

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Mengenai Logam Berat

1. Definisi Logam Berat

Logam berat secara awam memiliki sifat yang beracun atau toksik, juga memiliki potensi besar bahaya pada organisme hidup, tapi tidak menutup fakta bahwa logam berat banyak dibutuhkan oleh makhluk hidup baik itu dalam jumlah kecil atau besar, hal ini bisa dilihat dari banyak digunakannya logam berat pada kehidupan sehari-hari (Nurul, 2021). Penggolongan logam terbagi menjadi 2 jenis, yaitu logam esensial yang merupakan logam yang dibutuhkan untuk membantu reaksi biokimia di tubuh makhluk hidup contohnya dalam membantu kerja enzim, contoh dari logam esensial berupa natrium (Na), kalium (K), magnesium (Mg) dan kalsium (Ca). sedangkan untuk logam non esensial merupakan logam yang jika berada dalam tubuh makhluk hidup dan konsentrasinya dalam tubuh yang berlebihan maka akan menimbulkan efek negatif atau toksik bagi tubuh, contoh dari logam non esensial adalah merkuri (Hg), timbal (Pb), cadmium (Cd), arsenic (As) dan lain sebagainya (Kartikasari, 2016).

Logam berat adalah logam-logam ataupun semi-logam yang memiliki kemungkinan menjadi bahan toksik bagi makhluk hidup maupun lingkungan. Paparan logam berat bisa terjadi karena adanya kontaminasi logam dalam tubuh yang melebihi ambang batas toleransi tubuh yang menyebabkan gangguan dan kerusakan beberapa sistem organ dalam tubuh makhluk hidup. Ada beberapa cara logam berat masuk ke dalam tubuh, diantaranya melalui oral atau mulut, kulit dan saluran inhalasi atau pernapasan (Zidan, 2021).

Logam berat amat berbahaya karena bersifat tidak dapat terdegradasi secara otomatis dan biasanya terakumulasi ke dalam air, sedimen dasar perairan dan pada tubuh makhluk hidup (Hananingtyas, 2017). Pencemaran logam berat di udara juga dapat menghalangi biodegradasi senyawa organik yang berklorinasi serta berinteraksi dengan enzim metabolisme yang bisa mengganggu fungsinya pada tubuh (Pratish dkk, 2018).

2. Karakteristik Logam Berat

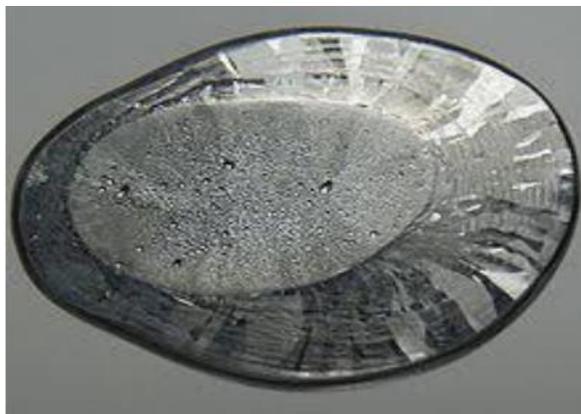
Menurut Zidan (2021) memaparkan bahwa logam berat memiliki beberapa karakteristik secara umum, diantaranya:

- a. Logam berat sangat susah terurai secara alamiah, juga susah di gradasi hingga gampang terakumulasi dalam lingkungan perairan.
- b. Karena logam berat di sedimen cenderung terakumulasi, maka konsentrasi logam selalu lebih tinggi dibandingkan konsentrasi logam di air. Sedimen berpotensi menjadi sumber kontaminasi jangka panjang akibat pergerakan massa air yang melarutkan logam yang dikandungnya kembali ke dalam air.

B. Tinjauan Umum Timbal (Pb)

1. Definisi Timbal (Pb)

Timbal atau biasa juga disebut sebagai *plumbum* adalah logam berat yang terdapat di kerak bumi dimana jumlahnya sangat sedikit yaitu hanya sekitar 0,0002% dari seluruh jumlah litosfer, akan tetapi kegiatan manusia yang mampu menciptakan timbal (Pb) hingga 300 kali lebih banyak dibanding dengan jumlah aslinya di kerak bumi (Zidan, 2021). Timbal (Pb) termasuk logam berat yang bertekstur lunak dan berwarna abu-abu kebiruan dengan tampilan yang mengkilap dan mudah dimurnikan, titik lebur dari timbal (Pb) sangat rendah yaitu meleleh pada suhu 328°C (622 °F) serta titik didih 1740 °C (3164 °F) dan mudah dibentuk juga memiliki sifat kimia aktif (Nurmalasari, 2016).

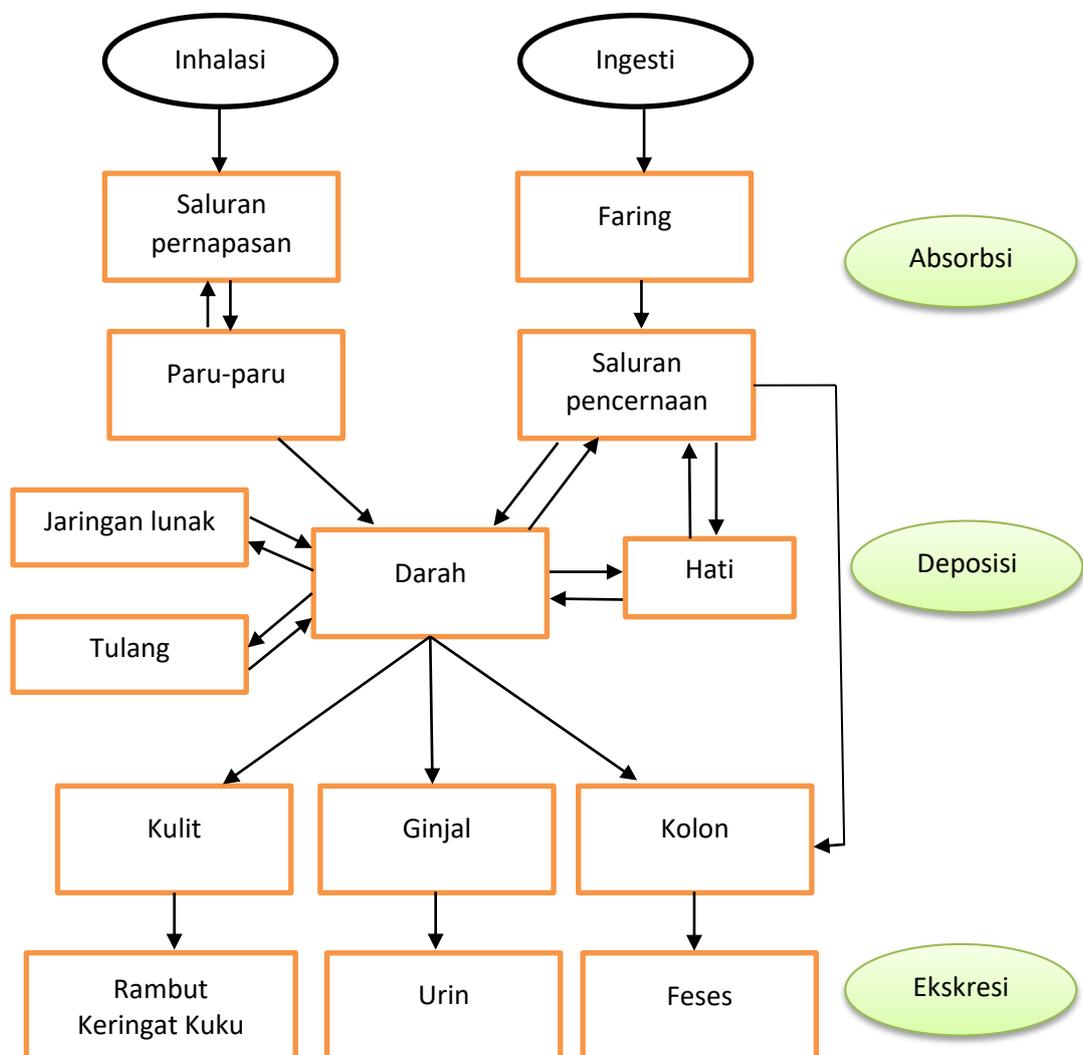


Gambar 1. Timbal (Pb)

Sumber: (Afifah, 2020)

Timbal (Pb) merupakan polutan atau kontaminan di udara dengan bentuk partikel yang dikenal dengan debu logam. Timbal (Pb) umumnya dipakai sebagai bahan tambahan pada bensin sebagai peningkat efisien pembakaran. Konsentrasi senyawa timbal (Pb) lebih tinggi dari senyawa lainnya (62%) dan karena timbal tidak melalui proses pembakaran sempurna, jumlah yang dilepaskan di udara melalui knalpot kendaraan jauh lebih tinggi (Sugiani, 2023). Timbal (Pb) akan mengalami penurunan warna atau kusam jika telah kontak langsung dengan udara, dan akan menjadi suatu bentuk kombinasi kompleks menyesuaikan dengan kondisi (Tanti dkk, 2017).

2. Metabolisme Timbal (Pb) Di Dalam Tubuh



Gambar 2. Metabolisme Timbal (Pb) di dalam Tubuh

Sumber: (Laili, 2019)

a) Absorpsi Timbal (Pb)

Masuknya timbal (Pb) ke dalam tubuh makhluk hidup memiliki beberapa cara seperti melalui inhalasi (pernapasan), oral (mulut) dan absorpsi melalui kulit. 80% timbal (Pb) yang ada di dalam tubuh manusia masuk melalui jalur inhalasi (pernapasan), 10-15% melalui oral atau mulut pada orang dewasa, namun anak-anak bisa mencapai 50% hal ini dipengaruhi tingkat higienis antara orang dewasa dan anak-anak, faktor lain yang mempengaruhi masuknya timbal dalam tubuh salah satunya adalah dengan mengonsumsi rokok. Metabolisme timbal (Pb) pada tubuh tergantung dari arah distribusinya, bisa menuju darah, jaringan, tulang maupun rambut (Humairo & Keman, 2017).

b) Penyimpanan Timbal (Pb)

Timbal atau disebut juga dengan *plumbum* yang masuk ke dalam tubuh manusia akan terserap mengalir dengan darah ke organ-organ tubuh. Timbal (Pb) akan diikat oleh sel darah merah, 90% terikat ke tulang, sisanya diekskresikan ke jaringan lunak (hati, ginjal dan saraf) (Elmayanti, 2023). Timbal (Pb) yang ada di dalam darah akan mengendap selama 35 hari, sedangkan pada jaringan lunak pengendapan akan terjadi selama 40 hari, dan pada tulang sponsi (tulang trabekular) pengendapan terjadi selama 3-4 hari, lalu pada tulang kompak (tulang kortikal) pengendapan akan terjadi selama 16-20 tahun (Sugiani, 2023). Pada rambut timbal (Pb) akan masuk dibantu oleh darah yang menyebarkan timbal (Pb) ke seluruh tubuh, saat melewati folikel rambut timbal akan diikat oleh gugus sulfhidril dan dibawa sampai menuju batang rambut (Amiludin dan Sulfiani, 2021).

c) Ekskresi Timbal (Pb)

Timbal (Pb) diekskresikan melalui beberapa cara, paling sering melalui ginjal dan saluran pencernaan. 75-80% timbal (Pb) diekskresikan lewat urin, 15% melalui tinja atau feses. Sementara itu pada ginjal, timbal (Pb) dikeluarkan dengan cara penyaringan oleh glomerulus (Hasbiah & Musaddad, 2016).

3. Keracunan Akibat Timbal (Pb)

Paparan timbal (Pb) yang tinggi dalam tubuh akan menimbulkan gejala visual secara akut maupun kronis, diantaranya:

a) Keracunan Akut

Keracunan timbal (Pb) pada tingkatan akut mulai timbul 30 menit sesudah masuknya timbal (Pb) kedalam tubuh. Besarnya gejala yang terjadi tergantung pada besarnya konsentrasi yang telah masuk. Paparan timbal (Pb) secara akut melalui udara yang terhirup akan menyebabkan gejala pada tubuh seperti lemah, lelah, susah tidur, sakit pada kepala, nyeri otot serta tulang, sakit perut, kesulitan dalam buang air besar, dan kehilangan selera makan, hingga dapat menyebabkan anemia (Rahayu & Solihat, 2018).

b) Keracunan Subakut

Keracunan subakut pada timbal (Pb) akan terjadi bila telah berulang kali mengalami paparan dengan dosis yang kecil, contoh dari keracunan subakut terjadi pada paparan timbal asetat yang menimbulkan gejala pada sistem saraf yang lebih spesifik, seperti kaku pada otot, rasa kebas, sakit kepala yang dahsyat, dan paralisis flaksid pada tungkai, keadaan disertai kejang dan kehilangan kesadaran atau koma. Gejala umum subakut menimbulkan rasa gelisah, kehilangan semangat dan depresi. Orang yang terpapar akan sering mengalami masalah pencernaan, produksi urin yang sedikit dan membuat urin menjadi berwarna merah (Rahayu & Solihat, 2018).

c) Keracunan Kronik

Secara umum keracunan timbal (Pb) akan lebih sering menimbulkan gejala kronik daripada gejala akut dan subakut. Dampak dari keracunan kronik akan diawali dengan rasa lelah, rasa lesu, iritabilitas dan gangguan gastrointestinal. Paparan timbal (Pb) dengan jangka waktu yang lama akan menyebabkan insomnia, rasa bingung atau pikiran yang kacau, penurunan konsentrasi, serta gangguan ingatan. Gejala lain akibat keracunan timbal (Pb) secara kronik seperti

penurunan libido, infertilitas pada pria, masalah haid dan keguguran pada wanita, serta kematian pada janin (Rahayu & Solihat, 2018).

4. Efek Toksik Timbal (Pb) Pada Kesehatan

Jumlah timbal (Pb) dalam tubuh yang sudah melewati ambang batas memiliki efek negatif baik itu pada anak-anak maupun orang dewasa. Pada anak-anak timbal (Pb) bisa menyebabkan penurunan kecerdasan atau IQ, merusak otak dan ginjal (Laili, 2019).

a) Efek Timbal (Pb) Pada Sintesis Hemoglobin

Timbal (Pb) dalam tubuh yang berlebihan dapat menyebabkan anemia, hal ini dikarenakan timbal (Pb) dapat menghambat proses pembentukan hemoglobin (Hb). Paparan timbal (Pb) berlebihan akan menyebabkan meningkatnya kadar ALA (Amino Levulinic Acid) pada darah dan urin, yang mengakibatkan kadar protoporfirin yang ada pada sel darah merah meningkat dan membuat umur sel darah merah menjadi singkat, pendeknya umur sel darah merah menyebabkan jumlahnya menjadi rendah yang bisa mengakibatkan turunnya kadar retikulosit serta meningkatkan kadar logam Fe pada plasma darah (Rosihan & Husaini, 2017).

b) Efek Timbal (Pb) Pada Sistem Saraf

Paparan timbal (Pb) bisa mengakibatkan masalah perilaku, kognitif, motoric, penglihatan, pendengaran serat perkembangan pada sistem saraf. Hal tersebut bisa terjadi karena kemampuan timbal (Pb) dalam menembus otak dan mengganggu fungsi normal sel-sel pada saraf (Rosihan & Husaini, 2017)

c) Efek Timbal (Pb) Pada Sistem Urinaria

Paparan timbal (Pb) bisa mengakibatkan gangguan pada sistem urinaria, hal ini karena timbal (Pb) dapat menyebabkan kerusakan ginjal dengan cara menumpuk di ginjal dan menyebabkan kerusakan struktur dan fungsi ginjal, meningkatkan risiko infeksi saluran kemih (ISK), menyebabkan pembentukan batu ginjal dengan cara mengacaukan keseimbangan mineral pada urin (Rosihan & Husaini, 2017).

d) Efek Timbal (Pb) Pada Sistem Reproduksi

Paparan timbal (Pb) sangat berefek negatif pada wanita karena dapat mengakibatkan kematian pada janin saat proses kelahiran atau menyebabkan kelahiran mati (*stillbirth*) serta keguguran spontan. Pada lelaki timbal (Pb) dapat mengakibatkan hipospermi impoten, kemandulan, teratospermia dan penurunan libido (Rosihan & Husaini, 2017).

e) Efek Timbal (Pb) Pada Sistem Endokrin

Pada sistem endokrin, paparan timbal (Pb) dapat menyebabkan penurunan produksi steroid pada urin, yang mengakibatkan turunnya kecepatan produksi aldosterone dan menyebabkan gangguan fungsi tiroid (Laili, 2019).

5. Kegunaan Timbal (Pb)

Dalam industri pabrik, timbal (Pb) banyak digunakan untuk membuat gelas, penetral senyawa PVC, digunakan pada cat pewarna dengan konsistensi yang berminyak, meningkatkan reaksi oksidasi, digunakan dalam bahan bakar kendaraan yang berfungsi sebagai anti-ketuk pada kendaraan mesin, dan juga pestisida, menjadi penutup atau melapisi kabel, sebagai bahan kimia, dan lain sebagainya (Tanti dkk, 2017).

Pratiwi (2020) dalam penelitian menyatakan beberapa kegunaan timbal (Pb) dalam kehidupan sehari-hari, diantaranya:

- a) Pewarna cat
- b) Pengkilap keramik dan bahan api
- c) Dipakai dalam baterai
- d) Digunakan sebagai aditif untuk bahan bakar kendaraan

Berikut tabel penjelasan lengkap mengenai bentuk persenyawaan timbal (Pb) dan kegunaannya yang akan dijelaskan dalam tabel 1:

Tabel 1. Bentuk Persenyawaan Timbal (Pb) Dan Kegunaannya

Bentuk Persenyawaan	kegunaan
Pb dan Sb	Kabel telepon
Pb, Sn, Bi dan As	Kabel listrik
Pb dan Ni	Senyawa azida pada bahan peledak
Pb, Cr, Mo dan Cl	Sebagai pewarna cat
Pb-asetat	Pengkilap keramik serta bahan anti api
Pb dan Te	Pembangkit listrik tenaga panas
Tetramil – Pb dan Tetraetil - Pb	<i>Additive</i> pada bahan bakar kendaraan

Sumber: (Pratiwi, 2020)

6. Sumber Pencemaran Dari Timbal (Pb)

a. Sumber Alami

Secara alami timbal (Pb) dapat ditemukan di alam dengan bentuk bebatuan yang berkisar 13 mg/kg. secara khusus timbal (Pb) yang telah bercampur dengan batu fosfat dan berada pada batu pasir (*sand stone*) memiliki kadar yang lebih tinggi yaitu sekitar 100 mg/kg. Di tanah sendiri memiliki kadar timbal (Pb) berkisar 5-25 mg/kg serta pada air yang berada di bawah tanah berkisar 1-60 $\mu\text{g/liter}$ (Boymau, 2023).

b. Sumber Industri

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Pratiwi (2020), dia menyatakan ada beberapa yang sangat berpotensi menjadi sumber pencemaran timbal (Pb) baik itu industri yang menggunakan timbal (Pb) sebagai bahan baku ataupun sebagai bahan penolong misalnya sebagai berikut:

a) Industri Pengecoran Dan Pemurnian

Memproduksi timbal konsentrat (*primer lead*) dan *secondary lead* yang muncul akibat potongan logam (Pratiwi, 2020).

b) Industri Baterai

Menggunakan timbal sebagai bahan baku dasar baterai yang diproduksi terutama menggunakan *lead antimony alloy* dan *lead oxides* (Pratiwi, 2020).

c) Industri Bahan Bakar

Penggunaan beberapa jenis timbal sebagai *anti knock* pada bahan bakar (Pratiwi, 2020).

d) Industri Kimia

Penggunaan timbal sebagai bahan baku pewarna dikarenakan efek toksisitasnya yang sangat rendah (Pratiwi, 2020).

7. Persebaran Timbal (Pb) Di Lingkungan

a) Air

Timbal (Pb) di udara dapat mengalami pengkristalan dan dapat masuk ke perairan yang dibantu oleh air hujan. Selain timbal (Pb) di udara, pencemaran timbal (Pb) hasil limbah industri menyebabkan pencemaran timbal (Pb) di perairan. Timbal (Pb) dalam air dapat membuat biota laut mengalami kematian bila konsentrasinya sangat tinggi yaitu ≥ 188 mg/L (Zidan, 2021).

b) Udara

Timbal (Pb) di udara bisa disebabkan dari beberapa akibat, diantaranya asap kendaraan, cerobong asap dari pabrik yang mengolah senyawa timbal. Pada kendaraan, ketika aditif atau bahan tambahan timbal (Pb) yang terkandung dalam bahan bakar otomotif dibakar maka timbal (Pb) organik akan dikeluarkan. Logam berat timbal (Pb) yang tercampur dalam bahan bakar yang bercampur dengan oli dan mengalami proses di dalam mesin, dimana logam berat timbal (Pb) tersebut akan dikeluarkan dari gas buangan Bersama gas buangan lainnya (Zidan, 2021).

c) Makanan dan Minuman

Makanan dan minuman akan terkontaminasi timbal (Pb) jika kemasan yang digunakan merupakan kemasan kaleng, hal ini disebabkan

makanan atau minuman yang sudah diasamkan dapat melarutkan timbal (Pb) yang terdapat di wadahnya. Selain makanan dan minuman kaleng ada beberapa jenis makanan yang mengandung timbal (Pb) diantaranya buah dan sayuran, ginjal dan hati ternak, ikan, dan kelompok *molusa* (kerang-kerangan) serta *crustacea* (udang-udangan) (Zidan, 2021).

8. Hal-Hal Yang Dapat Mempengaruhi Penumpukan Timbal (Pb) Dalam Tubuh

a. Pekerjaan

Ada beberapa kelompok profesi yang sangat berpotensi besar terpapar timbal (Pb) dalam tubuhnya, diantaranya yaitu profesi yang bersinggungan langsung dengan asap kendaraan seperti operator SPBU, tukang parkir, polisis lalu lintas, pekerja bengkel, tempat pencucian mobil dan motor, pekerjaan pabrik baterai, pekerja konstruksi dan lain sebagainya. Besarnya pengaruh paparan dengan profesi disebabkan karena penggunaan timbal (Pb) sebagai bahan baku, dan hasil pembakaran emisi kendaraan (Laili, 2019).

b. Masa Kerja

Kandungan timbal (Pb) yang tinggi dalam tubuh memiliki kecenderungan pada lama bekerja (> 3 tahun dari awal masuk bekerja) seseorang, semakin lama masa kerja seseorang maka semakin besar jumlah udara yang mengandung timbal (Pb) terhirup hingga menyebabkan penumpukan logam berat tersebut di dalam tubuh dan meningkatkan keterpaparan timbal (Pb) (Laili, 2019).

c. Lama Jam Kerja Perhari

Lamanya jam kerja perhari bisa membuat perpanjangan waktu paparan timbal (Pb) dalam tubuh, hal ini disebabkan semakin lama dan sering seseorang berada di tempat dengan kontaminasi timbal (Pb) semakin besar jumlah timbal yang akan terabsorpsi ke dalam tubuh (Laili, 2019).

d. Tingkat Ke higienisan

Tingkat ke higienisan atau kebersihan seseorang dapat mempengaruhi paparan timbal dalam dirinya, semakin ter jaganya kebersihan diri seseorang maka menurunkan risiko paparan timbal (Pb) melalui jalur pencernaan atau oral pada dirinya (Laili, 2019).

e. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)

Alat pelindung diri merupakan serangkaian alat yang diperlukan seorang pekerja untuk memproteksi diri saat melakukan pekerjaan yang memiliki risiko pada keselamatan dan Kesehatan dirinya. Penyepelan penggunaan alat pelindung diri akan membuat tingkat keselamatan dalam bekerja menjadi sangat kecil, penggunaan alat pelindung diri di tempat yang tepat seperti di SPBU meminimalisir terjadinya paparan zat beracun seperti logam berat timbal (Pb) (Ardillah, 2016).

f. Usia

Seiring dengan bertambahnya usia akan membuat kualitas organ tubuh atau fungsi organ-organ tubuhnya menjadi menurun, dan menjadikan tubuh tidak bisa menyaring zat-zat toksik yang masuk dalam tubuh secara maksimal dan menyebabkan penumpukan zat-zat toksik yang akan menyebabkan keracunan (Sugiani, 2023).

9. Nilai Ambang Batas Timbal (Pb) Dalam Tubuh Manusia

Menteri kesehatan Indonesia telah mengeluarkan keputusan pada tahun 2002 mengenai ambang batas timah hitam atau timbal (Pb) pada sampel atau spesimen biomarker manusia. Dimana pemeriksaan timah hitam atau timbal (Pb) dengan spesimen manusia menggunakan beberapa jenis spesimen seperti darah, rambut dan urin seperti yang ditulis dalam Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1406/Menkes/IX/2002 mengenai standar pemeriksaan timah hitam pada biomarker manusia, ambang batas timah hitam pada specimen manusa sebagai berikut:

a. Spesimen Darah

Ambang batas timbal (Pb) dalam darah pada usia dewasa adalah 10-25 $\mu\text{g/dL}$.

b. Spesimen Rambut

Ambang batas timbal (Pb) pada spesimen rambut adalah $<12 \mu\text{g/g}$.

c. Spesimen urin

Ambang batas timbal (Pb) dalam spesimen urin adalah 0.15 mg/L .

C. Tinjauan Umum Rambut Manusia

1) Pengertian Rambut

Rambut adalah suatu sel yang berbentuk serabut dan tumbuh hampir diseluruh permukaan kulit kecuali telapak tangan dan kaki, sisi dorsal pada falang distal jemari, labia minora serta pada batang kelamin pria. Pada rambut memiliki kandungan kimia utama yaitu protein keratin yang terbagi menjadi 18 jenis asam amino, kandungan lain yang terdapat pada rambut berupa pigmen melanin (3%), elemen kecil berupa mangan, kalsium, magnesium, seng, besi serta tembaga, dan lemak (1-9%) yang terdiri atas squalane, monogliserida, digliserida, trigliserida, asam lemak bebas, kolesterol, ester kolesterol, dan asam lemak (Turyani, 2016)..

Rambut manusia bisa tumbuh hingga $0,35 \text{ mm/hari}$ dan 100 lembar helai rambut pada kepala manusia bisa rontok perharinya. Pertumbuhan rambut manusia akan dimulai pada sepuluh minggu pertama kehamilan hingga mencapai kematangan akhir menjadi folikel rambut yang sempurna. Pada manusia dengan kondisi rambut sehat akan memiliki sekitar $80.000-120.000$ helai rambut terminal pada bagian kepala (Morgan dkk, 2023).

Rambut terdiri atas:

- a) Rambut panjang dimana rambut ini biasanya terdapat pada bagian kepala, pubis dan jenggot manusia (Zulisa dkk, 2021).
- b) Rambut pendek dimana rambut ini biasanya berada didalam lubang hidung, liang dalam telinga serta pada alis (Zulisa dkk, 2021).
- c) Rambut bulu *lanugo* yang terpadat pada seluruh bagian tubuh manusia (Zulisa dkk, 2021).

- d) Rambut seksual yang berada dibagian kemaluan dan ketiak (Zulisa dkk, 2021).

2) Fungsi Rambut

Rambut pada manusia memiliki banyak fungsi tergantung letaknya, selain menambah estetika pada tubuh rambut bisa berfungsi sebagai pelindung kulit, sebagai indra dan lain sebagainya (Turyani, 2016). Fungsi rambut tergantung letaknya dijelaskan oleh (Zulisa dkk, 2021) sebagai berikut:

a) Rambut pada bagian kepala

Rambut yang terletak di kepala berfungsi melindungi kepala serta kulit kepala dari sengatan sinar matahari atau UV secara langsung, melindungi dari benda asing, serta udara dingin (Zulisa dkk, 2021).

b) Rambut pada bagian alis

Rambut alis berfungsi sebagai penambah keindahan pada wajah, pelindung dari keringat yang berasal dari dahi serta benda asing yang bisa saja masuk kedalam mata (Turyani, 2016).

c) Rambut yang terdapat pada lubang hidung

Rambut yang ada didalam lubang hidung selain berfungsi sebagai penyaring mikroorganisme atau debu, rambut ini juga berfungsi sebagai memberikan kelembaban udara yang terhirup (Zulisa dkk, 2021).

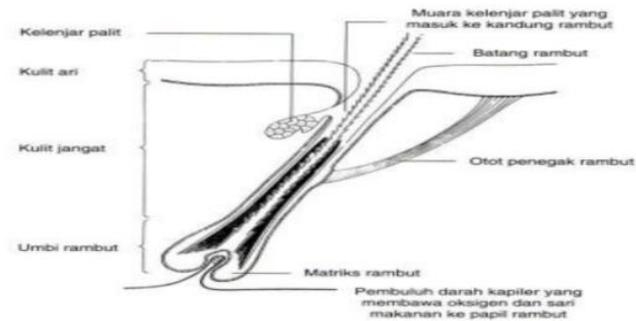
d) Rambut pada tangan dan kaki

Rambut pada kedua anggota tubuh ini memiliki fungsi sebagai alat reseptor atau alat sensor yang bisa mendeteksi keadaan disekitarnya serta membantu melindungi kulit dari benda asing (Turyani, 2016).

3) Anatomi rambut manusia

Rambut manusia memiliki kandungan kimia utama yang berupa keratin, pada rambut proses pembentukan keratin hampir sama dengan proses pembentukan keratin kulit. Akan tetapi pada rambut yang membentuk ada keratin keras sedangkan pada kulit berupa keratin lunak. (Harissya dkk, 2023). Semua rambut memiliki batang yang bebas dan akar yang tumbuh

dalam kulit, akar rambut dilapisi oleh folikel rambut yang memiliki bentuk tabung terdiri dari bagian epidermis (epitel), dan bagian yang basal dari dermis (jaringan ikat) (Wida, 2015).



Gambar 3. Susunan Kandungan Rambut

Sumber : (Turyani, 2016).

1. Struktur anatomi rambut

Kondisi dimana rambut tebal dan memiliki warna yang banyak tumbuh pada area tertentu pada tubuh manusia, area ini berupa kepala, axilla (ketiak) dan area seksual manusia (Harissya dkk, 2023). Rambut ini disebut juga tipe rambut terminal. Rambut dihasilkan didalam folikel rambut atau lubang tempat pertumbuhan rambut, bagian-bagian rambut yang ada dalam folikel rambut berupa:

a) Akar rambut

Akar rambut terpadat di bawah folikel rambut yang paling besar dimana tempat ini pertumbuhan rambut dimulai (Harissya dkk, 2023).

b) Papilla rambut

Papilla rambut berada di paling bawah dari akar rambut, papilla rambut sendiri merupakan tempat rambut tumbuh. Pada bagian papilla terdapat banyak kapiler darah yang akan menyalurkan nutrisi pada rambut yang akan tumbuh di atasnya (Turyani, 2016).

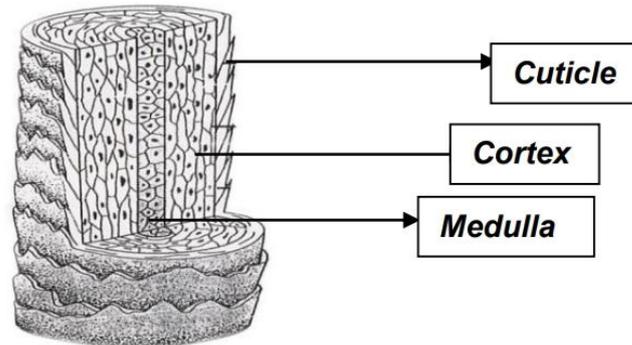
c) Matriks rambut

Berupa sarung akar rambut yang menjaddi salah satu penyusun akar rambut, matriks rambut akan memeluk atau melapisi papilla rambut. Matriks rambut dibentuk oleh sel yang secara aktif

membelah dan berperan dalam pertumbuhan rambut (Turyani, 2016).

d) Batang rambut

Batang rambut terdiri atas 3 lapisan utama (Harissya dkk, 2023), yaitu:



Gambar 4. Susunan Batang Rambut

Sumber : (Harissya dkk, 2023)

1. Kulit ari (*Cuticle*)

Cuticle atau kutikula merupakan lapisan paling luar dari batang rambut, kutikula disusun oleh 7-10 sel-sel tanduk pipih, keras dan tembus pandang atau juga tembus cahaya. Sel-sel ini saling tumpang tindih dalam melindungi lapisan dalam (Harissya dkk, 2023).

2. Kulit rambut (*Cortex*)

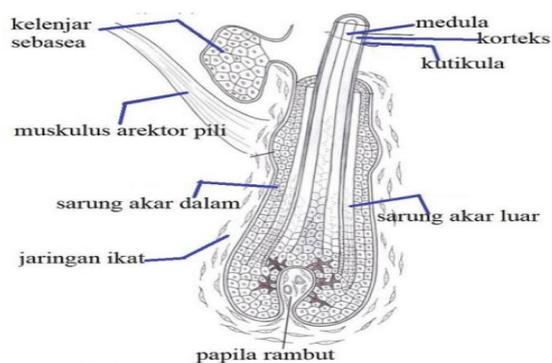
Kulit rambut tersusun atas tumpukan benang halus yang mengandung keratin atau sel tanduk, pada bagian ini mengandung pigmen rambut sangat banyak serta berperan dalam kekuatan dan kelenturan rambut (Harissya dkk, 2023).

3. Sumsu rambut (*Medulla*)

Sumsu rambut adalah bagian rambut paling pusat rambut, bagian ini disusun oleh sel-sel tanduk mengeriput membuat bentuknya menjadi tidak menentu (Harissya dkk, 2023).

e) Saraf sensor

Filokel rambut berpautan pada ujung saraf sensorik, hal ini akan membuat manusia dapat merasakan sensasi seperti sentuhan atau tekanan (Turyani, 2016).

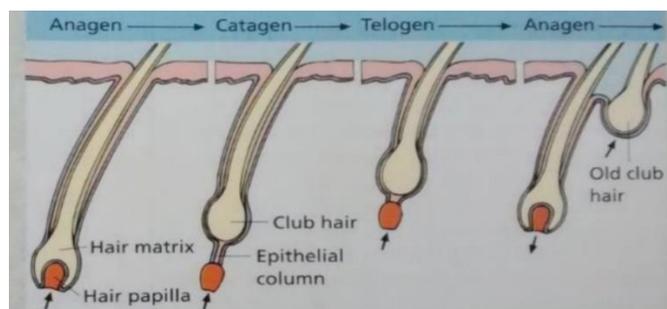


Gambar 5. Anatomi Rambut

Sumber : (Turyani, 2016).

4. Siklus pertumbuhan rambut

Rambut pada manusia terus bertumbuh dan rontok setiap harinya, siklus tumbuh dan rontoknya rambut terdiri dari tiga fase yaitu fase anagen, katagen dan telogen (Turyani, 2016). Berikut fase-fase dari siklus pertumbuhan rambut:



Gambar 6. Fase Pertumbuhan Rambut

Sumber : (Turyani, 2016)

a) Fase anagen

Fase anagen atau fase pertumbuhan aktif, sel-sel pada akar rambut akan selalu membelah tanpa henti dan membuat rambut baru terbentuk, hal ini akan membuat rambut tumbuh sekitar 1 cm setiap 28 hari (Turyani, 2016).

b) Fasen katagen

Pada fase ini pembelahan sel akan mengalami perlambatan dan membuat kemunduran pada pertumbuhan folikel. Perlambatan pertumbuhan folikel akan membuat folikel berubah bentuk hingga menjadi kecil, hal tersebut akan membuat rambut akan terpisah dari papilla atau akar rambut dan membuat rambut bergerak menuju kulit kepala (Turyani, 2016).

c) Fase telogen

Fase telogen disebut juga fase istirahat, dimana rambut yang telah terputus dari papilla akan menetap pada saluran folikel rambut selama beberapa minggu, fase ini akan selesai jika fase anagen telah terbentuk. Saat fase anagen dimulai, folikel rambut akan terbuka dan membuat rambut baru tumbuh. Pertumbuhan rambut baru akan membuat rambut lama terdesak keluar dan menjadi rambut yang rontok (Turyani, 2016).

4) Rambut Sebagai Indikator Pemeriksaan Timbal (Pb)

Pemeriksaan timbal (Pb) dalam tubuh bisa menggunakan beberapa jenis sampel salah satunya rambut. Saat masuk ke dalam tubuh baik itu melalui jalur inhalasi, pencernaan atau pengabsorbsian melalui kulit. Timbal (Pb) akan masuk ke dalam pembuluh darah dan eritrosit akan mengikat timbal (Pb) yang ada di darah sebanyak 95% dan sisa 5% akan diikat oleh plasma darah. Selanjutnya darah akan membawa timbal (Pb) ke seluruh tubuh untuk disimpan pada beberapa jenis jaringan lunak maupun keras seperti rambut. Di dalam rambut terdapat gugus sulfhidril dan sulfida yang memiliki kemampuan dalam mengikat unsur logam yang ada di dalam tubuh, saat darah beredar dan melewati gugus sulfhidril dan sulfide maka gugus ini akan mengikat dan membawa logam berat timbal (Pb) hingga dapat memasuki dan tersimpat pada batang rambut (Zidan, 2021). Timbal (Pb) yang ada di dalam tubuh akan diekskresikan, seperti pada darah diekskresikan setelah 25 hari, pada jaringan seperti rambut akan

dieksresikan setelah 40 hari, dan pada jaringan tulang akan dieksresikan setelah 25 tahun (Ardilla, 2016).

D. Tinjauan Umum Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU)

Stasiun pengisian bahan bakar umum atau lebih dikenal dengan SPBU atau juga disebut sebagai pom bensin merupakan suatu jenis prasarana yang bersifat umum bagi seluruh lapisan masyarakat, SPBU diadakan oleh distributor bahan bakar minyak (BBM) agar pemenuhan kebutuhan akan bahan bakar pada masyarakat dapat tercapai secara mudah dan merata tanpa terkecuali. SPBU menyediakan beberapa jenis bahan bakar minyak (BBM) diantaranya seperti Pertalite, Pertamax, Pertamax Turbo, Solar, Dexlite dan berbagai jenis bahan bakar minyak lainnya. Indonesia memiliki Perusahaan milik negara yang bergerak dalam pendistribusian bahan bakar minyak (BBM) pada masyarakat yang biasanya dikenal dengan nama Pertamina. Ada beberapa jenis SPBU yang telah dikeluarkan oleh pihak Pertamina, diantaranya SPBU berwarna merah, biru, dan warna hijau (Andika, 2022).

E. Tinjauan Umum pemeriksaan timbal (Pb)

Pemeriksaan Timbal (Pb) dapat dilakukan dengan beberapa jenis metode diantaranya dengan cara menggunakan metode spektrofotometer. Dikutip dari penelitian yang dilakukan oleh Kusuma (2023) spektrofotometer merupakan alat yang mampu mengukur serta menganalisis spektrum sampel. Berbagai macam spektrofotometer yang ada di pasaran tergantung pada kebutuhan dan persyaratan pengaplikasiannya. Spektrofotometer bekerja dengan melewatkan berkas cahaya melalui sampel dan mengukur intensitas cahaya sampel (Kusuma, 2023).

1. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)



Gambar 7. Spektrofotometer Serapan Atom AA7000
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

Spektrofotometer serapan atom (SSA) adalah sebuah alat yang digunakan di dalam laboratorium, alat ini berfungsi untuk menguji atau menentukan konsentrasi dari sampel larutan yang mengandung unsur logam. Prinsip kerja dari spektrofotometer serapan atom (SSA) melibatkan penyerapan energi elektromagnetik oleh atom-atom unsur yang diuji, atom-atom unsur tersebut diserap oleh energi cahaya pada panjang gelombang tertentu yang kemudian diukur untuk menentukan konsentrasi unsur yang ada di dalam larutan sampel (Afifah, 2020). Pemeriksaan timbal (Pb) dengan menggunakan alat spektrofotometer serapan atom menggunakan panjang gelombang 283,3 nm serta menerapkan 2 jenis preparasi sampel, yaitu destruksi basah dan destruksi kering (Yulistika, 2023).

Kelebihan dari spektrofotometer serapan atom (SSA) diantaranya ketepatan dan ketelitian pengukuran konsentrasi unsur logam yang berada pada sampel larutan, kepekaan terhadap konsentrasi yang rendah, dan kemampuan untuk bekerja untuk berbagai jenis unsur logam. Namun, ada beberapa kekurangan yang dimiliki alat ini diantaranya keterbatasan dalam menentukan konsentrasi unsur yang terdapat dalam bentuk ion kompleks, dan kebutuhan akan kalibrasi yang cermat untuk memastikan akurasi hasil pengukuran (Afifah, 2020).

Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) memiliki beberapa instrument didalamnya, seperti sumber sinar, penyimpanan sampel, monokromator, detektor dan *readout* (Sugiani, 2023).

a) Sumber Sinar

Pada alat SSA sumber sinar yang umumnya digunakan berasal dari lampu katoda (*hollow cathode lamp*). Sumber sinar yang digunakan biasanya terdiri dari tabung dari kaca yang tertutup dan dilapisi suatu logam dengan katoda dan anoda didalamnya. Tabung logam ini berisi suatu gas mulia berupa neon dan argon (Pangaribuan, 2017). Sumber sinar akan bekerja dan menghasilkan pancaran suatu energi yang didasarkan pada penyerapan atom. Sumber sinar ini harus bisa

membuat sinar yang serupa pada penyerapan atom-atom dalam sampel (Sugiani, 2023).

b) Tempat Sampel

Pengukuran logam berat menggunakan alat SSA harus melewati penguraian agar menjadi atom-atom netral (Pangaribuan, 2017).

c) Monokromator

Monokromator berperan dalam pemisahan dan pemilihan panjang gelombang yang akan digunakan dalam pengukuran spesimen. Monokromator berisi *chopper* yang berfungsi sebagai pemisah radiasi spektrum yang tidak dibutuhkan dari radiasi yang dikeluarkan lampu katoda (Sugiani, 2023).

d) Detektor

Detektor atau bisa juga disebut sensor merupakan alat yang mengukur intensitas sinar yang melewati tempat pengamatan (Pangaribuan, 2017)

e) *Readout*

Readout adalah komponen alat yang berfungsi penunjuk atau dikenal dengan pencatatn hasil pemeriksaan. Hasil pemeriksaan yang dikeluarkan berupa kurva atau angka yang menunjukkan absorbansi atau intensitas emisi (Pangaribuan, 2017).

2. Spektrofotometer Ultraviolet-Visible (UV-Vis)



Gambar 8. Spektrofotometer UV-Vis
Sumber: Andaru Analisis Sains (2021)

Spektrofotometer UV-Vis adalah alat laboratorium yang digunakan untuk mengukur absorbansi atau transmisi cahaya pada Panjang gelombang ultraviolet dan tampak. Prinsip kerja alat ini menggunakan

cahaya ultraviolet dan tampak yang akan diserap oleh senyawa kimia yang diuji. Kelebihan alat ini adalah memiliki kepekaan yang tinggi dapat digunakan untuk berbagai jenis senyawa, dan memberikan hasil pengukuran lebih cepat. Sedangkan kekurangan alat ini adalah terbatas dalam menentukan struktur senyawa kompleks dan rentan terhadap interferensi senyawa di dalam larutan lain (Afifah, 2020).

F. Tinjauan Umum Destruksi

Destruksi merupakan suatu tindakan pelarutan, pemecahan atau mengubah sampel yang berbentuk padat menjadi cair sehingga dapat diukur kandung yang berupa unsur-unsur yang ada di dalamnya. Destruksi biasa juga disebut sebagai perombakan, dimana logam berbentuk organik diubah menjadi logam-logam anorganik. Destruksi dibagi menjadi 2 jenis, yaitu destruksi kering dan destruksi basah. Dua metode destruksi tersebut memiliki cara pengerjaan, waktu pemanasan atau pendestruksian yang berbeda (Nurmalasari, 2016).

1. Destruksi Basah (*Wet Digestion*)

Dikutip dari penelitian yang dilakukan oleh Nurmalasari (2016) destruksi basah merupakan suatu pemanasan sampel dengan menambahkan asam-asam kuat baik tunggal maupun campuran antar beberapa jenis asam. Pada destruksi basah digunakan beberapa jenis pelarut diantaranya asam nitrat (HNO_3), asam sulfat (H_2SO_4), asam perklorat (HClO_4) dan asam klorida (HCl). Destruksi basah akan dikatakan sempurna jika sampel yang telah dicampurkan pengoksidasi kemudian dipanaskan beberapa menit menghasilkan warna larutan yang jernih, hal tersebut menunjukkan bahwa semua konstituen yang telah larut secara sempurna (Nurmalasari, 2016).

Destruksi basah memiliki beberapa keunggulan yang tidak dimiliki oleh destruksi kering, diantaranya pengaplikasian destruksi basah dapat meminimalisir resiko kebakaran dan ledakan hal ini dikarenakan destruksi basah menggunakan suhu yang sangat rendah dibanding dengan destruksi kering, waktu pengerjaan yang lebih singkat, tidak menimbulkan banyak

sampah, unsur-unsur yang berada dalam sampel tidak banyak yang menguap akibat pemanasan. Sedangkan untuk kekurangan dari metode ini adalah pengolahan limbah bahan kimia yang sedikit kompleks (Nurmalasari, 2016).

2. Destruksi Kering (*Dry Ashing*)

Destruksi kering adalah merubah logam organik pada sampel menjadi logam-logam anorganik dengan cara mengabukan sampel pada *muffle furnace* serta memerlukan suhu pemanasan yang sangat tinggi. Pada saat pemanasan atau pengabuan dibutuhkan suhu tinggi berkisar 400-800°C, penggunaan suhu disesuaikan dengan jenis sampel yang akan diukur. Kelebihan metode ini diantaranya pengerjaannya menggunakan metode lebih sederhana, pengerjaan sampel dalam jumlah besar lebih mudah, dapat digunakan pada berbagai jenis sampel. Adapun kekurangan dari metode ini yaitu membutuhkan waktu pengerjaan yang lama, tingginya suhu yang digunakan bisa menyebabkan unsur-unsur dalam sampel berkurang drastis, resiko kebakaran dan ledakan yang tinggi akibat penggunaan temperatur suhu sangat tinggi (Nurmalasari, 2016).