

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hakikat Air

Air memegang peran yang sangat penting didalam kehidupan manusia, hewan dan tanaman dimana air tersebut digunakan untuk minum, memasak, mencuci, mandi, mengaliri sawah/ladang.dan sebagai sumber energi serta berbagai keperluan lainnya (Setioningrum, 2020). Pada dasarnya fungsi air bagi masyarakat dan makhluk hidup lainnya sangatlah penting, sehingga keberadaan sumber air harus tetap dijaga baik secara kuantitas maupun kualitas. Sungai adalah salah satu sumber air baku untuk memenuhi kebutuhan masyarakat tersebut (Dawud, 2016).

Air merupakan anugerah dari Tuhan yang harus kita jaga, pelihara dan lestarikan guna kelangsungan hidup dimasa depan. Air berperan sebagai salah satu unsur penting di dalam proses metabolisme tubuh manusia dan sumber kehidupan bagi seluruh makhluk hidup. Manusia akan lebih cepat meninggal karena kekurangan air dari pada kekurangan makanan. Di dalam tubuh manusia itu sendiri sebagian besar terdiri dari air. Dalam tubuh orang dewasa terdapat sekitar 55% - 60% berat badan terdiri dari air, untuk anak-anak sekitar 65%, dan untuk bayi sekitar 80% (Renngiwu, 2016).

Sungai adalah sumber air permukaan yang memberikan manfaat kepada kehidupan manusia. Kualitas pada sungai akan mengalami perubahan-perubahan sesuai dengan perkembangan lingkungan sungai yang dipengaruhi oleh berbagai aktivitas dan kehidupan manusia. Pengaruh dominan terjadinya pencemaran yang sangat terlihat adalah kerusakan yang diakibatkan oleh manusia tergantung dari pola kehidupannya dalam memanfaatkan alam (Mardhia, 2018).

Air yang jatuh dari langit membawa mikroorganisme yang senantiasa berhamburan diudara, terlebih pada tanah yang berdebu. Air semakin tercemar karena sisa-sisa makhluk hidup (sampah), kotoran dari hewan maupun manusia,

dan limbah pabrik. Zat air yang mengandung mikroorganisme itu disebut air terkontaminasi, jadi air tersebut dapat dikatakan tidak steril (Dwijodeputro, 2010).

2.1.1 Air Bersih

Air bersih adalah air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari. Air dikatakan bersih jika kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Kualitas air yang baik meliputi uji kualitas secara fisika, kimia dan biologi, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping untuk kesehatan (Renngiwu, 2016). Zikra wahyu (2018), mengatakan bahwa kualitas air dapat ditinjau dari segi fisik, kimia dan bakteriologis. Menurut PERMENKES RI No.492/Menkes/Per/IV/2010, persyaratan secara fisik, air minum tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna, dan tidak keruh. Persyaratan bakteriologis air minum tidak boleh terdapat bakteri, sedangkan secara kimia air tidak boleh mengandung senyawa kimia beracun dan setiap zat terlarut dalam air memiliki batas tertentu yang diperbolehkan.

Menurut Riskesdas (2013), pada umumnya 94.1% air minum rumah tangga di Indonesia termasuk dalam kategori baik (tidak keruh, tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbusa, dan tidak berbau) namun demikian, masih terdapat rumah tangga dengan kualitas air minum keruh 3.3%, berwarna 1.6%, berasa 2.6%, berbusa 0.5% dan berbau 1.4%.

Ketersediaan air bersih semakin berkurang seiring dengan perkembangan pertumbuhan penduduk, dimana pertumbuhan penduduk yang semakin padat menyebabkan rendahnya kemampuan tanah untuk menyerap air karena perubahan tata guna tanah yang tidak terkendali sebagai dampak kepadatan penduduk. Untuk dapat memenuhi kebutuhan air bagi masyarakat, menjadi alasan tumbuhnya industrialisasi dalam penyediaan air minum dengan dukungan kondisi geografi daerah yang mempunyai beberapa sumber air pegunungan.

2.1.2 Air Tercemar

Air tercemar merupakan air yang sudah terkontaminasi oleh berbagai jenis polutan baik itu zat yang tidak berbahaya hingga zat berbahaya dan beracun. Pengertian dari cemaran air adalah suatu penyimpangan dari sifat dan kandungan asli air yang sebelumnya dalam keadaan normal (Istomi, 2013). Pencemaran air masuknya zat, energi, unsur atau komponen lainnya kedalam air sehingga menyebabkan kualitas air terganggu, kualitas air terganggu ditandai dengan perubahan bau, warna dan rasa. Air yang tercemar dapat berdampak merugikan bagi orang sekitar yang mengkonsumsi air tersebut. Dikatakan tercemar apabila warna air yang berubah menjadi kotor dan kualitas air menurun. Menurut peraturan pemerintah republik Indonesia nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan air dan pengendalian air yang tercemar pasal 1 menyatakan bahwa:

1. Air adalah air yang terdapat diatas dan dibawah permukaan tanah, laut, dan air fosil.
2. Sumber air adalah wadah air yang terdapat di atas dan dibawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini akuifer, mata air, sungai, rawa, danau, situ, waduk dan muara.
3. Pengendalian pencemaran air adalah upaya pemeliharaan air sehingga dapat tercapai kualitas yang diinginkan agar kualitas pada air tetap dalam kondisi alaminya.
4. Kriteria mutu air adalah tolak ukur mutu air untuk setiap kelas air.
5. Beban pencemaran adalah jumlah suatu unsur pencemaran yang terkandung dalam air atau air limbah dll.

Air dinyatakan tercemar bila mengandung bibit penyakit, parasite, bahan-bahan kimia berbahaya, sampah ataupun limbah industry (Zanatia, 2019).

2.1.3 Syarat Air Layak Konsumsi

Syarat kualitas air meliputi parameter fisik, kimia dan mikrobiologis yang memenuhi syarat kesehatan. Menurut peraturan menteri kesehatan RI No. 416/Menkes/per/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air.

Adalah tidak berasa, tidak berbau dan tidak berwarna, serta yang tidak berbahaya bagi kesehatan, antara lain derajat keasaman pH, bau, rasa, warna, kekeruhan, suhu dan jumlah zat padat terlarut. pH air sebaiknya tidak asam dan tidak basa (netral) untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat dan korosi jaringan distribusi air, pH yang dianjurkan air bersih adalah 6,5-8,5.

2.2 Bakteri

Bakteri di alam umumnya tumbuh dalam populasi yang terdiri dari berbagai spesies. Bakteri merupakan mikroorganisme yang relatif sederhana, dikarenakan bakteri ini umumnya terdiri dari satu sel (uniseluler) dan tidak memiliki membran inti (prokariotik). Bakteri memperoleh nutrisi dengan cara yang beragam, ada jenis bakteri yang mampu menggunakan nutrisi yang bersumber dari karbon anorganik dan ada juga bakteri yang memperoleh nutrisi dari sumber organik. Berdasarkan sumber karbonnya maka bakteri ini terbagi menjadi dua tipe, yaitu tipe heterotrof dan autotrof (Hidayat, 2018).

Bakteri sendiri terdapat di hampir seluruh ekosistem, dimana bakteri merupakan mikroorganisme yang bertanggung jawab dalam mendegradasi atau mendaur ulang unsur-unsur maupun elemen-elemen yang cukup esensial seperti karbon, nitrogen, dan fosfor. Bakteri memiliki energi yang besar sehingga dapat mengatur sistem rantai makanan di perairan ataupun di daratan (Yulma, 2017).

Ukuran sel setiap jenis bakteri sangat beragam, contoh bakteri bentuk bulat berdiameter 0,2-2,0 μm , bakteri bentuk batang umumnya memiliki panjang 2-10 μm , lebar 0,2-1,5 μm , bakteri terkecil yaitu *Dialister pneumosintes* yang berukuran 0,15-0,30 μm , bakteri terbesar yaitu *Spirillum volutans*, dengan lebar 1,5 μm , dan panjang 15 μm . Ukuran sel dipengaruhi usia lingkungan dan teknik laboratorium contoh metode pewarnaan (Sumampouw, 2019).

2.2.1 Bakteri Coliform

Coliform adalah kelompok bakteri indikator untuk menentukan kualitas atau mutu dari lingkungan air, tanah atau makanan. Ciri-ciri dari bakteri *Coliform*

adalah merupakan gram negatif, mikroba tidak berspora, mampu memfermentasi laktosa menjadi gas dan asam pada suhu 35-37°C. *Coliform* dapat dibedakan atas 2 yaitu *Coliform* fekal, yaitu *Escherichia coli* dan *Coliform* non fekal atau *Enterobacter aerogenes*. Kebanyakan golongan bakteri ini juga menunjukkan adanya bakteri pathogen lain.

a. *Coliform* fekal, misalnya *Escherichia Coli*,

Escherichia coli adalah salah satu bakteri yang tergolong *Coliform* dan hidup secara normal di dalam kotoran manusia maupun hewan, oleh karena itu disebut juga *Coliform* fekal. Bakteri *Coliform* lainnya berasal dari hewan dan tanaman mati disebut *Coliform* yang mempunyai sifat dapat memfermentasi lactose dan memproduksi asam dan gas pada suhu 37°C maupun suhu 44,5 + 0,5°C dalam waktu 48 jam. Sifat ini digunakan untuk membedakan *Escherichia coli* dari *Enterobacter* karena *Enterobacteriaceae*, bersifat , bersifat gram negatif, berbentuk spora (Fardiaz, 1992).

Diidentifikasi oleh dokter hewan jerman, *Theodor Escherich* dalam studinya mengenai sistem dari pencernaan yang terdapat pada bayi hewan. ketika Castellani dan Chalames menemukan genus *Escherichia* dan menyusun tipe spesies *Escherichia coli*. *Escherichia coli* merupakan bakteri Gram negatif yang memiliki bentuk batang pendek dengan panjang sekitar 2µm, diameter 0,7µm, lebar 0,4-0,7µm dan bersifat anaerob fakultatif. *Escherichia coli* dengan bentuk koloni yang bundar, cembung dan halus dengan tepi yang nyata (Jawetz, 201).

Klasifikasi

Supdomain : Phylogenetica
Filum : Proterobacterica
Kelas : Gamma Proteobacteriales
Ordo : Enterobacteriales
Family : Enterobacteriaceae
Genus : *Escherichia*

b. *Coliform* non-fekal misalnya *Enterobacteraerogenes*

Coliform non-fekal adalah bakteri *Coliform* yang ditemukan pada hewan atau tanaman-tanaman yang telah mati. *Echerichia colikeberadaanya* dalam air minum menunjukkan bahwa air tersebut pernah terkontaminasi feses manusia dan mungkin mengandung pathogen usus. Standar air minum masyarakat *Escherichia coli* harus 0 dalam 100 ml. Bakteri *Coliform* fekal dan non-fekal merupakan mikroba yang umum digunakan sebagai indikator sanitasi pada air dan makanan. Keberadaan *Coliform* fekal (*Escherichia coli*) pada produk pangan penting untuk diperhatikan karena merupakan indikasi adanya pathogen enterik yang mungkin terdapat pada feses. *Escherichia coli* juga bersifat pathogen dan dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti diare berdarah, gagal ginjal akut dan meningitis (Agus, 2009).

Dalam air bakteri *Coliform* menghasilkan zat ethionine yang dapat menyebabkan kanker. Bakteri-bakteri ini juga memproduksi bermacam-macam racun seperti indol dan skatol yang dapat menimbulkan penyakit bila berlebih didalam tubuh. Jenis bakteri *Coliform* tertentu misalnya *Escherichia coli*, bersifat pathogen dan juga dapat menyebabkan diare atau diare berdarah, kram perut, mual dan rasa tidak enak badan (Hadijah, 2017).

2.2.2 Faktor-Faktor Tumbuhnya Bakteri

Pertumbuhan adalah meningkatnya jumlah kuantitas massa sel dengan cara terbentuknya sel-sel baru. Terjadinya proses pertumbuhan dari kemampuan sel dalam membentuk protoplasma baru dari nutrient yang tersedia di lingkungan. Pada bakteri pertumbuhan biner berlangsung dengan interval yang teratur dengan penambahan atau kelipatan secara eksponensial. Bentuk-bentuk sel bakteri yaitu Bulat (kokus), Batang (Basil), Spiral (Lengkung) atau koma. Struktur sel bakteri terdiri dari dinding sel, membran plasma, sitoplasma, pili, dan flagella.

Fase pertumbuhan bakteri merupakan fase pembelahan sel bakteri yang melalui beberapa fase yaitu fase lag, fase logaritma/exponensial, fase stasioner dan fase kematian.

- a. fase lag (fase penyesuaian) merupakan bakteri dengan lingkungan yang baru. Lama fase lag pada bakteri sangat bervariasi tergantung pada komposisi media, pH, suhu, aerasi, jumlah sel pada inokulum awal dan sifat fisiologis mikro organisme pada media sebelumnya.
- b. Fase Logaritma/eksponensial ditandai dengan terjadinya periode pertumbuhan yang cepat. Setiap sel dalam populasi membelah menjadi dua sel. Variasi derajat pertumbuhan bakteri pada fase eksponensial ini sangat mempengaruhi oleh sifat genetik yang diturunkannya.
- c. Fase stasioner terjadi saat laju pertumbuhan bakteri sama dengan laju kematiannya. Sehingga jumlah bakteri keseluruhan bakteri akan tetap. Keseimbangan jumlah keseluruhan bakteri ini terjadi disebabkan oleh kadar nutrisi yang berkurang dan terjadi akumulasi produk toksik sehingga mengganggu pembelahan sel. Sel stasioner ini dilanjutkan dengan fase kematian yang ditandai dengan peningkatan laju kematian yang melampaui laju pertumbuhan, sehingga secara keseluruhan terjadi penurunan dari populasi bakteri (Riadi, 2016).

2.3 Isolasi Bakteri

Isolasi merupakan proses yang dilakukan untuk mendapatkan berbagai jenis mikroorganisme dari habitat aslinya. Secara alami, mikroorganisme sangat banyak terdapat pada alam seperti tanah, air, udara, permukaan kayu, daun dan lain-lain. Dengan mengambil sebagian kecil habitat alami mikroorganisme dapat diperoleh berbagai jenis mikroorganisme melalui proses isolasi. Isolasi suatu proses yang akan dilakukan agar mendapatkan isolat bakteri murni berupa koloni bakteri yang nantinya akan tumbuh secara terpisah dengan bentuk koloni yang seragam. Isolasi bakteri juga dikatakan sebagai proses untuk memisahkan bakteri dari lingkungan atau habitatnya di alam dan kemudian bakteri-bakteri itu akan ditumbuhkan dalam media baru sebagai biakan murni. Isolat yang dimurnikan bertujuan untuk memisahkan inokulat bakteri yang terdiri dari banyak koloni yang berbeda-beda, sehingga nantinya akan didapat koloni-koloni bakteri yang murni dari setiap biakannya (Yulitaasary, 2017).

Ada beberapa teknik bakteri.

a. Metode Cawan Gores (*Streak Plate*)

Metode cawan gores untuk memperoleh koloni murni yang benar-benar terpisah dari koloni yang lain, sehingga memudahkan saat isolasi. Teknik dari penanaman mikroba pada metode ini dengan cara menggoreskan isolat bakteri pada media padat yang bertujuan untuk meremajakan mikroba ke dalam media baru. Penggoresan pada media teknik yang baik akan menghasilkan koloni yang terpisah (Hadioetomo, 1993).

1. Goresan sinambung untuk mendapatkan peremajaan di media baru.
2. Goresan T untuk mendapatkan koloni tunggal dengan membagi wilayah goresan menjadi bagian.

b. Metode *Spread Plate*

Teknik cawan sebar suatu teknik untuk menumbuhkan mikroorganisme didalam media agar dengan cara menuangkan kultur bakteri di atas media yang telah memadat (Hadioetomo, 1993).

c. Metode *Pour Plate*

Suatu teknik untuk menumbuhkan suatu organisme dengan cara kultur bakteri dicampur ketika media masih cair (Hadioetomo, 1993).

2.4 Identifikasi Bakteri

Identifikasi bakteri dilakukan secara konvensional berdasarkan karakteristik fenotip dari perwarnaan gram, morfologi dari koloni bakteri, aktivitas enzim yang umumnya tidak statis dan dapat berubah seiring adanya evolusi. Adanya kesalahan yang terjadi dalam proses identifikasi umumnya dikarenakan munculnya karakteristik fenotip bakteri yang tidak biasa dan kurangnya pengalaman dalam menginterpretasikan data karakter fenotip. Isolasi merupakan teknik pemisahan bakteri yang disertai pemurnian untuk mengetahui jenis, mempelajari kultural, morfologi, fisiologi, dan karakteristiknya. Isolasi bakteri adalah proses pengambilan bakteri dari medium atau dari lingkungan asalnya lalu menumbuhkan di medium buatan sehingga mendapatkan biakan yang murni. (Shabattini, 2017).

Identifikasi bakteri diawali dengan pewarnaan gram dengan tujuan untuk mengetahui bentuk bakteri (basil, kokus, atau spiril), penentuan bakteri jenis gram positif atau gram negatif pada saat pengamatan mikroskop. (Taslihan, 2001). Bahwa warna bakteri terlihat merah yang artinya bakteri bersifat gram negatif karena sel bakteri yang memiliki warna merah tidak menyerap cat utama (Gram's iodine) dengan kuat sehingga terbilas dengan alkohol dan terwarnai dengan cat pelawan, dan jika warna bakteri ungu atau biru artinya bakteri bersifat gram positif (Saputri, 2016).

Identifikasi konvensional adalah proses identifikasi organisme berdasarkan ciri, morfologi dan fisiologi yang dimiliki. Untuk bakteri pengamatan morfologi yang digunakan pengamatan gram dan pengamatan fisiologi dilakukan dengan uji biokimia. Uji biokimia memiliki banyak contoh seperti uji biokimia yang sering digunakan adalah uji MR-VP, uji fermentasi gula-gula, uji reduksi nitrat. Proses identifikasi memiliki fungsi untuk mengetahui nama organisme yang diidentifikasi. Nama suatu organisme yang mengandung informasi organisme tersebut dimulai dari informasi anatomi dan morfologi maupun sifat biokimia, habitat hidup sehingga dapat diketahui fungsi organisme tersebut di alam dan efeknya terhadap manusia (Agusta, 2009).

2.5 Uji Metode Most Probable Number (MPN)

Metode *Most Probable Number* (MPN) merupakan metode enumerasi mikroorganisme pada medium cair spesifik dalam seri tabung yang ditanam dari sampel padat atau cair sehingga dihasilkan kisaran jumlah mikroorganisme dalam jumlah perkiraan terdekat (Sri, 2015). Bakteri *Coliform* dalam sumber air merupakan indikasi pencemaran air. Dalam penentuan kualitas air secara mikrobiologi kehadiran bakteri tersebut ditentukan berdasarkan tes tertentu yang umumnya menggunakan tabel atau yang dikenal dengan metode MPN. dasar estimasi ini adalah jumlah paling memungkinkan organisme *Coliform* dalam 100CC air.

Metode ini menggunakan Media LB (*Lactose Broth*) Media LB merupakan media jenis pengaya yang digunakan sebagai detektor akan tersedianya bakteri

jenis *Coliform* yang mendiami air, susu maupun bahan makanan. Media LB mengandung beragam bahan yang dibutuhkan Bakteri *Coliform* untuk dapat hidup (Suriawiria, 2008).

a. Media LB (*Lactose Broth*)

Media LB digunakan sebagai medium untuk mendeteksi kehadiran *Coliform* dalam air, makanan, susu dan lain sebagainya. Media LB juga mengandung beragam bahan yang dibutuhkan Bakteri *Coliform* untuk dapat hidup.

b. Media BGLB (*Briliant Green Lactose Broth*)

Media BGLB merupakan media yang digunakan untuk pemeriksaan MPN *Coliform*, yaitu untuk mengetahui perkiraan jumlah terdekat bakteri *Coliform* dalam sampel membedakan bakteri *Coliform* dengan bakteri fermentasi lain. Media ini merupakan media cair yang biasa digunakan dalam tahap penguat atau *Confirmed test*.

c. Media EMBA (*Eosin Methylen Blue Agar*)

Media EMBA merupakan medium pertumbuhan mikroorganismenya yang mempunyai sifat selektif dan diferensial yang sering digunakan dalam isolasi dan pengujian sampel, media ini untuk mengamati karakter mikroorganismenya yang diuji.

2.6 Uji IMVIC

Uji IMVIC merupakan sebuah uji biokimia yang berguna dalam mengidentifikasi bakteri *Enterobacteriaceae*. Metabolisme yang terjadi pada medium agar akan menjadi indikator positif atau negatifnya suatu reaksi yang akan diinterpretasikan sesuai dengan sifat biokimia bakteri sehingga akan membantu dalam menentukan klasifikasi dari bakteri yang diidentifikasi.