

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Air

1. Pengertian

Air merupakan kebutuhan dasar bagi setiap makhluk hidup, baik manusia, hewan, maupun tumbuhan. Menurut PP No. 82 tahun 2001 air adalah semua air yang terdapat di atas dan di bawah permukaan tanah, kecuali air laut dan air fosil. Air juga merupakan salah satu sumber daya alam (SDA) yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan manusia, serta untuk memajukan kesejahteraan umum sehingga merupakan modal dasar dan faktor utama pembangunan masyarakat (Caesar dan Prasetyo, 2017).

2. Sumber air

Peraturan Pemerintah No. 82 (2001) mengatakan bahwa sumber air adalah wadah air yang terdapat diatas dan dibawah permukaan tanah termasuk dalam pengertian ini akuifer, mata air, sungai, rawa, situ, danau, waduk, dan muara. Untuk keperluan air minum rumah tangga dan industri, secara umum dapat digunakan sumber air yang berasal dari air sungai, mata air, danau, sumur, dan air hujan yang telah dihilangkan zat-zat kimianya, gas racun, serta bakteri atau mikroorganisme yang berbahaya bagi kesehatan. Adapun sumber air yang bisa dimanfaatkan yaitu:

a. Air hujan (air angkasa)

Air angkasa atau air hujan merupakan sumber utama air di bumi. Saat presipitasi air hujan merupakan air yang bersih namun saat berada di atmosfer air hujan akan mengalami pencemaran yang disebabkan oleh partikel debu,

mikroorganisme, dan gas, misalnya karbon dioksida, nitrogen dan ammonia. Air hujan merupakan hasil penyubliman awan/ uap air menjadi air murni yang ketika turun melalui udara akan melarutkan benda-benda yang terdapat di udara seperti beberapa gas (O_2 , CO_2 , H_2 , dan lain-lain), jasad-jasad renik, dan debu (Sumantri, 2015). Air hujan biasanya bersifat asam, dengan nilai pH sekitar 4,2. Hal ini disebabkan karena air hujan melarutkan gas-gas yang terdapat di atmosfer, misalnya gas karbondioksida (CO_2), sulfur (S), dan nitrogen oksida (NO_2) yang dapat membentuk asam lemah (Effendi, 2006).

b. Air permukaan (*surface water*)

Air permukaan adalah air yang berada di sungai, danau, waduk, rawa, dan badan air lain, yang tidak mengalami infiltrasi ke bawah tanah. Air hujan yang berubah menjadi air permukaan saat jatuh ke bumi memiliki kadar bahan-bahan terlarut atau unsur hara yang sangat sedikit. Perairan permukaan dapat di klasifikasikan menjadi 2 kelompok utama yaitu badan air tergenang (*standing waters* atau lentik) seperti waduk, danau, kolam, dan rawa. Dan badan air mengalir (*flowing waters* atau lotik) contohnya adalah sungai (Effendi, 2006). Dibandingkan dengan sumber air lain, air permukaan merupakan sumber-sumber air yang paling tercemar akibat kegiatan manusia, fauna, flora dan zat-zat lain (Sumantri, 2015).

c. Air tanah (*ground water*)

Air tanah adalah air yang tersimpan/ terperangkap di dalam lapisan batuan yang mengalami pengisian/ penambahan secara terus menerus oleh alam (Harmayani dan Konsukartha, 2017). 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 ilmiah. Karena proses tersebut air tanah biasanya lebih baik dan lebih murni dibandingkan air permukaan. Air tanah memiliki beberapa kelebihan dibanding sumber air lain. Air tanah biasanya bebas dari kuman penyakit dan tidak perlu mengalami proses purifikasi atau penjernihan. Persediaan air tanah juga cukup sepanjang tahun bahkan saat musim kemarau. Namun air tanah juga memiliki kekurangan dimana memiliki kandungan mineral dalam konsentrasi yang tinggi seperti magnesium, kalsium, dan logam berat seperti besi yang dapat meningkatkan kesadahan air (Sumantri, 2015). Air tanah dapat dibagi menjadi 3 diantaranya:

1) Air bebas (*free water*)

Air bebas adalah air tanah yang berada di dalam akuifer yang tidak tertutup oleh lapisan *impermeable*. Lapisan akuifer adalah lapisan *permeable* (lapisan tanah yang mudah dilalui air) yang jenuh akan air, dan lapisan *impermeable* adalah lapisan tanah yang sulit ditembus air.

2) Air terkekang (*confined water*)

Air terkekang adalah kebalikan dari air bebas. Dimana air terkekang (*confined water*) adalah air tanah yang terdapat pada lapisan akuifer dan tertutup oleh lapisan *impermeable* (Sumantri, 2015).

3) Mata air

Mata air yang muncul ke permukaan tanah kebanyakan karena perubahan topografi dan dipengaruhi oleh perbedaan lapisan *permeable* gunung api dengan lapisan *impermeable* (lava bongkah) dengan tipe *seepage* (rembesan). Debit mata air yang keluar umumnya digunakan oleh masyarakat untuk air minum dan mengairi sawah/ tegalan, kemudian mengalir menuju lembah atau sungai. Mata air biasanya

banyak ditemukan pada wilayah morfologi kaki gunung. Mata air muncul karena bertemunya lapisan *permeabel* yang mampu menyimpan dan mengalirkan air tanah di atasnya dengan lapisan *impermeable* di bawahnya yang relative kompak. Umumnya ketersediaan mata air dipengaruhi oleh faktor-faktor geologi seperti kondisi morfologi, litologi, struktur geologi, dan tataguna lahan setempat. Menurut jenisnya mata air dapat digolongkan menjadi 3 jenis yaitu:

- a) Mata air depresi (*depression springs*) terbentuk karena permukaan tanah memotong muka air tanah.
- b) Mata air rekahan/struktur sesar (*fracture/fault springs*) muncul dari struktur rekahan atau jalur sesar.
- c) Mata air kontak (*contact spring*) muncul pada kontak batuan *impermeable* (batuan tersier) dan *permeable* (batuan kuartar) (Arsyad dan Rustiadi, 2012).

B. Air Minum

1. Pengertian air minum

Menurut Permenkes Nomor 492/MENKES/ PER/ IV/2010 Pasal 1, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Pasal 3 menyebutkan bahwa air minum dikatakan aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisik, mikrobiologis, kimiawi, dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2010).

2. Sumber air minum

Direktoral Jenderal PPM dan PLP Departemen Kesehatan (1977) dalam Sudana (2018) menyebutkan jenis – jenis sarana air bersih yang lazim

dipergunakan masyarakat diantaranya sumur gali, perpipaan, penampung air hujan, dan perlindungan sumber mata air.

a. Sumur gali

Sumur gali adalah sarana air bersih yang mengambil atau memanfaatkan air tanah dengan cara menggali lubang di tanah dengan menggunakan tangan (tenaga manusia) sampai mendapatkan air. Lubang kemudian diberi dinding, bibir, tutup, dan lantai serta saluran pembuangan limbah. Sumur dapat digolongkan menjadi dua yaitu sumur dangkal dengan kedalaman 10-15 meter dan sumur dalam dimana memiliki kedalaman 15-30 meter (Sumantri, 2015).

b. Perpipaan

Sarana perpipaan adalah bangunan beserta peralatan beserta perlengkapannya untuk menyediakan dan membagikan air minum untuk masyarakat melalui jaringan perpipaan yang distribusikan ke rumah-rumah penduduk langsung. Air yang di manfaatkan adalah air tanah atau air permukaan dengan ataupun tanpa diolah. Contoh dari sarana perpipaan adalah PDAM.

c. Penampungan air hujan

Penampungan air hujan adalah sarana air bersih yang memanfaatkan air hujan sebagai bahan bakunya dengan menampungnya sewaktu ada hujan. Air hujan yang jatuh diatas atap rumah atau bangunan penangkap air yang lain dialirkan melalui saluran atau talang kemudian di tampung didalam tempat penampungan air hujan.

d. Perlindungan mata air (PMA)

Perlindungan mata air (PMA) merupakan suatu bangunan untuk menampung air dan melindungi sumber air dari pencemaran. Bentuk dan volume

PMA disesuaikan dengan tata letak, situasi sumber, dekat air dan kapasitas air yang dibutuhkan. Sarana PMA biasanya terdiri dari bangunan penangkap mata air dan bak penampung dengan syarat tertentu untuk melindungi sumber mata air dari pencemaran. Bak penampungan selain digunakan untuk mengambil air dapat juga digunakan untuk tempat mandi dan cuci. Oleh karena itu PMA harus dilengkapi dengan saluran pembuangan air limbah selain itu perlu juga dibuatkan saluran drainase disekeliling bak untuk mengalirkan air hujan supaya tidak mengotori bak.

C. Kualitas Air Minum

1. Kualitas air minum yang bersumber dari mata air

Kualitas air dari mata air akan sangat tergantung dari lapisan mineral tanah yang dilaluinya. Hal ini menunjukkan karakter-karakter khusus dari mata air tersebut. Kebanyakan air yang bersumber dari mata air kualitasnya baik sehingga umumnya digunakan sebagai sumber air minum oleh masyarakat sekitarnya. Sebagai sumber air minum masyarakat, maka harus memenuhi beberapa aspek yang meliputi kuantitas, kualitas, dan kontinuitas (Arthana, 2010).

2. Parameter wajib untuk kualitas air minum

Parameter kualitas air minum menurut Permenkes 492/Menkes/Per/IV/2010 terdiri atas 3 parameter yaitu:

a. Parameter fisik

Parameter fisik terdiri atas 6 parameter yaitu kekeruhan, bau, rasa, suhu, total zat padat terlarut (TDS), dan warna. Air yang normal tampak jernih, tidak berwarna tidak berasa dan tidak berbau. Air yang tidak jernih sering kali merupakan petunjuk awal terjadinya polusi di suatu perairan. Rasa air sering kali di hubungkan dengan bau air. Bau air dapat disebabkan oleh bahan – bahan kimia

terlarut, ganggang, plankton, tumbuhan air, dan hewan air, baik yang masih hidup maupun yang sudah mati. Parameter fisik biasanya dapat diamati dengan panca indra (Caesar dan Prasetyo, 2017).

Parameter fisik yang biasa digunakan untuk menentukan kualitas air meliputi cahaya, suhu, kecerahan, dan kekeruhan, warna, konduktivitas, padatan total, padatan terlarut, padatan tersuspensi, dan salinitas (Effendi, 2006). Dalam Permenkes No. 492 tahun 2010 parameter fisik untuk air minum terdiri atas bau, rasa, warna, suhu, kekeruhan, dan total zat padat terlarut (TDS) (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2010).

1) Bau dan rasa

Air yang normal tampak jernih, tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau. Air yang tidak jernih sering kali merupakan petunjuk awal terjadinya polusi di suatu perairan. Bau air sering kali di hubungkan dengan rasa air. Bau air dapat disebabkan oleh bahan – bahan kimia terlarut, ganggang, plankton, tumbuhan air dan hewan air, baik yang masih hidup maupun yang sudah mati (Caesar dan Prasetyo, 2017). Rasa dan bau dapat berasal dari keadaan alamiah air yang mengandung bahan kimia organik dan anorganik atau karena adanya proses biologik seperti mikroorganisme air (Arthana, 2010).

Bau dan rasa dapat diukur dengan panca indra atau dengan uji organoleptis. Uji organoleptis disebut penilaian indera atau penilaian sensorik merupakan suatu cara penilaian dengan memanfaatkan panca indera manusia untuk mengamati tekstur, warna, bentuk, aroma, rasa suatu produk makanan, minuman ataupun obat. Dalam uji organoleptis digunakan seorang panelis. Panelis merupakan anggota panel atau orang yang terlibat dalam penilaian

organoleptik dari berbagai kesan subjektif produk yang disajikan. Panelis merupakan instrumen atau alat untuk menilai mutu dan analisa sifat–sifat sensorik suatu produk (Ayustarningwarno, 2014).

Ada 2 kategori panelis dalam pengujian organoleptis yaitu panelis standar yaitu orang yang mempunyai kemampuan dan kepekaan tinggi terhadap spesifikasi mutu produk serta mempunyai pengetahuan dan pengalaman tentang cara-cara menilai organoleptik/sensori dan lulus dalam seleksi pembentukan panelis standar. Dan panelis non standar yaitu orang yang belum terlatih dalam melakukan penilaian dan pengujian organoleptik/ sensori. Jumlah minimal panelis standar dalam satu kali pengujian adalah 6 orang, sedangkan untuk panelis non standar adalah 30 orang (Badan Standardisasi Nasional, 2006).

2) Suhu

Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (*latitude*), ketinggian dari permukaan *latitude*, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air. Perubahan suhu akan berpengaruh terhadap proses fisik, kimia dan biologi suatu badan air. Suhu juga berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Jika terjadi peningkatan suhu maka akan mengakibatkan peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi, dan volatilisasi. Selain itu peningkatan suhu juga dapat menyebabkan penurunan kelarutan gas dalam air (seperti O₂, CO₂, N₂, CH₄, dan sebagainya) serta menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air dan selanjutnya akan meningkatkan konsumsi oksigen. Setiap peningkatan suhu perairan sebesar 10°C akan meningkatkan konsumsi oksigen oleh organisme

akuatik sebesar 2-3 kali lipat (Effendi, 2006). Untuk pengukuran suhu sendiri dilakukan dengan alat thermometer.

3) Warna

Perairan memiliki 2 warna yaitu warna sesungguhnya (*true color*) yaitu warna yang hanya disebabkan oleh bahan-bahan kimia terlarut. Warna tampak (*apparent color*) yaitu warna yang tidak hanya disebabkan oleh bahan terlarut tetapi juga oleh bahan tersuspensi. Warna perairan ditimbulkan oleh adanya bahan organik dan bahan anorganik seperti keberadaan plankton, humus, serta ion-ion logam (besi dan mangan) (Effendi, 2006). Oksida besi akan menyebabkan air berwarna kemerahan, sedangkan adanya oksida mangan akan menyebabkan air berwarna kecoklatan hingga kehitaman. Warna juga bisa disebabkan oleh alga di perairan, contohnya *blooming algae (Red Tide)*. Intensitas warna cenderung meningkat dengan meningkatnya pH (Suyasa, 2015). Pengukuran warna dapat menggunakan metode spektrofotometer atau bisa menggunakan metode fotometrik dengan alat colorimeter. Dimana pengukuran warna dengan alat colorimeter ditentukan dengan membandingkan warna sampel dengan larutan standar warna contohnya larutan standar platina kobalt (PtCo) (Sudana 2018).

4) Kekeruhan

Peningkatan kekeruhan dapat disebabkan oleh padatan tersuspensi, namun tidak semua padatan dapat menyebabkan peningkatan kekeruhan. Contohnya air laut yang memiliki padatan terlarut yang tinggi namun memiliki kekeruhan yang rendah. Kekeruhan juga bisa disebabkan oleh aliran di perairan. Semakin tinggi kekeruhan suatu badan air maka akan mempengaruhi sistem pernafasan dan daya pandang organisme akuatik (Suyasa, 2015).

5) Total zat padat terlarut (TDS)

Padatan terlarut total (*Total Dissolved Solid* atau TDS) adalah bahan-bahan terlarut dengan diameter $<10^{-6}$ mm dan koloid dengan diameter 10^{-6} mm- 10^{-3} mm yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan-bahan lain yang tidak tersaring pada kertas saring yang berdiameter 0,45 μ m. TDS biasanya disebabkan oleh bahan organik yang berupa ion-ion yang biasanya ditemukan di perairan. Kandungan TDS perairan sangat dipengaruhi oleh pelapukan batuan, lapisan dari tanah dan pengaruh anthropogenic (limbah domestik dan industri). Bahan-bahan tersuspensi dan terlarut di perairan tidak bersifat toksik, namun jika terlalu berlebihan dapat meningkatkan kekeruhan air dan akan mempengaruhi proses fotosintesis (Suyasa, 2015).

b. Parameter kimia

Parameter kimia adalah parameter yang berhubungan dengan kandungan mineral, logam, dan ion yang terkandung di dalam air (Arthana, 2010). Berdasarkan Permenkes No. 492 Tahun 2010 parameter kimia dibagi terdiri atas parameter kimia an-organik yang berhubungan langsung dengan kesehatan (arsen, fluoride, total kromium, kadmium, nitrit, nitrat, sianida, dan selenium) dan parameter kimia yang tidak berhubungan langsung dengan kesehatan (besi, aluminium, pH, kesadahan, klorida, mangan, seng, sulfat, tembaga, dan ammonia). Senyawa-senyawa ini kemungkinan besar akan mengubah bau, rasa dan warna air, seperti yang umum disebabkan oleh adanya perubahan pH air. Pada saat ini kelompok logam berat seperti Hg, Ag, Pb, Cu, Zn, tidak diharapkan kehadirannya di dalam air (Widiyanti dan Ristiati, 2014).

c. Parameter bakteriologi

Parameter ini terdiri atas pemeriksaan bakteri *Coliform* dan *E.coli*. Pemeriksaan bakteriologis air dilakukan untuk mendeteksi adanya *E.coli*, karena adanya bakteri ini mengindikasikan adanya pencemaran air oleh feses (kotoran manusia atau hewan). Karena *E.coli* selalu ada di dalam usus halus manusia, keberadaan bakteri ini di dalam air memberikan sinyal tentang kemungkinan adanya patogen-patogen lain yang berasal dari saluran cerna manusia. Namun di daerah tropis kehadiran *E.coli* tidak dapat dipastikan sebagai kontaminasi oleh feses hewan atau manusia karena tanah di daerah tropis dan subtropis karena tanah di daerah ini secara alami mengandung *E.coli* dalam jumlah besar (Cappuccino dan Sherman, 2013).

Bakteri yang terdapat di air diantaranya *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio cholera*, *Legionella*, dan *Escherichia coli*. Bakteri *Escherichia coli* digunakan sebagai indikator pencemaran air akibat kontaminasi tinja (Radji, 2010). Bakteri indikator sanitasi adalah bakteri yang keberadaannya menunjukkan bahwa air atau makanan tersebut pernah tercemar oleh feses manusia. Bakteri-bakteri indikator sanitasi umumnya adalah bakteri yang lazim terdapat dan hidup pada usus manusia. Jadi, adanya bakteri tersebut pada air atau makanan menunjukkan bahwa dalam satu atau lebih tahap pengolahan air atau makanan pernah mengalami kontak dengan feses yang berasal dari usus manusia dan oleh karenanya mungkin mengandung bakteri patogen lain yang berbahaya (Kuswiyanto, 2016). Menurut Permenkes no 492 tahun 2010 kualitas bakteriologis terdiri atas 2 parameter yaitu:

1) *Coliform*

Coliform adalah kelompok bakteri gram negative yang berbentuk batang.

Umumnya bakteri *Coliform* menghasilkan gas jika dibiakkan dalam medium laktosa. Salah satu anggota kelompok *Coliform* adalah *E.coli* yang tergolong *Coliform fecal* (Kuswiyanto, 2016). Bakteri *Coliform* dapat dibedakan menjadi 2 grup yaitu *Coliform fekal* contohnya *Escherichia coli* dan *Coliform nonfekal* contohnya *Enterobacter aerogenes*. Adanya bakteri *Coliform* di dalam makanan/minuman menunjukkan kemungkinan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik dan atau toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan (Widiyanti dan Ristiati, 2014).

Jumlah *Coliform* yang diperoleh dari inkubasi pada suhu 37°C tersebut biasanya dinyatakan sebagai total *Coliform*. Sementara *Coliform fekal* merupakan bagian dari *Coliform total* dan dipresentasikan oleh total bakteri *Coliform* toleran panas yang mampu tumbuh pada suhu $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ dengan memfermentasikan laktosa dan memproduksi asam serta gas. Semakin tinggi tingkat kontaminasi bakteri *Coliform*, semakin tinggi pula risiko kehadiran bakteri-bakteri patogen lain yang biasa hidup dalam kotoran manusia dan hewan. Salah satu contoh bakteri patogen yang kemungkinan terdapat dalam air terkontaminasi kotoran manusia atau hewan berdarah panas ialah bakteri *Escherichia coli*, yaitu mikroba penyebab gejala diare, demam, kram perut, dan muntah-muntah (Bambang, Fatimawali, dan Kojong, 2014).

2) *Escherichia coli*

Escherichia coli termasuk dalam family *Enterobacteriaceae*. Bakteri ini merupakan bakteri gram-negatif, berbentuk batang pendek (kokobasil), mempunyai flagel, berukuran $0,4-0,7 \mu\text{m} \times 1,4 \mu\text{m}$, serta memiliki simpai. *Escherichia coli* tumbuh baik hampir disemua media pembedahan, mampu

memfermentasi laktosa, dan memiliki sifat aerofilik. Hampir semua hewan berdarah panas dapat dikolonisasi oleh *Escherichia coli* hanya dalam waktu beberapa jam atau beberapa hari setelah lahir. Kolonisasi bakteri *Escherichia coli* biasanya terjadi setelah 40 hari dilahirkan. *Escherichia coli* dapat melekat di usus besar dan mampu bertahan selama berbulan-bulan bahkan bertahun-tahun. Perubahan populasi *Escherichia coli* terjadi pada waktu yang lama, hal ini dapat terjadi setelah infeksi usus atau setelah penggunaan kemoterapi atau atau antimikroba yang dapat membunuh flora normal.

Infeksi *Escherichia coli* sering berupa diare dengan disetrai darah, kejang perut, demam, dan terkadang menyebabkan gangguan ginjal. Infeksi *Escherichia coli* yang terjadi pada anak-anak dibawah 5 tahun dan orang tua dapat menyebabkan komplikasi yang disebut dengan Sindrom Uremic Hemolitik. Sekitar 2-7% infeksi *Escherichia coli* dapat menyebabkan komplikasi (Radji, 2010). Pengujian kualitas bakteriologis bisa dilakukan dengan menggunakan metode MPN atau TPC.

a) MPN (*Most Probable Number*)

Metode ini dapat digunakan untuk mengetahui pencemaran air secara kualitatif oleh bakteri *Coliform*. Khususnya *Fecal Coliform* yang berarti berasal dari cecair tinja. MPN (*Most Probable Number*) atau JPT (Jumlah Perkiraan Terdekat) adalah suatu tabel yang digunakan untuk mengetahui jumlah bakteri *E.coli*. Tabel tersebut berguna untuk memperkirakan jumlah bakteri *E.coli* dalam 100 ml. Pengujian dan penghitungan bakteri *Coliform* menggunakan media *brilliant green lactose bile 2%* (BGLB 2%). Dimana prinsipnya adalah adanya pertumbuhan bakteri *Coliform* yang ditandai dengan terbentuknya gas pada

tabung durham setelah diinkubasikan pada media yang sesuai, kemudian hasil dicocokkan dengan angka yang tertera pada tabel MPN (Radji, 2010). Pengujian MPN dilakukan dengan tiga tahap yaitu:

(1) Uji Praduga (*Presumptive Test*)

Uji ini digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya bakteri *Coliform* pada sampel. Prinsip uji ini adalah air yang akan diuji ditambahkan ke dalam kaldu fermentasi laktosa yang di dalamnya terdapat sebuah tabung terbalik (tabung durham). Dimana media yang digunakan adalah kaldu laktosa, satu seri pengujian terdiri atas minimal tiga kelompok tabung. Tabung-tabung pada setiap kelompok kemudian diinokulasikan sampel air sebanyak 10 ml, 1 ml, dan 0,1 ml. Sampel kemudian diinkubasikan pada suhu 37°C, hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya gas pada tabung durham setelah proses inkubasi (Cappuccino dan Sherman, 2013).

(2) Uji Penegasan (*Confirmative Test*)

Uji ini dilakukan untuk memastikan bahwa hasil positif pada uji penduga memang disebabkan oleh bakteri *Coliform*. Karena hasil positif pada uji praduga mungkin saja dihasilkan oleh organisme bukan *Coliform*, yang bukan menjadi indikator kontaminasi feses. Satu sampel yang positif pada uji praduga diinokulasikan pada 2 tabung media BGLB (*Brilliant Green Lactose Bile Broth*). Satu tabung diinkubasikan pada suhu 37°C dan satu lagi diinkubasikan pada suhu 44°C selama 2x24 jam. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya gas pada tabung durham setelah proses inkubasi kemudian dihitung jumlah tabung yang positif dan dicocokkan dengan tabel MPN sesuai dengan ragam (seri) yang dipakai (Hastuti, 2015).

(3) Uji Pelengkap (*Completed Test*)

Uji lengkap merupakan analisis tahap akhir untuk uji MPN. Uji ini dilakukan untuk menegaskan hasil uji penegasan apabila hasilnya positif atau meragukan. Uji ini bisa dilakukan jika diperlukan. Medium yang digunakan adalah *MacConkey Agar*. Sampel diinokulasikan ke media kemudian diinkubasi selama 1 x 24 jam pada suhu 37°C. Setelah proses inkubasi amati koloni bakteri yang tumbuh. Koloni bakteri yang berwarna merah merupakan koloni bakteri yang memfermentasikan laktosa, sedangkan koloni yang tidak berwarna merupakan koloni bakteri yang tidak memfermentasikan laktosa (Kuswiyanto, 2015).

Metode MPN dapat dilakukan dalam 3 ragam diantaranya ragam 1 menggunakan 15 tabung dimana dinamakan ragam 5 5 5 (5 x 10 mL, 5 x 1 mL, 5 x 0,1 mL) untuk specimen yang belum diolah atau angka kumannya diperkirakan tinggi misalnya air sumur, air sungai, air limbah, dan sebagainya. Ragam 2 menggunakan 7 tabung dimana dinamakan ragam 5 1 1 (5 x 10 mL, 1 x 1 mL, 1 x 0,1 mL) untuk specimen yang sudah diolah dan diperkirakan angka kumannya rendah. Ragam 3 menggunakan 9 tabung dimana dinamakan ragam 3 3 3 (3 x 10 mL, 3 x 1 mL, 3 x 0,1 mL). Variasi pada jumlah tabung akan berpengaruh pada tingkat sensitivitas pengujian, semakin banyak tabung yang digunakan pada setiap kelompok maka semakin tinggi tingkat sensitivitasnya. Seri pengujian MPN minimal terdiri atas tiga kelompok kemudian sampel diinokulasikan ke tiap-tiap kelompok dengan volume sesuai dengan prosedur diatas (Cappuccino dan Sherman, 2013).

b) TPC (*Total Plate Count*)

Metode ini digunakan untuk mengetahui jumlah bakteri yang terkandung di dalam 1 gram bahan makanan padat atau 1 ml bahan makanan cair. Sampel akan diencerkan dan ditanam ke medium lempeng dan diinkubasi. Koloni yang tumbuh kemudian dihitung dengan memperhatikan factor pengencerannya. Metode ini didasarkan pada anggapan bahwa setiap sel yang hidup akan berkembang menjadi satu koloni (Hastuti, 2015). Adapun syarat koloni yang dihitung adalah satu koloni dihitung 1 koloni, jika terdapat koloni yang bertumpuk atau berhubungan dihitung 1 koloni. Koloni yang lebih besar dari setengah cawan tidak dihitung. Hasil perhitungan koloni kemudian dikalikan dengan 1/faktor pengenceran (Kuswiyanto, 2015).

Metode MPN cocok digunakan untuk sampel air, ataupun makanan yang mempunyai partikel terlarut di dalamnya karena adanya partikel terlarut dalam sampel dapat mempengaruhi keakuratan perhitungan bakteri pada penanaman di media pada cawan petri. Saat dilakukan penanaman ke media maka sel-sel bakteri akan menjadi bertumpuk akibat adanya bahan terlarut tadi, sehingga koloni yang tumbuh akan dihitung menjadi 1 koloni dan akan mempengaruhi data hasil perhitungan metode *Plate Count*. Hal ini dapat dieliminasi apabila menggunakan metode MPN (Kuswiyanto, 2015).

D. Sumber Pencemaran Air

Pencemaran adalah penyebab utama penurunan kualitas air. Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai

dengan peruntukannya (Sumantri, 2015). Ada banyak sumber pencemar air, tetapi secara umum dapat dikategorikan menjadi 2 diantaranya:

1. Sumber langsung

Sumber langsung adalah sumber pencemar yang langsung keluar dari sumbernya masuk ke badan air sebagai dampak. Sumber langsung meliputi efluen yang keluar dari industri, TPA sampah, rumah tangga, dan sebagainya.

2. Sumber tidak langsung

Sumber tidak langsung adalah kontaminan yang memasuki badan air melalui media perantara seperti tanah, air tanah, atau atmosfer berupa hujan sebelum ke target penerima dampak (Suyasa, 2015).

Sumber pencemaran air berasal dari industri, rumah tangga (pemukiman), dan pertanian. Tanah dan air mengandung sisa dari aktivitas pertanian misalnya pupuk dan pestisida. Kontaminan dari atmosfer juga berasal dari aktivitas manusia yaitu pencemaran udara yang menghasilkan hujan asam (Sumantri, 2015). Jenis bahan buangan dari sumber pencemar langsung maupun tidak langsung dapat berupa berbagai bentuk seperti bahan buangan padat (bahan buangan yang berbentuk padat baik kasar maupun halus), bahan buangan organik (bahan buangan yang dapat didegradasi oleh mikroorganisme), bahan buangan anorganik (limbah yang sulit terurai oleh mikroorganisme), bahan buangan olahan bahan makanan (bahan buangan yang memiliki bau yang menyengat), bahan buangan cairan berminyak (bahan buangan yang sulit larut dalam air sehingga akan mengapung dipermukaan perairan), bahan buangan zat kimia (misalnya bahan sabun/ detergen atau zat kimia pemberantas serangga), dan terakhir ada zat warna

kimia yaitu zat yang banyak digunakan dalam industri agar produk lebih menarik, zat ini bersifat karsinogenik (Suyasa, 2015).

Menurut Suyono (2014) pencemaran air dapat terjadi akibat beberapa hal berikut:

1. Pencemaran fisik

Terjadi karena tingginya temperatur air (*thermal water pollutant*) atau kekeruhan (*turbidity*) yang tinggi.

2. Pencemaran kimiawi

Terjadi karena adanya kandungan bahan kimia secara alamiah dalam air dan oleh aktivitas manusia seperti penggunaan pestisida dan limbah.

3. Pencemaran bakteriologis/ mikrobiologis

Terjadi karena terdapat mikroba patogen yang berada di dalam air sehingga menimbulkan berbagai macam penyakit (*waterborne diseases*).