

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Air Elektrolisis

Perusahaan yang menjual mesin-mesin yang menempatkan air minum melalui proses "Ionisasi". Menurut perusahaan, proses juga disebut "elektrolisis". Ketika air baku mengalir melalui beberapa plat elektroda, semua ion mineral yang dibawa olehnya ikut mengalir melalui plat tersebut. Proses elektrolisis terjadi ketika air baku tadi mengalir melalui plat elektroda yang diberi arus listrik. Proses ini adalah proses pemisahan ion-ion yang dikandung air baku. (Jika ion-ion ini tidak terdapat dalam air baku yang digunakan karena melalui proses demineralisasi/destilasi, maka proses elektrolisis tidak dapat terjadi). Terdapat 2 jenis elektroda, ada elektroda yang positif dan negatif. Ketika proses elektrolisis terjadi, ion-ion yang dibawa oleh air baku terstruktur jadi basa yang kaya akan  $(OH^-)$  dan air asam yang kaya akan ion  $(H^+)$  (Wiharti, 2010).

Metode elektrolisis merupakan proses kimia yang mengubah energi listrik menjadi energi kimia. Komponen terpenting dari proses elektrolisis ini adalah elektroda dan larutan elektrolit (Martawati, 2014).

Elektrolisis merupakan suatu peristiwa dimana suatu larutan akan diuraikan menjadi ion-ionnya, yaitu ion positif (kation) dan ion negatif (anion), ketika arus listrik searah dialirkan ke dalam larutan elektrolit melalui elektroda. Pada peristiwa ini kation akan mengalami reduksi karena menangkap elektron, sedangkan anion akan mengalami oksidasi karena melepaskan elektron. Maka peristiwa reduksi terjadi di katoda dan oksidasi terjadi di anoda, dan kation akan menuju katoda sedangkan anion akan menuju anoda (Wiharti, 2010).

Pada proses elektrolisis ada beberapa komponen yang terdapat di dalamnya yaitu: katoda, anoda, larutan elektrolit, dan sumber daya (Aziz, 2015)

a. Katoda

Katoda merupakan elektroda negatif dalam larutan elektrolit dimana pada katoda ini terjadi penempelan ion-ion yang tereduksi dari anoda. Katoda bertindak sebagai logam yang akan dilapisi atau produk yang bersifat menerima ion. Katoda dihubungkan ke kutub negatif dari arus listrik. Katoda harus bersifat konduktor supaya proses elektrolisis dapat berlangsung dan logam pelapis menempel pada katoda.

b. Anoda

Anoda merupakan elektroda yang mengalami reaksi oksidasi. elektroda ini adalah Kebalikan dari katoda, dari rangkaian elektrolisis karena bertindak sebagai kutub positif. Anoda berupa logam penghantar listrik, pada sel elektrokimia anoda akan terpolarisasi jika arus listrik mengalir ke dalamnya. Arus listrik mengalir berlawanan dengan arah pergerakan elektron.

Peranan anoda pada proses elektrolisis sangat penting dalam menghasilkan kualitas lapisan. Pengaruh kemurnian/kebersihan anoda terhadap elektrolit dan penentuan optimalisasi ukuran serta bentuk anoda perlu diperhatikan. Dengan perhitungan yang cermat dalam menentukan anoda pada proses pelapisan dapat memberikan keuntungan yaitu meningkatkan distribusi endapan, mengurangi kontaminasi larutan, meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi timbulnya masalah-masalah dalam proses elektrolisis.

### c. Larutan Elektrolit

Elektrolit merupakan suatu zat yang larut atau terurai ke dalam bentuk ion-ionnya. Ion-ion merupakan atom-atom bermuatan elektrik. Elektrolit dapat berupa senyawa garam, asam, atau amfoter. Elektrolit kuat identik dengan asam, basa, dan garam. Istilah-istilah elektrolit kuat dan elektrolit lemah diambil dari daya hantar listriknya. Elektrolit kuat mempunyai daya hantar listrik kuat karena mengandung jumlah ion yang lebih besar/banyak bila dibandingkan dengan elektrolit lemah. Faktor yang Berpengaruh pada Elektrolisis adalah konsentrasi elektrolit, sirkulasi elektrolit, rapat arus, tegangan, jarak anoda-katoda, rasio dan bentuk anoda-katoda, temperatur, daya tembus (throwing power), aditif, kontaminasi. Larutan elektrolit dapat dibuat dari larutan asam, basa dan garam logam yang dapat membentuk muatan ion-ion negatif. Tiap jenis pelapisan, Larutan elektrolitnya berbeda-beda tergantung pada sifat-sifat elektrolit yang diinginkan. Larutan elektrolit selalu mengandung garam dari logam yang akan dilapisi. Garam-garam tersebut sebaiknya dipilih yang mudah larut, tetapi anionnya tidak mudah tereduksi. Meskipun anion tidak ikut langsung dalam proses terbentuknya lapisan dalam proses terbentuknya lapisan, tetapi jika menempel pada permukaan katoda akan menimbulkan gangguan bagi terbentuknya mikrostruktur lapisan. Kemampuan dari ion logam ditentukan oleh konsentrasi dari garam logamnya, derajat disosiasi dan konsentrasi unsur-unsur lain yang ada dalam larutan.

### d. Sumber Daya

Sumber daya merupakan perangkat atau sistem yang memasok listrik atau sejumlah energi ke output beban atau kelompok beban.

Elektrolisis adalah proses restrukturisasi air dengan proses ionisasi. Oleh karena itu air yang dihasilkannya juga disebut sebagai air terionisasi atau terstruktur. Air keran biasanya memiliki pH sekitar 7, atau netral; air alkali memiliki pH lebih dari 7; air asam, kurang dari 7.

Ion adalah atom atau sekumpulan atom yang bermuatan listrik. Ion bermuatan negatif, yang menangkap satu atau lebih elektron, disebut anion, karena dia tertarik menuju anoda. Ion bermuatan positif, yang kehilangan satu atau lebih elektron, disebut kation, karena tertarik ke katoda. Proses pembentukan ion disebut ionisasi. Larutan ion adalah jenis larutan yang mengandung ion yang dapat bergerak bebas sehingga mampu menghantarkan arus listrik. (Lawrence,2004).

Pada Tahun 1887, seorang ilmuwan Swedia yang bernama Svante August Arrhenius mengemukakan sebuah teori yang menjelaskan mengapa larutan elektrolit dapat menghantarkan arus listrik. Menurutnya, larutan elektrolit dapat menghantarkan arus listrik, karena dalam larutan elektrolit tersebut terdapat ion-ion yang dapat bergerak bebas. Ion-ion inilah yang dapat menghantarkan arus listrik.

Air elektrolisis memiliki berbagai macam jenis dan memiliki manfaat yang berbeda dari setiap jenisnya, diantaranya air elektrolisis yang dapat diminum bebas, Clean Water, Beauty Water, Strong Kangen water, dan Strong Acidic Water (Benson's 2002).

Manfaat menurut perusahaan pH air elektrolisis :

1. Strong Acidic Water (pH 2,5) yang diolah dengan mesin elektrolisis, Strong Acidic Water disebut memiliki banyak manfaat yaitu sebagai

antibakteri, desinfektan, dan atiseptik, gatal-gatal, membersihkan daerah kewanitaan (siswandono, 1995)

2. Beauty Water (pH 6,0) untuk kecantikan bersifat sedikit asam (slightly acid). berfungsi untuk menangkis kuman dan bakteri dari luar.
3. Clean Water (pH 7,0) air yang dihasilkan dari mesin elektrolisis bersifat netral baik untuk saat mengkonsumsi obat ataupun membuat susu formula bayi.
4. Kangen Water ( pH 8,5-9,5) digunakan sebagai air minum sehari-hari. air ini mengandung antioksidan yang tinggi (sampai - 500mV).
5. Strong Kangen Water (pH 11,5) berfungsi untuk mengangkat minyak dan kotoran yang melekat pada peralatan memasak ataupun noda di lantai dan noda-noda lainnya.

#### **B. Coliform**

*Coliform* merupakan bakteri gram negatif dan berbentuk batang yang merupakan bagian dari mikroba normal saluran pencernaan manusia dan hewan (Parry & Palmer, 2002). Bakteri *Coliform* ada yang bersifat patogen yaitu bakteri yang dapat menimbulkan penyakit. Bakteri golongan *Enterobacter*, *Shigella*, *Proteus*, *Salmonella* dan *Escherichia coli* termasuk kedalam jenis bakteri *Coliform* (Radji et al.,2008).

Bakteri *Coliform* merupakan indikator kontaminasi lingkungan atau sanitasi yang kurang baik sedangkan *Escherichia coli* sebagai indikator kontaminasi tinja dari manusia dan hewan berdarah panas (Waluyo,2007). Adanya bakteri *Coliform* di dalam makanan dan minuman menunjukkan kemungkinan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik dan toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan manusia. (Wahyuni et al. 2013).

*Coliform* adalah indikator kualitas air, makin sedikit kandungan *Coliform* artinya, kualitas air semakin baik. Bakteri *coliform* yang ada dalam air dibedakan ke dalam 2 kelompok yaitu kelompok fecal (*E. coli*) dan non fecal (*Enterobacter aerogenus*) (Gobel 2008) :*Coliform fecal*, misalnya *Escherichia coli* merupakan bakteri yang berasal dari kotoran hewan atau manusia, adanya *Escherichia coli* pada air minum menandakan air tersebut telah terkontaminasi feses manusia dan mungkin mengandung patogen usus. Sedangkan, *Coliform non fecal* misalnya *Enterobacter aerogenus*, biasa ditemukan pada hewan atau tanaman yang telah mati.

### C. *Escherichia coli*

#### Klasifikasi dan Morfologi

Klasifikasi *Escherichia coli* sebagai berikut (Todar, 2008):

Kingdom	: Bacteria
Phylum	: Proteobacteria
Class	: Gamma Proteobacteria
Ordo	: Enterobacteriales
Family	: Enterobacteriaceae
Genus	: <i>Escherichia</i>
Spesies	: <i>Escherichia coli</i>

*Escherichia coli* merupakan bakteri gram negatif yang berbentuk basil, ada yang individu (monobasil), saling berpasangan (diplobasil) atau berkoloni membentuk rantai pendek (streptobasil), tidak membentuk spora maupun kapsula, berdiameter  $\pm 1,1-1,5 \times 2,0-6,0 \mu\text{m}$ , dapat bertahan hidup di medium sederhana dan memfermentasi laktosa menghasilkan asam dan gas, kandungan G+C DNA ialah 50–51 mol % (Pelczar dan Chan, 1988:949). *Escherichia coli*

tumbuh pada suhu antara 10-44,5°C (Anonim, 1998). pH optimum untuk pertumbuhannya pada 7,0 – 7,5, pH minimum pada 4,0 dan maksimum pada pH 9,0 *Escherichia coli* merupakan indikator pencemaran air oleh tinja *Escherichia coli* dalam jumlah banyak bersama -sama tinja, akan mencemari lingkungan (Imam et al. 1999).

*Escherichia coli* bersifat patogen dan paling sering menyebabkan infeksi pada saluran pencernaan manusia adalah jenis enteropatogenik (EPEC), enterotoksigenik (ETEC), enteroinvasif (EIEC), enterohemoragik (EHEC), dan enteroagregatif (EAEC) (Radji, 2011).

*Escherichia coli* merupakan kuman oportunistik yang banyak ditemukan di dalam usus besar manusia sebagai flora normal. Sifatnya unik karena dapat menyebabkan infeksi primer pada usus, misalnya diare pada anak dan travelers diarrhea, seperti juga kemampuannya menimbulkan infeksi pada jaringan tubuh lain diluar usus (Dwidjoseputro, 2011). Pengobatan infeksi *Escherichia coli* menggunakan obat-obatan kimia kurang baik bagi tubuh dan mempunyai efek beracun terhadap ginjal (Kusuma, 2010). Sehingga diperlukan terapi atau obat-obatan alternatif.

#### **D. Air Bersih**

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No.416/MENKES/IX/1990 menyebutkan air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan yang dapat diminum. Air bersih merupakan sumber kehidupan bagi setiap orang, sehingga kita wajib menjaga kelestariannya dan keberadaan air tersebut baik kuantitas maupun kualitasnya dengan sebaik-baiknya. Sedangkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 492/MENKES/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum, bahwa dalam

100 mL air minum tidak boleh terdapat kandungan bakteri *Escherichia coli* dan *Coliform*. Oleh karena itu masyarakat harus berperan secara aktif dalam upaya pelestarian kualitas air. Pada dasarnya air bersih harus memenuhi syarat kualitas yang meliputi syarat fisika, kimia, biologi, dan radioaktif. Syarat fisika air bersih yaitu air tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau. Syarat kimia air bersih yaitu air tidak mengandung zat-zat kimia yang membahayakan kesehatan manusia. Syarat biologi air bersih yaitu air tidak mengandung mikroorganisme atau kuman-kuman penyakit. Sedangkan syarat radioaktif yaitu air tidak mengandung unsur-unsur radioaktif yang dapat membahayakan kesehatan.

Kualitas air bersih secara biologis ditentukan oleh banyak parameter yaitu parameter mikroba pencemar, patogen dan penghasil toksin. Mikroba yang berbahaya adalah mikroba yang berasal dari feses yaitu bakteri *Escherichia coli*. Pencemaran limbah air tidak hanya meningkatkan pertumbuhan bakteri *Coliform*, akan tetapi juga meningkatkan jumlah bakteri patogen seperti *Shigella* dan *Vibrio cholerae*. Beberapa bakteri yang merupakan indikator pencemaran suatu perairan adalah *Coliform*, *fecal coli* dan *Salmonella* (Meliala & Dwi 2015).

Masalah utama yang dihadapi berkaitan dengan sumber daya air adalah kuantitas air yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan yang terus meningkat dan kualitas air untuk keperluan domestik yang semakin menurun dari tahun ke tahun. Kegiatan industri, domestik, dan kegiatan lain berdampak negatif terhadap sumber daya air, termasuk penurunan kualitas air. Kondisi ini dapat menimbulkan gangguan, kerusakan dan bahaya bagi makhluk hidup yang bergantung pada sumber daya air (Effendi, 2003).

Penurunan kualitas air tidak hanya diakibatkan oleh limbah industri, tetapi juga diakibatkan oleh limbah rumah tangga baik limbah cair maupun limbah padat (Lailanilla, 2013).

#### **E. Metode Pemeriksaan *Escherichia coli* Pada Air**

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 492/MENKES/Per/IV/2010 bahwa dalam 100 mL air minum tidak boleh terdapat kandungan bakteri *Escherichia coli* dan *Coliform*. Sedangkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 01-3553-2006, air minum dalam kemasan selain tidak boleh mengandung bakteri patogen yaitu *Salmonella* dan *Pseudomonas aeruginosa*, juga tidak boleh mengandung cemaran mikroba lebih besar dari 100 koloni/ml.

Metode hitungan cawan merupakan cara yang akurat untuk menentukan jumlah mikroba karena hanya sel yang masih hidup yang dihitung. Selain itu, beberapa jenis mikroba dapat dihitung sekaligus dan dapat digunakan untuk isolasi dan identifikasi mikroba. Bakteri harus dapat tumbuh dalam medium padat dan membentuk koloni yang kompak dan jelas (tidak menyebar) dan memerlukan persiapan waktu inkubasi relatif lama sehingga pertumbuhan koloni dapat dihitung (Adiprabowo, 2008).

Metode hitungan cawan dibedakan atas dua cara, yaitu metode tuang (*pour plate*), dan metode permukaan (*surface / spread plate*). Metode tuang (*pour plate*) dilakukan dengan cara menuangkan kultur ke dalam cawan petri bersama dengan media yang sudah disterilkan dan diturunkan suhunya. Metode tuang (*pour plate*) ini mempunyai kekurangan yaitu membutuhkan waktu yang lama dan bahan yang relatif banyak tetapi tidak membutuhkan keterampilan tinggi (Leong, 2005). Sedangkan, metode permukaan (*surface / spread plate*) dilakukan dengan menyemprotkan sampel yang telah diencerkan ke atas medium

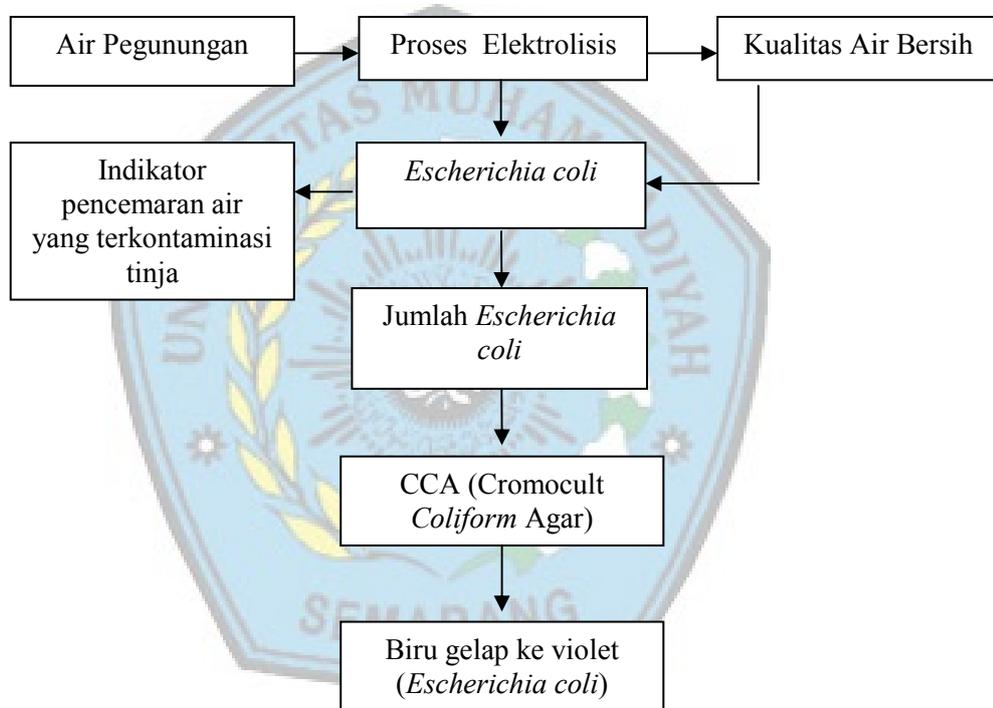
agar kemudian disebarkannya secara merata dengan triangel. Dengan ini diharapkan bakteri terpisah secara individual, kemudian dapat tumbuh menjadi koloni tunggal (Rao, 2008).

Pada metode tuang, sejumlah sampel (1ml atau 0,1ml) dari pengenceran yang dikehendaki dimasukkan ke cawan petri, kemudian ditambah agar-agar cair steril yang sebanyak 15-20 ml dan didinginkan pada suhu 47-50°C, digoyangkan supaya sampelnya menyebar. Pada metode tuang bakteri akan mati karena tidak tahan panas dari media agar. Pada metode permukaan (*surface / spread plate*) sampel yang telah diencerkan pada pengenceran hingga  $10^{-2}$  dipipet 0,1 ml disebar pada permukaan agar-agar tersebut, kemudian diratakan dengan triangel yang steril. Metode ini merupakan cara paling sensitif untuk menentukan jumlah mikroba, hanya sel mikroba yang hidup yang dapat dihitung dan beberapa mikroba dapat dihitung sekaligus. Koloni yang terbentuk dapat digunakan untuk isolasi dan identifikasi mikroba. Prinsip metode hitung yaitu jika sel bakteri yang masih hidup ditumbuhkan pada media agar, maka sel bakteri akan berkembang biak membentuk koloni yang dapat dilihat dan dihitung dengan kasat mata, yang disebut "*colony forming unit*" (*cfu*) (Anugrahini, 2015). Metode penanaman sampel pada air elektrolisis dilakukan dengan metode permukaan (*surface/spread plate*).

Sampel air ditanam ke media selektif untuk golongan bakteri *Coliform*. Jenis-jenis media selektif yang digunakan yaitu EMBA, MCA, CCA, BA, dan media selektif lain yang digunakan untuk pertumbuhan bakteri *Coliform*. Jenis media yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah media CCA. Pertumbuhan bakteri pada media CCA kemudian dihitung jumlah koloni yang tumbuh.

Pengamatan bakteri dapat dilakukan secara individual maupun secara kelompok dalam bentuk koloni. Bila bakteri yang ditumbuhkan dalam medium yang tidak cair, maka akan terjadi suatu kelompok yang dinamakan koloni. Bentuk koloni berbeda-beda untuk setiap spesies, dan bentuk tersebut merupakan ciri khas bagi suatu spesies, dan bentuk tersebut merupakan ciri khas bagi suatu spesies tertentu (Waluyo, 2007).

#### F. Kerangka Teori



Gambar. 1 Kerangka Teori