

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Tinjauan Umum tentang Timbal (Pb)

##### 1. Pengertian Timbal (Pb)



**Gambar 1. Logam Timbal (Pb)**  
(Sumber : Wijayanti, 2023)

Timbal (Pb) adalah jenis logam berat yang kerap pula disebut timah hitam. timbal mempunyai titik lebur yang rendah, gampang dibentuk, digunakan untuk melapisi logam supaya tidak menimbulkan perkaratan karena mempunyai sifat kimia yang aktif. Timbal merupakan logam yang mempunyai bilangan oksidasi +2 serta lunak berwarna abu-abu kebiruan mengkilat (Ramadiantaru, 2021). Sifat dari timbal (Pb) sangat lentur sehingga mudah dibentuk dan menyusut saat didinginkan. Apabila dilarutkan dalam air dingin, air panas, dan air asam timbal (Pb) akan sulit untuk larut, namun timbal mudah larut dalam asam nitrat, asam asetat, asam sulfat pekat. Bentuk oksidasi yang paling umum yaitu timbal (II) dan senyawa organologam, dimana senyawa organologam yang paling penting yaitu *Tetra Metil Lead (TML)*, *Tetra Ethyle Lead (TEL)* dan timbal stearate. Karena sifatnya yang korosi dan seperti karet sehingga timbal (Pb) sering dipakai sebagai berbagai peralatan (Amalia, 2016). Salah satu logam toksik yang paling populer adalah timbal (Pb) diantara logam toksik lainnya, hal ini dikarenakan logam ini banyak digunakan dalam proses industri dan campuran logam peralatan rumah

tangga. Dalam kesehariannya timbal (Pb) dikenal dengan logam hitam. Logam timbal (Pb) bisa dialami oleh orang yang berhadapan langsung dengan sumber pencemaran tersebut seperti Operator Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) (Darmono, 2014).

## **2. Sifat dan Karakteristik Timbal (Pb)**

Timbal (Pb) adalah jenis logam berat yang biasa disebut dengan timah hitam. Timbal memiliki titik lebur yang rendah, gampang dibentuk, digunakan untuk melapisi logam supaya tidak menimbulkan perkaratan karena mempunyai sifat kimia yang aktif. Timbal merupakan logam yang mempunyai bilangan oksidasi +2 serta lunak berwarna abu-abu kebiruan mengkilat. Timbal memiliki nomor atom 82 dengan berat atom 207,20. Titik leleh timbal yaitu 17400 °C serta mempunyai massa jenis 11,34 g/cm<sup>3</sup>. Logam Pb pada temperatur 500-6000 °C bisa menguap serta membentuk oksigen di udara dalam wujud timbal oksida (PbO) (Rahayu dkk, 2018).

## **3. Efek Toksisitas Timbal (Pb)**

Timbal (Pb) mengakibatkan efek keracunan bagi manusia. Efek toksisitas timbal dibagi menjadi tiga bagian yaitu keracunan akut, sub akut, dan kronis. Semua efek pada logam berat timbal (Pb) mempunyai gejala dan efek yang berbeda. Timbal (Pb) berikatan pada kovalen dengan ion fosfat tertier pada asam-asam nukleat. Toksisitas timbal (Pb) melalui proses yang dihasilkan antara ikatan gugus sulfhidril dengan ligan-ligan terhadap enzim-enzim dan makromolekul lainnya. Timbal dan senyawanya masuk ke dalam tubuh lewat kulit, inhalasi, dan proses menelan. Paparan timbal umumnya melalui saluran pernafasan dan saluran cerna. Absorpsi timbal inorganik melalui kulit sangat sedikit apabila dibanding inhalasi dan penyerapan oral. Partikel timbal yang berukuran lebih kecil dari 20 µg bisa tertahan di paru-paru sedangkan partikel yang lebih besar mengendap di saluran pernafasan bagian atas. Terdapat sekitar 30-40% dari timbal yang terhirup diabsorpsi ke dalam aliran darah. Penyerapan dari saluran cerna tergantung dari status nutrisi dan usia. Diet tinggi kalsium pada hewan, janin dan anak-anak menimbulkan penurunan absorpsi timbal. Zat besi dipercaya bisa mengurangi penyerapan pada usus, sehingga defisiensi zat besi berhubungan dengan kenaikan konsentrasi timbal dalam tubuh (Ramadiantaru, 2021).

#### **4. Mekanisme Timbal (Pb)**

Mekanisme masuknya timbal (Pb) dalam tubuh terdiri dari beberapa cara yaitu pencernaan, pernafasan, dan pemaparan. Penyerapan terjadi pada salah satu organ tubuh yaitu usus mencapai 5-15% untuk golongan orang dewasa (Rahayu dkk, 2018). Timbal (Pb) akan terabsorpsi melalui udara maupun makanan yang terpapar timbal timbal (Pb) dan akan diangkut oleh darah dan disebarkan secara meluas ke dalam organ tubuh. Daya serap didalam tubuh akan terikat dan mengakibatkan kerusakan pada jaringan tubuh, sehingga dari dalam tubuh akan dieskresikan melalui jaringan urin, keringat, kuku, dan rambut. Jaringan lunak yang terdapat pada unsur timbal memiliki sifat toksik terhadap jaringan itu sendiri (Kanedi dkk, 2017).

#### **5. Efek Keracunan Timbal (Pb)**

Berikut adalah gejala yang diakibatkan dari terpaparnya logam berat timbal (Pb) yaitu sebagai berikut :

##### **1. Efek Keracunan Akut**

Efek akut yang terpapar selama sehari-hari dari keracunan timbal (Pb) adalah hilangnya nafsu makan, hipertensi, sakit kepala, nyeri pada perut, gangguan fungsi ginjal, kelelahan, sulit tidur, arthritis, halusinasi, dan vertigo( Andhani & Husaini, 2017 ).

##### **2. Efek Keracunan Sub Akut**

Efek yang terjadi dalam keadaan sub akut terpapar racun timbal (Pb). Timbal asetat dapat menyebabkan gejala pada sistem saraf yang lebih menonjol, seperti rasa kebas, otot terasa kaku, vertigo dan flaksid pada tungkai, dan kejang-kejang, gejala umum yang dapat terjadi yaitu gelisah, depresi, dan lemas. Penderita akan sering mengalami gangguan sistem pencernaan, pengeluaran urin dalam jumlah yang sedikit, dan berwarna merah, namun gejala tersebut akan timbul dalam rentang mingguan (Rahayu dkk, 2018).

##### **3. Efek Keracunan Kronik**

Paparan timbal (Pb) akan terakumulasi dalam rentang waktu bulanan atau tahunan. Gejala yang ditimbulkan tidak bisa dikenali hampir seluruh organ tubuh. Gejala yang diberikan pada manusia berkurangnya

kesuburan, tekanan darah tinggi, sakit jantung, agresif dan menyebabkan gangguan pada fungsi ginjal (Andhani dkk, 2017).

Ada beberapa bukti bahwa paparan timbal dalam jangka panjang dapat berkontribusi pada perkembangan kanker. Badan Internasional untuk Penelitian Kanker (IARC) telah mengklasifikasikan senyawa timbal anorganik sebagai kemungkinan karsinogenik bagi manusia (kelompok 2A), yang berarti bahwa ada bukti terbatas untuk karsinogenisitas pada manusia dan bukti yang cukup tentang karsinogenisitas pada hewan percobaan. Menurut IARC, senyawa timbal organik tidak dapat diklasifikasikan sebagai 13 karsinogenisitasnya pada manusia (kelompok 3), yang berarti bahwa tidak ada cukup bukti untuk karsinogenisitasnya pada manusia. Pada pria, efek reproduksi timbal termasuk penurunan jumlah sperma dan peningkatan jumlah sperma abnormal (WHO, 2019)

#### **6. Nilai Ambang Batas Timbal (Pb) pada Tubuh Manusia**

Menurut Menteri Kesehatan (2002) dalam Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1406/MENKES/SK/IX/2002 tentang standar pemeriksaan kadar timah hitam pada spesimen biomarker manusia, pengukuran kadar timbal pada tubuh manusia dapat dilakukan melalui spesimen darah, urin, dan rambut. Adapun pada masing-masing spesimen tersebut memiliki nilai ambang batas yang berbeda-beda, yaitu:

a. Spesimen darah

Nilai ambang batas kadar timbal dalam spesimen darah pada orang dewasa normal adalah 10-25 µg /dl.

b. Spesimen urin

Nilai ambang batas kadar timbal dalam spesimen urin 0.15 mg/l

c. Spesimen rambut

Nilai ambang batas kadar timbal dalam spesimen rambut 0,007-1,17 mg Pb/100 gr jaringan basah (Palar, 2008).

### **B. Tinjauan Umum Tentang Urin**

#### **1. Pengertian Urin**

Urin merupakan zat sisa yang diekskresikan oleh ginjal yang kemudian akan dikeluarkan dari dalam tubuh melalui proses urinalisis.

Ekskresi urin diperlukan untuk membuang molekul-molekul sisa dalam darah yang disaring oleh ginjal untuk menjaga homeostasis cairan tubuh. Dalam mempertahankan homeostasis tubuh, peran urin sangat penting sebagai pembuangan cairan oleh tubuh melalui proses sekresi urin (Wahyundari, 2016).

Secara umum, urin terdiri atas urea dan bahan kimia organik serta anorganik lain yang larut dalam air. Urin biasanya terdiri atas 95% air dan 5% zat terlarut, yang dimana konsentrasi zat terlarut tersebut dapat sangat beragam, yang dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantara seperti aktivitas fisik, diet, metabolisme tubuh, dan fungsi endokrin (Strasinger dkk, 2019).

## **2. Proses Pembentukan Urin**

Ginjal merupakan tempat yang digunakan untuk mengeluarkan zat sisa metabolisme dalam bentuk urin. Proses pembentukan urin melalui 3 tahapan yaitu:

### **a. Filtrasi (penyaringan)**

Proses awal dalam pembentukan urin adalah proses filtrasi yaitu proses perpindahan cairan dari glomerulus menuju ke kapsula bowman dengan menembus membrane filtrasi. Membran filtrasi terdiri dari tiga bagian utama yaitu sel endothelium glomerulus, membran basiler, epitel kapsula bowman. Didalam glomerulus terjadi proses filtrasi sel-sel darah, trombosit dan protein agar tidak ikut dikeluarkan oleh ginjal. Hasil penyaringan di glomerulus akan menghasilkan urin primer yang memiliki kandungan elektrolit, kriteloid, ion Cl, ion HCO<sub>3</sub>, garam-garam, glukosa, natrium, kalium, dan asam amino. Setelah terbentuk urin primer maka didalam urin tersebut tidak lagi mengandung sel-sel darah, plasma darah, plasma darah dan sebagian besar protein karena sudah mengalami proses filtrasi glomerulus (Jiwanja, 2015).

#### **b. Reabsorpsi (penyerapan kembali)**

Reabsorpsi merupakan proses yang kedua setelah terjadi filtrasi di glomerulus. Reabsorpsi merupakan perpindahan cairan di tubulus renalis menuju ke pembuluh darah yang mengelilinginya yaitu kapiler peritubuler. Sel-sel tubulus renalis secara selektif mereabsorpsi zat-zat yang terdapat pada urin primer dimana terjadi reabsorpsi tergantung dengan kebutuhan. Zat-zat makanan yang terkandung dalam urin primer akan direabsorpsi secara keseluruhan, sedangkan reabsorpsi garam-garam anorganik direabsorpsi tergantung jumlah garam-garam anorganis didalam plasma darah. Proses reabsorpsi terjadi dibagian tubulus kontortus proksimal yang nantinya akan dihasilkan oleh urin sekunder setelah proses reabsorpsi selesai. Proses reabsorpsi air di tubulus kontortus proksimal dan tubulus kontortus distal. Proses reabsorpsi akan terjadi penyaringan asam amino, glukosa, asam asetoasetat, vitamin, garam-garam anorganik dan air. Setelah pembentukan urin sekunder maka didalam urin sekunder sudah tidak memiliki kandungan zat-zat yang dibutuhkan oleh tubuh lagi sehingga nantinya urin yang dibuang memiliki kandungan zat yang tidak dibutuhkan tubuh manusia (Jiwanja, 2015).

#### **c. Sekresi**

Urin sekunder yang dihasilkan tubulus proksimal dan lengkung Henle akan mengalir menuju tubulus kontortus distal. Urin sekunder akan melalui pembuluh kapiler darah untuk melepaskan zat-zat yang sudah tidak lagi berguna bagi tubuh. Selanjutnya, terbentuklah urin yang sesungguhnya. Urin ini akan mengalirkan dan berkumpul di tubulus kolektivus (saluran pengumpul) yang kemudian bermuara ke rongga ginjal (Jiwanja, 2015).

### **3. Jenis Urin**

Hasil dari pemeriksaan urin memberikan informasi tidak hanya berkaitan dengan fungsi ginjal dan saluran kemih saja, namun juga bisa digunakan untuk pemeriksaan berbagai organ tubuh, seperti hati, saluran empedu, maupun pankreas. Sampel yang digunakan juga harus memenuhi persyaratan untuk memberikan hasil pengujian yang akurat.

Pemilihan jenis sampel urin yang akan diuji dan metode pengumpulannya harus dilakukan dengan benar. Adapun macam-macam sampel urin, yaitu :

a. Urin Sewaktu

Urin sewaktu merupakan urin yang bisa dikeluarkan kapan saja dan tidak memerlukan waktu yang spesifik. Sampel urin ini biasanya mengandung sel darah putih, bakteri, sel epitel sebagai kontaminan. Sampel jenis ini cukup bagus jika digunakan untuk pemeriksaan urin rutin dan pemeriksaan keracunan logam berat seperti timbal (Ardillah, 2016).

b. Urin Pagi

Pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari setelah bangun tidur. Dengan tidak adanya pengeluaran urin semalaman, sehingga dihasilkan unsur-unsur dengan konsentrasi yang pekat. Pemeriksaan yang biasanya menggunakan urin pagi yaitu pemeriksaan sedimen, pemeriksaan urin rutin, dan tes kehamilan, dimana tempatnya *Human Chorionic Gonadotropin* (HCG) dalam urin (Ardillah, 2016).

c. Urin 24 Jam

Urin 24 jam merupakan urin yang dikeluarkan secara terus menerus selama 24 jam dan ditampung dalam wadah dengan volume 1,5 liter dan 23 biasanya ditambah dengan pengawet toluena. Pemeriksaan yang menggunakan jenis urin ini yaitu analisis kuantitatif zat dalam urin seperti kreatinin, ureum, dan natrium (Syarif, 2016).

d. Urin Post Pradial

Urin post prandial merupakan urin yang keluar pertama kali setelah 1,5-3 jam sehabis makan. Pemeriksaan yang menggunakan jenis urin ini yaitu glukosuria (Gandasoebrata, 2013).

#### 4. Wadah Spesimen Urin

Botol penampung urin harus bersih dan kering. Jika terdapat air dan kotoran dalam wadah maka kuman-kuman akan berkembang biak dalam urin dan mengubah susunanya. Wadah urin yang baik adalah yang

berupa gelas dengan mulut lebar yang dapat disumbat rapat dan sebaiknya urin dikeluarkan langsung ke wadah tersebut. Jika hendak memindahkan urin dari wadah ke wadah lain, terlebih dahulu dikocoklah, agar endapan ikut terpisah. Tuliskan keterangan lengkap tentang identitas sampel pada wadah spesimen (Gandasoebrata, 2013).

#### **5. Pengambilan sampel urin**

Pengambilan sampel harus diperhatikan dan dilakukan dengan benar sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP). Adapun hal-hal yang harus diperhatikan saat pengumpulan spesimen urin, yaitu:

1. Dalam pemeriksaan dibidang toksikologi klinik volume sampel urin yang biasanya diambil yaitu setengah dari pot urin.
2. Sebelum pengambilan sampel, petugas laboratorium akan menjelaskan prosedur pengambilan sampel urin.
3. Sebelum melakukan pengambilan sampel, lokasi pengambilan sampel harus ditentukan terlebih dahulu.
4. Peralatan yang digunakan untuk pengambilan sampel harus memenuhi syarat seperti: kering, bersih, dan tidak mengandung bahan kimia yang dapat menyebabkan terjadinya kontaminasi pada sampel serta bertutup ulir agar sampel tidak mudah tumpah (Putri, 2022).

#### **6. Keunggulan Spesimen Urin dalam Pemeriksaan Timbal**

Keuntungan apabila menggunakan sampel urin untuk pemeriksaan toksisitas, yaitu:

1. Spesimen urin mudah diperoleh dalam volume besar.
2. Spesimen urin mengandung konsentrasi racun yang tinggi apabila digunakan dalam pemeriksaan toksisitas.
3. Tidak diperlukan adanya penambahan bahan pengawet, jika spesimen urin digunakan untuk pemeriksaan timbal.
4. Spesimen urin dapat digunakan untuk melakukan berbagai pemeriksaan keracunan (Rahayu & Solihat, 2018).



## **C. Tinjauan Umum Tentang Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU)**

### **1. Pengertian Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU)**

Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) adalah bidang unit migas yang mendistribusikan dan menjual bahan bakar minyak kepada masyarakat secara umum guna memenuhi kebutuhan bahan bakar kendaraan (Rohman, 2023). Paparan timbal dapat berasal dari emisi kendaraan yang datang maupun uap yang berasal dari bensin saat pengisian, sebagian besar menggunakan bensin premium yang mengandung *Tetra Ethyl Lead* (TEL) atau *Tetra Methyl Lead* (TML). Kandungan timbal dalam tubuh dapat dideteksi melalui darah, rambut, urin, dan kuku. Beberapa penelitian melaporkan kadar timbal pada pekerja SPBU baik pria maupun wanita melebihi batas kadar aman dan menimbulkan berbagai gangguan kesehatan seperti hipertensi, rasa mual, kelelahan, susah bernapas, dan gusi berdarah (Yenni, 2021).

Salah satu dari sebagian kelompok pekerja yang mempunyai risiko terpapar langsung dengan timbal dari bensin serta emisi gas kendaraan bermotor adalah operator SPBU. Lokasi SPBU yang terletak dipinggir jalan raya mempermudah petugas terpapar dengan kontaminan timbal yang berasal dari asap kendaraan yang melewati jalan raya ataupun kendaraan yang mengantri untuk melakukan proses pengisian bahan bakar. terdapat bahan kimia di area kerja memberikan beban kerja tambahan pada pekerja sehingga mengakibatkan permasalahan kesehatan kerja (Ayu dkk, 2016).

### **2. Pengendalian Paparan Timbal (Pb) terhadap Operator Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU).**

#### **A. Manajemen Risiko (Risk Management)**

Walaupun nilai risiko yang didapatkan masih kurang dari satu, tetapi manajemen risiko perlu dilakukan agar nilai risiko tidak bertambah dan dapat berkurang. Maka diperlukan suatu skenario yang digunakan agar nilai risiko berkurang sebagai berikut :

1. Skenario pertama yang dilakukan adalah menentukan pengendalian agar pencemar tidak berdampak pada masyarakat dan pekerja Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU).
2. Skenario kedua adalah dengan cara menurunkan nilai konsentrasi Pb di udara ambien, sehingga pengendalian teknis yang realistis dapat dilakukan dengan cara pemasangan alat pengendali pencemaran udara yang baru sehingga efisiensinya masih besar dan berfungsi dengan baik.
3. Skenario ketiga para masyarakat dan pekerja pekerja Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) hendaknya membatasi lama kerja dan lama tinggal di sekitar SPBU sehingga paparan Pb tidak terlalu banyak karena semakin lama terpapar semakin banyak akumulasi Pb dalam tubuh masing-masing (Yusvalina dkk, 2014).

#### **B. Bagi Manajemen SPBU**

1. Menetapkan masa kerja karyawan (operator SPBU) agar tidak boleh lebih dari 3 tahun. Berdasarkan Undang-undang Republik Indonesia No. 13 Tahun 2003 tentang ketenagakerjaan yang mengisyaratkan batas waktu maksimal 3 tahun bagi pengusaha untuk mempekerjakan karyawan.
2. Perlu dilakukan pemeriksaan udara secara berkala untuk mengetahui kondisi tingkat konsentrasi timbal (Pb) di tempat kerja.
3. Mempertegas peraturan mematikan mesin kendaraan saat mengantri dan mengisi Bahan Bakar Minyak (BBM).
4. Perlu dilakukan penyuluhan dan pelatihan kepada pekerja bagaimana posisi aman saat bekerja dan pemeliharaan personal *hygiene*.
5. Perlu disediakan Alat Pelindung Diri (APD) kepada operator berupa masker dan sarung tangan untuk mengurangi kontak pajanan timbal (Pb) (Almunjiat dkk, 2016).

### **C. Alat Pelindung Diri (APD)**

Adalah seperangkat alat yang digunakan oleh tenaga kerja untuk melindungi seluruh/sebagian tubuhnya terhadap kemungkinan adanya potensi bahaya/kecelakaan kerja. APD dipakai sebagai upaya terakhir dalam usaha melindungi tenaga kerja apabila usaha rekayasa (*engineering*) dan administratif tidak dapat dilakukan dengan baik. Alat pelindung diri merupakan alat yang dipakai oleh pekerja untuk memproteksi dirinya dari kecelakaan yang terjadi akibat pekerjaannya APD yang dimaksud untuk mengurangi absorbs timbal (Pb) adalah masker. Diharapkan dengan pemakaian APD ini dapat menurunkan tingkat risiko bahaya penyakit dari paparan timbal (Pb) yang dapat diakibatkan oleh pekerjaannya (Ardillah, 2016).

### **3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Timbal (Pb) pada Operator Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU).**

#### **a. Masa Kerja**

Masa kerja merupakan lamanya seseorang operator SPBU dalam suatu perusahaan. Masa kerja merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kadar timbal dalam darah, dimana semakin lama masa kerja akan semakin tinggi paparan timbal dalam tubuhnya (Krisdinatha, 2015).

#### **b. Alat Pelindung Diri (APD)**

Alat pelindung diri adalah alat yang digunakan para operator SPBU untuk melindungi dirinya agar terhindar dari kecelakaan akibat kerja. Alat pelindung diri yang dimaksud dalam upaya mengurangi paparan timbal dalam tubuh adalah masker. Masker N95 merupakan salah satu jenis masker yang dapat menyaring partikel di udara hingga 95%. Terbuat dari bahan solit yang tidak mudah rusak dengan bentuk setengah bulat dan warna putih. Diharapkan dengan menggunakan masker sebagai alat pelindung diri ialah, dapat menurunkan risiko bahaya penyakit yang diakibatkan karena paparan timbal akibat kerja. Kurangnya kesadaran penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) serta menjaga kebersihan diri meningkatkan risiko paparan timbal (Krisdinatha, 2015).

### **c. Jenis Kelamin**

Jenis kelamin dapat mempengaruhi kadar timbal dalam darah. Efek toksik yang diakibatkan oleh logam berat timbal pada laki-laki berbeda dengan perempuan. Perempuan lebih rentan daripada laki laki karena perbedaan faktor ukuran tubuh (fisiologi), keseimbangan hormonal dan perbedaan metabolisme (Krisdinatha, 2015).

### **d. Usia**

Peningkatan kandungan Pb dalam tubuh manusia sebanding dengan peningkatan umur, hal ini disebabkan oleh perubahan fungsi metabolik yang dapat mempengaruhi proses penyerapan logam berat (Ramadiantaru, 2021).

## **D. Tinjauan tentang Pencemaran Udara**

Pencemaran atau polusi udara akibat pembuangan emisi gas yang dikeluarkan dari knalpot kendaraan bermotor sangat berbahaya bagi Kesehatan manusia. Asap kendaraan bermotor mengandung zat-zat kimia yang dapat mengganggu keseimbangan metabolisme dalam tubuh manusia, antara lain karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO<sub>2</sub>), dan timbal (Pb). Zat-zat yang keluar dari knalpot dalam bentuk gas, terbang ke udara kemudian bersenyawa dengan berbagai polutan sehingga konsentrasi udara terganggu dan terjadi pencemaran udara yang mengganggu kesehatan manusia. Peningkatan jumlah kendaraan dan peningkatan bilangan oktan bensin menambah pencemaran timbal (Pb) di udara. Udara adalah faktor penting dalam kehidupan. Namun, sejalan dengan perkembangan pembangunan fisik kota dan pusat industri, serta berkembangnya transportasi, menyebabkan kualitas udara mengalami perubahan, dari yang bersih, sekarang kering dan kotor akibat terjadinya pencemaran udara karena penggunaan kendaraan sebagai alat transportasi. Asap kendaraan bermotor memiliki dampak terbesar polusi mencapai 60-70%, dibanding dengan industri yang hanya berkisar 10-15%. Sedangkan, sisanya berasal dari rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan atau ladang dan lain-lain. Hal ini diakibatkan oleh peningkatan kepemilikan kendaraan bermotor yang bertambah banyak tiap tahunnya.

Sebagian besar kendaraan bermotor tersebut menghasilkan emisi gas buang yang buruk, dikarenakan perawatan mesin yang kurang memadai ataupun dari penggunaan bahan bakar dengan kualitas kurang baik yang membuat hasil zat buang dari kendaraan bermotor tersebut semakin banyak polutan yang berbahaya (Ismiyati dkk, 2014).

## E. Tinjauan Tentang Metode Pemeriksaan Kadar Timbal (Pb)

### 1. Metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)



**Gambar 2. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)**  
(Sumber : Dokumentasi pribadi, 2024)

Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) adalah metode analitik yang dapat digunakan untuk menentukan keberadaan dan konsentrasi logam berat seperti timbal (Pb). Sebelum melakukan analisis dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom terlebih dahulu harus dilakukan proses pendestruksian. Dalam metode destruktif basah, sampel didekomposisi dengan menambahkan pereaksi asam tertentu kedalam bahan yang akan diuji. Asam yang digunakan adalah asam pengoksidasi seperti  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ ,  $H_2O_2$ ,  $HClO_4$  atau campurannya. Pemilihan jenis asam yang digunakan untuk pendestruksian bahan dapat mempengaruhi hasil pengujian (Faqihuddin & Ubaydillah, 2021).

Kandungan matriks atau senyawa lain dapat mempengaruhi proses analisis logam berat dengan spektrofotometri serapan atom, hal ini dapat mengakibatkan hasil analisis yang keliru. Oleh sebab itu, harus dilakukan destruksi untuk menghilangkan/memisahkan komponen senyawa lain sebelum dilakukan analisis, dengan adanya proses destruksi yang dilakukan di awal sehingga dapat meminimalisir terjadinya kesalahan pada saat analisis. Metode yang digunakan untuk perlakuan awal adalah

metode destruksi, dimana metode ini akan melakukan pemutusan ikatan antara unsur logam dengan komponen lain yang terdapat pada matriks sehingga unsur-unsur akan terlepas dan kemudian dianalisis dengan AAS. Metode SSA dapat membuat pengolahan unsur menjadi lebih cepat, sensitif untuk unsur yang diindikasikan dan dapat digunakan untuk menentukan kadar unsur dengan konsentrasi rendah, tanpa melalui proses pemisahan (Murwatiningsih, 2015)

Prinsip kerja dari Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) didasarkan pada atom tereksitasi dalam keadaan dasar dan menyerap radiasi dengan panjang gelombang tertentu dari sumber cahaya. Atom menerima cahaya dengan panjang gelombang tertentu tergantung pada sifat unsur, dengan menyerap energi sehingga lebih banyak energi yang diperoleh, atom yang semulanya dalam keadaan dasar kemudian tingkat energi naik ke tingkat eksitasi. Logam akan menyerap energi cahaya, karakteristik cahaya yang diserap dari setiap elemen sesuai dengan energi emisi dari elemen tersebut (Solikha, 2019). Instrument pada alat Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) diantaranya:

1. Sumber Cahaya

Sumber cahaya digunakan untuk menghasilkan cahaya dari energi tertentu yang didasarkan dengan absorbansi atom. Sumber cahaya harus mampu menghasilkan cahaya yang sama dengan penyerapan atom-atom sampel. Lampu katoda berongga merupakan sumber radiasi dari Spektrofotometri Serapan Atom (Rahayu dkk, 2018).

2. *Atomizer* (Sumber atomisasi)

Dalam Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), instrument atomizer terdiri dari alat penyemprotan/*Nebulizer* (Sistem kabut) dan pembakar/*Burner*, sehingga sistem atomizer disebut juga sistem kabut pembakar (*Burner Nebulizer System*).

- a. *Nebulizer system*

Instrumen ini digunakan untuk mengubah larutan menjadi tetesan kabut yang berukuran 15-20  $\mu\text{m}$  dengan cara menyedot larutan melalui kapiler yang menarik aliran gas dan gas oksidan kemudian disemprotkan ke dalam ruang pengabut (Rahayu dkk, 2018).

b. Burner

Burner adalah sistem tempat berlangsungnya atomisasi, dimana terjadinya perubahan kabut uap garam dari unsur yang akan dideteksi didalam nyala menjadi atom normal (Rahayu dkk, 2018).

3. Monokromator

Monokromator merupakan bagian dari Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) yang digunakan untuk memisahkan radiasi spektrum yang tidak diperlukan dari radiasi lain yang dihasilkan oleh lampu katoda berongga (Rahayu dkk, 2018).

4. Detektor

Detektor merupakan bagian yang berfungsi dalam mengkonversi energi cahaya menjadi energi listrik (Rahayu dkk, 2018).

5. Sistem Pengolahan

Sistem pengolahan digunakan untuk mengolah intensitas kuat arus detektor menjadi data dalam sistem pembacaan (Rahayu dkk, 2018).

6. Sistem Pembacaan

Sistem pembacaan merupakan bagian yang berfungsi untuk menampilkan hasil yang bisa dibaca baik dalam bentuk angka ataupun gambar (Rahayu dkk, 2018).

Kelebihan dari Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) yaitu pengerjaannya sangat sederhana, cepat, dan oksidasi berlangsung terus-menerus, serta unsur yang diperoleh mudah larut, sehingga dapat diidentifikasi dengan metode analisa tertentu (Rahmawati dkk, 2015). Sedangkan kelemahan dari Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) yaitu saat menganalisis dengan menggunakan metode SSA, logam membutuhkan satu lampu katoda karena apabila menggunakan lampu katoda berbeda akan menghasilkan panjang gelombang radiasi elektromagnetik yang berbeda. Selain itu hanya logam total yang dapat diukur menggunakan metode ini, dan tidak dapat membedakan spesifiknya seperti logam bebas, bilangan oksidasi, atau berikatan dengan molekul lain seperti metalloprotein dan organologam (Amalullia, 2016).

## 2. Metode *Spektrofotometer UV-Vis*



**Gambar 3. Spektrofotometer Uv-Vis**  
(Sumber : Andarum, 2021)

Spektrofotometri UV-Visible merupakan metode yang dapat digunakan dalam menentukan kadar sebuah sampel. Salah satu dari teknik analisis spektroskopi yang menggunakan sumber radiasi elektromagnetik UV dekat dan sinar tampak dengan menggunakan instrumen spektrofotometer merupakan pengertian dari spektrofotometer Uv Vis (Studi, Farmasi, dan Kesehatan, 2022). Spektrofotometer yaitu alat yang menciptakan sinar spektrum dengan panjang gelombang tertentu serta intensitas cahaya yang dapat diukur dan ditransmisikan atau diabsorpsi, spektrofotometer dapat digunakan untuk mengukur energi relatif jika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan atau diemisikan sebagai fungsi panjang gelombang. Kelebihan dari metode ini adalah dapat menganalisis larutan dengan konsentrasi yang sangat kecil sedangkan kekurangannya yaitu hanya dapat dipakai pada daerah ultra violet yang panjang gelombang  $>185$  nm dan pemakaian hanya pada gugus fungsional yang mengandung elektron valensi yang memiliki energi eksitasi yang rendah (Wardani, 2021).