

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air

2.1.1 Definisi Air

Air merupakan sumber daya alam yang paling banyak terdapat di bumi. Karena setiap makhluk hidup akan membutuhkan air sebagai sumber kehidupan. Air adalah senyawa kimia dengan rumus kimia H_2O : satu molekul air tersusun dari dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air minum menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 adalah air yang memiliki proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif. Berdasarkan peraturan menteri kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang pengawasan dan syarat-syarat kualitas air yang disebut sebagai air minum adalah air yang memenuhi syarat kesehatan yang dapat langsung diminum, sedangkan yang disebut sebagai air bersih adalah air yang memenuhi syarat kesehatan, yang harus dimasak terlebih dahulu sebelum diminum. Syarat-syarat yang ditentukan sesuai dengan persyaratan kualitas air secara fisika, kimia dan biologi (Sulih Hartanto, 2007).

Parameter wajib penentuan kualitas air minum secara mikrobiologi adalah total bakteri *coliform* dan *escherichia coli*. Air yang dibutuhkan manusia meliputi air layak pakai yang bersih yang sehat untuk keperluan

memasak, mencuci, dan mandi serta air yang layak konsumsi untuk keperluan air minum. Seiring perkembangan zaman teknologi saat ini menjadi semakin maju. Kebutuhan akan air minum pun semakin lama semakin meningkat. Dengan mengimbangi kesibukan manusia saat ini yang sudah tidak memiliki waktu merebus air untuk dikonsumsi sebagai air minum (Pandeinuwu 2015).

2.1.2 Sumber Air

Air yang diperuntukan bagi konsumsi manusia harus berasal dari sumber air yang bersih dan aman. Batasan-batasan sumber air yang bersih dan aman ini, antara lain (Sumantri, 2015):

- a. Bebas dari kontaminasi kuman atau bibit penyakit.
- b. Bebas dari substansi kimia yang berbahaya dan beracun.
- c. Tidak berasa dan tidak berbau.
- d. Dapat digunakan untuk mencukupi kebutuhan domestik dan rumah tangga.
- e. Memenuhi standar minimal yang ditentukan oleh WHO (*World Health Organization*) atau Departemen Kesehatan RI.

Berdasarkan letak sumbernya, air dapat dibagi menjadi air hujan, air permukaan dan air tanah, sebagai berikut (Sumantri, 2015):

1. Air 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 karbondioksida, 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 (Sumantri, 2015)

2. Air Permukaan

Air permukaan yang meliputi badan-badan air semacam sungai, danau, telaga, waduk, rawa, air 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 zat lainnya.

3. Air Tanah

Air tanah dibedakan atas dua macam, yaitu 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 dapat dimanfaatkan untuk kepentingan manusia dengan cara membuat sumur atau pompa air. Sumur ini dibagi menjadi dua macam, yaitu (Sumantri, 2015):

a. Sumur Dangkal

Merupakan cara mengambil air yang banyak dipakai di Indonesia. Sumur hendaknya terletak di tempat yang aliran air tanahnya tidak tercemar. Bila di sekeliling sumur terdapat sumber pencemaran air tanah, hendaknya sumur ini berada di hulu aliran air tanah dan

sedikitnya berjarak 10-15 meter dari sumber pencemaran tersebut. Diperkirakan sampai kedalaman 3 meter tanah masih mengandung kuman-kuman. Lebih dalam dari 3 meter sudah dapat dikatakan tanah bersih dari kuman-kuman. Oleh karena itu, dinding dalam yang melapisi sumur sebaiknya dibuat sampai dengan 3 meter atau 5 meter.

b. Sumur Dalam (sumur artesis)

Sumur dalam mempunyai permukaan air tanah di sekelilingnya. Tingginya permukaan air ini disebabkan oleh adanya tekanan di dalam akuifer. Air tanah berada dalam akuifer yang terdapat di antara dua lapis yang tidak tembus.

2.1.3 Sumur Gali

Sumur gali adalah satu konstruksi sumur yang paling umum dan meluas dipergunakan untuk mengambil air tanah bagi masyarakat kecil dan rumah-rumah perorangan sebagai air minum dengan kedalaman 7-10 meter dari permukaan tanah. Sumur gali menyediakan air yang berasal dari lapisan tanah yang relatif dekat dari permukaan tanah, oleh karena itu dengan mudah terkena kontaminasi melalui rembesan. Umumnya rembesan berasal dari tempat buangan kotoran manusia /jamban dan hewan, juga dari limbah sumur itu sendiri, baik karena lantainya maupun saluran air limbahnya yang tidak kedap air. Air sumur yang berbau menunjukkan terjadinya pencemaran dan menurunnya kualitas air sehingga jumlah oksigen terlarutnya rendah (Hayati,

n.d.) Keadaan konstruksi dan cara pengambilan air sumur pun dapat merupakan sumber kontaminasi, misalnya sumur dengan konstruksi terbuka dan pengambilan air dengan timba. Sumur dianggap mempunyai tingkat perlindungan sanitasi yang baik, bila tidak terdapat kontak langsung antara manusia dengan air di dalam sumur (Widia Wati, 2016)

2.1.4 Pesyaratan Kualitas Air Minum

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan, air minum yang aman bagi kesehatan adalah air minum yang memenuhi syarat fisika, kimia, mikrobiologis dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan. Untuk menjaga kualitas air minum yang dikonsumsi oleh masyarakat, dilakukan pengawasan kualitas air minum secara internal dan eksternal. Pengawasan secara internal dilakukan oleh penyelenggara air minum yaitu badan usaha milik negara/daerah, koperasi, badan usaha swasta, usaha perorangan, kelompok masyarakat atau individual yang melakukan penyelenggaraan penyediaan air minum untuk menjamin kualitas air minum. Pengawasan secara eksternal dilakukan oleh dinas kesehatan kabupaten/kota. Kegiatan yang dilakukan dalam pengawasan kualitas air minum meliputi inspeksi sanitasi, pengambilan sampel air, pengujian kualitas air, analisa hasil laboratorium, rekomendasi dan tindak lanjut (Raharja 2015)

Dari segi kualitas air minum harus memenuhi :

a. Syarat fisik

Adapun syarat-syarat fisik yang ditentukan, yaitu air tidak boleh berwarna, air berasa, air tak boleh berbau, temperatur normal (sama

dengan temperatur udara (20-26°C), air harus jernih, tidak mengandung zat padatan. Menurut Rahayu (2016) sifat fisik air tertera pada Tabel 2 :

Tabel 2. Sifat fisik air

Nama Sistemis	Massa Jenis Es (0°C)	Rumus Molekul	Massa Molar (g/mol)	Massa Jenis Air (0°C)	Titik Beku (0°C)	Titik Didih (100°C)	Kalor Jenis (J/kg.K)
Air	0,92 g/cm ³	H ₂ O	18,0153	1,00 g/cm ³	0°C	100°C	4184 (cair pada 20°C)

Standarisasi kualitas air bertujuan untuk memelihara, melindungi, dan mempertinggi derajat kesehatan masyarakat, terutama dalam pengelolaan air atau kegiatan usaha.

b. Syarat kimia

Adapun syarat kimia air yaitu memiliki pH netral (pH = 7), tidak mengandung bahan kimia beracun, tidak mengandung garam atau ion-ion logam, kesadahan rendah, tidak mengandung bahan organik (Saragi 2016)

c. Syarat biologi

Adalah kandungan bakteri dalam air. *E.coli* dan koliform lainnya, Koliform yang mampu meragikan asam penghasil glukosa dan laktosa. Organisme lain yang dijadikan parameter mikrobiologi adalah *Streptococcus faecalis* dan *Clostridium welchii* (Saragi 2016).

2.1.5 Pencemaran Air

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 173/Menkes/VII/77 pencemaran air adalah suatu peristiwa masuknya zat ke dalam air yang

mengakibatkan kualitas (mutu) air tersebut menurun sehingga dapat mengganggu atau membahayakan kesehatan masyarakat.

Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 20 tahun 1990 pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang membahayakan yang mengakibatkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Saragi 2016).

Banyak penyebab sumber pencemaran air, tetapi secara umum dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu sumber kontaminan langsung dan tidak langsung. Sumber langsung meliputi efluen yang keluar dari industri, TPA (Tempat Pembuangan Air), sampah rumah tangga, dan sebagainya. Sumber tak langsung ialah kontaminan yang memasuki badan air dari tanah, air tanah atau atmosfer berupa hujan. Pada dasarnya sumber pencemaran air berasal dari industri, rumah tangga dan pertanian. Tanah dan air tanah mengandung sisa dari aktivitas pertanian misalnya, pupuk dan pestisida. Kontaminan dari atmosfer juga berasal dari aktivitas manusia, yaitu pencemaran udara yang menghasilkan hujan asam (Natasya 2016).

Air merupakan substrat yang paling parah akibat pencemaran. Berbagai sumber pencemaran air berasal dari :

- a. Sumber domestik (rumah tangga), perkampungan, kota, pasar, jalan dan sebagainya.
- b. Sumber non domestik (pabrik, industri, pertanian, peternakan, perikanan serta sumber-sumber lainnya).

2.2 Zat Organik

Zat organik adalah bagian dari binatang atau tumbuh-tumbuhan dengan komponen utamanya adalah karbon, protein, dan lemak lipid. Zat organik ini mudah sekali mengalami pembusukan oleh bakteri dengan menggunakan oksigen terlarut. Sisa dari zat organik yang dibuang ke lingkungan disebut juga dengan limbah organik. Limbah organik adalah sisa atau buangan dari berbagai aktifitas manusia seperti rumah tangga, industri, pemukiman, peternakan, pertanian, dan perikanan. Bahan organik biasanya tersusun oleh karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, fosfor, sulfur, dan mineral lainnya (Halim Haitami, Rakhmina D, Fakhridani S 2016).

Zat organik yang terdapat di alam bisa berasal dari:

1. Alam misalnya minyak, tumbuh-tumbuhan, serat-serat minyak dan lemak hewan, alkohol, selulosa, gula, pati dan sebagainya.
2. Sintesa misalnya berbagai persenyawaan dan buah-buahan yang dihasilkan dari proses-proses dalam pabrik.
3. Fermentasi misalnya alkohol, aseton, gliserol, antibiotik, asam-asam dan sejenisnya yang berasal dari kegiatan mikroorganisme terhadap bahan-bahan organik.

Karakteristik bahan organik yang membedakannya dari bahan anorganik adalah sebagai berikut:

1. Mudah terbakar
2. Memiliki titik beku dan titik didih rendah
3. Biasanya lebih sukar larut dalam air

4. Bersifat isomerisme, beberapa jenis bahan organik memiliki rumus molekul yang sama
5. Reaksi dengan senyawa lain berlangsung lambat karena terjadi bukan dalam bentuk ion, melainkan dalam bentuk molekul
6. Sebagian besar dapat berperan sebagai sumber makanan bagi bakteri (Saragi 2016).

Tabel. 3. Parameter Pemeriksaan Air

No	Variabel	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Satuan
	Kimia		
a.	Bahan Anorganik		
	Air Raksa	0,001	mg/l
	Antimon	0,02	mg/l
	Barium	0,7	mg/l
	Boron	0,5	mg/l
	Molybdenum	0,07	mg/l
	Nikel	0,07	mg/l
	Sodium	200	mg/l
	Timbal	0,01	mg/l
	Uranium	0,015	mg/l
b.	Bahan Organik		
	Zat Organik (KMnO ₄)	10	mg/l
	Detergen	0,05	mg/l
	Chlorinated alkanes		
	Carbon tetrachloride	0,004	mg/l
	Dichloromethane	0,02	mg/l
	1,2-Dichloroethane	0,05	mg/l
	Chlorinated ethenes		
	1, 2-Dichloroethane	0,05	mg/l
	Trichloroethane	0,02	mg/l
	Tetrachloroethane	0,04	mg/l
	Aromatic hydrocarbons		
	Benzene	0,01	mg/l
	Toluene	0,7	mg/l
	Xylenes	0,5	mg/l
	Ethylbenzene	0,3	mg/l
	Styrene	0,02	mg/l
	Chlorinated benzenes		
	1,2-Dichlorobenzene (1,2-DCB)	1	mg/l
	1,4-Dichlorobenzene (1,4-DCB)	0,3	mg/l
			mg/l

No	Variabel	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Satuan
	Lain-lain		
	Di(2-ethylhexy)phthalate	0,008	mg/l
	Acrylamide	0,0005	mg/l
	Epichlorohydrin	0,0004	mg/l
	Hexachlorobutadiene	0,0006	mg/l

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010

Zat organik sebagai angka permanganat yaitu banyaknya mg/l KMnO_4 yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik dalam satu liter sampel air yang dididihkan selama 10 menit. Air minum harus memenuhi standar yang berlaku baik kualitas maupun kuantitas sesuai dengan PERMENKES RI nomor 492/Menkes/Per/IV/2010, tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum. Kualitas air minum harus sesuai dengan persyaratan secara fisik, kimia dan biologis sesuai dengan PERMENKES RI nomor 416/Menkes/Per/IX/1990. Kualitas air yang baik secara fisik adalah kejernihan dan kekeruhan. Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik berasal dari lapukan batuan dan logam, maupun yang organik yang berasal dari hewan maupun tumbuhan. Air minum yang baik biasanya tidak memberi rasa, tidak berwarna, dan tidak berbau. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No.492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum, bahwa kadar zat organik sebagai bilangan permanganat dalam air minum maksimal 10 mg/l. Semakin tinggi kandungan zat organik dalam air maka air tersebut tercemar.

Zat organik dibagi menjadi 2, yaitu zat organik aromatis yaitu senyawa organik yang beraroma, secara kimia senyawa ini mempunyai ikatan rantai yang melingkar dan zat organik nonaromatis yaitu senyawa organik yang tidak beraroma, dan secara kimia tidak mempunyai ikatan rantai yang melingkar. Permanganometri merupakan titrasi yang dilakukan berdasarkan reaksi oleh Kalium permanganat (KMnO_4). Reaksi ini difokuskan pada reaksi oksidasi dan reduksi yang terjadi antara KMnO_4 dengan bahan baku tertentu. Titrasi dengan KMnO_4 sudah dikenal lebih dari seratus tahun. Titrasi dengan KMnO_4 dengan cara langsung atas alat yang dapat dioksidasi seperti Fe^+ , asam atau gara, oksalat yang dapat larut dan sebagainya (Sari, 2018)

Penetapan kadar zat organik dilakukan dengan metode asam/basa yang sebelumnya telah dilakukan orientasi kadar Cl terhadap sampel. Dalam penetapan kadar zat organik biasanya terdapat faktor pengganggu diantaranya :

- a. Ion sulfida dan nitrit, untuk menghilangkan harus dipanaskan dengan H_2SO_4 encer sampai H_2S dan nitrit hilang.
- b. Garam ferro dapat dihilangkan dengan penambahan beberapa tetes KMnO_4 sebelum dianalisa sampai larutan tepat merah muda.
- c. Bila disimpan lebih dari satu hari, lebih baik diasamkan kurang dari 5($\text{pH}<5$) (Hidayati, 2010)

2.2.1 Bahaya Zat Organik Di Dalam Air

Adanya bahan-bahan organik dalam air erat hubungannya dengan terjadinya perubahan sifat fisik dari air, terutama dengan timbulnya warna, bau dan rasa dan

kekeruhan yang tidak diinginkan. Adanya zat organik dalam air dapat diketahui dengan menentukan angka permanganatnya. Walaupun KMnO_4 sebagai oksidator yang dipakai tidak dapat mengoksidasi semua zat organik yang ada, namun cara ini sangat praktis dan cepat pengerjaannya. Standar kandungan bahan organik dalam air minum menurut Dep. Kes. R.I. maksimal yang diperbolehkan adalah 10mg/l. Pengaruh terhadap kesehatan yang dapat ditimbulkan oleh penyimpangan terhadap standar ini adalah timbulnya bau yang tidak sedap pada air minum, dan dapat menyebabkan sakit perut (Saragi 2016).

2.2.2 Pemeriksaan Penetapan Kadar Zat Organik

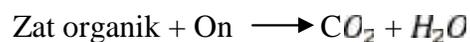
Penetapan kadar zat organik dilakukan dengan metode asam/basa yang sebelumnya telah dilakukan orientasi kadar Cl terhadap sampel (Hidayati, 2010).

2.2.2.1 Metode Asam

Digunakan apabila sampel air mengandung ion $\text{Cl} < 300$ ppm

- a. Prinsip : zat organik di dalam sampel dioksidasi oleh KMnO_4 berlebih dalam keadaan asam dan panas, sisa KMnO_4 direduksi dengan larutan asam oksalat berlebih. Kelebihan asam oksalat dititrasi kembali dengan KMnO_4 .

- b. Reaksi kimia :



2.2.2.2 Metode Basa

Digunakan apabila dalam air mengandung ion Cl > 300ppm

- a. Prinsip : sampel dididihkan dahulu dengan NaOH, selanjutnya dioksidasi oleh KMnO_4 berlebih, sisa KMnO_4 direduksi oleh asam oksalat berlebih. Kelebihan asam oksalat di titrasi kembali dengan KMnO_4 .
- b. Reaksi kimia:



2.3 Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut di perairan merupakan parameter kualitas air yang sangat penting terkait kehidupan organisme perairan. Stratifikasi vertical oksigen dapat menunjukkan dinamika perairan, potensi produktivitas dan evolusi kimia di dalamnya. Oksigen terlarut juga sangat penting untuk respirasi, pertumbuhan, perkembangan, proses metabolisme oleh seluruh jasad hidup organisme akuatik. Selain itu oksigen terlarut juga berperan dalam dekomposisi bahan organik di perairan. Oksigen terlarut mempengaruhi secara langsung atau tidak langsung parameter limnology lainnya seperti viskositas, total padatan terlarut dan konduktivitas yang semuanya merupakan parameter fisika dan kimia yang sangat penting dalam pengelolaan perairan (Lia, Sinaga, Muhtadi, & Bakti, 2016). Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No.492 tahun 2010 tentang

persyaratan kualitas air minum untuk kadar minimal oksigen terlarut dalam air minum adalah 7 mg/L (Haitami, Rakhmina D, Fakhridani S, 2016).

2.3.1 Penetapan kadar oksigen terlarut

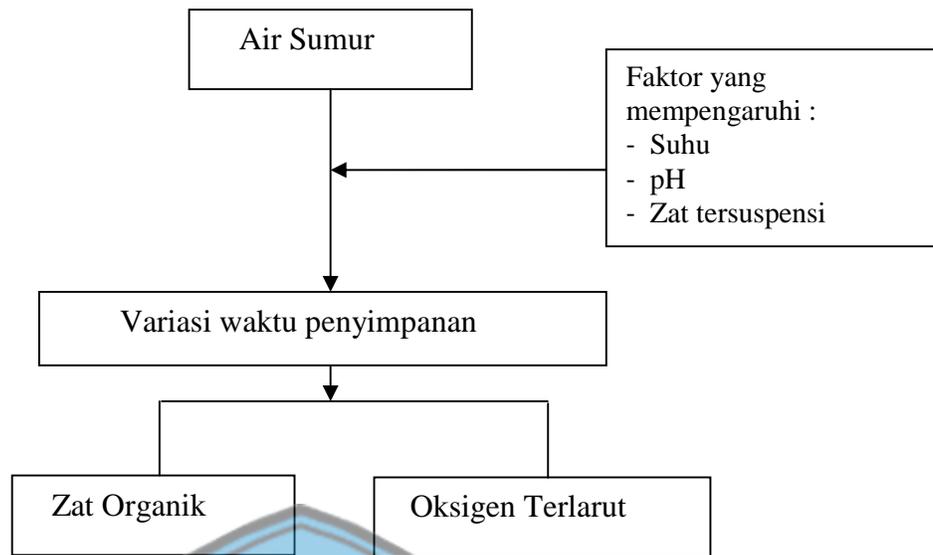
a. Prinsip

Dengan menggunakan titrasi iodometri. Sampel yang akan dianalisis terlebih dahulu ditambahkan larutan MnSO_4 dan NaOH-KI , sehingga akan terjadi endapan MnO_2 . Dengan menambahkan H_2SO_4 atau KCl maka endapan yang terjadi akan larut kembali dan juga akan membebaskan molekul iodium (I_2) yang ekuivalen dengan oksigen terlarut. Iodium yang dibebaskan ini selanjutnya dititrasi dengan larutan standar natrium tiosulfat $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dan menggunakan indikator amilum.

b. Reaksi kimia



2.4 Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka Teori

2.5 Kerangka Konsep



Gambar 2.2 Kerangka Konsep

2.6 Hipotesa

Ada pengaruh variasi waktu simpan terhadap kadar zat organik dan oksigen terlarut pada air sumur di RT 3 RW 2 Kelurahan Mateseh Kecamatan Tembalang Semarang.