diare, infeksi saluran kemih, pneumonia, meningitis pada bayi baru lahir dan infeksi luka terutama luka didalam abdomen. Bakteri *E. coli* dan bakteri total koliform didalam usus besar manusia berfungsi untuk menekan pertumbuhan bakteri jahat, dia juga membantu dalam proses pencernaan termasuk pencernaan sisa – sisa makanan (Syahrurachman, A. 1994). Metode yang sering dilakukan untuk mengidentifikasi bakteri *E. coli* dan bakteri total koliform adalah metode MPN (Most Portable Number). Dalam metode MPN uji kualitas mikrobiologi digunakan *E. coli* sebagai indikator.

Di Indonesia, sebagaian besar masyarakat (khususnya di daerah pedesaan) menggunakan air tanah untuk memenuhi kebutuhan air bersihnya. Mereka menggunakan sarana sumur gali untuk mengambil air tanah ini. Sumur gali merupakan sarana air bersih yang paling sederhana dan sudah lama dikenal masyarakat. Sesuai dengan namanya, sumur gali dibuat dengan menggali tanah sampai pada kedalaman lapisan tanah yang kedap air pertama. Air sumur (hal ini bergantung pada lingkungan), pada umumnya lebih bersih dari air permukaan

karena air yang merembes ke dalam tanah telah disaring oleh lapisan tanah yang dilewatinya. (Dwijosaputro, 1981)

Kebutuhan air bersih manusia biasanya memanfaatkan sumber-sumber air yang berada di sekitar permukiman baik itu air alam, maupun air yang telah mengalami proses pengolahan terlebih dahulu. Menurut Sugiharto (1983) tempat sumber air dibedakan menjadi empat yaitu :

1) Air Permukaan

Merupakan air baku utama bagi produksi air minum di kota-kota besar. Sumber air permukaan dapat berupa air sungai, air danau, mata air, waduk, empang, kolam dan air dari saluran irigasi. Maka kemungkinan air ini dapat mengalir lebih-lebih di musim hujan. Air akan membawa dan melarutkan benda-benda sekitarnya bahkan membawa sisa industri, sehingga mengakibatkan pencemaran.

Kapasitas air permukaan dipengaruhi musim, misalnya saat musim hujan kapasitas akan bertambah dan saat musim kemarau kapasitasnya akan berkurang . Sifat kimiawi dari air permukaan tergantung dari mana asal air tersebut. Khusus untuk air laut yang merupakan sumber air permukaan yang sangat besar ($2/3$ dari permukaan bumi) dan tidak ada habis-habisnya, sehingga untuk kebutuhan air dimasa yang akan datang air laut merupakan sumber air alternatif yang dapat dimanfaatkan.

2) Air Tanah

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

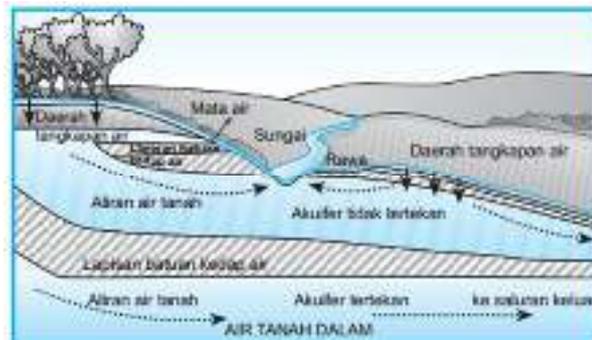
Air tanah terbentuk sebagian dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi dan sebagian meresap ke dalam tanah melalui pori-pori atau celah-celah dan akar tanaman serta tertahan pada lapisan tanah membentuk lapisan mengandung air tanah (*akuifer*).

Karakteristik Akuifer Air Tanah

Air tanah merupakan bagian dari siklus hidrologi yang berlangsung di alam, serta terdapat dalam batuan yang berada di bawah permukaan tanah meliputi keterdapatan, penyebaran dan pergerakan air tanah dengan penekanan pada hubungannya terhadap kondisi geologi suatu daerah (Danaryanto, dkk. 2005) Berdasarkan atas sikap batuan terhadap air, dikenal adanya beberapa karakteristik batuan sebagai berikut :

- Akuifer (lapisan pembawa air) adalah lapisan batuan jenuh air di bawah permukaan tanah yang dapat menyimpan dan meneruskan air dalam jumlah yang cukup dan ekonomis misalnya pasir.
- Akuiklud (lapisan batuan kedap air) adalah suatu lapisan batuan jenuh air yang mengandung air tetapi tidak mampu melepaskannya dalam jumlah berarti misalnya lempung.
- Akuitard (lapisan batuan lambat air) adalah suatu lapisan batuan yang sedikit lulus air dan tidak mampu melepaskan air dalam arah mendatar, tetapi mampu melepaskan air cukup berarti ke arah vertikal, misalnya lempung pasiran.
- Akuiflug (lapisan kedap air) adalah suatu lapisan batuan kedap air yang tidak mampu mengandung dan meneruskan air, misalnya granit.

Menurut Undang-undang Nomor 11 Tahun 1974 tentang Pengairan, cekungan air tanah adalah suatu wilayah yang dibatasi oleh batas hidrogeologis, tempat semua kejadian hidrogeologis seperti proses pengimbuhan, pengaliran, dan pelepasan air tanah berlangsung.



Sumber : Kodoatie, 2012

Gambar 2.2. Kedudukan Tipe Akuifer

Tipe akuifer digolongkan menjadi tiga (Kodoatie, 2012), yaitu :

1. Akuifer bebas (*unconfined aquifer*), merupakan akuifer jenuh air dimana lapisan pembatasnya hanya pada bagian bawahnya dan tidak ada pembatas di lapisan atasnya (batas di lapisan atas berupa muka air tanah).
2. Akuifer tertekan (*confined aquifer*), adalah akuifer yang batas lapisan atas dan lapisan bawah adalah formasi tidak tembus air, muka air akan muncul diatas formasi tertekan bawah. Akuifer ini terisi penuh oleh air tanah sehingga pengeboran yang menembus akuifer ini akan menyebabkan naiknya muka air tanah di dalam sumur bor yang melebihi kedudukan semula.
3. Akuifer semi tertekan (*leaky aquifer*), merupakan akuifer jenuh air yang dibatasi oleh lapisan atas berupa akuitard dan lapisan bawahnya merupakan akuiklud. Akuifer semi-tertekan atau aquifer bocor adalah akuifer jenuh yang sempurna, pada bagian atas dibatasi oleh lapisan semi-lulus air dan bagian bawah merupakan lapisan lulus air ataupun semi-lulus air.

Gerakan Air Tanah

Perbedaan potensi kelembaban total dan kemiringan antara dua lokasi dalam lapisan tanah dapat menyebabkan gerakan air dalam tanah. Air bergerak dari tempat dengan potensi kelembaban tinggi ke tempat dengan potensi kelembaban yang lebih rendah. Keseimbangan hidrologi dapat terjadi apabila tenaga penggerak air sebanding dengan jumlah tenaga gravitasi potensial dan tenaga hisap potensial, sehingga semakin tinggi kedudukan permukaan air tanah maka tenaga hisap potensial menjadi semakin kecil (Asdak, 2010). Hal ini berarti bahwa semakin besar tenaga hisap / pemompaan, air tanah menjadi semakin kering. Ketika permukaan air tanah menurun sebagai akibat kegiatan pengambilan air tanah maka akan terbentuk cekungan permukaan air tanah. akan hilang sehingga sumber air tanah itu akan menjadi kering.

Dari segi mikrobiologis, air tanah lebih baik dibanding dengan air hujan atau permukaan karena lebih jernih dan mengandung cukup bahan mineral yang dibutuhkan bagi tubuh atau kesehatan manusia. Namun, dalam hal-hal tertentu kadar bahan kimia yang terkandung berlebihan. Hal ini disebabkan oleh jumlah air, luasnya wilayah tertentu yang berupa daerah pegunungan kapur hingga

banyak mengandung Ca berlebihan dan sebagainya (kementrian kesehatan Republik Indonesia, 2010).

3) Air Hujan.

Air hujan merupakan sumber air yang sangat penting bagi daerah yang tidak memiliki atau hanya memiliki sedikit sumber air tanah maupun air permukaan. Air hujan berasal dari awan yang mengembun dan jatuh diatas bumi. Tentu saja sering kotor dan mengandung gas-gas seperti CO₂, oksigen, nitrogen, debu dan senyawa lain yang kemudian mengembun dan jatuh ke bumi setelah melalui media udara sehingga dia bersifat asam.

4) Air Laut

Air laut merupakan campuran dari 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam-garaman, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Sifat-sifat utama air laut ditentukan oleh 95% air murni. Air laut memiliki kadar garam rata-rata 3,5%. Artinya dalam 1 liter (1000 mL) air laut terdapat 35 gram garam (terutama, namu tidak seluruhnya, garam dapur atau NaCl).

Air laut merupakan sumber air yang tak terhingga jumlahnya (2/3 dari permukaan bumi), akan tetapi karena air laut merupakan kumpulan dari berbagai sumber air, dan pengaruh penguapannya, maka kandungan mineralnya amat tinggi terutama garam dapur (NaCl) dan karena sifat basa yang amat tinggi maka kesulitan dalam berbagai hal untuk bermacam-macam kebutuhan (air minum, air industri).

Karakteristik utama yang membedakan air tanah dari air permukaan adalah pergerakan yang sangat lambat dan waktu tinggal (*Residence Time*) yang sangat lama, dapat mencapai puluhan bahkan ratusan tahun. Karena pergerakan yang sangat lambat dan waktu tinggal yang lama tersebut, air tanah akan sulit untuk pulih kembali jika mengalami pencemaran (Efendi, 2003).

Berdasarkan Permenkes RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990, tentang syarat-syarat pengawasan kualitas air, air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Sedangkan air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat dan dapat diminum langsung. Di sisi lain, Permenkes RI No.

492/MENKES/PER/IV/2017, tentang persyaratan kualitas air minum, menyatakan bahwa air minum adalah air yang melalui proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi, dan radioaktif.

Standar kualitas air minum adalah batas operasional dari kriteria kualitas air dengan memasukkan pertimbangan non teknis, misalnya kondisi sosial ekonomi, target atau tingkat kualitas produksi, tingkat kesehatan yang ada dan teknologi yang tersedia. Adapun syarat-syarat kesehatan air bersih adalah sebagai berikut:

a. Persyaratan Biologis

Persyaratan biologis berarti air bersih tersebut tidak mengandung mikroorganisme yang nantinya menjadi infiltran dalam tubuh manusia. Mikroorganisme itu dapat dibagi dalam empat group, yaitu parasit, bakteri, virus dan kuman. Dari keempat jenis mikroorganisme tersebut, umumnya yang menjadi parameter kualitas air adalah bakteri, seperti *Eschericia coli* dan *total coliform*.

b. Persyaratan Fisika

Persyaratan fisika air bersih terdiri dari kondisi fisik air pada umumnya, yakni derajat keasaman (pH), suhu, kejernihan, warna, dan bau. Aspek fisik ini sesungguhnya selain penting untuk aspek kesehatan juga langsung dapat terkait dengan kualitas fisik air seperti suhu dan keasaman. Selain itu sifat fisik air juga penting untuk menjadi indikator tidak langsung pada persyaratan biologis dan kimia, seperti warna air dan bau.

c. Persyaratan Kimia

Persyaratan kimia menjadi sangat penting karena banyak sekali kandungan kimiawi air yang memberi akibat buruk pada kesehatan, karena tidak sesuai dengan proses biokimia tubuh. Bahan kimia seperti nitrat (NO_3), arsenic (As), dan berbagai macam logam berat khususnya air raksa (Hg), timah hitam (Pb), dan cadmium (Cd) dapat menyebabkan gangguan pada tubuh manusia karena dapat berubah menjadi racun dalam tubuh.

2.1.1 Karakteristik Air

1. Karakteristik Air berdasarkan Parameter Fisik

a. Suhu

Temperature air yang diizinkan oleh MENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2017 adalah $\pm 3^{\circ}\text{C}$ suhu udara. Penyimpangan terhadap ketetapan ini akan mengakibatkan (A.Yulianti, 2015):

1. Meningkatnya daya atau tingkat toksisitas bahan kimia atau bahan pencemar dalam air.
 2. Pertumbuhan mikroba dalam air.
- b. Warna

Warna air dapat kita ketahui bahwa sumber air ada dari beberapa tempat sehingga warna yang dimiliki pun berbeda-beda. Sehingga hal tersebut tidak dapat langsung diterima oleh masyarakat. Warna air yang dapat ditimbulkan dikarenakan adanya ion besi, mangan, humus, biota laut, plankton, dan limbah industri (Suwittoku, 2013)

c. Bau

Beberapa sumber utama bau adalah hidrogen sulfida dan senyawa organik yang dihasilkan oleh dekomposisi anaerob. Selain menyebabkan keluhan, bau mungkin merupakan salah satu tanda dari adanya gas beracun atau kondisi anaerob pada unit yang dapat memiliki efek merugikan bagi kesehatan atau dampak lingkungan. Air yang memenuhi standar kualitas harus bebas dari bau (Hadi, 2007).

d. Rasa

Rasa pada air dapat ditimbulkan oleh beberapa hal yaitu adanya gas terlarut seperti H_2S , organisme hidup, adanya limbah padat dan limbah cair dan kemungkinan adanya sisa-sisa bahan yang digunakan untuk disinfektan seperti klor. Rasa pada air minum diupayakan netral atau tawar, sehingga dapat diterima oleh para konsumen air minum (Sutrisno, 2004).

e. Kekeruhan

Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air. Kekeruhan disebabkan adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), maupun bahan anorganik dan organik yang berupa plankton dan mikroorganisme lain (Sanu, 2001).

2. Karakteristik Air berdasarkan Parameter Kimia

a. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman merupakan gambaran jumlah atau aktivitas ion hidrogen dalam perairan. Secara umum nilai pH menggambarkan seberapa besar tingkat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Perairan dengan nilai $\text{pH} = 7$ adalah netral, $\text{pH} < 7$ dikatakan kondisi perairan bersifat asam, sedangkan $\text{pH} > 7$ dikatakan kondisi perairan bersifat basa. Derajat keasaman (pH) juga merupakan salah satu faktor yang sangat penting, mengingat pH dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba di dalam air. Sebagian besar mikroba akan tumbuh dengan baik pada air yang memiliki pH berkisar pada 6.0-8.0, pH juga akan menyebabkan perubahan kimiawi di dalam air (Khanafiyah, 2014).

b. Total Padatan Terlarut (*Total Dissolved Solid*, TDS)

TDS (Total Dissolve Solid) yaitu ukuran zat terlarut (baik itu zat organik maupun anorganik) yang terdapat pada sebuah larutan. Umumnya berdasarkan definisi di atas seharusnya zat yang terlarut dalam air (larutan) harus dapat melewati saringan yang berdiameter 2 mikrometer (2×10^{-6} meter). Aplikasi yang umum digunakan adalah untuk mengukur kualitas cairan biasanya untuk pengairan, pemeliharaan aquarium, kolam renang, proses kimia, dan pembuatan air mineral. Setidaknya, kita dapat mengetahui air minum mana yang baik dikonsumsi tubuh, ataupun air murni untuk keperluan kimia misalnya pembuatan kosmetika, obat-obatan, dan makanan (Misnani, 2010). Banyak zat terlarut yang tidak diinginkan dalam air. Mineral, gas, zat organik yang terlarut mungkin menghasilkan warna, rasa dan bau yang secara estetis tidak menyenangkan. Beberapa zat kimia mungkin bersifat racun, dan beberapa zat organik terlarut bersifat karsinogen yaitu zat yang dapat menyebabkan penyakit kanker. Cukup sering, dua atau lebih zat terlarut khususnya zat terlarut dan anggota golongan halogen akan bergabung membentuk senyawa yang bersifat lebih dapat diterima daripada bentuk tunggalnya (Misnani, 2010).

c. Kesadahan Total

Kesadahan adalah sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion (kation) logam valensi dua. Ion-ion ini mampu bereaksi dengan sabun membentuk kerak air. Kation-kation penyebab utama dari kesadahan Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} , Fe^{2+} , dan

Mn^{2+} . Kesadahan total adalah kesadahan yang disebabkan oleh Ca^{2+} dan Mg^{2+} secara bersama-sama (Slamet, 2007). Standar kualitas menetapkan kesadahan total adalah 5-10 derajat jerman. Apabila kesadahan kurang dari 5 derajat jerman maka air akan menjadi lunak, jika lebih dari 10 derajat jerman maka akan mengakibatkan:

1. Kurangnya efektifitas sabun;
2. Menyebabkan lapisan kerak pada alat dapur;
3. Sayur-sayuran menjadi keras apabila dicuci dengan air ini.

d. Zat Organik

Menurut Slamet (2007) penyimpangan standar kualitas tersebut akan mengakibatkan:

1. Timbulnya bau tidak sedap pada air;
2. Menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia jika air tersebut dikonsumsi, seperti gejala sakit perut.

2.2 Air Bersih

Air bersih adalah salah satu jenis sumberdaya berbasis air yang bermutu baik dan biasa dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi atau dalam melakukan aktivitas sehari-hari dengan bebas kuman-kuman penyakit, bebas dari bahan-bahan kimia yang dapat mencemari air bersih tersebut. Air merupakan zat yang mutlak bagi setiap makhluk hidup dan kebersihan air adalah syarat utama bagi terjaminnya kesehatan (Dwijosaputro, 1981).

Untuk konsumsi air minum menurut departemen kesehatan, syarat-syarat air minum adalah tidak berasa, tidak berbau, tidak berwarna dan tidak mengandung logam berat. Walaupun air dari sumber alam dapat diminum oleh manusia, terdapat risiko bahwa air ini telah tercemar oleh bakteri (*Escherichia coli*) atau zat-zat berbahaya. Walaupun bakteri dapat dibunuh dengan memasak air hingga 100 °C, banyak zat berbahaya, terutama logam, tidak dapat dihilangkan dengan cara ini.

2.2.1 Standar Air Bersih

Kualitas air secara umum menunjukkan mutu atau kondisi air yang dikaitkan dengan suatu kegiatan atau keperluan tertentu. Sedangkan kuantitas

menyangkut jumlah air yang dibutuhkan manusia dalam kegiatan tertentu. Air adalah materi esensial didalam kehidupan, tidak ada satupun makhluk hidup di dunia ini yang tidak membutuhkan air. Air bersih dibutuhkan dalam pemenuhan kebutuhan manusia untuk melakukan segala kegiatan mereka. Sehingga perlu diketahui bagaimana air dikatakan bersih dari segi kualitas dan bisa digunakan dalam jumlah yang memadai dalam kegiatan sehari-hari manusia. Ditinjau dari segi kualitas, ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi, di antaranya kualitas fisik yang terdiri atas bau, warna dan rasa, kualitas kimia yang terdiri atas pH, kesadahan, dan sebagainya serta kualitas biologi dimana air terbebas dari mikroorganisme penyebab penyakit. Agar kelangsungan hidup manusia dapat berjalan lancar, air bersih juga harus tersedia dalam jumlah yang memadai sesuai dengan aktifitas manusia pada tempat tertentu dan kurun waktu tertentu (Sudaryono, 2004).

Ketentuan pemerintah untuk menentukan air bersih, pementes menentukan beberapa syarat terhadap air bersih dan air minum melalui ketentuan Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2017 berdasarkan aturan tersebut, pengertian air bersih adalah air untuk pemenuhan kehidupan sehari-hari yang dapat diminum setelah dimasak serta kualitas syarat kesehatannya terpenuhi

Syarat baku mutu air minum berdasarkan Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2017 secara lengkap dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.1. Persyaratan Kualitas Air Minum

No.	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1.	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E. Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO ₂ ⁻)	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO ₃ ⁻)	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2.	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	°C	Suhu udara ± 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0.2
	2) Besi	mg/l	0.3
	3) Kesadahan	mg/l	500
	4) Khlorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0.4
	6) pH		6.5-8.5
	7) Seng	mg/l	3
	8) Sulfat	mg/l	250
	9) Tembaga	mg/l	2
	10) Amonia	mg/l	1.5
3.	Parameter Tambahan		
	Zat Organik (KmnO ₄)	mg/l	1

Sumber: Kementerian Kesehatan, 2017

2.3 Air Minum

Air minum adalah air yang digunakan untuk konsumsi manusia. Setiap air minum selalu mengandung partikel yang terlarut yang tidak tampak oleh mata, bisa berupa partikel padatan (seperti kandungan logam misalnya: Besi, Aluminium, Tembaga, Mangan Timba, dll) maupun partikel non padatan seperti mikroorganisme dan lain-lain. Menurut kementrian kesehatan, syarat-syarat air minum adalah tidak berasa, tidak berbau, tidak berwarna, tidak mengandung mikroorganisme yang berbahaya dan tidak mengandung logam berat. Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan ataupun tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum (keputusan menteri kesehatan nomor 907 Tahun 2002).

2.3.1 Standar Kualitas Air Minum

Beberapa persyaratan air minum yang layak dikonsumsi baik dari segi fisika, kimia, maupun biologinya antara lain sebagai berikut:

1. Persyaratan Fisika

Air minum harus memenuhi standar uji fisik (fisika), antara lain derajat kekeruhan, bau, rasa, jumlah zat padat terlarut, suhu, dan warnanya. Syarat fisik air yang layak minum sebagai berikut:

a. Kekeruhan

Kualitas air yang baik adalah jernih (bening) dan tidak keruh. Batas maksimal kekeruhan air layak minum menurut Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2017 adalah 5 skala NTU.

Kekeruhan disebabkan adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), maupun bahan anorganik dan organik yang berupa plankton dan mikroorganisme lain. (Sanu, 2001).

b. Tidak Berbau dan Rasanya Tawar

Air yang kualitasnya baik adalah tidak berbau dan memiliki rasa tawar. Bau dan rasa air merupakan dua hal yang mempengaruhi kualitas air. Biasanya bau dan rasa saling berhubungan. Air yang berbau busuk memiliki rasa kurang enak. Dilihat dari segi estetika, air berbau busuk tidak layak dikonsumsi. Bau busuk merupakan sebuah indikasi bahwa telah atau sedang terjadi proses pembusukan (dekomposisi) bahan-bahan organik oleh mikroorganisme di dalam air.

c. Jumlah Padatan Terapung

Perlu diperhatikan, air yang baik dan layak untuk diminum tidak mengandung padatan terapung dalam jumlah yang melebihi batas maksimal yang diperbolehkan (500 mg/L). Padatan yang terlarut di dalam air berupa bahan - bahan kimia anorganik dan gas – gas yang terlarut. Beberapa zat kimia mungkin bersifat racun, dan beberapa zat organik terlarut bersifat karsinogen yaitu zat yang dapat menyebabkan penyakit kanker (Misnani, 2010).

d. Suhu Normal

Suhu yang diperbolehkan oleh Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2017 yaitu $\pm 3^{\circ}\text{C}$ dari suhu udara. Suhu air sangat mempengaruhi aktivitas biologi yang ada dalam air, karena kenaikan suhu perairan dapat menaikkan aktivitas biologi sehingga dapat menghasilkan O₂ yang lebih banyak lagi (A. Yulianti.2015)

e. Warna

Warna air yang dapat ditimbulkan dikarenakan adanya ion besi, mangan, humus, biota laut, plankton, dan limbah industri (Suwittoku, 2013). Air yang layak dikonsumsi harus jernih dan tidak berwarna. Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2017 menyatakan bahwa batas maksimal warna air yang layak minum adalah 15 skala TCU.

3. Persyaratan Kimia

Standar baku kimia air layak minum meliputi batasan derajat keasaman, tingkat kesadahan, dan kandungan bahan kimia organik maupun anorganik pada air. Persyaratan kimia sebagai batasan air layak minum sebagai berikut:

a. Derajat Keasaman (pH)

pH menunjukkan derajat keasaman suatu larutan. Air yang baik adalah air yang bersifat netral (pH = 7). Air dengan pH kurang dari 7 dikatakan air bersifat asam, sedangkan air dengan pH di atas 7 bersifat basa. Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2017, batas pH minimum dan maksimum air layak minum berkisar 6,5-8,5.

b. Kandungan Bahan Kimia Organik

Zat organik merupakan zat yang pada umumnya bagian dari binatang atau tumbuhan dengan komponen utamanya adalah karbon, protein, dan lemak

lipid. Zat organik mudah sekali mengalami pembusukan oleh bakteri dengan menggunakan oksigen terlarut.

Limbah organik yang masuk ke dalam perairan dalam bentuk padatan yang terendap, koloid, tersuspensi dan terlarut. Pada umumnya, dalam bentuk padatan akan langsung mengendap menuju dasar perairan sedangkan bentuk lainnya berada di badan air, baik di bagian yang aerob maupun anaerob. Dimanapun limbah organik berada, jika tidak dimanfaatkan oleh fauna perairan lain seperti ikan, kepiting, bentos dan lainnya maka akan segera dimanfaatkan oleh mikroba, baik mikroba aerobik (mikroba yang hidupnya memerlukan oksigen), mikroba anaerobik (mikroba yang hidupnya tidak memerlukan oksigen) ataupun mikroba fakultatif (mikroba yang dapat hidup pada perairan aerobik dan anaerobik). (Halim, 2007).

Adanya zat organik dalam air menunjukkan bahwa air tersebut telah tercemar oleh kotoran manusia, hewan, atau sumber lain. Makin tinggi kandungan zat organik didalam air, maka semakin jelas bahwa air tersebut tercemar (Kurniawan, 2009). Hal ini menyebabkan air akan menjadi keruh dan berwarna. Penguraian zat organik di dalam air menyebabkan air menjadi bau dan kadar oksigen terlarut rendah. Zat organik di dalam air ditetapkan sebagai angka permanganat. Angka permanganat adalah jumlah miligram KMnO_4 yang diperlukan untuk mengoksidasi zat organik yang terkandung didalam satu liter contoh air dengan pendidihan selama 10 menit. Penentuan zat organik dengan cara oksidasi dapat dilakukan dalam suasana asam atau basa

- 1) Metode asam untuk air yang mengandung ion $\text{Cl} < 300$ ppm
- 2) Metode basa untuk air yang mengandung ion $\text{Cl} > 300$ ppm

Metode yang digunakan untuk menentukan angka permanganat adalah dengan mengoksidasikan zat organik dalam air dengan larutan baku kalium permanganat (KMnO_4) 0.01 N kemudian sisa dari KMnO_4 0.01 N ini akan direduksi oleh asam oksalat berlebih. Kelebihan asam oksalat dititrasi kembali dengan KMnO_4 sampai titik akhir berwarna merah muda seulas.

Berdasarkan Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2017 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum ditetapkan bahwa kadar maksimum zat organik (KMnO_4) dalam perairan adalah 10 mg/l. Hal ini dikarenakan kalium

permanganat memiliki dampak yang buruk bagi kesehatan apabila kadarnya tidak dijaga dalam air minum dan dikonsumsi secara terus menerus oleh manusia. Dampak tersebut bisa berupa kerusakan pada organ seperti ginjal, hati, kulit, maupun sistem saraf pusat. Selain itu juga dapat memberikan efek toksin pada manusia karena debu $KMnO_4$ sangat beracun, dapat terhisap melalui pori-pori, dapat menyebabkan kerusakan pada paru-paru dan sistem pernafasan pada bagian atas.

c. Kandungan Bahan Kimia Anorganik

Kandungan bahan kimia anorganik pada air layak minum tidak melebihi jumlah yang telah ditentukan. Bahan-bahan kimia yang termasuk bahan kimia anorganik antara lain garam dan ion - ion logam (Fe, Al, Cr, Mg, Ca, Cl, K, Pb, Hg, Zn).

d. Tingkat Kesadahan

Kesadahan merupakan salah satu parameter kimia tentang kualitas air bersih, tingkat kesadahan air pada dasarnya ditentukan oleh jumlah kalsium (Ca) dan magnesium (Mg). Dalam standart kualitas air bersih dan air minum minum, kesadahan maksimum yang diperbolehkan adalah 500mg/l (sebagai Ca), dan kadar minimum yang diperbolehkan adalah 75 mg/l (Setyaningsih,2016). Sedangkan Berdasarkan Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2017, derajat kesadahan maksimum air yang layak minum adalah 500 mg per liter.

4. Persyaratan Biologi

a. Tidak Mengandung Organisme Patogen

Organisme patogen berbahaya bagi kesehatan manusia. Beberapa mikroorganisme pathogen yang terdapat pada air berasal dari golongan bakteri, protozoa, dan virus penyebab penyakit.

- 1) Bakteri *Salmonella typhi*, *Sighella dysentia*, *Salmonella paratyphi*, dan *Leptospira*.
- 2) Golongan protozoa seperti *Entoniseba histolyca* dan *Amebic dysentry*.
- 3) Virus *Infectus hepatitis* merupakan penyebab hepatitis.

b. Tidak Mengandung Mikroorganisme Nonpatogen

Mikroorganismenonpatogen merupakan jenis mikroorganismenonpatogen yang tidak berbahaya bagi kesehatan tubuh. Namun, dapat menimbulkan bau dan rasa yang tidak enak, lender, dan kerak pada pipa.

2.4 Teknologi Pengolahan Air Minum

2.4.1 Filtrasi

Menurut Usman dan Indah (2014) filtrasi atau penyaringan (*filtration*) adalah pemisahan partikel zat padat dari fluida dengan jalan melewatkan fluida itu melalui suatu medium penyaring atau *septum*, di mana zat padat itu tertahan. Dalam industri, filtrasi ini meliputi ragam operasi mulai dari penapisan sederhana sampai separasi yang amat rumit. Adapun rangkaian sistem filtrasi pada alat pengolahan air minum yaitu :

1. *Zeolite filter*

Zeolite filter adalah zeolite sebagai sarana proses filterisasi dengan tujuan untuk melembutkan air dengan cara menyerap *calcium* (Ca) dan magnesium (Mg), menghilangkan *chlorine* (Cl) dari air ledeng, menghilangkan besi (Fe) dari sumber air tanah, menghilangkan kontaminan seperti logam berat dan ammonia, serta dapat meningkatkan kejernihan air.



Sumber : <https://www.tokopedia.com/ponirpetshop/batu-pasir-zeolit-filter>

Gambar 2.3 *Zeolit filter*

2. *Carbon filter*

Carbon filter adalah karbon aktif sebagai sarana proses filterisasi dengan tujuan mengadakan penyaringan untuk jenis-jenis material yang terdapat dalam air, seperti bau, kekeruhan, serta warna-warna yang mungkin timbul pada air baku

dan menyaring kotoran dengan ukuran antara 1 s/d 2 mm. Kualitas air yang dihasilkan sudah memenuhi standar baku air minum.



Sumber : indonesian.alibaba.com

Gambar 2.4 Karbon aktif

3. Silika

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 al., 2012). Pasir silika adalah bahan galian yang terdiri atas 21 kristal-kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir silika mempunyai komposisi gabungan dari SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , dan K_2O , berwarna putih bening atau warna lain tergantung pada senyawa pengotornya, kekerasan 7 (skala Mohs), berat jenis 2,65, bentuk kristal hexagonal, panas spesifik 0,185 (Kusnaedi, 2010 dalam Selintung dan Syahrir, 2012). Pasir silika sering digunakan untuk pengolahan air kotor menjadi air bersih. Fungsi ini baik untuk menghilangkan sifat fisiknya, seperti kekeruhan, atau lumpur dan bau.



Sumber : kompasiana.com

Gambar 2.5 Pasir Silika

4. *Cartridge Filter*

Cartridge filter berfungsi sebagai alat penyaring terakhir sebelum masuk ke *reverse osmosis*. Air dialirkan melalui filter cartridge untuk menghilangkan kekeruhan yang mungkin masih tersisa. Filter cartridge ini dapat menyaring padatan atau kekeruhan sampai ukuran 0,5 mikron. Dengan demikian air yang keluar dari cartridge filter sudah sangat jernih (Widayat, 2018). *Cartridge filter* menyerap partikel, klorin, partikulat, mikro organisme, pestisida, bahan kimia dan lain-lain dalam air. Cara kerja *cartridge filter* dijelaskan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Air baku yang masuk ke dalam *cartridge filter house* akan diserap oleh lapisan membran *cartridge filter*.
2. Setelah melalui *cartridge filter*, air masuk ke dalam bagian rongga tengah *cartridge filter*, lalu dialirkan ke saluran keluar melalui outlet filter house.



Sumber : clearbookwaterfilter.com

Gambar 2.6 *Cartridge Filter*

5. *Granular Activated Carbon*

Granular Activated Carbon adalah karbon aktif berbentuk butiran. *Granular Activated Carbon* (GAC) untuk menghilangkan kandungan organik pada air juga mengurangi bau, warna dan rasa yang kurang sedap. Karbon aktif merupakan karbon yang bebas serta memiliki permukaan dalam (*internal surface*), sehingga mempunyai daya serap yang baik. Karbon aktif bersifat sangat aktif dan akan menyerap apa saja yang kontak dengan karbon tersebut. Menurut Rahman, et al (2012), karbon aktif memiliki gaya adsorpsi yang sangat kuat yang disebabkan oleh volume pori penyerapan yang tinggi dari beberapa material yang diketahui.

Karbon aktif menghilangkan lebih banyak bahan pencemar dari air dari pada karbon biasa. Sistem pengolahan karbon aktif untuk rumah tangga sangat mudah.

Sebuah penelitian membuktikan bahwa sebuah system penyaringan karbon aktif dengan karbon aktif granular lebih efektif menghilangkan klorin, rasa dan bahan organik terhalogenasi. Desain dari penyaring karbon aktif harus memastikan bahwa penyaring telah cukup dalam sehingga bahan pencemar akan terserap ke dalam system karbon aktif pada saat mengambil air untuk dipindahkan melalui penyaring. Kedalaman penyaring tergantung pada laju aliran dari air yang melewati penyaring. Semakin lambat laju aliran, semakin baik untuk menghilangkan bahan pencemar. Karakteristik fisik dan kimia dari air juga akan mempengaruhi kerja system. Keasaman dan suhu juga dapat menjadi sangat penting. Keasaman yang lebih tinggi dan suhu air yang lebih rendah dapat meningkatkan kerja dari system penyaring karbon aktif.



Sumber : <https://www.discountfilters.com/sediment-carbon-water-filters/>

Gambar 2.7 *Granular Activated Carbon (GAC)*

2.4.2 *Reverse Osmosis (RO)*

Reverse Osmosis adalah suatu metode penyaringan yang dapat menyaring berbagai molekul besar dan ion-ion dari suatu larutan dengan cara memberi tekanan pada larutan ketika larutan berada di salah satu sisi membrane seleksi (lapisan penyaring). Proses tersebut menyebabkan zat terlarut terendap di lapisan yang dialiri tekanan sehingga zat pelarut murni bias mengalir ke lapisan berikutnya. Membrane seleksi tersebut harus bersifat selektif atau bias memilah yang artinya bias dilewati zat pelarutnya (atau bagian kecil dari larutan) tetapi tidak bisa dilewati zat terlarut seperti molekul berukuran besar dan ion-ion (Asmadi dkk, 2011). *Reverse Osmosis* juga mampu melakukan penurunan

kandungan mikrobiologi, seperti bakteri *E. coli* dan bakteri total koliform. Hal ini dikarenakan *Reverse Osmosis* mempunyai membrane yang sangat kecil dan mampu menyaring bakteri *E. coli* dan bakteri total koliform yang terkandung di dalam air.



Sumber : Ajmadison.com

Gambar 2.8 *Reverse osmosis*

2.4.3 Desinfeksi

Desinfeksi adalah suatu metode yang digunakan untuk membunuh mikroorganisme penyebab penyakit dengan bahan kimia atau secara fisik, hal ini dapat mengurangi kemungkinan terjadi infeksi dengan jalan membunuh mikroorganisme patogen (Fety dan Yogi, 2011). Metode desinfeksi yang digunakan yaitu desinfektan sinar ultraviolet (UV). Desinfeksi dengan sinar ultraviolet termasuk ke dalam proses fisik, berbeda dengan klorinasi dan ozonasi yang memanfaatkan penggunaan zat-zat kimia. Radiasi sinar ultraviolet dapat mempengaruhi mikroorganisme dengan mengubah DNA atau RNA dalam sel. Radiasi ultraviolet merupakan suatu sumber energi yang mempunyai kemampuan untuk melakukan penetrasi ke dinding sel mikroorganisme dan mengubah komposisi asam nukleatnya. Absorpsi ultraviolet oleh DNA (atau RNA pada beberapa virus) dapat menyebabkan mikroorganisme tersebut tidak mampu melakukan replikasi akibat pembentukan ikatan rangkap dua pada molekul-molekul pirimidin (Snider et al, 1991 dalam Cahyonugroho 2010). Mekanisme kerja alat *Ultraviolet* adalah melepaskan foton yang akan diserap oleh DNA mikroorganisme yang menyebabkan kerusakan DNA sehingga proses replikasi DNA akan terhambat. Pada keadaan ini, mikroorganisme akan mati secara perlahan karena tidak dapat mengatur metabolisme sel dan tidak dapat

berkembang biak. DNA yang tersusun dari rantai dasar nitrogen berupa *purine* dan *pyrimidine* dimana *purine* terdiri dari *adenine* dan *guanine*, sedangkan *pyrimidine* terdiri dari *thymine* dan *cytosine*. (Jogger, 1967 dalam Cahyonugroho 2010). Sinar UV yang digunakan untuk proses desinfeksi termasuk ke dalam kelompok UV-C dengan rentang panjang gelombang adalah 200 - 300 nm.



Sumber : id.aliexpress.com

Gambar 2.9 Lampu sinar UV