

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Air**

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini. Tidak ada senyawa lain yang dapat menggantikan fungsi air dalam kehidupan. Salah satu fungsi utama air adalah sebagai sumber air minum yang sangat vital bagi kehidupan, terutama dalam memenuhi kebutuhan cairan tubuh manusia. Mengingat pentingnya peran air, diperlukan sumber air yang dapat menyediakan kuantitas dan kualitas air yang baik. Di Indonesia, umumnya sumber air minum berasal dari air permukaan, air tanah, air tawar, dan air hujan (Mulia, 2005).

Air di bawah permukaan bumi adalah sumber air yang paling banyak dieksploitasi oleh manusia. Untuk memenuhi kebutuhan air yang terus meningkat, manusia terus berusaha mencari sumber-sumber air tanah baru (Hendrayana, 2004). Manusia menggunakan air permukaan tawar dan air tanah murni. Di daerah yang kering, sebagian besar kebutuhan air berasal dari laut, yang akan menjadi sumber yang penting ketika persediaan air tawar di dunia semakin berkurang dibandingkan dengan kebutuhan lainnya. Peningkatan kebutuhan air ini disebabkan tidak hanya oleh pertambahan jumlah penduduk dunia, tetapi juga karena peningkatan standar hidup yang diikuti oleh peningkatan kebutuhan air untuk rumah tangga, industri, dan pertanian (Achmad, 2004).

Air Air yang terdapat di dalam tanah dan bergerak di antara butiran-butiran tanah serta retakan-retakan batuan disebut air tanah (Suyono, 1993). Air tanah dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal terjadi ketika air meresap dari permukaan tanah. Air tanah dangkal ini biasanya dapat ditemukan hingga kedalaman sekitar 15,0 meter dan digunakan sebagai sumber air minum. Kualitas air tanah dangkal perlu diperhatikan agar baik, sementara kuantitasnya cenderung kurang memadai dan tergantung pada musim. Sementara itu, air tanah dalam terdapat di bawah lapisan rapat air tanah pertama. Pengambilan air tanah dalam lebih rumit dibandingkan pengambilan air tanah dangkal karena membutuhkan penggunaan bor dan pipa yang ditempatkan dalam kedalaman yang biasanya antara 100-300 meter (Suyono, 1993).

Saat ini, terdapat tantangan utama dalam pengelolaan sumber daya air yang meliputi dua hal, yaitu kuantitas air yang tidak lagi mencukupi untuk memenuhi kebutuhan yang terus meningkat, dan penurunan kualitas air untuk keperluan domestik. Kegiatan industri, dan aktivitas lainnya memiliki dampak negatif terhadap sumber daya air, yang mengakibatkan penurunan kualitas air. Keadaan ini dapat menyebabkan gangguan, kerusakan, dan risiko bagi semua makhluk hidup yang bergantung pada sumber daya air. Oleh karena itu, perlindungan dan pengelolaan sumber daya air perlu dilakukan dengan seksama.

### **1. Peranan Air Bagi Kehidupan**

Air merupakan kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia di bumi ini. Berdasarkan fungsinya, air digunakan sebagai sumber air minum, untuk keperluan mandi dan mencuci, irigasi pertanian, kolam perikanan, sanitasi, serta sebagai sarana transportasi di sungai dan laut (Wisnu, 2004).

Air merupakan satu kebutuhan pokok yang tidak kita pisahkan dengan kehidupan sehari-hari makhluk hidup di dunia. Air merupakan bagian yang esensial bagi makhluk hidup baik hewan, tumbuhan, maupun, manusia. Semua makhluk hidup memerlukan air bahkan tanpa air memungkinkan tidak ada kehidupan. Demikian pula manusia mungkin dapat hidup selama beberapa hari tanpa makan tetapi tidak akan bertahan hidup selama beberapa hari tanpa minum. Air sangat penting untuk kehidupan bukanlah suatu yang baru karena telah lama diketahui bahwa tidak satupun kehidupan yang ada di dunia dapat berlangsung terus tanpa tersedianya air yang cukup. Bagi manusia kebutuhan akan air ini amat mutlak karena sebenarnya zat pembentuk tubuh manusia sebagian besar terdiri dari air yang jumlahnya sekitar 73% dari bagian tubuh (Azwan, 1996).

### **2. Pencemaran Air**

Dewasa ini air menjadi masalah yang perlu mendapatkan perhatian yang seksama dan cermat. Untuk mendapatkan air yang baik, sesuai dengan standart tertentu, saat ini menjadi barang termahal karena air sudah banyak tercemaroleh bermacam-macam limbah hasil kegiatan manusia baik limbah dari kegiatan rumah tangga, limbah kegiatan industri lainnya. Air yang terdapat di bumi ini tidak pernah dalam keadaan murni bersih, tetapi selalu ada senyawa atau mineral (unsur) lain yang terlarut didalamnya.

Pencemaran air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya. Air yang tersebar di alam tidak pernah terdapat dalam bentuk murni, tetapi bukan berarti semua air sudah terpolusi. Air permukaan dan air sumur biasanya mengandung bahan-bahan metal terlarut seperti Na, Mg, Ca dan Fe. Air yang mengandung komponen-komponen tersebut dalam jumlah tinggi disebut *air sadah* (Fardiaz, 1992: 19).

Dalam PP No. 82 tahun 2001 tentang Pengendalian Pencemaran Air, pencemaran air adalah masuknya 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 peruntukannya” (Anonim,2002:5). Definisi pencemaran air tersebut dapat diuraikan sesuai makna pokoknya menjadi aspek kejadian, aspek penyebab atau pelaku dan aspek akibat. Aspek pelaku/penyebab dapat disebabkan oleh alam, atau oleh manusia. Pencemaran yang disebabkan oleh alam tidak dapat berimplikasi hukum, tetapi pemerintah tetap harus menanggulangi pencemaran tersebut. Sedangkan aspek akibat dapat dilihat berdasarkan penurunan kualitas air sampai ke tingkat tertentu. Pengertian tingkat tertentu dalam definisi tersebut adalah tingkat kualitas air yang menjadi batas antara tingkat tak-cemar (tingkat kualitas air belum sampai batas) dan tingkat cemar (kualitas air yang telah sampai ke batas atau melewati batas) (Warlina, 2004: 5).

### **3. Standar Kualitas Air**

Standar kualitas air dikelompokkan dalam dua bagian yaitu standar kualitas fisik yang meliputi suhu, warna, bau rasa dan kekeruhan dan standar kualitas kimia meliputi adanya unsur-unsur yang terkandung dalam air.

Suhu air yang diinginkan pada air adalah 10° C-15° C, namun iklim setempat, kedalaman pipa saluran air dan jenis sumber air akan mempengaruhi temperatur tersebut. Temperatur pada air juga dapat mempengaruhi toksisitas bahan kimia pencemar. (Sutrisno, 2006:27)

Intensitas warna dalam air yang ditetapkan oleh standar Internasional dari WHO maupun standar Nasional Indonesia yang besarnya 5-50 unit (Sutrisno,2006:29). Intensitas warna diukur dengan satuan unit warna standar, yang dihasilkan oleh 1 mg/1 platina (sebagai K<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub>).

Bau dan rasa pada air sering terjadi secara bersamaan yang biasanya disebabkan oleh adanya bahan-bahan organik yang membusuk, tipe-tipe tertentu organisme mikroskopik, serta adanya senyawa kimia dalam air seperti fenol. Bahan-bahan yang menyebabkan bau dan rasa ini berasal dari berbagai sumber. Standar persyaratan bau dan rasa pada air ditetapkan oleh WHO maupun Public Health Service (Pelayanan Kesehatan Masyarakat) Amerika Serikat yang menyatakan bahwa dalam air minum tidak boleh terdapat bau dan rasa yang tidak diinginkan (Sutrisno, 2006: 30).

Air dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna/rupa yang berlumpur dan kotor. Kekeruhan tidak menjadi sifat dari air yang membahayakan, tetapi ia menjadi tidak disenangi karena rupanya. Standar yang ditetapkan oleh Public Health Service (Pelayanan Kesehatan Masyarakat) Amerika Serikat mengenai kekeruhan ini adalah batas maksimal 10 ppm dengan skala silikat, tetapi dalam praktek angka standar ini umumnya tidak memuaskan. Kebanyakan bangunan pengolahan air yang modern menghasilkan air dengan kekeruhan 1 ppm atau kurang (Sutrisno, 2006: 30).

Standar kualitas air minum di atur dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492 tahun 2010 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air. Dalam aturan tersebut dapat dilihat adanya unsur-unsur kimia yang tidak dikehendaki kehadirannya pada air minum yaitu nitrit, sulfida, ammonia dan CO<sub>2</sub> agresif karena bersifat sebagai racun, dapat merusak pipa air, ataupun karena sebagai penyebab bau/rasa yang mengganggu. Beberapa unsur kimia lain yang dapat ditolerir meskipun dapat bersifat sebagai racun dalam air minum asalkan tidak melebihi konsentrasi yang ditetapkan. Unsur atau bahan-bahan tersebut adalah : fenolik, arsen, selenium, kromium, sianida, kadmium, timbal, dan air raksa (Sutrisno, 2004: 32).

## **B. Logam Berat**

Logam berat adalah unsur-unsur kimia dengan bobot jenis lebih besar dari 5 gr/cm<sup>3</sup>, terletak disudut kanan bawah pada sistem periodik unsur, mempunyai afinitas yang tinggi terhadap S dan biasanya bernomor 22 sampai 92 dari periode 4 sampai periode 7. Menurut seorang ahli kimia, logam berat adalah logam yang mempunyai berat 5 gram atau lebih untuk setiap cm<sup>3</sup>, dan bobot ini beratnya lima kali dari

berat air. Dengan sendirinya logam yang beratnya kurang dari 5 gram termasuk logam ringan (Darmono, 1995).

Logam berat juga dapat berpindah dari lingkungan ke organisme dan dari organisme satu ke organisme lain melalui rantai makanan (Yalcin et al.,2008). Logam berat yang ada pada perairan, suatu saat akan turun dan mengendap pada dasar perairan, membentuk sedimentasi dan juga menyebabkan masyarakat yang menggunakan air yang mengandung logam berat tersebut akan memiliki peluang yang sangat besar untuk terkontaminasi logam berat tersebut. Air yang mengandung logam berat akan menjadi bahan racun dalam tubuh makhluk hidup (Palar, 2008). Beberapa karakteristik yang dimiliki kelompok logam berat adalah sebagai berikut: memiliki spesifikasi graviti yang lebih dari 4, mempunyai nomor atom 22-34 dan 40-50 serta unsur-unsur lantanida dan aktinida, mempunyai respon biokimia khas (spesifik) pada organisme hidup (Palar,2008: 24).

### **1. Penyebaran Logam Di Alam dan Perairan**

Penyebaran logam dialam seringkali ditemukan secara luas di seluruh permukaan bumi. Mulai dari tanah dan batuan, badan air, bahkan pada lapisan atmosfer yang menyelimuti bumi. Umumnya logam-logam di alam ditemukan dalam bentuk persenyawaan dengan unsur lain, dan sangat jarang yang ditemukan dalam bentuk elemen tunggal. Pada batuan, logam-logam ditemukan sebagai bagian dari mineral, seperti sinabar (HgS), pirit (FeS) dan bentuk-bentuk lainnya. Dalam badan perairan, logam pada umumnya berada pada bentuk ion-ion, baik sebagai pasangan ion ataupun dalam bentuk ion-ion tunggal. Sedangkan pada lapisan atmosfer, logam ditemukan dalam bentuk partikular, dimana unsur-unsur logam tersebut ikut beterbangan dengan debu-debu yang ada di atmosfer (Palar, 2008:25).

Logam-logam lingkungan perairan (*hydrosphere*) umumnya terdapat dalam bentuk ion. Ion-ion itu ada yang merupakan ion-ion bebas, pasangan ion organik, ion-ion kompleks dan bentuk-bentuk ion lainnya (Palar, 2008:32). Kelarutan dari unsur-unsur logam dan logam berat dalam badan perairan dikontrol oleh pH badan air, jenis dan konsentrasi logam khelat, keadaan komponen mineral teroksidasi dan sistem yang berlingkungan redoks (Palar, 2008:32).

### **2. Mekanisme Keracunan Logam Berat**

Mekanisme keracunan logam berat terbagi atas dua fase, yaitu fase kinetik dan fase dinamik. Fase kinetik meliputi proses-proses

biologi biasa seperti penyerapan, penyebaran dalam tubuh, metabolisme dan proses pembuangan atau ekskresi.

Pada fase kinetik, baik toksikan (bahan-bahan beracun) dan atau protoksikan (bahan-bahan yang mempunyai potensi untuk menjadi racun) akan mengalami proses sinergetik atau sebaliknya proses antagonis. Proses sinergetik merupakan proses atau peristiwa terjadinya penggandaan atau peningkatan daya racun yang sangat tinggi. Sedangkan proses antagonis merupakan proses atau peristiwa pengurangan dan bahkan mungkin penghapusan daya racun yang dibina oleh suatu zat atau senyawa. Peristiwa sinergetik dan antagonis ini di dalam tubuh dapat terjadi akibat dari adanya bahan-bahan lain yang terdapat di dalam tubuh, baik yang memang sudah ada sebagai sistem ataupun sebagai bahan lain yang masuk ke dalam tubuh (Palar, 2008: 52).

Fase dinamik merupakan proses lanjut dari fase kinetik. Pada fase dinamik ini bahan racun yang tidak bisa dinetralisir oleh tubuh akan bereaksi dengan senyawa-senyawa hasil dari biosintesa seperti protein, enzim, asam inti, lemak, dan lain-lain. Hasil dari reaksi yang terjadi antara bahan beracun dengan produk biosintesa ini bersifat merusak terhadap proses-proses biomolekul dalam tubuh (Palar, 2008: 53).

Bahan beracun atau toksikan bersifat inhibitor (menghalangi kerja) terhadap enzim. Apabila terjadi pertemuan atau reaksi antara bahan beracun dengan enzim, maka kerja enzim akan terhalang. Keadaan itu akan turut mempengaruhi proses metabolisme tubuh, sehingga terjadi ketimpanganketimpangan. Pada tingkat lanjutnya, keadaan ini dapat merusak seluruh sistem kerja enzim dalam tubuh (Palar, 2008: 53).

Dalam mekanisme keracunan logam berat terdapat beberapa kelompok kategori yaitu: Memblokir atau menghalangi kerja gugus fungsional biomolekul yang esensial untuk proses-proses biologi, seperti protein dan enzim. Menggantikan ion-ion logam esensial yang terdapat dalam molekul terkait. Mengadakan modifikasi atau perubahan bentuk dari gugus aktif yang dimiliki oleh biomolekul.

### **C. Logam Timbal (Pb)**

#### **1. Definisi Timbal (Pb)**

Timbal adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Pb dan nomor atom 82. Lambangnya diambil dari

bahasa latin plumbum. Logam ini termasuk kelompok logam-logam golongan IVA pada tabel periodik unsur kimia. Mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot (BA) 207,2. Timbal atau plumbum adalah metal kehitaman, dahulu di gunakan sebagai konstituen dalam cat, baterai, dan saat ini banyak digunakan dalam bensin. TEL sengaja ditambahkan kedalam bensin untuk meningkatkan nilai oktan. Timbal termasuk racun sistemik, keracunan akan menimbulkan gejala seperti rasa logam di mulut, garis hitam pada gusi, muntah-muntah, kolik, perubahan kepribadian, kelumpuhan dan kebutaan.

Biji-biji logam timbal yang diperoleh dari penambangan hanya mengandung sekitar 3% sampai 10% timbal, hasil ini dipekatkan lagi sampai 40% sehingga didapatkan logam murni. Produksi penambangan logam dunia sampai tahun 1997 telah mencapai hasil 3.844.687 ton logam murni. Semua itu berasal dari penambangan logam timbal di AS, Uni Soviet, Australia, Kanada Peru, Meksiko, Korea, Cina dan Maroko (Palar, 2008: 75).

Timbal (Pb) memiliki titik lebur rendah, mudah dibentuk, memiliki sifat kimia yang aktif, sehingga bisa digunakan untuk melapisi logam agar tidak timbul perkaratan. Pb adalah logam lunak berwarna abu-abu kebiruan mengkilat serta mudah dimurnikan dari pertambangan. Timbal meleleh pada suhu 328°C; titik didih 1740 °C; dan memiliki gravitasi 11,34 dengan berat atom 207,20 (Widowati. W, 2008: 109 ).

Timbal banyak dimanfaatkan oleh kehidupan manusia seperti sebagai bahan pembuat baterai, amunisi, produk logam (logam lembaran, solder, dan pipa), perlengkapan medis (penangkal radiasi dan alat bedah), cat, keramik, peralatan kegiatan ilmiah/praktek (papan sirkuit/CB untuk komputer) untuk campuran minyak bahan-bahan untuk meningkatkan nilai oktan (Fardiaz, 1992: 75).

## **2. Bahaya Timbal (Pb)**

Public Healt Service (Pelayanan Kesehatan Masyarakat) Amerika Serikat menetapkan bahwa sumber-sumber air alami untuk masyarakat tidak boleh mengandung Pb lebih dari 0,05 mg/l (0.05 ppm), sedangkan WHO menetapkan batas Pb di dalam air sebesar 0,1 mg/l (Fardiaz, 1992: 62). Jumlah Pb minimal di dalam darah yang dapat mengakibatkan timbulnya gejala keracunan biasanya berkisar antara 60-100 µg/100ml darah untuk orang dewasa.

Jalur masuknya timbal ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernapasan (respirasi), juga melalui saluran pencernaan (gastrointestinal), kemudian didistribusikan ke dalam darah, dan terikat pada sel darah. Sebagian Pb disimpan dalam jaringan lunak dan tulang, sebagian diekskresikan lewat kulit, ginjal dan usus besar.

Timbal bersirkulasi dalam darah setelah diabsorpsi dari usus, terutama berhubungan dengan sel darah merah (eritrosit). Pertama didistribusikan ke dalam jaringan lunak dan berinkorporasi dalam tulang, gigi dan rambut untuk dideposit (storage). Timbal 90% dideposit dalam tulang dan sebagian kecil tersimpan dalam otak, pada tulang timbal dalam bentuk Pb fosfat ( $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$ ).

Secara teori selama timbal terikat dalam tulang tidak akan menyebabkan gejala sakit pada penderita. Tetapi yang berbahaya adalah toksisitas Pb yang diakibatkan gangguan absorpsi Ca karena terjadi desorpsi Ca dari tulang yang menyebabkan penarikan deposit timbal dari tulang tersebut (Sudarwin, 2008:46).

Keracunan yang ditimbulkan oleh persenyawaan logam Pb dapat terjadi karena masuknya persenyawaan logam tersebut ke dalam tubuh. Proses masuknya Pb dalam tubuh dapat melalui beberapa jalur yaitu melalui makanan dan minuman, udara, perembesan atau penetrasi pada selaput atau lapisan kulit (Palar, 2008: 82).

Sebagian besar dari Pb yang terhirup pada saat bernafas akan masuk kedalam pembuluh darah paru-paru. Tingkat penyerapan itu sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel dari senyawa Pb yang ada dan volume udara yang mampu terhirup, maka akan semakin besar pula konsentrasi Pb yang diserap oleh tubuh. Logam Pb yang masuk ke dalam paru-paru melalui pernafasan akan diserap dan berikatan dengan darah paru-paru untuk kondisi diedarkan ke seluruh jaringan dan organ tubuh (Palar, 2008: 83).

Keracunan akut yang ditandai dengan kadar lebih dari 0,72 ppm dalam darah jarang terjadi. Keracunan yang terjadi biasanya disebabkan oleh masuknya senyawa Pb yang larut dalam asam atau inhalasi uap Pb. Efek astringen menimbulkan rasa haus dan rasa logam. Gejala lain yang sering timbul ialah mual, muntah dengan muntahan menyerupai susu karena Pb klorida, dan sakit perut. Tinja warna hitam karena Pb sulfida, dapat disertai diare atau konstipasi. Pb yang diserap dengan cepat dapat menyebabkan sindrom syok yang juga disebabkan kehilangan cairan lewat saluran cerna (Ganiswarna, 1995: 845).

Daya racun Pb di dalam tubuh di antaranya disebabkan oleh penghambatan enzim oleh ion-ion  $Pb^{2+}$ . Enzim yang diduga dihambat adalah yang diperlukan dalam pembentukan hemoglobin. Penghambatan tersebut disebabkan terbentuknya ikatan yang kuat (ikatan kovalen) antara  $Pb^{2+}$  dengan grup sulfur yang terdapat di dalam asam-asam amino (misalnya cistein) dan enzim tersebut (Fardiaz, 1992: 64).

Penyerapan lewat kulit dapat terjadi disebabkan karena senyawa ini dapat larut dalam lemak dan minyak. Senyawa seperti tetraetil-Pb dapat menyebabkan keracunan akut pada susunan saraf pusat, meskipun proses keracunan tersebut terjadi dalam kecepatan penyerapan yang kecil (Palar, 2008: 83).

Efek logam Pb pada gastrointestinal diawali dengan munculnya konsentrasi timbal dalam darah sekitar  $80 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ , gejala-gejala tersebut meliputi kurangnya nafsu makan, gangguan pencernaan, gangguan epigastrik setelah makan, sembelit dan diare. Jika kadar timbal dalam darah melebihi  $100 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$ , maka kecenderungan untuk munculnya gejala lebih parah lagi yaitu bagian perut kolik terus menerus dan sembelit yang lebih parah. Jika gejala ini tidak segera ditangani, maka akan muncul kolik yang lebih spesifik. Konsentrasi timbal dalam darah di atas  $150 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$  penderita menderita nyeri dan melakukan reaksi kaki ditarik-tarik ke arah perut secara terus-menerus dan menggeretakkan gigi, diikuti keluarnya keringat pada kening. Jika tidak dilakukan penanganan lebih lanjut maka kolik dapat terjadi selama beberapa hari, bahkan hingga satu minggu (Sudarwin, 2008: 52).

### **3. Reaksi Kimia Timbal (Pb)**

Reaksi kimia terjadi ketika suatu atau lebih zat (yang disebut sebagai reaktan) berinteraksi secara kimia untuk membentuk zat-zat baru (yang disebut produk). Dalam reaksi kimia, ikatan antar atom dalam molekul-molekul reaktan bisa pecah atau terbentuk menjadi ikatan baru untuk membentuk produk baru dengan sifat-sifat yang berbeda dari reaktan awalnya.

Reaksi kimia sering digunakan dalam uji kualitatif karena reaksi tersebut dapat memberikan informasi tentang keberadaan atau karakteristik tertentu dari suatu senyawa atau komponen dalam sampel tanpa perlu mengukur jumlah secara tepat.

Uji kualitatif sering digunakan sebagai langkah awal untuk mengidentifikasi apa yang ada dalam sampel sebelum dilakukan analisis lebih lanjut yang memerlukan teknik dan peralatan yang lebih canggih. Melalui reaksi kimia yang khas, dapat dikonfirmasi keberadaan suatu senyawa atau unsur dalam sampel. Reagen yang bereaksi dengan senyawa tertentu dan menghasilkan perubahan warna atau endapan, itu dapat menunjukkan keberadaan senyawa tersebut.

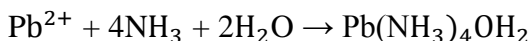
Pada uji kualitatif untuk mendeteksi keberadaan logam timbal (Pb) menggunakan reagen kalium iodida (KI), terjadi suatu reaksi yang khas. Reaksi ini didasarkan pada sifat-sifat kimia dari logam timbal terhadap kalium iodide, reaksi kimia terjadi sebagai berikut:



Pada uji kualitatif ini ion timbal ( $\text{Pb}^{2+}$ ) dalam larutan bereaksi dengan kalium iodida (KI) dalam larutan untuk membentuk endapan dari senyawa timbal iodida ( $\text{PbI}_2$ ). Endapan ini muncul sebagai endapan kuning pucat hingga kuning kecoklatan, tergantung pada konsentrasi dan keberadaan kelebihan iodida dalam larutan.

Timbal iodida ( $\text{PbI}_2$ ) merupakan senyawa padat yang cenderung membentuk endapan ketika terbentuk dalam larutan. Senyawa ini memiliki kelarutan yang rendah dalam air, sehingga cenderung mengendap sebagai partikel-partikel padat ketika terbentuk dari larutan yang mengandung ion timbal dan ion iodida.

Pada uji kualitatif untuk logam timbal (Pb) menggunakan amonia ( $\text{NH}_3$ ), terdapat reaksi yang membantu dalam identifikasi keberadaan logam timbal. Reaksi yang umum terjadi adalah pembentukan endapan putih dari senyawa kompleks amonium timbal, atau dikenal sebagai timbal amonium, dengan reaksi kimia sebagai berikut:



Pada uji kualitatif logam timbal menggunakan amonia, terbentuknya endapan putih pada reaksi antara ion timbal ( $\text{Pb}^{2+}$ ) dan ammonia ( $\text{NH}_3$ ) adalah hasil dari pembentukan senyawa kompleks yang disebut amonium plumbat (II) atau  $\text{Pb}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2$ . Dalam reaksi timbal dan ammonia, ion timbal bereaksi dengan ammonia untuk membentuk senyawa kompleks yang sangat sedikit larut dalam air. Ketika jumlah ammonia yang cukup ditambahkan ke larutan yang

mengandung ion timbal, senyawa kompleks  $\text{Pb}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2$  yang terbentuk tidak larut dalam air dan mengendap sebagai padatan putih. Ini terjadi karena ikatan antara ion timbal dan molekul ammonia membentuk senyawa yang stabil dan kurang larut dalam air, sehingga menyebabkan endapan padatan yang dapat diamati dalam larutan. Endapan putih yang dihasilkan merupakan indikator keberadaan logam timbal dalam larutan.

#### **D. Spektrofotometri Serapan Atom**

Spektrofotometri serapan atom adalah suatu metode pengukuran kuantitatif suatu unsur yang terdapat dalam suatu cuplikan berdasarkan penerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu oleh atom-atom bentuk gas dalam keadaan dasar. Spektrofotometri serapan atom adalah spektroskopi atomik yang disertai penyerapan sebagai suatu emisi pancaran. Didalam metode spektrofotometri serapan atom menjadi salah satu dari cara yang paling luas digunakan untuk teknik analisa (Kenedy, 1984).

Peristiwa serapan atom pertama kali diamati oleh Fraunhofer, ketika menelaah garis-garis hitam pada spektrum matahari. Sedangkan yang memanfaatkan prinsip serapan atom pada bidang analisa adalah seorang Australia bernama Alan Walsh di tahun 1955. Metode ini sangat tepat untuk analisa pada konsentrasi rendah. Teknik ini mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan metode spektroskopi emisi konvensional. Pada metode konvensional, emisi tergantung pada sumber eksitasi. Bila eksitasi dilakukan secara termal, maka ia bergantung pada temperatur sumber. Selain itu eksitasi termal tidak selalu spesifik, dan eksitasi secara serentak pada berbagai spesies dalam suatu campuran dapat saja terjadi. Sedangkan dengan nyala, eksitasi unsur-unsur dengan tingkat energi eksitasi yang rendah dapat dimungkinkan. Tentu saja perbandingan banyaknya atom yang tereksitasi terhadap atom yang berada pada tingkat dasar harus cukup besar, karena metode serapan atom hanya tergantung pada perbandingan ini tidak tergantung pada temperatur. Metode serapan atom sangat spesifik. Logam-logam yang membentuk campuran kompleks dapat dianalisis dan selain itu tidak selalu diperlukan sumber energi yang besar (Khopkar, 2003).

Sejak diperkenalkan oleh A. Walsh (1955) metode SSA telah mengalami perkembangan yang pesat. Sampai saat ini digunakan untuk

mendeteksi hampir keseluruhan unsur-unsur logam yang terdapat dalam sistem periodik unsur (Walsh, 1995).

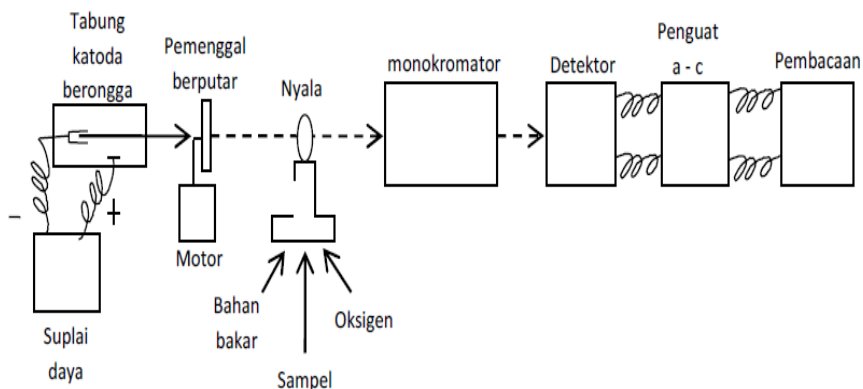
Cara kerja mesin ini berdasarkan penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi rediasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya (Darmono, 1995).

### 1. Prinsip Dasar Spektrofotometri Serapan Atom

Spektrofotometri serapan atom didasarkan pada penyerapan energi sinar oleh atom-atom netral dan sinar yang diserap biasanya sinar tampak atau ultraviolet. Metode spektrofotometri serapan atom berdasarkan pada prinsip absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom akan menyerap cahaya panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Cahaya pada panjang gelombang ini mempunyai cukup energi untuk mengubah tingkat elektronik suatu atom yang mana transisi elektronik suatu atom bersifat spesifik. Dengan menyerap suatu energi, maka atom akan memperoleh energi sehingga suatu atom pada keadaan dasar dapat ditingkatkan energinya ke tingkat eksitasi (Rohman, 2007).

Jika cahaya dengan panjang gelombang resonansi dilewatkan nyala yang mengandung atom-atom bersangkutan maka sebagian cahaya itu akan diserap dan jauhnya penyerapan akan berbanding lurus dengan banyaknya atom keadaan dasar yang berada dalam nyala. Hal ini merupakan dasar penentuan kuantitatif logam-logam dengan menggunakan SSA (Walsh, 1995)

### 2. Instrumentasi



**Gambar 1. Komponen Spektrofotometer Serapan Atom (Rati. N.A 2013)**

**2.1 Sumber Sinar.** Sumber sinar yang lazim dipakai adalah lampu katoda berogga. Lampu ini terdiri atas tabung kaca tertutup yang mengandung suatu katoda dan anoda (Mulja,1992)

**2.2 Tempat Sampel.** Dalam analisis dengan spektrofotometri serapan atom, sampel yang akan dianalisis harus diuraikan menjadi atom-atom netral yang masih dalam keadaan dasar. Ada berbagai macam yang dapat digunakan untuk mengubah suatu sampel menjadi uap atom-atom yaitu dengan nyala dan tanpa nyala.

**2.2.1 Nyala.** Nyala digunakan untuk mengubah sampel yang berupa padatan atau cairan menjadi bentuk uap atomnya, dan juga berfungsi untuk atomisasi.

Pemilihan macam bahan pembakar dan gas pengoksidasi serta komposisi perbandingannya sangat mempengaruhi suhu nyala. Pada umumnya nyala dari gas asetilen-nitro oksida menunjukkan emisi latar belakang yang kuat. Efek emisi nyala dapat dikurangi dengan menggunakan keping pemotong radiasi (*chopper*) (Gandjar, 2008:306).

**2.2.2 Tanpa Nyala.** Pengatoman dapat dilakukan dalam tungku dari grafit. Sampel diletakkan dalam tabung grafit, kemudian tabung tersebut dipanaskan dengan sistem listrik dengan cara melewati arus listrik grafit. Akibatnya pemanasan ini, maka gas yang dianalisis berubah menjadi atom-atom netral (Rohman, 2007).

**2.3 Monokromator.** Monokromator memisahkan, mengisolasi dan mengontrol intensitas dari radiasi energi yang mencapai detektor.

**2.4 Detektor.** Detektor dapat diatur sedemikian rupa pada nilai frekuensi tertentu, sehingga tidak memberikan respon terhadap nilai emisi yang berasal dari eksitasi termal (Khopkar, 2007). Ada dua cara yang dapat digunakan dalam sistem deteksi yaitu memberikan respon terhadap radiasi resonansi dan radiasi kontinyu; dan yang hanya memberikan respon terhadap radiasi resonansi.

**2.5 Read Out.** Readout merupakan suatu alat penunjuk atau dapat juga diartikan sebagai suatu sistem pencatatan hasil. Pencatatan hasil dilakukan dengan suatu alat yang telah terkalibrasi untuk pembacaan suatu transmisi. Hasil pembacaan dapat berupa angka atau berupa kurva dari suatu rekorder yang menggambarkan absorbansi atau intensitas emisi (Gandjar, 2008: 312).

### **3. Kelemahan dan Keunggulan SSA**

**3.1. Keunggulan.** Teknik SSA menjadi alat yang canggih dalam analisis. Ini disebabkan diantaranya oleh kecepatan analisisnya,

ketelitiannya sampai ingkat runut, tidak memerlukan pemisahan pendahuluan. Kemungkinannya untuk menentukan konsentrasi semua unsur pada konsentrasi runut. Sebelum pengukuran, tidak perlu memisahkan unsur yang ditentukan karena kemungkinan penentuan satu unsur dengan kehadiran unsur lain dapat dilakukan asalkan katoda berongga yang diperlukan tersedia (Khopkar, 2008: 296).

**3.2. Kelemahan.** Adanya pancaran latar belakang yang terserap tak sempurna dari sumber cahaya, dan cahaya terhambur dari sistem optik. Jika latar belakang relatif menjadi lebih terang dari penyerapan analit, ketelitian pengukuran menjadi melorot secara tajam (Munson; 1991: 298). Gangguan Spektra yang terjadi apabila panjang gelombang (atomic line) dari unsur yang diperiksa berimpit dengan panjang gelombang dari atom atau molekul lain yang terdapat dalam larutan yang diperiksa. Gangguan fisika, sifat-sifat fisika dari larutan yang diperiksa akan menentukan intensitas dari resapan atau emisi dari larutan zat yang diperiksa. Kekentalan mempengaruhi laju penyemprotan ke dalam nyala dan ketegangan muka, bobot jenis, kekentalan, serta kecepatan gas menentukan besar butir tetesan. Oleh karena itu sifat-sifat dari zat yang diperiksa dan larutan pembanding harus sama. Gangguan kimia. Gangguan kimia bentuk uap biasanya memperkecil populasi atom pada level energi terendah. Dalam nyala, atom dalam bentuk uap dapat berkurang karena terbentuknya senyawa seperti oksida atau klorida, atau karena terbentuknya ion. Gangguan bentuk padat disebabkan oleh terbentuknya senyawa yang sukar menguap atau sukar terdisosiasi dalam nyala. Hal initerjadi pada nyala ketika pelarut menguap meninggalkan partikel-partikel padat (Gandjar, 2008: 319).

## E. Destruksi

### 1. Destruksi Basah

Destruksi basah digunakan untuk menetapkan unsur dengan konsentrasi yang rendah. Prinsip kerja destruksi basah adalah menguraikan bahan organik dalam larutan asam pengoksidasi pekat seperti  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , dan  $\text{HCl}$  yang dilakukan dengan cara pemanasan hingga diperoleh larutan yang jernih. Hasil destruksi yang tertinggal dalam bentuk mineral anorganik akan larut dalam larutan asam kuat. Larutan asam nitrat pekat adalah larutan asam yang paling efektif dan paling sering digunakan dalam destruksi basah karena dapat

menguraikan sampel menjadi senyawa yang mudah terdegradasi atau terurai (Dewi, 2013).

Preparasi sampel menggunakan destruksi basah dilakukan pada suhu rendah dengan menambahkan campuran asam kuat untuk menguraikan senyawa organik dan zat lain dalam sampel. Keuntungan dari metode ini adalah proses dan waktu pengerjaan lebih cepat serta dapat menghindari hilangnya mineral akibat penguapan. Kerugian dari metode ini adalah potensi kesalahan karena penggunaan reagen yang lebih banyak, harus lebih berhati-hati pada saat pemanasan karena reaksinya terlalu kuat dan dapat meninggalkan residu (Dewi, 2013).

Destruksi basah adalah pemanasan sampel dengan zat pengoksidasi kuat seperti asam mineral baik secara tunggal atau campuran. Mencampurkan zat pengoksidasi dalam sampel, kemudian dipanaskan pada suhu tinggi secara terus-menerus dan dalam jangka waktu yang lama, sampel akan teroksidasi sempurna hingga menyisakan unsur-unsur berupa senyawa anorganik dalam larutan asam (Rosita & Sosmira, 2018)

Prinsip kerja destruksi basah adalah penggunaan asam nitrat untuk mengurai zat organik pada suhu rendah dengan tujuan untuk mengurangi kehilangan mineral akibat penguapan. Langkah selanjutnya sangat singkat karena efek asam perkolat atau hidrat peroksida (Rosita & Sosmira, 2018). 5. Destruksi kering

## **2. Destruksi Kering**

Destruksi kering adalah cara mengubah logam organik menjadi logam anorganik dengan cara membakarnya di dalam tanur pada suhu tertentu (Kristianingrum, 2012). Pencernaan kering adalah saat sampel dipanaskan hingga suhu 500° C. Hal ini dapat menguapkan senyawa organik. Metode ini sederhana dan tidak menggunakan pengotor, tetapi dapat menyebabkan hilangnya beberapa unsur yang lebih kecil dan reaksi dapat terjadi antara unsur dan bahan penampung. Bahan kering yang mengandung sedikit air dimasukkan ke dalam wadah yang terbuat dari silika atau porselen (Dewi, 2013).

## **F. Landasan Teori**

Air tanah adalah air yang bergerak pada tanah yang terdapat di dalam ruang-ruang butir-butir tanah yang membentuk dan di dalam retak-retak batuan (Suyono 1993). Air tanah terbagi atas air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal, terjadi karena adanya

daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Air tanah dangkal ini pada kedalaman 15,0 m<sup>2</sup> sebagai sumur air minum, air dangkal ini ditinjau dari segi kualitas agar baik, segi kuantitas kurang cukup dan tergantung pada musim. Air tanah dalam, terdapat setelah lapis rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam, tak semudah pada air tanah dangkal karena harus digunakan bor dan memasukkan pipa kedalamannya sehingga dalam suatu kedalaman biasanya antara 100-300 m<sup>2</sup> (Hafni, 2017)

Logam berat menjadi bahaya disebabkan system bioakumulasi. . Bioakumulasi adalah peningkatan konsentrasi zat kimia dalam tubuh makhluk hidup dalam waktu ke waktu, dibandingkan dengan konsentrasi zat kimia yang terdapat di lingkungan. Masuknya logam berat dalam tubuh seperti timbal (Pb) dan besi (Fe) akan memberikan dampak yang sangat negatif dalam tubuh karena tubuh akan mengalami gangguan (Darmono, 1995)

Mekanisme keracunan logam berat terbagi atas dua fase, yaitu fase kinetik dan fase dinamik. Fase kinetik meliputi proses-proses biologi biasa seperti penyerapan, penyebaran dalam tubuh, metabolisme dan proses pembuangan atau ekskresi. Sedangkan fase dinamik meliputi semua reaksi-reaksi biokimia yang terjadi dalam tubuh, berupa katabolisme dan anabolisme yang melibatkan enzim-enzim (Palar, 2008: 50). Keracunan yang terjadi biasanya disebabkan oleh masuknya senyawa Pb yang larut dalam asam atau inhalasi uap Pb. Efek astringen menimbulkan rasa haus dan rasa logam. Gejala lain yang sering timbul ialah mual, muntah dengan muntahan menyerupai susu karena Pb klorida, dan sakit perut. Tinja warna hitam karena Pb sulfida, dapat disertai diare atau konstipasi. Pb yang diserap dengan cepat dapat menyebabkan sindrom syok yang juga disebabkan kehilangan cairan lewat saluran cerna (Ganiswarna, 1995: 845). Keracunan besi dapat menyebabkan permeabilitas dinding pembuluh darah kapiler meningkat sehingga plasma darah merembes keluar. Akibatnya, volume darah menurun dan hipoksia jaringan menyebabkan asi dosis. Pada pemeriksaan biokimia terlihat adanya peningkatan enzim dalam serum seperti serum glutamic oxaloacetic transaminase (SGOT) dan serum glutamic pyruvic transaminase (SGPT) yang merupakan indikator adanya proses degenerasi jaringan hati. Pada proses toksisitas besi kronik, besi banyak terakumulasi dalam jaringan hati, yaitu dalam mitokondria dari sel hati. Hal tersebut menyebabkan

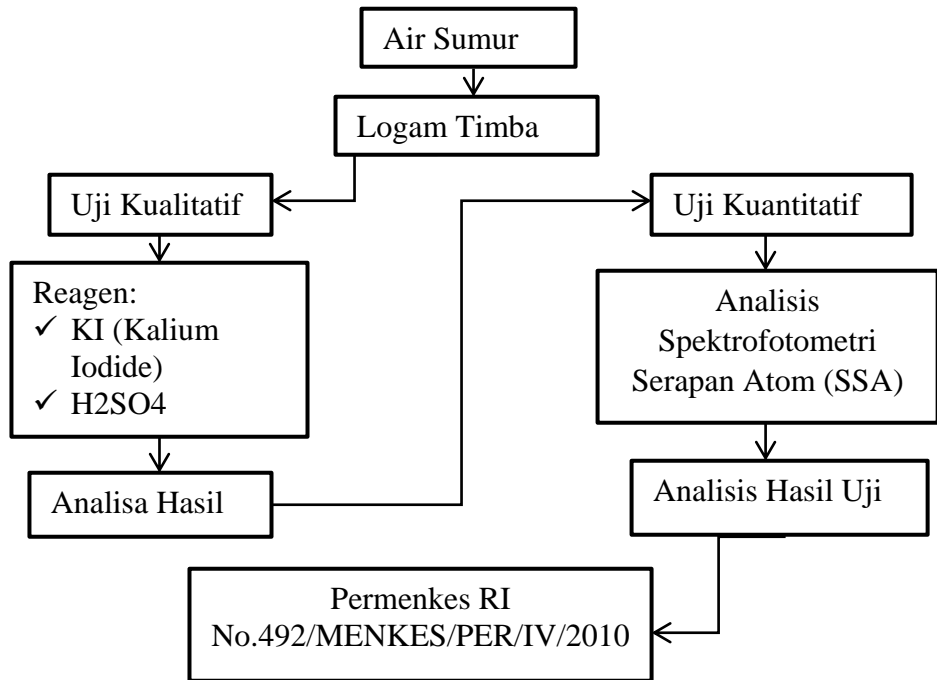
mitokondria membengkak yang disebabkan tidak berfungsinya hati juga terjadi degenerasi melemah pada miokardium dan ginjal (Ainna. 2013)

Menurut Achmad (2004) adanya kandungan besi (Fe) pada air sumur gali menimbulkan rasa yang tidak enak dan berbau pada air tersebut, Suwardi (2011) mengatakan adanya kandungan logam timbal (Pb) dalam air sumur menyebabkan warna kecoklatan dan berbau logam sehingga menimbulkan keengganan untuk mengkonsumsinya.

Penelitian Sri. P. A. (halaman 75-76) pada tahun 2018 yang bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai kandungan logam Besi (Fe), Mangan (Mn), Timbal (Pb), suhu dan kekeruhan pada air sumur gali dengan menggunakan 3 sampel sumur yaitu 2 sampel air sumur jernih dan 1 sampel air sumur keruh dan memperoleh hasil bahwa 2 sampel air sumur jernih teridentifikasi mengandung logam timbal yang tidak memenuhi syarat sedangkan untuk 1 sampel air sumur keruh teridentifikasi mengandung semua jenis logam dan tidak memenuhi syarat.

Peneliti Arizal. S (halaman 145-152) pada tahun 2021 tentang kandungan cemaran logam pada air sumur bor di Kecamatan Praya Kabupaten Lombok Tengah Provinsi NTB menunjukkan bahwa sampel air sumur di Desa Jontlak dan Batunyala memiliki pH 6, suhu 26 °C, warna bening agak kekuningan dan tidak memiliki bau, sedangkan sampel di Desa Loang Sawak memiliki pH 6,5, suhu 26 °C, warna bening dan tidak berbau teridentifikasi positif mengandung logam besi yang melebihi ambang batas aman (0,3 mg/L).

### G. Kerangka Konsep



Gambar 2. Bagan Kerangka Konsep

### H. Hipotesis

Pertama, air sumur bor yang digunakan masyarakat Desa Lewokeleng mengandung logam berat timbal (Pb)

Kedua, kadar logam timbal (Pb) yang terkandung dalam sampel air sumur bor di Desa Lewokeleng dengan kadar maksimal yang diperbolehkan  $\leq 0,01$  mg/L sesuai dengan persyaratan kualitas air minum berdasarkan Permenkes RI No 492/MENKES/PER/IV/2010.