

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan tentang Bakteri

Bakteri merupakan kelompok mikroba secara umum terdapat lebih banyak di dalam air. Bakteri umumnya *uniseluler*/sel tunggal, tidak mempunyai klorofil, berkembang biak dengan pembelahan sel secara *biner*. Hidup bebas di udara, di tanah, di dalam air, pada bahan makanan, pada tubuh manusia, hewan ataupun tanaman. Adapula yang hidup bersimbiosis dengan jasad hidup lain, baik hewan ataupun makanan.^(4,5)

Sifat hidupnya secara umum adalah *saprofit* pada sisa/buangan hewan ataupun tanaman yang sudah mati, tetapi banyak juga yang *parasit* pada hewan, manusia dan tanaman dengan menyebabkan banyak jenis penyakit.^(4,5)

2.1.1 Bentuk Bakteri

Berdasarkan bentuk morfologinya, maka bakteri dapat di bagi atas tiga golongan, yaitu golongan basil, golongan kokus, dan golongan spiril. Basil (dari *bacillus*) berbentuk serupa batang pendek, silindris. Sebagian besar bakteri berupa basil. Kokus (dari *coccus*) adalah bakteri yang bentuknya serupa bola-bola kecil. Golongan ini tidak sebanyak golongan basil. Spiril (dari *spirillum*) ialah bakteri yang bengkok atau berbengkok-bengkok serupa spiral. Bakteri yang berbentuk spiral itu tidak banyak terdapat. Golongan ini merupakan golongan yang paling kecil, jika dibandingkan dengan golongan kokus maupun golongan basil.^(4,5)

2.1.2 Golongan Bakteri Coli

Golongan bakteri coli, merupakan jasad indikator dalam air. *Escherichia coli* mula-mula diisolasi oleh Escherich pada tahun 1885 dari tinja bayi. Analisis bakteriologi air minum ditujukan kepada kehadiran jasad tersebut.⁽⁶⁾

Walaupun adanya jasad tersebut tidak dapat memastikan adanya jasad *pathogen* secara langsung, tetapi dari hasil yang didapat, memberikan kesimpulan bahwa bakteri coli dalam jumlah tertentu di dalam air, dapat digunakan sebagai indikator adanya jasad *pathogen*. Jika di dalam 100 mL air minum terdapat 500 bakteri coli, memungkinkan terjadinya penyakit *gastroenteris* yang segera diikuti oleh demam tifus. Bakteri coli pada umumnya terdapat di dalam feces, kehadirannya di dalam makanan dan minuman bisa dijadikan indikator pencemaran.^(6,7)

Bakteri *Escherichia coli* termasuk di dalam kelompok bakteri *anaerob fakultatif* yaitu kelompok bakteri yang mampu hidup baik dalam keadaan ada oksigen maupun tidak ada oksigen. Adapun ciri morfologi selnya adalah batang pendek, gram negatif dan mempunyai habitat di lingkungan akuatik, tanah, makanan, air seni, dan tinja.⁽⁵⁾

2.1.3 Medium Pertumbuhan Bakteri

Medium adalah suatu bahan terdiri atas campuran nutrisi dipakai untuk menumbuhkan mikroba. Selain itu juga dapat pula digunakan untuk isolasi, memperbanyak, menguji sifat-sifat fisiologis dan perhitungan jumlah mikroba.⁽⁴⁾

Agar mikroba dapat tumbuh dan berkembang dengan baik di dalam medium diperlukan persyaratan tertentu yaitu medium harus mengandung semua nutrisi yang mudah digunakan oleh mikroba dan harus steril.

Medium sintetik merupakan medium yang komposisinya dapat diketahui dengan pasti, misalnya medium untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroba. Medium dapat berbentuk medium cair; yaitu medium yang berbentuk cair, medium padat; yaitu medium yang berbentuk padat, dan medium padat yang dicairkan; medium yang dalam keadaan panas berbentuk cair, sedangkan dalam keadaan dingin berbentuk padat karena mengandung agar-agar.⁽⁵⁾

Medium selektif merupakan medium yang hanya dapat ditumbuhi oleh satu jenis mikroba tertentu, tetapi akan menghambat atau mematikan jenis-jenis yang lain.^(4,5)

2.1.4 Penanaman (*Inokulasi*) Bakteri

Cara penanaman (*inokulasi*) bakteri, tergantung pada tujuan penanaman. Berdasarkan atas bentuk medium dan cara penanamannya dapat dibedakan menjadi biakan agar tegak (*agar deep culture*), biakan agar miring (*agar slant culture*), dan biakan cair (*broth culture*). Cara yang umum dipergunakan yaitu cara goresan (*streak plate method*). Cara ini dasarnya adalah menggoreskan suspensi bahan yang mengandung bakteri pada permukaan medium agar yang sesuai dalam cawan petri. Setelah inkubasi maka pada bekas goresan akan tumbuh koloni-koloni terpisah yang mungkin berasal dari satu sel bakteri, sehingga dapat diisolasi lebih lanjut.^(4,5)

2.1.5 Perhitungan Jumlah Bakteri

Cara perhitungan jumlah bakteri yang paling umum adalah dengan menggunakan cara pengenceran. Cara pengenceran ini dipakai untuk menentukan jumlah bakteri yang hidup saja. Dasar perhitungan yaitu mengencerkan sejumlah volume tertentu suatu bahan secara bertingkat, kemudian diinokulasikan dalam medium dan diinkubasikan, kemudian dilihat ada tidak pertumbuhan bakteri.⁽⁸⁾

2.1.6 Hal –hal yang berpengaruh terhadap bakteri

a. Temperatur

Untuk kelompok bakteri, biasanya mampu hidup pada kisaran temperatur tertentu. Berdasarkan kemampuan hidupnya pada kisaran temperatur tertentu, bakteri dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu:^(4,9)

- a. Bakteri *psikrofilik* ; kelompok bakteri yang mampu tumbuh pada kisaran temperatur 0°- 30°C, dengan temperatur optimum 10°- 20°C.
- b. Bakteri *mesofilik* ; kelompok bakteri yang mampu tumbuh pada kisaran temperatur 5°- 60°C, dengan temperatur optimum 25°- 40°C.
- c. Bakteri *termofilik* ; kelompok bakteri yang mampu tumbuh pada kisaran temperatur 40°- 80°C, dengan temperatur optimum 55°- 65°C.

b. Oksigen

Berdasarkan kebutuhannya akan oksigen bebas, bakteri dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok sebagai berikut:⁽⁴⁾

- Bakteri *aerob* ; kelompok bakteri yang sangat memerlukan oksigen untuk pertumbuhannya.

- Bakteri *anaerob* ; kelompok bakteri yang hidup tanpa memerlukan adanya oksigen.
- Bakteri *anaerob fakultatif* ; kelompok bakteri yang mampu hidup baik dalam keadaan ada oksigen maupun tidak ada oksigen.

c. pH

Pertumbuhan mikroba dipengaruhi oleh pH, untuk kelompok bakteri biasanya cenderung tumbuh pada pH yang netral atau agak sedikit basa. Pada umumnya bakteri mempunyai pH optimum terletak antara pH 6,5 – 7,5.^(4,8)

d. Cahaya

Cahaya sangat diperlukan oleh bakteri-bakteri *fotoautotrof*, karena cahaya merupakan sumber energi yang utama. Sinar ultraviolet dapat diabsorpsi banyak bahan-bahan sel, terutama oleh asam nukleat. Bagian ini akan mengalami kerusakan terbesar bila sel disinari dengan sinar ultraviolet. Karena kemampuan tersebut, maka sinar ultraviolet dapat dipakai sebagai desinfektan dan untuk mensterilkan alat kedokteran serta ruang operasi.^(4,8)

2.2 Metode *Most Probable Number* (MPN)

Tes mikrobiologi adalah tes untuk mendeteksi adanya sejenis bakteri. Metode yang sering digunakan adalah metode dengan tabung fermentasi (*Most Probable Number/MPN*). Prinsip metode MPN adalah adanya sifat bakteri yang dapat berkembang biak dalam waktu 24-48 jam pada suhu tertentu (dalam inkubator) dan dalam suasana yang cocok yaitu pada sebuah media yaitu kaldu (*broth media*) yang mengandung gizi untuk pertumbuhannya. Bakteri-bakteri

tersebut dapat dideteksi karena jenis bakteri tersebut mampu meragikan (fermentasi), salah satu unsur zat gizi seperti laktosa yang akibat proses peragian tersebut terbentuklah gas; gelembung-gelembung gas ini menunjukkan adanya bakteri tersebut. Metoda MPN lebih cocok bagi uji bakteri *Escherichia coli* dan uji *total coliform*.^(7,10)

Metode MPN merupakan salah satu cara menghitung bakteri secara tidak langsung dan khusus untuk bakteri yang hidup. Metode ini dapat digunakan untuk menghitung berbagai macam kelompok bakteri tertentu, tergantung pada ciri pertumbuhannya yang khas pada medium yang digunakan. Misalnya bakteri coli yang mampu meragikan laktosa menghasilkan gas.⁽¹¹⁾

Dengan mengamati ada atau tidak adanya pertumbuhan atau ciri pertumbuhan bakteri tertentu maka jumlah bakteri dapat diperkirakan secara statistik. Dalam hal ini telah dibuat suatu tabel MPN yang berlaku umum.

Dalam pelaksanaannya, contoh air yang akan dianalisa perlu mengalami suatu seri pengenceran. Ada berbagai macam media yang dapat digunakan dalam metoda ini. Diantaranya yang umum digunakan adalah medium cair Laktosa (*Lactose Broth*) dan medium cair *Brilliant Green Lactose Bile* (BGLB). Medium tersebut dimasukkan dalam tabung reaksi dengan tabung durham didalamnya.^(10,11)

2.3 Air Tanah

Menurut tempatnya, air dapat berada di permukaan tanah, yang disebut air permukaan dan dapat pula berada di dalam tanah, yang selanjutnya disebut air tanah. Sebagian besar manusia memperoleh air untuk kebutuhan minum dari air tanah yang berasal dari sumur yang termasuk di dalam air tanah.⁽⁴⁾

Air tanah mengandung zat-zat anorganik maupun zat-zat organik dan oleh karena itu merupakan tempat yang baik bagi kehidupan mikroorganisme termasuk di dalamnya bakteri.⁽¹²⁾

2.4 Radiasi Sinar Matahari

Radiasi sinar matahari merupakan satu bentuk radiasi termal yang mempunyai panjang gelombang khusus. Intensitasnya sangat tergantung dari kondisi atmosfer. Bagian terbesar energi surya terkonsentrasi pada daerah panjang gelombang pendek.⁽¹³⁾

Radiasi yang dipancarkan matahari mencapai permukaan bumi berupa energi elektromagnetik. Energi elektromagnetik tersebut dipancarkan dalam bentuk gelombang, mulai dari sinar x yang mempunyai panjang gelombang pendek dan berenergi tinggi, sampai sinar yang mempunyai panjang gelombang panjang dan berenergi sangat rendah. Sebagian besar pancaran akan diserap oleh ozon dan oksigen pada stratosfer, sehingga radiasi sinar matahari yang sampai di permukaan bumi adalah sinar yang mempunyai panjang gelombang lebih dari 200 nm yaitu UV B dengan λ : 200-320 nm dan UV A dengan λ : 320-400 nm, sinar visibel dengan λ : 400 - 700 nm serta IR dengan λ : 760-1800 nm. Dari ketiga sinar tersebut, hanya sinar ultraviolet (UV)

yang memiliki daya tembus besar karena mempunyai panjang gelombang yang lebih pendek. Sebagian besar sinar UV sampai ke permukaan bumi lebih dari 90 % adalah sinar UV A dan sisanya adalah UV B.⁽¹⁴⁾

Radiasi sinar ultraviolet dengan gelombang pendek mempunyai daya merusak sel mikroorganisme. Jika energi radiasi diabsorpsi oleh sel mikroorganisme, akan menyebabkan terjadinya kerusakan komponen sel. Energi radiasi terutama sinar ultraviolet banyak digunakan di dalam praktek sterilisasi dan desinfektan. Panjang gelombang yang pendek meliputi kisaran 200 – 400 nm, dengan daya maksimum mematikan mikroorganisme (*bakterisidal*) pada panjang gelombang 254 nm. Jika digunakan dengan intensitas yang cukup cahaya ultraviolet efektif dalam mematikan bakteri. Efektifitas sinar ini terjadi apabila sinar ultraviolet mempunyai kontak langsung dengan mikroorganisme. Sinar ultraviolet telah digunakan untuk mengurangi populasi mikroorganisme di udara dalam ruangan operasi, laboratorium bakteriologi dan ruangan bayi.^(6,9,15)

2.5 Faktor Kerja Desinfektan

Faktor yang mempengaruhi efektifitas kerja desinfektan adalah waktu dan temperatur.⁽¹⁶⁾ Kenaikan temperatur menambah daya desinfektan Suatu desinfektan harus mempengaruhi bagian sel mikroorganisme yang vital. Bagian sel mikroorganisme yang paling rentan terhadap kerja desinfektan adalah enzim, asam nukleat dan protein seperti yang terdapat dalam dinding sel.^(17,18)

2.6 Logam Fe

Di dalam air, kadar logam Fe yang berlebih dapat menimbulkan rasa, bau, dan warna. Tubuh manusia tidak dapat mengekresikan logam Fe, pada transfusi darah yang terus menerus akan menyebabkan warna kulit menjadi hitam karena akumulasi Fe. Konsentrasi maksimum yang masih diperbolehkan dalam air minum 0,3 mg/L dan di dalam air bersih 1 mg/L. Selain itu, konsentrasi yang lebih besar dari 1 mg/L dapat menyebabkan warna air menjadi kemerah-merahan, memberi rasa yang tidak enak pada minuman. Pada konsentrasi Fe mencapai 5 mg/L, air sudah dirasakan berbau dan berasa karat, menurut *Environmental Protection Agency*, konsentrasi Fe yang melebihi 10 mg/L akan menyebabkan air berbau telur busuk. Kadar Fe yang melebihi standar dapat menyebabkan terjadinya *dyspepsia* dan sembelit yang keduanya merupakan gangguan terhadap saluran pencernaan makanan. WHO dalam buku *Guidelines of Drinking Water Quality*, vol 2, logam Fe mempunyai efek merugikan terhadap kesehatan, bila keberadaannya terlalu besar (melebihi standar) dapat mengakibatkan *homeostachrosis*, yaitu suatu keadaan dimana proses metabolisme dalam tubuh tidak dapat berjalan efektif sebagaimana mestinya.^(19,20)

2.7 Penentuan Fe Secara Spektrometri Serapan Atom

Metode analisis dengan spektrometri serapan atom nyala tergolong metode yang selektif, sebab frekuensi radiasi resonansi yang diserap mempunyai karakteristik untuk setiap atom. Metode tersebut didasarkan atas proses penyerapan energi radiasi oleh atom-atom yang berada pada tingkat

dasar (*ground state*). Penyerapan tersebut menyebabkan tereksitasinya atom ke tingkat energi yang lebih tinggi. Pengurangan intensitas radiasi yang diberikan sebanding dengan jumlah atom pada tingkat dasar yang menyerap energi radiasi tersebut.⁽²¹⁾ Hal ini sesuai dengan Hukum Beer yang menyatakan bahwa absorpsi energi radiasi oleh suatu sampel sebanding terhadap konsentrasi zat pengabsorpsi. Dalam Hukum Beer, suatu sinar dengan daya P_0 yang dilewatkan melalui lapisan tipis elementer sel serapan dengan ketebalan dx , mengakibatkan penurunan daya sinar dP yang sebanding terhadap daya sinar masuk, konsentrasi atom-atom pengabsorpsi c , dan ketebalan sel serapan.⁽²²⁾

Hubungan ini dinyatakan pada persamaan :

$$dP = -\beta P c dx \quad (1)$$

dengan β adalah konstanta. Dengan mengintegrasikan persamaan (1) dari $x = 0$ sampai dengan b dan $P = P_0$ sampai dengan P , maka diperoleh persamaan (2) yaitu persamaan Hukum Beer.

$$-\frac{dP}{P} = \beta c dx$$

$$-\int_{P_0}^P \frac{dP}{P} = \beta c \int_0^b dx$$

$$-\ln P - (-\ln P_0) = \beta b c$$

$$\ln (P_0/P) = \beta b c$$

$$\log (P_0/P) = (\beta/\log 10) b c$$

$$A = \epsilon b c \quad (2)$$

Dengan A adalah absorbansi, c adalah konsentrasi zat (mol L^{-1}), T adalah transmitansi, b adalah panjang lintasan zat pengabsorpsi (cm), dan ϵ adalah absorptivitas molar ($\text{L cm}^{-1} \text{mol}^{-1}$).⁽²²⁾

Secara sederhana persamaan di atas menyatakan bahwa absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi analit penyerap pada kondisi instrumental tertentu. Hubungan lurus antara absorbansi dan konsentrasi ini teramati pula dalam Spektrometri Serapan Atom. Apabila absorbansi larutan-larutan standar yang mengandung konsentrasi Fe bervariasi diukur dan data absorbansi yang diperoleh dibuat grafik melawan konsentrasi akan diperoleh suatu kurva kalibrasi yang berbentuk garis lurus. Setelah kurva kalibrasi diperoleh konsentrasi Fe dalam suatu larutan sampel dapat ditentukan dengan jalan interpolasi harga absorbansinya ke kurva kalibrasinya. Pengukuran intensitas radiasi yang diteruskan maupun yang diserap, dan konsentrasi Fe dalam sampel dapat ditentukan dengan menggunakan kurva kalibrasi.⁽²¹⁾

