

Skripsi

**ANALISIS TIMBAL (Pb) DALAM BAHAN BAKAR PERTALITE DAN
PERTAMAX DI SPBU MAKASSAR MENGGUNAKAN METODE
SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM (SSA)**

YAYUK TRI UTAMI

H031171323



DEPARTEMEN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

**ANALISIS TIMBAL (Pb) DALAM BAHAN BAKAR PERTALITE DAN
PERTAMAX DI SPBU MAKASSAR MENGGUNAKAN METODE
SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM (SSA)**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Sains pada Departemen Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin*

YAYUK TRI UTAMI

H031171323

DEPARTEMEN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS TIMBAL (Pb) DALAM BAHAN BAKAR PERTALITE DAN PERTAMAX DI SPBU MAKASSAR MENGGUNAKAN METODE SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM (SSA)

Disusun dan diajukan oleh:



YAYUK TRI UTAMI
H031171323

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sidang Sarjana Program Studi
Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 28 Desember 2021
dan dinyatakan telah memnuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

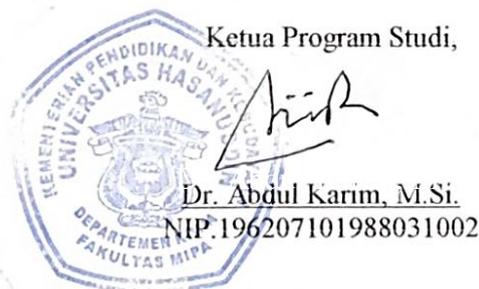
Pembimbing Utama,

Dr. Syarifuddin Liong, M.Si
NIP. 195205051974031002

Pembimbing Pertama,

Dr. Nursiah La Nafie, M.Sc
NIP. 195805231987102001

Ketua Program Studi,



Dr. Abdul Karim, M.Si.
NIP.196207101988031002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yayuk Tri Utami

NIM : H031171323

Program Studi : Kimia

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul Analisis Timbal (Pb) dalam Bahan Bakar Pertalite dan Pertamina di SPBU Kota Makassar Menggunakan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 28 Desember 2021

Yang Menyatakan



Yayuk Tri Utami

YAYUK TRI UTAMI

LEMBAR PERSEMBAHAN

**It was not your talent,
It was Allah's mercy.
It was not your hard work,
It was Allah's grace.
It was not your knowledge,
It was Allah's wisdom.**

PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim...

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam penulis kirimkan kepada Nabi Muhammad SAW, beserta para sahabat dan keluarga baginda yang telah memberikan tauladan dalam menjalani kehidupan di dunia dan di akhirat. Rasa syukur tak hentinya penulis ucapkan atas kesempatan yang Allah berikan untuk menyelesaikan skripsi penulis yang berjudul “**Analisis Timbal dalam Bahan Bakar Pertalite dan Pertamina di SPBU Makassar Menggunakan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)**” dengan baik dan menjadi salah satu syarat penulis untuk menyelesaikan studi di Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Proses dalam menyelesaikan skripsi ini tidaklah mudah, namun berkat doa, bantuan, dukungan, serta semangat yang diberikan oleh orang-orang terkasih penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.

Penulis ingin menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada dua orang terkasih yaitu Ibunda **Suhania** dan Ayahanda **Suriatno**. Terimakasih atas segala doa, kasih sayang, semangat, serta dukungan moral ataupun finansial yang telah diberikan kepada penulis. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan balasan terbaik untuk Ibunda dan Ayahanda penulis. Terimakasih kepada saudara penulis Mbak **Liya** dan Kak **Takim** beserta kedua ponakan yang sangat ganteng **Er** dan **Im** yang selalu siap mendengar keluh kesah penulis, memberikan nasihat, bantuan, motivasi dan dukungan kepada penulis. Terimakasih penulis ucapkan kepada **Om Has, Mami, Mama Iyem, Fitria, Mbok, Nenek** serta semua

keluarga besar penulis yang telah banyak memberikan kasih sayang, perhatian, bantuan, dan dukungan kepada penulis selama ini. Semoga Allah SWT selalu memberikan lindungan kepada orang-orang yang penulis sayangi sekaligus melimpahkan rahmat-Nya kepada mereka semua.

Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang tulus kepada Bapak **Dr. Syarifuddin Liong, M.Si** dan Ibu **Dr. Nursiah La Nafie, M.Sc** selaku pembimbing yang akan sangat dirindukan oleh penulis. Terimakasih banyak karena telah meluangkan waktu dan pikiran, memberikan arahan, ilmu yang tak ternilai, serta motivasi kepada penulis dalam menjalankan proses penelitian dan menyelesaikan skripsi ini. Penulis memohon maaf sebesar-besarnya atas segala kesalahan selama persiapan hingga selesainya skripsi ini. Semoga Bapak dan Ibu selalu diberikan kesehatan oleh Allah SWT. Penulis juga mengucapkan terimakasih banyak kepada Ibu **Dr. Paulina Taba, M. Phill** selaku ketua penguji dan Bapak **Dr. Syahrudin Kasim, S.Si., M.Si** selaku sekretaris penguji yang telah memberikan banyak arahan kepada penulis. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak **Dr. Abd. Karim, M.Si** dan Ibu **Dr. St. Fauziah, M.Si** selaku ketua dan sekretaris departemen kimia beserta segenap dosen kimia yang telah membagi membimbing dan membantu penulis selama menempuh studi di Departemen Kimia.
2. Seluruh staff Departemen Kimia dan Fakultas MIPA, terkhusus **Pak Haerul, Kak Rahma**, dan **Pak Taufik** yang senantiasa membantu penulis.
3. Seluruh Analis Laboratorium Kimia, terkhusus **Kak Fiby** yang selalu memberikan solusi dan membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian.
4. **Eriska Regita** dan **Indah Suci** selaku sahabat sekaligus rekan penelitian penulis yang selalu ada untuk menemani penulis dari awal pengerjaan

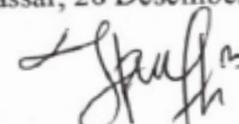
hingga akhir penelitian serta selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.

6. *Home-mate* “**Tante Anti**”, **Ari, Amma, Ainun** dan **Uni** yang selalu ada dalam suka dan duka untuk penulis.
7. **Irja, Ellsa, Koko Yos, Andre, Mecha, Cimel, Cakep, Mas Topik, Nisa 2000**, dan **Ishar** yang banyak penulis repotkan, selalu menemani, memberikan semangat serta menghibur penulis selama proses penyelesaian skripsi.
8. **Rafiqi, Bembot, Ramlah, Trimel, Ica, Haini, Lulu, Wini, Alpi, Mona, Alim, Sultan, Aidul, Fathir, Ebet, Fatam, Uri** dan teman-teman **KIMIA 2017** yang telah membantu serta memberikan semangat kepada penulis selama penelitian ini.
9. Teman-teman magang **Lab Forensik “Amer Sayang”**, **Mecha, Ellsa, Amaa, Rafiqi, Ishar, Dirga, Joe** dan **Talha** yang banyak membantu dan memberikan dukungan selama proses magang.
10. Teman-teman **ALIFATIK 2017**, terima kasih untuk selalu bersama dan membantu penulis, baik dalam dunia perkuliahan maupun di dunia organisasi. Terima kasih untuk selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis. Semoga kekeluargaan dan persahabatan kita tidak berakhir seiring berakhirnya perjalanan kita di Unhas.
11. **Ketua Geng** yang selalu sabar mendengar keluh kesah, menjadi partner diskusi, membagikan ilmunya, membantu, memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
12. **Kak Sapril** dan **teman-teman STT MIGAS Balikpapan** yang berbaik hati membantu dan membagikan ilmunya kepada penulis.

13. **Indri dan Yayan** selaku teman penulis yang selalu memberikan semangat kepada penulis.
14. Sahabat penulis sejak bayi “**Wacana Squad**” **Rinto, Fajar, Pipin, Laras, Pipi, Sindi, Tari** yang selalu menghibur dan memebrikan semangat kepada penulis selama ini.
15. Organisasi **KMK FMIPA UNHAS** dan **BEM FMIPA Unhas** terimakasih untuk pelajaran-pelajaran berharga yang telah diberikan selama penulis berorganisasi.
16. Teman-teman angkatan **MIPA 2017** yang memberikan pengalaman baru bagi penulis.
17. **Semua pihak** yang tidak sempat penulis sebutkan, terimakasih telah membantu dalam menyelesaikan skripsi, memberikan dukungan, dan doa. Semoga Allah SWT membalas kebaikan kita semua.

Penulis sadar akan banyaknya kekurangan dalam penyelesaian skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat menghargai apabila terdapat kritik dan saran yang membangun dalam perbaikan dan penyempurnaannya. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dalam pengembangan wawasan bidang ilmu kimia secara umum serta bernilai pahala dan ibadah di sisi Allah SWT. Aamiin allahumma aamiin.

Makassar, 28 Desember 2021



Yayuk Tri Utami

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kadar logam timbal (Pb) pada bahan bakar minyak pertalite dan pertamax yang terdapat pada SPBU kota Makassar. Penentuan kadar timbal pada penelitian ini menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) yang dilakukan pada 7 titik yang tersebar di Kota Makassar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar logam timbal yang terdapat dalam bahan bakar minyak berupa pertalite di SPBU Kota Makassar adalah SPBU Racing: 0,2594 mg/L, SPBU Pettarani: 0,13291 mg/L, SPBU Sungai Saddang Baru: 0,1329 mg/L, SPBU Masjid Raya: 0,2594 mg/L, SPBU Rappocini: 0,1329 mg/L, sedangkan di SPBU Tamalanrea dan SPBU Jl. Perintis Kemerdekaan: tidak terdeteksi adanya logam timbal. Kadar timbal yang terdapat dalam bahan bakar berupa pertamax di SPBU Kota Makassar adalah SPBU Pettarani: 0,5126 mg/L, SPBU Masjid Raya 0,0063 mg/L, sedangkan di SPBU Tamalanrea, SPBU Jl. Perintis Kemerdekaan, SPBU Racing, SPBU Sungai Saddang Baru dan SPBU Rappocini: tidak terdeteksi adanya logam timbal. Hasil analisis menunjukkan bahwa bahan bakar jenis pertalite dan pertamax pada beberapa SPBU di Kota Makassar tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh Dirjen Migas.

Kata Kunci: Minyak Bumi, Pertalite, Pertamax, Logam berat, Timbal, SSA

ABSTRACT

This research was to analyze of lead metal (Pb) in pertalite fuel and pertamax in Makassar gas stations and to determine of lead metal (Pb) in fuel that has met the requirements of fuel quality based on regulations of the Director General of Oil and Gas. Determination of lead in this study used the method of Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) conducted at 7 points scattered in Makassar. The results showed that the lead metal contained in pertalite fuel at Makassar gas stations are Racing gas station: 0.2594 mg/L, Pettarani gas station: 0.1329 mg/L, Sungai Saddang Baru gas station: 0.1329 mg/L, Mesjid Raya gas station: 0.2594 mg/L, Rappocini gas station: 0.1329 mg/L, while at Tamalanrea gas station and Perintis Kemerdekaan gas station: no lead metal was detected. The lead contained in the fuel in pertamax at Makassar gas station is Pettarani gas station: 0.5126 mg/L, Mesjid Raya gas station: 0.0063 mg/L while at Tamalanrea gas station, Perintis Kemerdekaan gas station, Racing gas station, Sungai Saddang Baru gas station, and Rappocini gas station: no lead metal detected. The results of the analysis showed that pertalite and pertamax type fuel at several gas stations in Makassar does not met the standards set by the Director General of Oil and Gas.

Keywords: Petroleum, Peralite, Pertamax, Heavy Metals, Lead, AAS

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK.....	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	6
1.3.1 Maksud Penelitian	6
1.3.2 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Minyak Bumi	7
2.2 Komponen Minyak Bumi	8
2.2.1 Komponen Hidrokarbon	9
2.2.2 Komponen Non-Hidrokarbon.....	12
2.3 Kualitas Bahan Bakar Minyak.....	13

2.4 Pertalite	13
2.5 Pertamina	15
2.6 Logam Berat	17
2.7 Logam Timbal (Pb).....	18
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Bahan Penelitian.....	21
3.2. Alat Penelitian	21
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
3.4 Prosedur Penelitian.....	21
3.4.1 <i>Sampling</i>	21
3.4.2 Penentuan Kadar Logam.....	22
3.4.2.1 Pembuatan Larutan Iodin 3%	22
3.4.2.2 Pembuatan Larutan Ditizon 0,001%	22
3.4.2.3 Pembuatan Larutan Baku Kerja Ion Logam Pb ²⁺ 1000 mg/L	22
3.4.2.4 Pembuatan Larutan <i>Intermediate</i> Ion Logam Pb ²⁺ 50 mg/L	23
3.4.2.5 Pembuatan Deret Larutan Standar Pb ²⁺	23
3.4.2.6 Penentuan Kurva Standar Logam Timbal	23
3.4.2.7 Penentuan Kadar Pb dalam Sampel.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Kesimpulan.....	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA.....	30
LAMPIRAN.....	34

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Komponen minyak bumi (<i>Crude Oil</i>).....	8
2. Spesifikasi Pertalite.....	14
3. Spesifikasi Pertamina.....	16
4. Hasil analisis konsentrasi timbal (Pb) dalam Pertalite	26
5. Hasil analisis konsentrasi timbal (Pb) dalam Pertamina.....	27
6. Data hasil pengukuran larutan standar timbal dengan SSA	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. (a) Struktur kimia butana, (b) cis-2-butena dan (c) 1-butuna	9
2. (a) Struktur kimia siklobutana dan (b) sikloheksana	10
3. (a) Struktur kimia benzena dan (b) naftalena	10
4. Logam Timbal	18
5. Reaksi iodine dengan Pb^{2+} dan Reaksi ditizon dengan Pb^{2+}	26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	halaman
1. Diagram alir penelitian	35
2. Bagan kerja	36
3. Perhitungan pembuatan larutan	38
4. Pengolahan data	41
5. Dokumentasi	45

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol/Singkatan	Arti
ASTM	<i>American Standard Method</i>
BPH	Badan Pengatur Hilir
BPUH	Badan Pelaksana Usaha Hulu
ETBE	<i>Ethyl Tertiary Buthyl Ether</i>
HOMC	<i>High Octane Mogas Component</i>
ICP	<i>Inductively Coupled Plasma</i>
IQ	<i>Intellegence Quotient</i>
kPa	Kilopascal
MIBK	<i>Methyl Isobuthyl Keton</i>
MTBE	<i>Methyl Tertiary Buthyl Ether</i>
PERTATEC	<i>Pertamina Technology</i>
PTWI	<i>Provosional Tolerable Weekly Intake</i>
RON	<i>Research Octant Number</i>
SSA	Spektrofotometer Serapan Atom
TAME	<i>Tertiary Amyl Methyl Ether</i>
TEL	<i>Tetra Ethyl Lead</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia adalah negara berkembang yang mempunyai sumber minyak bumi cukup banyak, di samping untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri juga untuk diekspor. Minyak bumi dapat menghasilkan berbagai macam produk yang bermanfaat bagi kehidupan manusia. Proses pengolahan minyak bumi dapat menghasilkan produk-produk bahan bakar minyak (BBM) seperti premium, pertalite, pertamax, solar, *dexlite*, minyak tanah, dan sebagainya; sedangkan non bahan bakar minyak (non BBM), seperti *Liquefied Petroleum Gas* (LPG), *paraxylene*, *benzene*, *green coke*, *ashpalt*, *lube oil base*, dan lain-lain (Theis, 2013).

Salah satu jenis bahan bakar minyak yaitu pertamax memiliki bilangan oktan 92. Pada bahan bakar pertamax ditambahkan zat aditif, yaitu senyawa-senyawa oksigenat seperti *Methyl Tertiary Buthyl Ether* (MTBE), *Ethyl Tertiary Buthyl Ether* (ETBE), *Tertiary Amyl Methyl Ether* (TAME) ataupun dicampur dengan produk lain yang beroktan tinggi sehingga mampu membersihkan mesin dari timbunan deposit pada *fuel injector* dan ruang pembakaran (Mulyono dkk.,2013; Novandy, 2013). Bahan bakar pertamax tidak menggunakan campuran timbal sehingga dapat mengurangi efek gas buang kendaraan bermotor seperti nitrogen oksida dan karbon monoksida. Pertamax berwarna kebiruan dengan kandungan sulfur (S) maksimum 0,1%, timbal (Pb) 0,013% (jenis tanpa timbal) oksigen (O) 2,72%, pewarna 0,13 gr/100 L, tekanan uap 45-60 kPa, titik didih 205 °C, serta massa jenis pada suhu 15 °C sebesar 715-780 kg/m³ (Mulyono dkk., 2013).

Pertalite merupakan jenis BBM yang telah diluncurkan Pertamina untuk memenuhi Surat Keputusan Dirjen Migas Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 313 Tahun 2013. Keunggulan pertalite antara lain dinilai lebih bersih daripada premium karena memiliki *Research Octant Number* (RON) 90. Selain itu, harga jual pertalite lebih murah jika dibandingkan dengan pertamax dengan angka oktan 92, sehingga masyarakat akan mendapatkan BBM kualitas baik dengan harga lebih murah (Ningrat, 2016).

Salah satu bahan baku utama dalam pembuatan bensin yaitu hasil isolasi minyak mentah dan penambahan senyawa oksigenat yang mengandung timbal. Penambahan kandungan timbal organik (Pb-organik) berupa *Tetra Etil Lead* (TEL) dalam bahan bakar dilakukan sejak tahun 1920 oleh kalangan kilang minyak karena digunakan sebagai agen alkilasi sehingga dapat meningkatkan angka oktan. Selain itu, juga dipercaya berfungsi sebagai pelumas dudukan katup mobil (produksi di bawah tahun 90-an), sehingga katup terjaga dari keausan, lebih awet dan tahan lama (Santi, 2001). Hasil pembakaran *Tetra Etil Lead* diketahui dapat menjadi racun yang merusak sistem pernapasan, sistem saraf, serta meracuni darah (Hatch, 1994).

Kebutuhan BBM semakin meningkat seiring dengan kemajuan dalam bidang permesinan dan teknologi pengolahan. Perkembangan industri kendaraan bermotor juga berkembang sangat pesat, mesin-mesin yang dibuat memiliki kualitas untuk menghasilkan tenaga yang lebih bagus. Hal ini tentu diikuti dengan kebutuhan bahan bakar yang lebih berkualitas, memiliki nilai bakar tinggi serta angka oktan tinggi dengan harga yang terjangkau. Angka oktan menunjukkan berapa besar tekanan maksimum yang dapat diberikan di dalam mesin sebelum bensin terbakar secara spontan (Sukhaemi dkk., 2016).

Kendaraan bermotor memberikan kontribusi terbesar dalam menyumbang timbal di udara. Setiap satu liter bensin yang dibakar jika dikonversi akan mengemisikan 0,56 g timbal yang dibuang ke udara (Librawati, 2005). Polusi timbal yang terbesar berasal dari pembakaran bensin, yang dihasilkan berbagai komponen timbal, terutama PbBrCl dan PbBrCl.2PbO (Fardiaz, 1992). Timbal yang terkandung dalam bensin ini sangatlah berbahaya, sebab pembakaran bensin akan mengemisikan 0,09 g timbal tiap 1 km. Bila di kota besar, setiap harinya 1 juta unit kendaraan bermotor yang bergerak sejauh 15 km akan mengemisikan 1,35 ton timbal/hari (Gusnita, 2012).

Pada tahun 2009 jumlah kendaraan roda empat yang terdaftar sebanyak 220.245 buah dan kendaraan roda dua sebanyak 493.896 buah. Pada tahun 2010 jumlah kendaraan roda empat yang terdaftar 234.295 buah dan kendaraan roda dua sebanyak 558.236 (BPS, 2010). Jumlah ini terus meningkat sampai hari ini, yang artinya kadar timbal di udara juga terus meningkat. Menurut data terakhir Korps Lalu Lintas Kepolisian Republik Indonesia (Korlantas Polri), jumlah kendaraan di Kota Makassar pada tahun 2021 yakni sebanyak 1.620.606 unit, dari jumlah tersebut populasi terbanyak disumbang oleh sepeda motor yaitu rata-rata sebanyak 76%.

Beberapa penelitian tentang analisis kadar logam timbal dalam bensin telah dilakukan oleh Suherni (2010), menunjukkan bahwa rata-rata kadar timbal dalam darah masyarakat yang tinggal di daerah perkotaan adalah lebih besar dari 10 µg/dL. Sumber utama keracunan timbal disebabkan oleh partikel timbal yang terkandung dalam gas buang kendaraan. Pencemaran timbal di udara dapat ditemukan pada sayuran yang terpapar melalui tanah atau debu yang melekat pada sayuran ketika dikonsumsi, dari air laut dan mainan anak-anak.

Penelitian terkait lainnya oleh Sembiring dkk (2006) tentang analisis kadar timbal dalam bensin menunjukkan bahwa kadar logam timbal dalam bensin yang beredar di Bandung mencapai kurang lebih 0,117 g/L, padahal kadar timbal yang diperbolehkan dalam bensin adalah 0,013 g/L. Mengingat sebagian besar timbal dalam BBM akan dikeluarkan sebanyak 70-80% ke udara sebagai partikulat, maka jumlah kandungan timbal dalam BBM di kota Bandung mengindikasikan besarnya emisi timbal berada pada tahap berbahaya. Nham (2011), seorang mahasiswa Inggris melakukan penelitian tentang kadar timbal dalam bensin dengan menggunakan instrument *Inductively Coupled Plasma (ICP)* yang lebih akurat dibanding metode lainnya. Hasil analisis kadar timbal diperoleh 0.00039 ± 0.00001 g/L. Data tersebut menunjukkan bahwa kadar timbal dalam bensin masih dalam tahap aman untuk lingkungan.

Pada tahun 2009, tim peneliti Komite Penghapusan Bensin Bertimbal (KPBB) melakukan analisis kandungan timbal dalam premium. Berdasarkan analisis yang diperoleh, kadar timbal dalam bensin masih sangat besar akibat diperbolehkannya penggunaan senyawa timbal dalam bentuk TEL (*Tetra Etil Lead*). Data hasil analisis timbal di beberapa kota adalah sebagai berikut, Batam: 0,002 g/L, Makassar: 0,228 g/L, Semarang: 0,203 g/L, Yogyakarta: 0,224 g/L, Bandung: 0,193 g/L, Palembang: 0,199 g/L.

Dampak negatif pencemaran timbal tersebut memerlukan perhatian khusus, serta untuk menjamin mutu produk bensin tersebut pemerintah melalui Dirjen Migas mengeluarkan SK No.0486.K/10/DJM.S/2017 tentang standar mutu (spesifikasi) bahan bakar minyak jenis bensin 90 yang dipasarkan di dalam negeri. Standarisasi timbal dalam BBM bertujuan untuk memelihara, melindungi dan mempertinggi derajat kesehatan masyarakat, karena logam berat ini memiliki sifat beracun meskipun efek keracunan logam berat ini tidak diperoleh dalam waktu singkat, tetapi dapat terjadi untuk jangka waktu yang panjang (Bleil, 2005).

Efek yang ditimbulkan dari paparan timbal sangatlah berbahaya bagi manusia. Salah satunya yaitu kemunduran IQ (*Intelligence Quotient*) dan kerusakan otak yang ditimbulkan dari emisi timbal ini. Pada orang dewasa umumnya ciri-ciri keracunan timbal adalah pusing, kehilangan selera, sakit kepala, anemia, sukar tidur, lemah dan keguguran kandungan. Selain itu timbal berbahaya karena dapat mengakibatkan perubahan bentuk dan ukuran sel darah merah yang mengakibatkan tekanan darah tinggi (Gusnita, 2012).

Menurut Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (2009), senyawa-senyawa timbal merupakan faktor penting yang mempengaruhi sifat-sifat timbal di dalam tubuh. Timbal organik misalnya tetraethyl Pb segera dapat terabsorpsi oleh tubuh melalui kulit dan membran mukosa. Timbal organik diabsorpsi melalui saluran pencernaan dan pernafasan yang merupakan sumber timbal utama di dalam tubuh. Tidak semua timbal yang terhisap atau tertelan ke dalam tubuh akan tertinggal. Kira-kira 5-10% dari jumlah yang tertelan akan diabsorpsi melalui saluran pencernaan dan kira-kira 30% dari jumlah yang terisap melalui hidung akan diabsorpsi melalui saluran pernafasan akan tinggal di dalam tubuh karena dipengaruhi oleh ukuran partikel-partikelnya.

Berdasarkan penelitian yang telah diuraikan di atas, penelitian tentang kandungan logam timbal di SPBU Kota Makassar dilakukan untuk menganalisis kadar logam timbal di dalam bahan bakar minyak pertalite dan pertamax yang terdapat pada SPBU Kota Makassar dan untuk menentukan apakah kadar logam timbal pada bahan bakar tersebut telah memenuhi persyaratan kualitas bahan bakar minyak berdasarkan peraturan Dirjen Migas.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. berapakah kadar logam timbal di dalam bahan bakar minyak pertalite dan pertamax yang terdapat di SPBU Kota Makassar?
2. apakah kadar logam timbal dalam pertalite dan pertamax pada SPBU di Kota Makassar telah memenuhi persyaratan kualitas bahan bakar minyak berdasarkan peraturan Dirjen Migas?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kadar timbal dalam bahan bakar pertalite dan pertamax di SPBU Kota Makassar menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. untuk menganalisis kadar logam timbal di dalam bahan bakar minyak pertalite dan pertamax yang terdapat pada SPBU Kota Makassar.
2. untuk menentukan apakah kadar logam timbal pada pertalite dan pertamax yang terdapat pada SPBU Kota Makassar memenuhi persyaratan kualitas bahan bakar minyak berdasarkan peraturan Dirjen Migas.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang kadar logam timbal yang terkandung dalam pertalite dan pertamax di SPBU Kota Makassar. Informasi ini diharapkan dapat digunakan oleh pemerintah dan instansi terkait sebagai bahan evaluasi pada SPBU.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Bumi

Minyak bumi atau *petroleum* secara harfiah berarti minyak batuan, dari kata latin *petra* yang berarti batuan dan *oleum* yang berarti minyak. Minyak bumi adalah campuran rumit dari senyawa hidrokarbon yang terbentuk selama ribuan tahun melalui perombakan berangsur dari bahan hewani dan nabati yang terkubur dan terdiri dari beberapa fraksi yaitu hidrokarbon padat, cair dan gas. Minyak bumi terbentuk dari bangkai bahan organik diantaranya plankton, hewan dan tumbuhan yang mengendap dalam saluran sedimen dan selanjutnya mengalami dekomposisi akibat pengaruh sifat fisika dan kimia (tekanan tinggi, suhu tinggi dan waktu yang lama serta dibantu oleh bakteri anaerob) sehingga menjadi minyak bumi (Hardjono, 2001). Minyak bumi yang telah diambil dan siap untuk dimurnikan disebut dengan minyak mentah (*crude oil*). Sebelum menjadi produk yang berguna minyak mentah dimurnikan terlebih dahulu. Proses pemurnian minyak mentah menjadi produk yang lebih berguna disebut kilang atau refinery (Hart dkk., 2003).

Minyak bumi mengandung emulsi air, garam anorganik yang mungkin terbentuk dalam pengeboran dan pengaliran atau pengangkutan. Terdapat bermacam-macam minyak bumi, mulai dari minyak bumi ringan yang sangat encer dan mudah mengalir sampai minyak bumi yang berat dan pekat. Sifat fisik dari minyak bumi tersebut sangat dipengaruhi oleh komposisi senyawa hidrokarbon penyusunnya (Jasjfi, 1996).

Menurut *American Society for Testing and Material* (ASTM), minyak bumi merupakan campuran dari sebagian besar hidrokarbon, sedikit belerang, nitrogen dan oksigen yang dibebaskan dalam tanah disertai dengan zat-zat lain seperti garam anorganik dan impurities lain yang apabila dipisahkan akan mengubah sifat minyak. Minyak bumi berasal dari sumur minyak yang terdapat di pertambangan minyak (Wilbraham, 1992).

2.2 Komponen Minyak Bumi

Minyak bumi terdiri atas senyawa-senyawa yang mengandung unsur karbon dan hidrogen. Selain itu, juga terdapat senyawa lain non hidrokarbon yaitu unsur sulfur, nitrogen, oksigen dan logam dalam jumlah yang sedikit dan senyawa senyawa yang mengandung konstituen logam terutama nikel, besi dan tembaga (Koesoemadinata, 1980).

Tabel 1 menunjukkan komponen minyak bumi atau yang biasa disebut dengan *crude oil* yang didapat dari beberapa wilayah:

Tabel 1. Komponen minyak bumi (*Crude Oil*) (Koesoemadinata, 1980)

Komponen	Minyak mentah (%b/b)
Karbon	82,2-87,1
Hidrogen	11,7-14,7
Sulfur	0,1-5,5
Oksigen	0,1-4,5
Nitrogen	0,1-1,5

Menurut Hardianto (2018), minyak bumi mempunyai dua macam komponen yang dibagi berdasarkan kemampuan mikroorganismenya dalam

menguraikannya, yaitu komponen minyak bumi yang mudah diuraikan oleh mikroorganisme dan komponen yang sulit didegradasi oleh mikroorganisme. Komponen minyak bumi yang mudah didegradasi oleh bakteri merupakan komponen terbesar dalam minyak bumi atau mendominasi, yaitu alkana yang bersifat lebih mudah larut dalam air dan terdifusi ke dalam membran sel bakteri. Jumlah bakteri yang mendegradasi komponen ini relatif banyak karena substratnya yang melimpah di dalam minyak bumi.

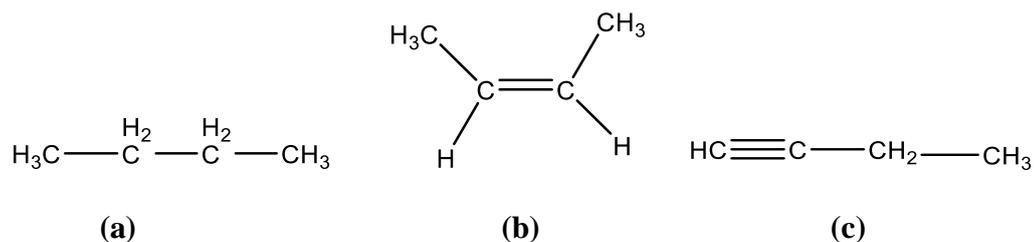
2.2.1 Komponen Hidrokarbon

Hidrokarbon terdapat di alam dalam bentuk gas alam dan minyak mentah (*crude oil*). Kebanyakan dari minyak-minyak yang dipakai seperti bensin, minyak tanah dan minyak bakar didapat dari pemurnian minyak mentah yaitu suatu campuran persenyawaan kompleks yang kebanyakan terdiri dari hidrokarbon (Fessenden dan Fessenden, 1986). Hidrokarbon adalah senyawa yang struktur molekulnya hanya terdiri dari hidrogen dan karbon. Hidrokarbon yang paling sederhana adalah alkana yaitu hidrokarbon yang hanya mengandung ikatan kovalen tunggal (Wilbraham, 1992).

Hidrokarbon dapat dibagi dalam tiga kelas, antara lain :

1. Hidrokarbon alifatik

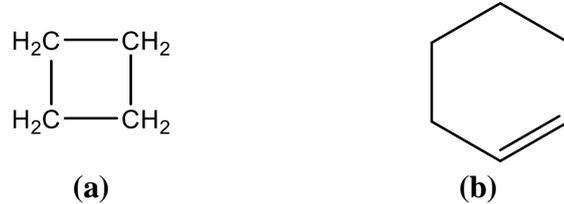
Dalam hidrokarbon ini, atom-atom karbon berikatan satu dengan yang lain membentuk rantai dan merupakan seri homolog dari molekul $-CH_2-$. Senyawa jenis ini dapat berupa senyawa alkana, alkena dan alkuna pada Gambar 1.



Gambar 1. (a) Struktur kimia butane, (b) cis-2-butena dan (c) 1-butuna

2. Hidrokarbon alisiklik

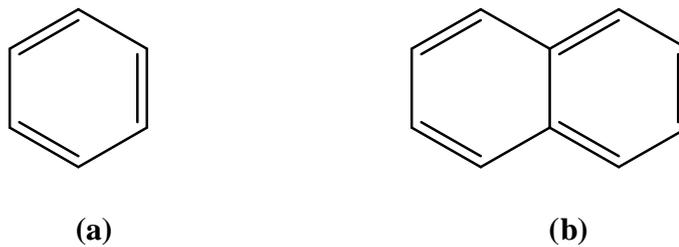
Dalam hidrokarbon ini, atom-atom karbon akan berikatan dengan membentuk cincin.



Gambar 2. (a) Struktur kimia siklobutana dan (b) sikloheksena

3. Hidrokarbon aromatik

Senyawa lingkaran dalam senyawa ini mempunyai struktur benzena, atau senyawa yang berhubungan dengan benzena.



Gambar 3. (a) Struktur kimia benzena dan (b) naftalena

Secara garis besar, senyawa hidrokarbon yang berasal minyak bumi merupakan hasil degradasi oleh mikroorganisme yang digolongkan dalam tiga kelompok, yaitu hidrokarbon parafin, naftena dan aromatik (Udiharto, 1999). Komposisi molekul hidrokarbon dalam minyak bumi yang utama adalah golongan hidrokarbon seperti nafta dengan presentasi 49%, parafin 30%, aromatik 15% dan aspaltena 6%.

Berdasarkan komponen terbanyak dalam minyak bumi, minyak bumi dibedakan menjadi tiga golongan yaitu:

1) Minyak bumi golongan parafin

Sebagian besar komponen dalam minyak bumi jenis parafin adalah senyawa hidrokarbon rantai terbuka. Minyak bumi jenis ini dimanfaatkan untuk bahan bakar karena merupakan sumber penghasil gasolin. Contoh minyak bumi golongan parafin adalah bensin.

2) Minyak bumi golongan nafta

Komponen terbesar dalam minyak bumi jenis nafta berupa senyawa hidrokarbon rantai siklik atau rantai tertutup. Minyak bumi jenis ini digunakan untuk pengeras jalan dan pelumas. Contoh minyak bumi golongan nafta adalah aspal.

3) Minyak bumi golongan campuran parafin-nafta

Minyak bumi golongan ini mempunyai komponen penyusun berupa senyawa hidrokarbon rantai terbuka dan rantai tertutup. Contoh minyak bumi golongan parafin-nafta adalah minyak tanah (Sasrawan, 2013).

Menurut Oxtoby dkk (2003), hidrokarbon yang paling banyak terdapat dalam minyak bumi ialah alkana berantai lurus disebut n-alkana, terdiri atas rantai atom-atom karbon yang saling terikat oleh ikatan tunggal dengan atom-atom hidrogen yang mencukupi pada setiap atom karbon untuk bisa menghasilkan kapasitas maksimum pengikatan yaitu empat ikatan. Salah satu hidrokarbon jenuh yang mempunyai jumlah atom hidrogen maksimum adalah alkana. Alkana mempunyai rumus umum (C_nH_{2n+2}). Alkena merupakan senyawa hidrokarbon yang mempunyai kekurangan dua atom hidrokarbon dan mempunyai ikatan rangkap dua ada atom C=C. Alkena mempunyai rumus umum C_nH_{2n} dan sering dinamakan senyawa hidrokarbon tak jenuh. Senyawa alkuna mempunyai ikatan rangkap tiga dan mempunyai rumus umum C_nH_{2n-1} . Alkuna berisomer dengan alkena yang mempunyai dua ikatan rangkap dua, atau suatu senyawa yang mempunyai satu ikatan rangkap dua dan satu siklik. Ikatan rangkap tiga pada

alkuna menyebabkan panjang ikatan alkuna lebih pendek daripada panjang ikatan alkena, sedangkan panjang ikatan alkena lebih pendek daripada panjang ikatan alkana (Riswiyanto, 2009).

2.2.2 Komponen Non-Hidrokarbon

Selain senyawa hidrokarbon, di dalam minyak bumi juga mengandung sejumlah kecil senyawa non-hidrokarbon. Senyawa ini terdiri atas senyawa organik non-hidrokarbon yang mengandung sulfur, nitrogen, oksigen dan logam. Senyawa organik non-hidrokarbon ini dapat memberikan efek tidak baik terhadap minyak yang dihasilkan sehingga harus dihilangkan.

Komponen non-hidrokarbon dalam minyak bumi (Atlas, 1992) adalah:

1. Sulfur

Sulfur merupakan komponen non-hidrokarbon terbesar dalam minyak bumi. Sulfur terdapat dalam bentuk senyawa sulfida seperti merkaptan dan tiofena.

2. Oksigen

Oksigen dapat ditemukan dalam senyawa yang berbentuk asam naftenik, fenol dan asam lemak.

3. Nitrogen

Nitrogen sangat sedikit dalam minyak bumi. Senyawa ini ada dalam bentuk piridin, kuinolin, iso-kuinolin, pirol, indol dan karbazol.

4. Logam

Senyawa logam dalam minyak bumi antara lain berupa garam anorganik dan senyawa kompleks logam organik. Garam anorganik dapat berupa natrium klorida, kalium klorida, magnesium klorida, kalsium klorida, natrium sulfat, kalium sulfat, magnesium sulfat dan kalsium sulfat. Senyawa kompleks logam organik dalam minyak bumi mengandung salah satu dari logam berikut, yaitu vanadium (V), nikel (Ni), besi (Fe) dan kobal (Co) tetapi dalam minyak bumi konsentrasi senyawa ini sangat kecil.

2.3 Kualitas Bahan Bakar Minyak

Kualitas bahan bakar minyak harus memenuhi kualitas secara fisika dan kimia. Standar fisika lebih mengarah tentang sifat fisik BBM. Standar kimia mengarah tentang batasan kandungan sifat dan bahan kimia yang terkandung di dalam BBM yang masih diperbolehkan. Timbal dalam BBM dalam bentuk timbal organik (Pb-organik) berupa *Tetra Etil Lead* (TEL) digunakan dalam BBM sebagai *anti knocking* (Hatch, 1994).

Kebutuhan kendaraan di tetapkan standar mutu BBM atau bahan bakar minyak berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Indonesia No. 3674 K/24/DJM/2006 tentang standar dan mutu (spesifikasi) bahan bakar minyak jenis bensin yang terdiri dari premium, pertalite, pertamax dan pertamax turbo yang dipasarkan di dalam negeri.

2.4 Pertalite

Pertalite merupakan Bahan Bakar Minyak (BBM) yang diproduksi Pertamina. Jika dibandingkan dengan premium, pertalite memiliki kualitas bahan bakar lebih karena memiliki angka oktan 90, di atas Premium, yang hanya memiliki RON 88. Pertalite memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan Premium. Pertalite direkomendasikan untuk kendaraan yang memiliki kompresi 9,1-10,1 dan mobil tahun 2000 ke atas, terutama yang telah menggunakan teknologi setara dengan *Electronic Fuel Injection* (EFI) dan *catalytic converters* (pengubah katalitik). Komposisi bahan pertalite adalah nafta yang memiliki RON 65-70, agar RON-nya menjadi RON 90 maka dicampurkan *High Octane Mogas Component* (HOMC) yang bisa juga disebut Pertamax, percampuran HOMC yang memiliki RON 92-95, selain itu juga ditambahkan zat aditif EcoSAVE. (Ariawan dkk., 2016).

Tabel 2 menunjukkan standar mutu kualitas bahan bakar Pertalite menurut SK Dirjen Migas No. 0408.K/10/DJM/2017.

Tabel 2. Spesifikasi Peralite (Pertamina, 2017)

Peralite				
No	Karakteristik	Satuan	Batasan	
			Min	Max
1	Angka Oktan Riset (RON)	RON	90,0	-
2	Stabilitas Oksidasi	menit	360	-
3	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,05
4	Kandungan Timbal (Pb)	g/L	Dilaporkan (injeksi timbal tidak diijinkan)	
5	Kandungan Logam (mangan (Mn), Besi (Fe))	mg/L	Tidak terdeteksi	
6	Kandungan Oksigen	% m/m	-	2,7
7	Kandungan Olefin	% v/v	Dilaporkan	
8	Kandungan Aromatic	% v/v		
9	Kandungan Benzena	% v/v		
10	Distilasi :			
	10% vol. penguapan	°C	-	74
	50% vol. penguapan	°C	88	125
	90% vol. penguapan	°C	-	180
	Titik didih akhir	°C	-	215
	Residu	% vol	-	2,0
11	Sedimen	mg/L		1
12	Unwashed gum	mg/100mL		70
13	Washed gum	mg/100mL	-	5
14	Tekanan Uap	kPa	45	60
15	Berat jenis (pada suhu 15 °C)	kg/m ³	715	770
16	Korosi bilah Tembaga	menit	Kelas 1	
17	Sulfur Mercaptan	% massa	-	0,002
18	Penampilan Visual		Jernih &Terang	
19	Warna		Hijau	
20	Kandungan Pewarna	g/100 mL	-	0,13

2.5 Pertamax

Pertamax merupakan bahan bakar dengan angka oktan minimal 92 berstandar internasional. Angka oktan yang tinggi ini membuat pembakaran menjadi lebih sempurna dan tidak meninggalkan residu. Bahan bakar ini sangat direkomendasikan buat kendaraan sehari-hari saat ini. Pertamax juga dilengkapi dengan pelindung anti karat pada dinding tangki kendaraan, saluran bahan bakar dan ruang bakar mesin (*corrothion inhibitor*), serta mampu menjaga kemurnian bahan bakar dari campuran air sehingga pembakaran menjadi lebih sempurna (*demulsifier*). Selain menghasilkan pembakaran yang sempurna, Pertamax juga memiliki kelebihan lainnya berkat formula *PERTATEC (Pertamina Technology)*, yaitu formula zat aditif yang memiliki kemampuan untuk membersihkan endapan kotoran pada mesin sehingga mesin jadi lebih awet, menjaga mesin dari karat serta pemakaian bahan bakar yang lebih efisien (Pertamina, 2001).

Bahan bakar pertamax akan mempengaruhi angka oktan yang terkandung dalam komposisi campuran bahan bakar premium. Semakin besar jumlah komposisi bahan bakar pertamax 92 dalam campuran bahan bakar premium akan mengakibatkan semakin tinggi angka oktan yang terkandung dalam variasi komposisi campuran bahan bakar premium dengan pertamax 92. Semakin tinggi angka oktan yang terkandung dalam bahan bakar, maka semakin tahan terhadap timbulnya detonasi (*knocking*). Angka oktan yang lebih tinggi dalam bahan bakar bisa digunakan untuk mesin dengan perbandingan kompresi yang tinggi selanjutnya bisa digunakan untuk menaikkan luaran daya yang lebih ekonomis (Satibi, 2013).

Tabel 3 menunjukkan standar mutu kualitas bahan bakar Pertamax menurut SK Dirjen Migas No. 0408.K/10/DJM/2017.

Tabel 3. Spesifikasi Pertamax (Pertamina, 2017).

Pertamax				
No	Karakteristik	Satuan	Batasan	
			Min	Max
1	Angka Oktan Riset (RON)	RON	92,0	-
2	Stabilitas Oksidasi	menit	480	-
3	Kandungan Belerang	% m/m	-	0,05 ¹⁾
4	Kandungan Timbal (Pb)	g/L	Dilaporkan (injeksi timbal tidak diperbolehkan)	
5	Kandungan Logam (mangan (Mn), Besi (Fe))	mg/L	-	-
6	Kandungan Silikon	mg/kg	-	-
7	Kandungan Oksigen	% m/m	-	2,7 ³⁾
8	Kandungan Olefin	% v/v	-	*)
9	Kandungan Aromatic	% v/v	-	50,0
10	Kandungan Benzena	% v/v	-	5,0
11	Distilasi :			
	10% vol. Penguapan	°C	-	70
	50% vol. Penguapan	°C	-	110
	90% vol. Penguapan	°C	-	180
	Titik didih akhir	°C	-	215
	Residu	% vol	-	2,0
12	Sedimen	mg/L		1
13	Unwashed gum	mg/100 mL		70
14	Washed gum	mg/100 mL	-	5
15	Tekanan Uap	kPa	45	60
16	Berat jenis (pada suhu 15 °C)	kg/m ³	715	770
17	Korosi bilah Tembaga	menit	Kelas1	
18	Sulfur Mercaptan	% massa	-	0,00 2
19	Penampilan Visual		Jernih & Terang	
20	Warna		Biu	
21	Kandungan Pewarna	g/100 mL	-	0,13
22	Kandungan Phospor	mg/L	-	-

2.6 Logam Berat

Menurut Connell (2006), logam berat adalah suatu logam dengan berat jenis lebih besar dari 5 g/cm^3 . Unsur yang termasuk logam berat adalah Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb dan Zn. Logam berat memiliki sifat fisik berkilau, lunak atau dapat ditempa, serta mempunyai daya hantar panas dan listrik yang tinggi. Logam berat juga memiliki sifat kimia yaitu dapat larut dalam pelarut asam. Berbeda dengan logam biasa, logam berat dapat menimbulkan keracunan pada makhluk hidup jika melebihi konsentrasi 0,05 ppm (Palar, 1994).

Logam berat (*heavy metal*) atau logam toksik (*toxic metal*) adalah bentuk umum yang digunakan untuk menjelaskan sekelompok elemen-elemen logam yang kebanyakan tergolong berbahaya bila masuk ke dalam tubuh makhluk hidup. Logam berat yang terdapat baik di lingkungan maupun di dalam tubuh manusia dalam konsentrasi yang sangat rendah disebut juga sebagai logam renik. Logam renik seperti kadmium (Cd), timbal (Pb) dan merkuri (Hg) mempunyai berat jenis sedikitnya 5 kali lebih besar daripada air (Nugroho, A. 2006).

Secara umum, logam berat merupakan unsur yang berbahaya di permukaan bumi, sehingga kontaminasi logam berat di lingkungan merupakan masalah besar dunia saat ini (Ash dkk., 2006). Menurut Vouk (1986), terdapat 80 dari 109 unsur kimia di muka bumi ini yang telah teridentifikasi sebagai logam berat. Menurut Palar (1994), logam berat merupakan bahan kimia golongan logam yang sama sekali tidak dibutuhkan oleh tubuh, di mana jika masuk ke dalam tubuh organisme hidup dalam jumlah yang berlebihan akan menimbulkan efek negatif terhadap fungsi fisiologis tubuh. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh dalam jumlah kecil akan terakumulasi di dalam tubuh, sehingga suatu saat juga dapat menimbulkan efek negatif dan gangguan kesehatan.

Berdasarkan efek toksik, logam berat dapat dibagi dalam dua jenis, yaitu

logam berat esensial dan non esensial. Keberadaan logam berat esensial dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat esensial adalah Zn, Cu, Fe, Co, dan Mn. Logam berat non esensial atau beracun, yaitu logam berat yang terdapat dalam tubuh tetapi belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun, seperti Hg, Cd, Pb, dan Cr. Logam berat tersebut dapat menimbulkan gangguan metabolisme bagi manusia tergantung pada bagian mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh. Daya racun yang dimiliki akan menghambat kerja enzim, sehingga proses metabolisme tubuh terganggu. Selain itu, logam berat akan menyebabkan alergi, mutagen, teratogen atau karsinogen bagi manusia. Jalur masuknya logam berat ke dalam tubuh dapat melalui kulit, pernapasan dan pencernaan (Yu, 2004).

2.7 Timbal (Pb)

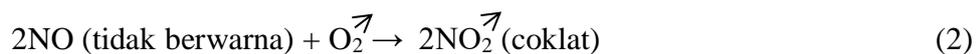


Gambar 4. Logam Timbal (Palar, 2008)

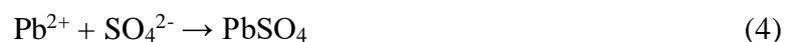
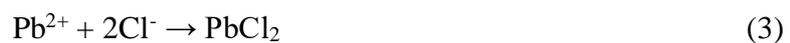
Gambar 4 merupakan bentuk dari logam timbal yaitu salah satu logam yang masuk dalam kelompok logam berat golongan IVA dalam Sistem Periodik Unsur kimia. Timbal mempunyai nomor atom 82 dengan massa atom 207,2 g/mol. Timbal memiliki massa jenis $11,34 \text{ g/cm}^3$. Logam timbal adalah logam yang lunak dengan titik leleh $327 \text{ }^\circ\text{C}$ dan titik didih $1.620 \text{ }^\circ\text{C}$. Selain itu, logam timbal juga merupakan logam yang sangat rapuh dan dapat mengkerut saat

dinginkan. Logam timbal dapat larut dalam asam asetat, asam sulfat pekat dan sulit larut dalam air dan bereaksi dengan oksigen di udara membentuk timbal oksida. Logam timbal memiliki bentuk oksidasi yang paling umum yaitu timbal (II) dan memiliki potensial reduksi standar -0,13V (Palar, 1994).

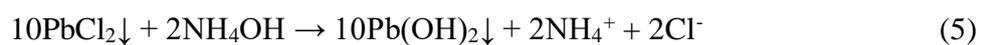
Timbal adalah logam yang juga mudah larut dalam asam nitrat (8 M) dan membentuk gas nitrogen oksida yang tidak berwarna. Gas nitrogen(II) oksida jika bereaksi dengan oksigen maka akan teroksidasi dan terbentuk gas nitrogen dioksida yang berwarna coklat. Menurut Vogel (1990), reaksi logam timbal dengan asam nitrat 8 M dan terbentuknya gas nitrogen dioksida sesuai dengan reaksi (1) dan (2)



Jika ion Pb^{2+} ditambahkan HCl encer atau H_2SO_4 encer, akan terbentuk timbal klorida atau timbal sulfat berwarna putih yang tak larut. Reaksi antara logam timbal dengan HCl encer atau H_2SO_4 encer sesuai dengan reaksi (3) dan (4):



Timbal klorida adalah endapan putih yang larut dalam air panas pada 100 °C dan hanya larut sedikit pada 20 °C. Jika diendapkan dengan cara dekantasi dan ditambahkan NH_3 encer, reaksi yang terjadi adalah:



Timbal jarang ditemukan dalam keadaan bebas di alam melainkan dalam bentuk senyawa dengan molekul lain, misalnya dalam bentuk PbBr_2 dan PbCl_2 (Gusnita, 2012). Menurut Winarno (1993), timbal merupakan racun syaraf (*neuro*

toxin) yang bersifat kumulatif, destruktif dan kontinu pada sistem haemofilik, kardiovaskuler dan ginjal. Mekanisme masuknya timbal ke dalam tubuh manusia dapat melalui sistem pernafasan, oral, ataupun langsung melalui permukaan kulit (Naria, 2005) Masuknya timbal secara berlebihan ke dalam tubuh, dapat mengakibatkan keracunan. Keracunan oleh persenyawaan timbal disebut juga plumbism (Darmono, 2001).

Manusia menyerap timbal melalui udara, debu, air dan makanan. *Tetraethyl Lead* (TEL), yang merupakan bahan logam timah hitam (timbal) yang ditambahkan ke dalam bahan bakar berkualitas rendah untuk menurunkan angka oktan. Timbal organik diabsorpsi terutama melalui saluran pencernaan dan pernafasan dan merupakan sumber timbal utama di dalam tubuh (Gusnita, 2012). Menurut WHO (1977) dalam Naria (1999), untuk mengantisipasi akumulasi timbal dalam tubuh, ditetapkan Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI) timbal yaitu 50 µg/ kg BB untuk anak-anak, sedangkan untuk orang dewasa asupan harian timbal yang ditetapkan adalah 200-300 µg per hari.