

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Air

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk kebutuhan hidup orang banyak, bahkan oleh semua makhluk hidup. Oleh karena itu, sumber daya air harus dilindungi agar tetap dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia serta makhluk hidup yang lain. Pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara bijaksana dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang maupun generasi yang akan datang dan aspek penghematan dan pelestarian sumber daya air harus ditanamkan pada segenap pengguna air (Effendi, 2003).

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor. 416/MENKES/PER/IX/1990 yang dimaksud dengan :

- a. Air adalah air minum, air bersih, air kolam renang, dan air pemandian umum.
- b. Air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.
- c. Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak.
- e. Air kolam renang adalah air di dalam kolam renang yang digunakan untuk olah raga renang, yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan.

- f. Air pemandian umum adalah air yang digunakan pada tempat pemandian umum tidak termasuk pemandian untuk pengobatan tradisional dan kolam renang, yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan

2. Sarana air bersih

Berikut beberapa sarana air bersih yang sering digunakan sesuai dengan keadaan, kebutuhan, dan peruntukannya menurut Darpito *et al* (2007):

a. Sumur gali (SGL)

Sumur gali merupakan sarana penyediaan air bersih tradisional yang banyak dijumpai. Sumur gali menampung air dangkal atau kurang dari 7 meter.

b. Sumur pompa tangan (SPT)

1) Sumur pompa tangan dangkal (SPTDK)

Sumur pompa tangan dangkal (SPTDK) merupakan sumur yang dilengkapi dengan pompa tangan yang dapat mengisap air atau menaikkan air dari kedalaman 7 meter atau kurang.

2) Sumur pompa tangan sedang (SPTS)

Sumur pompa tangan sedang (SPTS) merupakan sumur yang dilengkapi dengan pompa tangan yang dapat mengisap air atau menaikkan air dari kedalaman 7 meter sampai 20 meter.

3) Sumur pompa tangan dalam (SPTDL)

Sumur pompa tangan dalam (SPTDL) merupakan lubang atau sumuran yang dilengkapi dengan pompa tangan yang dapat mengisap air dengan kedalaman 20 meter sampai 30 meter. Lubang atau sumuran yang dibuat biasanya menggunakan cara pemboran.

4) Sumur pompa listrik (SPL)

Prinsip cara pembuatan dan cara kerja Sumur pompa listrik (SPL) sama dengan Sumur pompa tangan (SPT). Bedanya SPL menggunakan tenaga listrik (*jet pump*, pompa selam, atau lainnya tergantung kedalaman sumur) sedangkan SPT menggunakan tenaga manusia.

3. Syarat kualitas air

Air yang dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan hidup manusia harus memenuhi beberapa persyaratan kesehatan sebagai indikator kualitasnya. Menurut Permenkes Republik Indonesia Nomor 416 Tahun 1990 Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air, kualitas air harus memenuhi syarat kesehatan yang meliputi persyaratan fisika, kimia, mikrobiologi, dan radioaktif. Selain itu, khusus kualitas air minum juga telah diatur dalam Permenkes Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum yaitu harus memenuhi persyaratan fisika, kimia, mikrobiologi, dan radioaktif.

a. Syarat fisika

Syarat fisika kualitas air meliputi warna, bau, kekeruhan, rasa, dan suhu.

b. Syarat kimia

Air sangat rentan tercemar oleh zat-zat kimia organik maupun anorganik, sehingga perlu dinilai keberadaan dan kadarnya untuk menentukan apakah air tersebut berbahaya bagi kesehatan atau tidak apabila dimanfaatkan. Khususnya kandungan logam-logam berat tidak boleh melebihi ketentuan kadar ambang batas yang ditetapkan dalam Permenkes tersebut.

c. Syarat mikrobiologi

Air juga harus memenuhi syarat bebas keberadaan mikroorganisme, baik patogen maupun *non*-patogen. Adapun persyaratan mikrobiologi yang berkaitan langsung dengan kesehatan meliputi keberadaan jumlah bakteri *coliform total* dan *coliform tinja* serta *Escherichia coli*.

d. Syarat radioaktif

Bentuk radioaktivitas menimbulkan efek kerusakan pada sel terpapar yang dapat berupa kematian, perubahan komposisi genetik, dan lain-lain. Perubahan genetik dapat menimbulkan penyakit seperti kanker dan kecacatan.

Meningkatnya industrialisasi, sumber-sumber air yang tersedia untuk konsumsi dan rekreasi telah tercemari oleh limbah industri serta

kotoran manusia dan hewan. Akibatnya, air kini menjadi faktor penyebab penyakit yang tidak dapat diabaikan. Air yang tercemar mengandung sejumlah besar bahan yang merupakan sumber nutrisi yang sangat baik bagi pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme. Termasuk organisme pencemar yang terdiri dari 2 kelompok yaitu bakteri fekal (*E. coli*) dan non fekal (*Enterobacter aerogenus*). *E. coli* bersifat oportunistik, patogenik dan enteropatogeni (Lay & Hastowo, 2000). Keberadaan organisme nonpatogen tidak menjadi fokus utama, tetapi kontaminan intestinal yang berasal dari feses (kotoran manusia atau hewan) yang bersifat patogen tersebut dapat menyebabkan infeksi saluran cerna, seperti disentri basiler, demam tifoid, kolera, dan demam paratifoid (Cappucino & Natalie, 2013).

4. Pertumbuhan dan Perkembangbiakan Mikroba

a. Deskripsi Pertumbuhan

Pertumbuhan dapat didefinisikan sebagai penambahan volume, ukuran dan jumlah sel. Pada umumnya suatu koloni digunakan sebagai kriteria terjadinya pertumbuhan, karena massa sel tersebut berasal dari satu sel. Istilah pertumbuhan bakteri berarti peningkatan jumlah sel bakteri berupa multiplikasi atau perkembangbiakan, yang terjadi akibat peningkatan terprogram dari biomassa bakteri. (Johnson, dkk., 2011).

Pertumbuhan mikroorganisme dapat ditinjau dari dua sudut, yaitu pertumbuhan individu dan pertumbuhan koloni atau populasi. Pertumbuhan individu diartikan sebagai bertambahnya ukuran tubuh, sedangkan pertumbuhan populasi diartikan sebagai bertambahnya kuantitas individu dalam suatu populasi atau bertambahnya ukuran koloni. Namun demikian, pertumbuhan mikroorganisme unisel sulit diukur dari segi pertambahan panjang, luas, volume, maupun berat karena pertambahannya sangat sedikit dan berlangsung sangat cepat (lebih cepat dari satuan waktu mengukurnya) sehingga untuk mikroorganisme yang demikian satuan pertumbuhan sama dengan satuan perkembangan.

b. Deskripsi Perkembangbiakan

Reproduksi bakteri ialah perkembangbiakan bakteri. Bakteri mengadakan pembiakan dengan cara aseksual. Pembiakan secara aseksual dilakukan dengan pembelahan. Proses perkembangbiakan tersebut tidak ada penyatuan inti sel sebagaimana biasanya pada eukarion, yang berupa pertukaran materi genetika (rekombinasi genetik).

c. Faktor-faktor pertumbuhan mikroba

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba menurut Hasyimi (2010) meliputi:

- 1) Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) optimum bagi pertumbuhan bakteri berkisar antara 6,5-7,5. Beberapa spesies bakteri ada yang mempunyai pH minimum 0,5 dan pH maksimumnya 9,5. Pergeseran pH dalam suatu medium dapat terjadi sedemikian besar, karena akibat adanya senyawa-senyawa asam atau basa selama pertumbuhan. Pergeseran ini dapat dicegah dengan menggunakan larutan penyangga yang disebut *buffer* (kombinasi garam-garam KH_2PO_4 dan K_2HPO_4

2) Suhu

Suhu mempengaruhi laju pertumbuhan, mempengaruhi jumlah total pertumbuhan, mengubah proses-proses metabolik tertentu serta morfologi sel. Kisaran suhu bagi mikroba terbagi 3 tahap yaitu suhu minimum, suhu maksimum dan suhu optimum. Suhu pertumbuhan optimum adalah suhu inkubasi yang memungkinkan pertumbuhan tercepat selama periode waktu yang singkat antara 12 hingga 24 jam.

3) Oksigen

Berdasarkan kebutuhan terhadap oksigen, bakteri digolongkan menjadi bakteri aerob mutlak (bakteri yang untuk pertumbuhannya memerlukan adanya oksigen), bakteri anaerob fakultatif (bakteri yang dapat tumbuh, baik ada oksigen maupun tanpa adanya oksigen), bakteri anaerob aerotoleran (bakteri yang tidak mati dengan adanya oksigen), bakteri anaerob mutlak

(bakteri yang hidup bila tidak ada oksigen) dan bakteri mikroaerofilik (bakteri yang dapat hidup bila tekanan oksigennya rendah)

4) Air

Air atau H₂O merupakan bahan yang amat penting bagi pertumbuhan bakteri karena 80% - 90% bakteri tersusun atas air. Tetapi bakteri tidak dapat menggunakan air yang mengandung zat-zat terlarut dalam konsentrasi tinggi, seperti gula dan garam. Tekanan osmose juga sangat diperlukan untuk mempertahankan bakteri agar tetap hidup, suatu misal apabila bakteri berada dalam larutan yang konsentrasinya lebih tinggi daripada konsentrasi yang ada dalam sel bakteri, maka akan terjadi keluarnya cairan dari sel bakteri melalui membran sitoplasma yang disebut plasmolisis, namun ada beberapa bakteri yang mempunyai toleransi terhadap lingkungan dengan kadar garam yang sangat tinggi.

5. Kualitas Air Secara Mikrobiologi.

Air untuk keperluan minum yang sehat harus bebas dari segala bakteri, terutama bakteri patogen (Notoatmodjo, 2007). Bakteri golongan *Coli* (*Coliform*) tidak merupakan bakteri patogen, tetapi bakteri ini merupakan indikator dari pencemaran air oleh bakteri patogen. Menurut Permenkes RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990, bakteri *coliform* yang memenuhi syarat untuk air bersih adalah < 50 per 100 ml.

Standar air minum di Indonesia mengikuti standar WHO yang dalam beberapa hal disesuaikan dengan kondisi di Indonesia. Pada tahun 2010, Departemen Kesehatan RI telah menetapkan kriteria kualitas air secara mikrobiologis, melalui permenkes RI No 492/2010 bahwa air minum tidak diperbolehkan mengandung bakteri *coliform* dan *Escherichia coli*. Secara mikrobiologi, salah satu syarat air bersih yang dapat di konsumsi adalah tidak di temukannya *Escherichia coli* dalam 100 ml. *Escherichia coli* juga termaksud bakteri yang dapat menyebabkan keluhan diare.

6. Uji kualitas air

Metode yang digunakan untuk uji kualitas bakteriologis air minum adalah metode *Most Probable Number (MPN)*. *MPN* digunakan untuk mengetahui jumlah *coliform* dalam uji kualitas air. Metode *MPN* merupakan salah satu teknik menghitung jumlah mikroorganisme per mililiter bahan yang digunakan sebagai media biakan. Metode *MPN* pada dasarnya sama dengan metode perhitungan cawan, tetapi menggunakan medium cair dalam tabung reaksi. Perhitungan didasarkan pada tabung yang positif, yaitu tabung menunjukkan pertumbuhan mikroba setelah inkubasi pada suhu dan waktu tertentu dan dapat diketahui dari gelembung gas yang dihasilkan pada tabung Durham (Santoso *et al* 2012). Pendekatan untuk enumerasi bakteri hidup dengan metode *MPN* didasarkan pada metode teori kemungkinan. Sampel ditumbuhkan pada seri tabung sebanyak 3 atau 5 buah tabung untuk setiap kelompok. Apabila dipakai 3 tabung maka disebut seri 3, dan jika dipakai 5 tabung

maka disebut seri 5. Media pada tabung adalah *Lactose Broth (LB)* yang diberi indikator perubahan pH dan ditambah tabung durham. Media *LB* ini digunakan untuk mengetahui ada tidaknya bakteri *coliform* berdasarkan terbentuknya asam dan gas, karena fermentasi laktosa oleh bakteri golongan *coliform* (Santoso *et al* 2012).

Terbentuknya asam dilihat dari kekeruhan pada media laktosa dan gas yang dihasilkan dapat dilihat dalam tabung durham berupa gelembung udara. Pemberian sampel pada tiap seri tabung berbeda-beda, untuk sampel sebanyak 10 ml ditumbuhkan pada media *LBDS (Lactose Broth Double Strength)* yang memiliki komposisi *Beef extract* (3 g), *peptone* (5 g), *lactose* (10 g) dan *Bromthymol Blue* (0,2 %) per literinya. Untuk sampel 1 ml dan 0,1 ml dimasukkan pada media *LBSS (Lactose Broth Single Stegth)* yang berkomposisi sama tapi kadar laktosa hanya setengah dari *LBDS* yaitu 5 gr. Nilai *MPN* ditentukan dengan kombinasi jumlah tabung positif (asam dan gas) pada tiap serinya setelah diinkubasi. Output metode *MPN* adalah nilai *MPN*. Nilai *MPN* adalah perkiraan jumlah unit tumbuh (*Growth unit*) atau unit pembentukan koloni dalam sampel, pada umumnya nilai *MPN* juga diartikan sebagai perkiraan jumlah individu bakteri, satuan yang digunakan umumnya per 100 ml. Makin kecil nilai *MPN*, maka air tersebut makin tinggi kualitasnya dan makin layak di konsumsi. Metode *MPN* memiliki limit kepercayaan 95 % sehingga pada setiap nilai *MPN* terdapat jangkauan nilai *MPN* terendah dan nilai *MPN* tertinggi (Fardiaz, 1996).

Metode *MPN* terdiri dari 3 tahapan, yaitu uji pendugaan (*Presumptive Test*), uji penguat (*Confirmative Test*), dan uji kelengkapan (*Completed test*). Untuk uji air bersih, metode *MPN* dilakukan sampai pada metode uji penguat, dikarenakan metode ini sudah cukup kuat digunakan sebagai pengujian ada tidaknya bakteri *coliform* dalam sampel air. Uji pendugaan menggunakan media *LB* dan uji penguat dengan media *BGLB* dan *EC Mug* yang merupakan media khusus untuk mengetahui ada tidaknya bakteri *coliform*, jadi tidak perlu lagi dilakukan sampai pada uji kelengkapan (Santoso *et al* 2012).

a. Uji pendugaan (*Presumptive Test*)

Uji tahap pertama, keberadaan *coliform* masih dalam tingkat probabilitas rendah yaitu masih dalam dugaan. Uji penduga ini mendeteksi sifat fermentasi *coliform* dalam sampel, karena beberapa jenis bakteri selain *coliform* juga memiliki sifat fermentatif. Uji penduga merupakan uji pendahuluan tentang ada tidaknya kehadiran bakteri *coliform* berdasarkan terbentuknya asam dan gas disebabkan karena fermentasi laktosa oleh bakteri *coliform*. Terbentuknya asam dilihat dari kekeruhan pada media *LB* dan gas yang dihasilkan dapat dilihat dalam tabung durham berupa gelembung udara (Sunarti,2015). Tabung dinyatakan positif jika terbentuk gas sebanyak 10% atau lebih dari volume di dalam tabung durham. Banyaknya kandungan bakteri *coliform* dapat dilihat dengan menghitung tabung yang menunjukkan reaksi positif terbentuk asam

dan gas, kemudian dibandingkan dengan tabel *MPN*. Metode *MPN* dilakukan untuk menghitung jumlah mikroba di dalam sampel yang berbentuk cair. Jika setelah inkubasi 1 x 24 jam menunjukkan hasil negatif, maka di lanjutkan dengan inkubasi 2 x 24 jam pada suhu 35⁰C. Jika dalam waktu 2 x 24 jam tidak terbentuk gas dalam tabung durham, di hitung sebagai hasil negatif. Jumlah tabung yang positif di hitung pada masing-masing seri. *MPN* perkiraan dapat dihitung dengan melihat tabel *MPN*. SNI 01-2332.1 (2006:7).

b. Uji penguat (*Confirmative Test*)

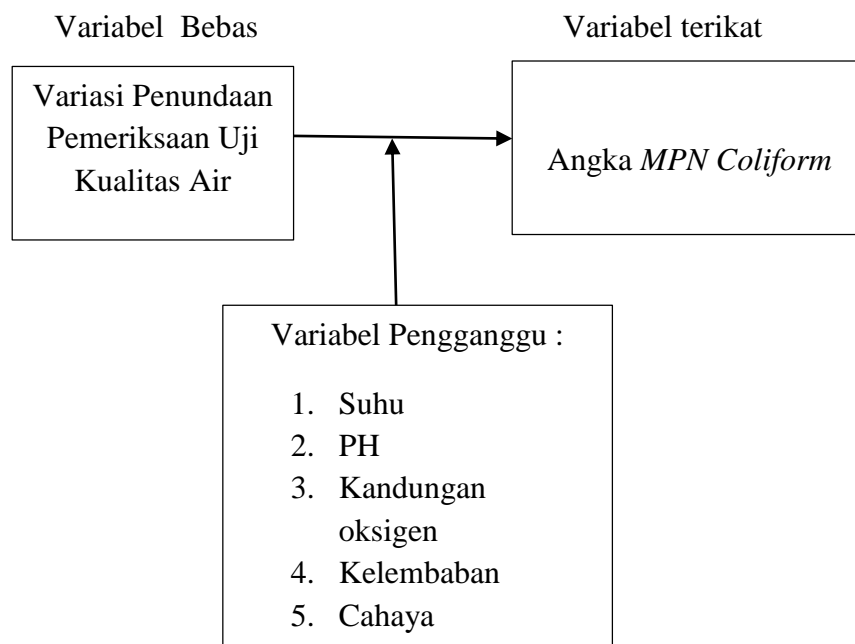
Uji penguat ini bertujuan untuk menguji kembali kebenaran adanya *coliform* dengan bantuan media selektif, yang menegaskan hasil positif dari uji pendugaan, media yang digunakan adalah *Brilliant Green Laktosa Bile Broth (BGLB)* dengan komposisi yang terdiri dari *Peptone* (10 g), *Lactose* (10 g), *Ox Bile* atau ekstrak empedu sapi (20 g), pewarna *Brilliant Green* (0,0133 g) nantinya akan membentuk asam dan gas dalam waktu 24-48 jam. *BGLB* ini merupakan media pertumbuhan untuk bakteri *coliform*, dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif (Fardiaz,1996).

B. Landasan Teori.

Pertumbuhan mikroorganisme lebih ditunjukkan oleh adanya peningkatan jumlah mikroorganisme dan bukan peningkatan ukuran sel individu. Ciri khas reproduksi bakteri adalah pembelahan biner, di mana dari satu sel bakteri dapat dihasilkan dua sel anakan yang sama besar. Interval

waktu yang dibutuhkan bagi sel untuk membelah diri atau untuk populasi menjadi berjumlah dua kali lipat dikenal sebagai waktu generasi. Tidak semua spesies bakteri memiliki waktu generasi yang sama. Mayoritas bakteri memiliki waktu generasi berkisar 1-3 jam. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dapat dibedakan menjadi faktor fisik dan faktor kimia termasuk nutrisi dalam media kultur. Faktor fisik meliputi suhu, pH, gas atmosfer, cahaya, dan kelembaban.

C. Hubungan Antar Variabel



D. Hipotesis

Ada pengaruh penundaan pemeriksaan uji kualitas air sumur gali terhadap angka *MPN coliform*.