# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Air Permukaan

Air permukaan (*surface water*) meliputi air sungai, danau, waduk, rawa dan genangan air lainnya, tidak mengalami infiltrasi ke bawah tanah. Areal tanah yang mengalirkan air ke suatu badan air disebut *watersheads* atau *drainage basins*. Air yang mengalir dari daratan menuju suatu badan air disebut limpasan permukaan (*surface run off*) dan air yang mengalir di sungai menuju laut disebut aliran air sungai (*river run off*). Sekitar 60 % air yang masuk ke sungai berasal dari hujan, pencairan es/salju, dan sisanya berasal dari air tanah. Wilayah di sekitar daerah aliran sungai yang menjadi tangkapan air disebut *catchment basin* (Effendi, 2003).

Air permukaan banyak digunakan untuk berbagai kepentingan, antara lain yaitu untuk diminum, kebutuhan rumah tangga, irigasi, pembangkit listrik, industri, serta mendukung semua bentuk kehidupan dan mempengaruhi kesehatan, gaya hidup, dan kesejahteraan ekonomi manusia (Igwe, 2017). Air permukaan dibagi menjadi dua, air sungai dan air danau atau rawa.

A. Air Sungai

Air sungai merupakan air yang bersumber dari mata air dan air hujan yang mengalir pada permukaan tanah yang memiliki elevasi lebih tinggi dari sungai. Kulitas air sungai dipengaruhi oleh lingkungan di sekitar aliran sungai. Secara umum, kualitas air di bagian hulu lebih tinggi daripada bagian hilir, hal ini terjadi akibat limbah indust, rumah tangga dan segala kegiatan manusia yang dibuang langsung ke sungai tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu.

B. Air Danau

Air danau atau rawa adalah air yang mengumpul pada cekungan permukaan tanah. Permukaan air danau biasanya berwarna hijau kebiruan, yang disebabkan oleh banyaknya lumut yang tumbuh di permukaan maupun dasar

danau. Selain lumut, warna air danau juga dipengaruhi oleh bahan organik (kayu, daun, dan bahan organik lainnya) yang membusuk akibat proses dekomposisi oleh mikroorganisme di dalam air (Parulian, 2009).

## 2.2 Kualitas Air Permukaan

Dalam Peraturan Pemerintah nomor 20 tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air, pencemaran air didefinisikan sebagai masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukkannya.

Pencemaran air terjadi karena zat pencemar dibuang langsung atau tidak langsung ke badan air tanpa adanya pengolahan atau penanganan penghilangan senyawa berbahaya terlebih dahulu (Wardhana, 2004). Penentuan kualitas air permukaan dapat diketahui dengan membandingkan parameter dengan baku mutu. Baku mutu yang digunakan adalah Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air untuk parameter COD, TSS, pH, logam Pb, logam Cd dan logam Cu. Serta PERMENKES (Peraturan Menteri Kesehatan) Nomor 416 Tahun 1990 Tentang Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air untuk parameter logam Fe. Seperti dalam tabel 2.1 dan 2.2.

Tabel 2. 1 Tabel Baku Mutu PPRI Nomor 82 Tahun 2001

| **No** | **Parameter** | **Satuan** | **Kelas** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **I** | **II** | **III** | **IV** |
| 1 | Pb | mg/L | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 1 |
| 2 | Cd | mg/L | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 3 | Cu | mg/L | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,2 |
| 4 | TSS | mg/L | 50 | 50 | 400 | 400 |
| 5 | COD | mg/L | 10 | 25 | 50 | 100 |
| 6 | pH | - | 6-9 | 6-9 | 6-9 | 5-9 |

Pada tabel di atas, baku mutu dalam PPRI No.82 Tahun 2001 dibagi menjadi 4 kelas. Kelas 1 adalah air yang peruntukannya digunakan untuk air baku air minum.

Kelas 2 adalah air yang peruntukannya digunakan untuk rekreasi air, budidaya ikan air tawar, peternakan dan mengairi pertanaman. Kelas 3 adalah air yang peruntukannya digunakan untuk budidaya ikan air tawar, peternakan, dan mengairi pertanaman. Serta kelas 4 adalah air yang peruntukannya digukanakn untuk mengairi pertanaman (PPRI No.28 Tahun 2001).

Tabel 2. 2 Tabel Baku Mutu PERMENKES Nomor 416 Tahun 1990

| **Parameter** | **Satuan** | **Kadar Maksimum yang diperbolehkan** |
|---|---|---|
| Fe | mg/L | 1 |

Tabel diatas berisi kadar maksimal logam Fe yang diperbolehkan dalam persyaratan kualitas air bersih. Penggunaan peraturan yang berbeda dikarenakan dalam PPRI No.82 Tahun 2001 hanya terdapat baku mutu logam Fe kelas 1 yang peruntukannya sebagai air baku air minum, sedangkan penelitian dilakukan pada air sungai yang tidak digunakan sebagai air minum.

## 2.3 Sumber Pencemaran Air Permukaan

a. Pertanian

Limbah pertanian berasal dari kegiatan pertanian dan perkebunan. Penggunaan pupuk dan pestisida secara berlebihan dapat mengakibatkan pencemaran pada tanah dan air di sekitarnya yang akan terus terbawa hingga badan air. Pupuk yang berlebihan dan memasuki wilayah perairan dapat menyuburkan tumbuhan air dan ganggang, akibatnya permukaan air akan tertutup dari sinar matahari, sehingga membuat fitoplankton dalam air mati. Selanjutnya sisa bahan organik dari tumbuhan yang menutupi akan menghabiskan oksigen terlarut dalam air yang akan mematikan ikan-ikan (Rama, 2009).

b. Industri

Kegiatan industri tentunya menghasilkan limbah yang berpotensi merusak lingkungan, khususnya air. Limbah industri yang bisa menyebabkan pencemaran air dan tanah berasal dari pabrik, manufaktur, industri kecil dan industri

perumahan yang merupakan limbah cair, padatan dan lumpur sisa pengolahan pabrik (Rama, 2009).

c. Domestik

Limbah domestik yang dihasilkan dari rumah tangga mengandung lebih dari 90% cairan, yang tersusun oleh unsur-unsur organik tersuspensi maupun terlarut seperti protein, karbohidrat dan lemak, juga unsur-unsur anorganik seperti garam dan metal, serta mikroorganisme (Rama, 2009).

## 2.4 Tanah Vulkanis

Tanah Vulkanis merupakan tanah yang berasal dari hasil letusan gunung api. Pada saat gunung api Meletus, ada tiga jenis bahan yang siap untuk dikeluarkannya yaitu berupa bahan padatan, cair dan gas. Bahan padatan dapat berupa pasir, debu dan abu vulkanik, sedangkan bahan cair dapat berupa lava. Tanah vulkanis terbentuk dari lahar, tuffa dan abu vulkanis. Lahar merupakan bahan-bahan vulkanik lepas dan tersusun dari pecahan-pecahan batuan, butir-butir mineral dan glass volkan. Sifat dan ciri morfologi, kimia dan fisika tanah vulkanis yang juga mempunyai keunikkan dibandingkan dengan tanah lain. Hal ini berkaitan erat dengan sifat dan asal dari alumunium (Al) dan besi (Fe) aktif. Senyawa aktif Al dan Fe yang cukup banyak dalam tanah Vukanis menyebabkan tanah tersebut terjerap kuat pada struktur mineral ini (Hardjowigeno, 1993).

## 2.5 Toposekuen

Toposekuen (sekuen ketinggian) merupakan sekuen perubahan sifat-sifat tanah karena perbedaaan topografi/elevasi (ketinggian tempat dari permukaan laut). Salah satu faktor yang mempengaruhi sifat fisik, kimia dan biologi tanah adalah topografi. Topografi adalah perbedaan ketinggian tempat atau lereng dari suatu daerah yang didasarkan pada suatu dataran tinggi, sedang, sampai pada dataran rendah (lembah). Topografi memodifikasi perkembangan profil tanah dalam tiga cara: (1) dengan mempengaruhi banyaknya presipitasi yang terserap dan yang dipertahankan dalam tanah, jadi mempengaruhi perkembangan tanah; (2) dengan mempengaruhi laju

pembuangan tanah oleh erosi; (3) dengan mengarahkan gerakan bahan dalam suspensi atau larutan atau dari satu daerah ke daerah lainnya (Hardjowigeno, 1993).

## 2.6 Logam Berat

Logam berat merupakan unsur logam yang memiliki berat jenis lebih dari 5 gr/cm$^3$. Keberadaan logam berat dalam perairan masuk melalui berbagai cara dan berasal dari berbagai aktifitas, baik aktifitas manusia maupun alam (Nugraha, 2009). Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat dapat dibedakan menjadi logam berat esensial dan logam berat non esensial. Logam berat esensial dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namum jika dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun, diantaranya adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan Se. Sedangkan logam berat non esensial merupakan logam yang dalam jumlah sedikit maupun banyak memiliki sifat racun dan hingga saat ini belum diketahui manfaatnya di dalam tubuh, logam ini diantaranya adalah Hg, Cd, Pb, Cr, As dan Sn. (BPOM, 2010).

### 2.6.1 Timbal (Plumbum - Pb)

Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang sering juga disebut timah hitam. Timbal (Pb) pada awalnya adalah logam berat yang secara alami terdapat didalam kerak bumi. Namun, timbal juga bisa berasal dari kegiatan manuasia, bahkan mampu mencapai jumlah 300 kali lebih banyak dibandingkan Pb alami (Widowati, 2008).

Penggunaan timbal paling banyak adalah pada industri baterai, yaitu pembuatan timah logam dan komponennya. Timbal juga digunakan dalam penyepuhan, pestisida, sebagai zat antiletup pada bensin, zat penyusun patri atau solder, serta sebagai formulasi penyambung pipa. Kontaminasi Pb dapat terjadi pada udara, air, dan tanah. Badan air yang telah terkontaminasi Pb yang berlebihan akan menyebabkan kematian pada biota air (Waluyo, 2019). Sedangkan senyawa Pb yang masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan, minuman ataupun gas akan diikutkan dalam proses metabolisme tubuh. Gejala

dan tanda – tanda klinis akibat paparan Pb dapat menimbulkan beberapa gejala, antara lain :

a. Gangguan perdarahan saluran cerna, seperti kram perut, dan biasanya diawali dengan sembelit, mual, muntah – muntah dan sakit perut yang hebat.
b. Gangguan syaraf seperti sakit kepala, bingung/pikiran kacau, sering pingsan dan koma.
c. Gangguan fungsi ginjal, oliguria, dan gagal ginjal yang akut bisa berkembang dengan cepat.

### 2.6.2 Kadmium (Cadmium - Cd)

Logam kadmium (Cd) memiliki karakteristik berwarna putih keperakan seperti logam aluminium, tahan panas, tahan terhadap korosi. Kadmium (Cd) digunakan untuk elektrolisis, bahan pigmen untuk industri cat, enamel dan plastik. Biasanya ditemukan pada industri alloy, pemurnian Zn, beberapa jenis pupuk fosfat, dan lain-lain (Widowati, 2008).

Kadmium (Cd) merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya karena elemen ini berisiko tinggi terhadap pembuluh darah. Kadmium (Cd) berpengaruh terhadap manusia dalam jangka waktu Panjang dan dapat terakumulasi pada tubuh khususnya hati dan ginjal (Palar, 2004). Gejala akut dan kronis yang ditimbulkan diantaranya adalah :

**a. Gejala akut :**

1. Sesak dada dan kerongkongan kering.
2. Nafas terengah-engah, bisa berkembang menjadi radang paru -paru.
3. Sakit kepala dan menggigil.

**b. Gejala kronis:**

1. Nafas pendek.
2. Kemampuan mencium bau dan berat badan menurun.
3. Gigi terasa ngilu dan berwarna kuning keemasan.

(Sudarmaji, 2006).

### 2.6.3 Tembaga (Copper – Cu)

Tembaga (Cu) memliki warna kemerahan, mudah regang dan mudah ditempa. Cu bersumber dari erosi batuan mineral, debu-debu, dan partikulat Cu dalam lapisan udara yang terbawa turun oleh air hujan. Tembaga masuk kedalam lingkungan akibat aktivitas manusia, seperti limbah industri yang menggunakan bahan baku Cu, industri galangan kapal, industri pengolahan kayu, serta limbah rumah tangga (Widowati, 2006). Logam Cu termasuk dalam logam berat essensial, dimana dalam jumlah sedikit merupakan satu unsur yang penting dan berguna untuk metabolisme tubuh serta pembentukan sel-sel darah merah, tetapi akan berbalik menjadi racun apabila masuk dalam jumlah yang berlebihan (Sutrisno, 2004).

Menurut Haryando Palar (2008), Cu dapat mengakibatkan keracunan secara akut dan kronis.

a. Keracunan akut pada manusia yaitu adanya rasa logam pada pernafasan penderita dan adanya rasa terbakar pada epigastrum serta muntah yang terjadi secara berulang-ulang. Gejala tersebut berlanjut hingga terjadinya pendarahan pada jalur gastrointestinal.
b. Keracunan Cu secara kronis dapat di lihat dengan timbulnya penyakit Wilson dan Kinsky. Gejala dari penyakit Wilson ini adalah terjadi kerusakan pada otak dan demyelinasi, serta terjadi penurunan kerja ginjal dan pengendapan Cu dalam kornea mata.Penyakit Kinsky dapat diketahui dengan terbentuknya rambut yang kaku dan berwarna kemerahan pada penderita.

### 2.6.4 Besi (Ferrum – Fe)

Besi adalah logam yang berasal dari bijih besi (tambang) yang banyak digunakan untuk kehidupan manusia sehari-hari. Unsur besi sangat penting dalam hampir semua organisme yang hidup. Pada manusia besi merupakan unsur penting dalam hemoglobin darah.

Besi menyusun 5% dari kerak bumi dan merupakan unsur keempat terbanyak setelah oksigen, silikat dan alumunium. Rata-rata kandungan Fe dalam tanah diperkirakan 3,8% (Hardjowigeno, 1993). Apabila konsentrasi besi terlarut dalam air melebihi ambang batas, maka akan menyebabkan berbagai masalah, diantaranya:

1. Endapan Fe (OH) bersifat korosif terhadap pipa dan akan mengendap pada saluran pipa, sehingga mengotori bak yang terbuat dari seng, wastafel dan kloset.
2. Gangguan fisik yang ditimbulkan oleh adanya besi terlarut dalam air adalah timbulnya warna, bau dan rasa. Air akan terasa tidak enak bila konsentrasi besi terlarutnya >1,0 mg/l.
3. Senyawa besi dalam jumlah kecil didalam tubuh manusia berfungsi sebagai pembentuk sel-sel darah merah (7-35 mg/hari), tetapi zat Fe yang melebihi dosis yang diperlukan oleh tubuh dapat menimbulkan masalah kesehatan. Hal ini dikarenakan tubuh manusia tidak dapat mengsekresi Fe, sehingga bagi mereka yang sering mendapat transfusi darah warna kulitnya menjadi hitam dan menyebabkan terjadinya iritasi pada mata dan kulit.

## 2.7 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD merupakan jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksaidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didekomposisi secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sulit didekomposisi secara biologis (*unbiodegradable*), yang berarti COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air (Sumantri, 2010). Bila nilai COD pada perairan relatif tinggi, maka ada kecenderungan kandungan logam berat dalam air akan tinggi, karena COD menunjukkan kadar bahan organik yang bersifat *unbiodegradable* yang umumnya bersumber dari limbah industri (Atima, 2014).

## 2.8 TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS atau padatan tersuspensi total merupakan penyebab dari kekeruhan pada air, bersifat tidak larut dan tidak pula dapat langsung mengendap. Terdiri dari partikel-partikel yang ukurannya lebih kecil dari sedimen, seperti tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya. TSS berbanding lurus dengan kekeruhan, jadi apabila nilai TSS tinggi, maka nilai kekeruhannya juga tinggi. Nilai TSS juga berpengaruh pada konsentrasi logam berat pada perairan. Logam berat yang diadsorbsi oleh partikel tersuspensi akan mengendap menuju dasar perairan, sehingga menyebabkan konsentrasi logam berat di perairan menjadi lebih rendah dari kandungan logam berat pada sedimen (Arifin, 2011).

## 2.9 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Metode SSA (Spektrofotometri Serapan Atom) berprinsip pada absorbsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Sumber cahaya pada SSA adalah sumber cahaya dari lampu katoda yang berasal dari elemen yang sedang diukur kemudian dilewatkan ke dalam nyala api yang berisi sampel yang telah teratomisasi, kemudian radiasi tersebut diteruskan ke detektor melalui monokromator. Detektor akan menolak arah searah arus (DC) dari emisi nyala dan hanya mengukur arus bolak-balik dari sumber radiasi atau sampel.

Atomisasi terjadi melalui beberapa tahap yaitu awal mula larutan disemprotkan ke dalam nyala api kemudian terjadi desolvasi pelarut menghasilkan sisa partikel padat yang halus pada nyala. Partikel ini berubah menjadi gas dan selanjutnya mengalami disosiasi menjadi atom - atom. Setelah itu atom - atom tersebut menyerap radiasi sinar yang dihasilkan Hollow Cathode Lamp. Kemudian menuju ke monokromator, detektor, dan selanjutnya diubah menjadi data (Khopkar, 1990).

## 2.9 Penelitian Sebelumnya

Tabel 2. 3 Penelitian Sebelumnya yang Berkaitan

| No | Judul Penelitian | Nama Penulis | Parameter yang diuji | Hasil Penelitian |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Evaluasi Status Mutu Air Danau Rawa Pening | Agatha Piranti Gentur Waluyo Diana R.U.S.Rahayu | Total P, BOD, COD,gas $H_2S$, TSS, Total Coliform, serta logam berat Cd dan Pb pada air Danau Rawa Pening | Status mutu air Danau Rawapening termasuk kategori tercemar berat. Delapan parameter yang melebihi baku mutu air Kelas II adalah BOD,COD, TSS, Total Coliform; sedangkan parameter logam Cd, Pb, dan gas $H_2S$ telah melebihi baku mutu air Kelas III. Berdasarkan status mutunya maka peruntukan air Danau Rawapening hanya layak digunakan sesuai dengan kriteria Kelas III (untuk kegiatan perikanan) dan Kelas IV (mengairi pertamanan). |
| 3 | Kemungkinan Penggunaan Danau Rawa Pening sebagai Sumber Air Minum | Agatha Piranti Gentur Waluyo Diana R.U.S.Rahayu | TSS, BOD, COD, $H_2S$, total coliform dan logam berat As, Cd, Se, Mn, Cu dan Pb | Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi TSS, BOD, COD, $H_2S$, total coliform, As, Cd, Se, Mn, Cu dan Pb telah melebihi baku mutu air kelas 1 sesuai PPRI No.82 Tahun 2001. Sehingga tidak dapat dijadikan air baku air minum sebelum dilakukan pengolahan. |