

TESIS

**PENGARUH KONSENTRASI TIMBAL (Pb) DALAM DARAH
TERHADAP KEJADIAN ANEMIA PADA IBU HAMIL
DI KOTA MAKASSAR**

*Effect Of Lead (Pb) Concentration In The Blood On Anemia In
Pregnant Women In Makassar City*

Disusun dan diajukan oleh :

**RASMI UTAMY BASRI
K012212020**



**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**PENGARUH KONSENTRASI TIMBAL (Pb) DALAM DARAH
TERHADAP KEJADIAN ANEMIA PADA IBU HAMIL
DI KOTA MAKASSAR**

**Tesis
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister**

**Program Studi
Ilmu Kesehatan Masyarakat**

**Disusun dan diajukan oleh:
RASMI UTAMY BASRI**

Kepada

**PROGRAM STUDI S2 ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH KONSENTRASI TIMBAL (Pb) DALAM DARAH TERHADAP
KEJADIAN ANEMIA PADA IBU HAMIL DI KOTA MAKASSAR

Disusun dan diajukan oleh

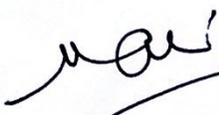
RASMI UTAMY BASRI
K012212020

Telah dipertahankan di hadapan Panitia ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin pada tanggal 13 Juni 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


Dr. Hasnawati Amqam SKM., M.Sc.
NIP. 19760418 200501 2 001


Dr. Syamsuar, SKM., M.Kes., M.Sc.PH
NIP. 19790911 200501 1 001


Dekan Fakultas
Kesehatan Masyarakat


Ketua Program Studi S2
Ilmu Kesehatan Masyarakat


Prof. Sukri Palutturi, SKM., M.Kes., M.Sc.PH., Ph.D
NIP. 19720529 200112 1 001


Prof. Dr. Ridwan, SKM., M.Kes., M.Sc., PH.
NIP. 19590605 198601 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **Rasmi Utamy Basri**
NIM : K012212020
Program studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulissan saya berjudul :

PENGARUH KONSENTRASI TIMBAL (PB) DALAM DARAH TERHADAP KEJADIAN ANEMIA PADA IBU HAMIL DI KOTA MAKASSAR

adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 31 Juli 2023

Yang menyatakan


Rasmi Utamy Basri

ABSTRAK

RASMI UTAMY BASRI. *Pengaruh Konsentrasi Timbal (Pb) Dalam Darah Terhadap Kejadian Anemia Pada Ibu Hamil Di Kota Makassar* (dibimbing oleh **Hasnawati Amqam** dan **Syamsuar Manyullei**)

Hemoglobin yang rendah menunjukkan gejala anemia yang diakibatkan dari beberapa faktor penyebab seperti umur, jenis kelamin, merokok, gizi buruk, dan paparan timbal. Di Sulawesi Selatan dampak paparan timbal terhadap anemia masih sangat terbatas sehingga perlu dilakukan penelitian tentang dampak Pb terhadap kejadian anemia pada ibu hamil. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi timbal (Pb) dalam darah terhadap kejadian anemia pada ibu hamil.

Desain penelitian ini adalah *cross-sectional*. Populasi dalam penelitian ini sebanyak 1432 ibu hamil dan sampel sebanyak 50 ibu hamil dari empat puskesmas di Kota Makassar. Variabel yang diteliti adalah konsentrasi timbal dalam darah, diukur dengan *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (ICP-MS), untuk kadar hemoglobin dalam darah diukur menggunakan metode *cyanmeth* dan dianalisis menggunakan uji *Chi-square*. Uji Regresi Logistik digunakan untuk mengetahui pengaruh antara dua faktor kejadian.

Konsentrasi Timbal dalam darah berkisar 0,11-16,890 $\mu\text{g/dL}$, dengan rata-rata 3,677 $\mu\text{g/dL}$. Ibu hamil dengan konsentrasi timbal tinggi sebanyak 20 ibu (40%). Sebanyak 27 ibu hamil dengan kadar hemoglobin <11 g/dL mengalami anemia. Uji *Chi-square* menunjukkan adanya hubungan antara konsentrasi timbal (Pb) dalam darah dengan kejadian anemia ($p = 0,047$). Uji regresi logistik menunjukkan hubungan yang signifikan antara paparan rokok dengan kejadian anemia pada ibu hamil ($p = 0,000$). Wanita hamil sangat rentan terhadap anemia akibat timbal. Konsentrasi Pb dan paparan rokok memiliki pengaruh terhadap kejadian anemia pada ibu hamil. Menghindari paparan asap rokok dan mengonsumsi sayuran untuk membantu mendetoksi logam berat dalam tubuh.

Kata Kunci: Timbal, Prenatal, Anemia, Darah, Merokok



ABSTRACT

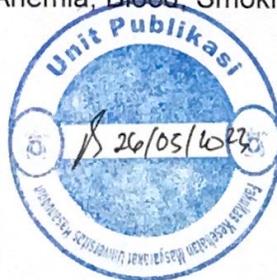
RASMI UTAMY BASRI. *The Effect of Lead (Pb) Concentration in the Blood on the Incidence of Anemia in Pregnant Women in Makassar City* (Supervised by **Hasnawati Amqam** and **Syamsuar Manyullei**)

Low hemoglobin shows symptoms of anemia caused by several factors In South Sulawesi, research on the impact of lead exposure on anemia is still very limited, so the aim of this study was to determine the effect of lead (Pb) concentrations in the blood on the incidence of anemia in pregnant women.

The study population consisted of 1432 pregnant women, and a sample of 50 pregnant women was selected from four Makassar City Health Centers. Lead concentrations in the blood were measured using Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS), while hemoglobin levels were measured using the cyanmeth method. The data were analyzed using the Chi-square test to assess the relationship between lead concentration and anemia incidence. Logistic Regression Test was used to determine the effect of two incident factors.

The blood lead concentrations ranged from 0.11 to 16.890 $\mu\text{g/dL}$, with an average of 3.677 $\mu\text{g/dL}$. Among the pregnant women, 20 (40%) had high lead concentrations. Out of the total, 27 pregnant women had hemoglobin levels below 11 g/dL and experienced anemia. The Chi-square test indicated a significant relationship between blood lead concentration and anemia incidence ($p = 0.047$). Furthermore, the logistic regression test revealed a significant association between smoking exposure and the incidence of anemia in pregnant women ($p = 0.000$). Both lead concentration and smoking exposure were found to influence the incidence of anemia in pregnant women for avoid exposure to cigarette smoke and consume a diet rich in vegetables, which can aid in the detoxification of heavy metals in the body.

Keywords: Lead, Prenatal, Anemia, Blood, Smoking



PRAKATA

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, nikmat iman, kesehatan dan kekuatan yang tiada henti diberikan kepada hamba-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul: **PENGARUH KONSENTRASI TIMBAL (Pb) DALAM DARAH TERHADAP KEJADIAN ANEMIA PADA IBU HAMIL DIKOTA MAKASSAR.**

Penulis juga menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Ibu **Dr.Hasnawati Amqam, SKM.,M.Sc** selaku Ketua Komisi Penasehat dan Bapak **Dr.Syamsuar Manyullei, S.KM.,M.Kes.,M.Sc.PH** selaku Sekretaris Penasihat, yang tidak pernah lelah ditengah kesibukannya dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan, motivasi, masukan dan juga dukungan moril yang sangat bermanfaat bagi penyempurnaan penyusunan dan penulisan tesis ini.

Rasa hormat dan terima kasih juga penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir.Jamaluddin Jompa, M.Sc selaku Rektor Universitas Hasanuddin, Bapak Prof. Sukri Palutturi, SKM.,M.Kes.,M.Sc.PH.,Ph.D selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin, Ibu Prof.Dr. Masni, Dra.,Apt.,MSPH selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat, beserta seluruh tim pengajar dan staf tenaga pendidik, terkhusus tim pengajar dan staf pada Departemen Kesehatan Lingkungan yang telah memberikan ilmu, dukungan dan bimbingan selama penulis mengikuti pendidikan.
2. Kepala Puskesmas Dahlia, Kepala Puskesmas Mamajang, Kepala Puskesmas Andalas dan Kepala Puskesmas Panambungan. Beserta seluruh staf, terkhusus para bidan yang banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.
3. Kepala Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar (BBLK) serta para pegawai dan petugas laboratorium yang telah banyak membantu selama proses pemeriksaan sampel penelitian ini.

4. Ibu-ibu yang bertindak sebagai responden yang telah meluangkan waktunya untuk membantu dan mengikuti penelitian ini.
5. Teman-teman seperjuangan Angkatan 2021 Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, terkhusus teman-teman dari Departemen Kesehatan Lingkungan yang tidak bisa penulis sebutkan satu-satu namanya. Terima kasih kepada yang terkasih markidi, hecil untuk semua dukungan, motivasi, kerjasama, kebersamaan, keceriaan, dan kenangan indah selama pendidikan dan dalam penyusunan tesis ini. ti

Teristimewa tesis ini Penulis persembahkan kepada kedua orang tua dan keluarga tercinta atas segala doa dan dukungannya selama ini, terima kasih sudah sama-sama kuat melewati proses ini.

Penulis sadar bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, besar harapan penulis kepada pembaca atas kontribusinya baik berupa saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan tesis ini. Akhirnya semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat-Nya kepada kita semua dan apa yang disajikan dalam tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua, Aamiin.

Makassar, 27 Maret 2023

Rasmi Utamy Basri

DAFTAR ISI

ABSTRAK

ABSTRACT

PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR GRAFIK.....	x
DAFTAR SINGKATAN.....	xi
DAFTAR ISTILAH.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	9
C. Tujuan Penelitian	9
D. Manfaat Penelitian.....	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
A. Tinjauan Umum tentang Timbal (Pb)	11
B. Tinjauan Umum tentang Timbal (Pb) terhadap Kesehatan	27
C. Tinjauan Umum tentang Faktor yang Berhubungan dengan Pb....	31
D. Tinjauan Umum tentang Timbal (Pb) pada Ibu Hamil	31
E. Tinjauan Umum tentang Anemia	36
F. Tinjauan Umum tentang Anemia Pada Ibu Hamil	41
G. Tinjauan Umum tentang Pengaruh Pb terhadap Anemia.....	49
H. Kerangka Teori.....	50
I. Kerangka Konsep.....	54
J. Tabel Sintesa	57
BAB III METODE PENELITIAN	61
A. Pendekatan dan Jenis Penelitian	61
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	61
C. Populasi dan Sampel Penelitian	62

D. Teknik Pengambilan sampel.....	65
E. Pengumpulan Data.....	66
F. Prosedur Penelitian.....	66
G. Pengolahan Data dan Penyajian Data.....	67
H. Analisis Data	68
I. Etika Penelitian.....	71
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	72
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	72
B. Hasil.....	73
C. Pembahasan.....	83
D. Keterbatasan Penelitian.....	93
BAB V PENUTUP.....	94
A. kesimpulan.....	94
B. saran.....	95
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	: Kadar Pb dalam darah.....	50
Tabel 2.2	: Definisi Operasional dan Kriteria Objektif.....	54
Tabel 2.3	: Tabel Sintesa.....	56
Tabel 4.1	: Distribusi Responden berdasarkan Karakteristik Ibu Hamil Di Kota Makassar.....	73
Tabel 4.2	: Konsentrasi Responden Pb dalam Darah Ibu Hamil Di Kota Makassar.....	74
Tabel 4.3	: Distribusi Responden Kejadian Anemia Ibu Hamil berdasarkan Kategori Hemoglobin Di Kota Makassar.....	75
Tabel 4.4	: Hubungan Variabel Umur, Pekerjaan, Paparan Rokok, Asuapn Fe, Konsentrasi Pb dengan Kejadian Anemia pada Ibu Hamil Di Kota Makassar.....	78
Tabel 4.5	: Uji Interaksi Variabel Counfounding Pengaruh KonsentrasinPb terhadap Kejadian Anemia Pada Ibu Hamil Di Kota Makassar.....	79
Tabel 4.6	: Hasil Uji Regresi Logistik Paparan Rokok, Konsentrasi Pb terhadap Kejadian Anemia pada Ibu Hamil Di Kota Makassar.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Logam berat Pb.....	13
Gambar 2.2 Mekanisme Pb menyerang sel dan antioksidan.....	21
Gambar 2.3 Kerangka Teori.....	52
Gambar 2.4 Kerangka Konsep.....	53
Gambar 4.1 Peta Kota Makassar.....	72

DAFTAR GRAFIK

Grafik 1 : Gambaran Kadar Hemoglobin Ibu Hamil Di Kota Makassar...75

DAFTAR SINGKATAN

ABLES	: <i>Adult Blood Lead Epidemiology and Surveylance</i>
APD	: Alat Pelindung Diri
ANC	: <i>Antenatal Care</i>
BBLR	: Berat Badan Lahir Rendah
Cd	: Cadmium
H ² O ²	: <i>Hydrogen Peroksida</i>
Hb	: Hemoglobin
KEK	: Kekurangan Energi Kronis
Pb	: Timbal
pH	: <i>Potential Hydrogen</i>
WHO	: <i>World Health Organitation</i>

DAFTAR ISTILAH

- Absorpsi** : absorpsi atau penyerapan adalah fenomena fisika atau kimia atau suatu proses di mana atom, molekul atau ion memasuki fase ruah bahan cair atau padat
- Abortus** : adalah terhentinya kehamilan sebelum janin dapat bertahan hidup, yaitu sebelum kehamilan berusia 22 minggu atau berat janin belum mencapai 500 gram.
- Anemia** : Adalah kondisi ketika tubuh mengalami penurunan atau jumlah sel darah merah berada di bawah kisaran normal.
- Bioakumulasi** : Zat kimia yang masuk dan tersimpan kedalam tubuh
- Ekskresi** : Adalah proses pembuangan sisa metabolisme dan benda tidak berguna lainnya.
- Ensefalopati** : Adalah istilah untuk penyakit atau kelainan otak.
- Gastrointestinal** : adalah peradangan yang terjadi pada dinding saluran pencernaan, terutama usus dan lambung.
- Hemoglobinopati**: Adalah kelainan pada gen yang menghasilkan hemoglobin abnormal dan anemia.
- Hiperemesis** : Adalah keadaan muntah-muntah yang berat atau berlebihan saat kehamilan, Lebih dari 8 x dalam 24 jam atau setiap saat yang dapat menimbulkan gejala dehidrasi, ketidakseimbangan elektrolit dan penurunan BB.
- Malnutrisi** : Adalah kondisi ketika asupan nutrisi tidak sesuai dengan kebutuhan harian tubuh baik kekurangan atau kelebihan makro (karbohidrat, protein, dan lemak) atau mikronutrien (vitamin dan mineral).
- Thalasemia** : Adalah penyakit keturunan (kelainan genetik) akibat kelainan sel darah merah yang dapat menyebabkan penderita harus melakukan transfusi darah sepanjang usianya.

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Lembar Persetujuan Responden
- Lampiran 2 : Lembar Form Persetujuan Wawancara
- Lampiran 3 : Lembar Kuesioner Penelitian
- Lampiran 4 : Master Tabel Penelitian
- Lampiran 5 : Hasil Analisis SPSS
- Lampiran 6 : Kode Etik
- Lampiran 7 : Surat Izin Penelitian
- Lampiran 8 : Dokumentasi Penelitian
- Lampiran 9 : Daftar Riwayat Hidup

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat paling beracun di lingkungan yang mempengaruhi hampir semua organ utama termasuk jantung, otak, usus, ginjal serta organ reproduksi (Yadav et al., 2020). Pb adalah salah satu logam yang memiliki banyak fungsi dan baik untuk digunakan di mana saja, tetapi timbal juga merupakan bahan kimia berbahaya dan sumber polusi yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan secara global (Ostrowski et al., 2020). Pb yang digunakan secara luas dapat menyebabkan kerusakan lingkungan dan menyebabkan masalah bagi kesehatan (Ardillah, 2016).

World Health Organization (WHO) mencatat bahwa pada tahun 2019, paparan Pb telah menyebabkan dua juta jiwa kasus kematian. Paparan Pb diperkirakan menyumbang 21,7 juta disebabkan karena kecacatan dan kematian di seluruh dunia karena efek jangka panjang pada kesehatan. Tingkat paparan Pb dalam darah tertinggi terjadi di beberapa negara seperti Amerika Latin, Timur Tengah, Asia dan Eropa bagian timur (WHO, 2010). Mengacu pada analisis *Adult Blood Lead Epidemiology and Surveillance* (ABLES) menyatakan pada tahun 2002-2011 telah ditemukan bahwa sekitar 11.536 orang dewasa memiliki kadar Pb dalam darah sangat tinggi yakni 40 µg/dl (ABLES, 2019).

Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) menyebutkan bahwa pada tahun 2013 terdapat sekitar 853.000 kematian yang disebabkan oleh efek paparan Pb jangka panjang dan angka tertinggi terjadi di negara berkembang. Diperkirakan pada tahun 2016 paparan Pb sebanyak 540.000 kematian di seluruh dunia (Klopfleisch et al., 2017).

Kontaminasi Pb seseorang dapat melalui lingkungan sekitar, udara tempat tinggal maupun di lingkungan kerja seperti campuran pembuatan logam, amunisi, pelapis kabel, pipa, kosmetik, perhiasan, cat, aki dan pada pekerjaan menyolder sedangkan pajanan non okupasional lebih sering terjadi akibat makanan dan minuman yang tercemar timbal (Ardillah, 2016). Di Indonesia belum ada peraturan tentang batas penggunaan timbal dalam berbagai produk konsumen. Kontaminasi Pb mainan di Indonesia juga tinggi, terutama mainan impor dari Cina. Studi Asosiasi Pendidikan dan Mainan Tradisional menemukan 80% mainan di Indonesia mengandung timbal empat kali lebih tinggi dari Standar Nasional Indonesia (SNI). Dua dari empat plastik buatan Indonesia yang diuji oleh European Union mengandung kadar timbal jauh di atas ambang batas yang ditetapkan, yaitu 915 dan 389 mg/kg, sedangkan ambang batas amannya sebesar 100 mg/kg (Soedarsono, 2013).

Logam berat yang digunakan manufaktur untuk meningkatkan pembakaran pada kendaraan motor dapat menghasilkan timbal oksida yang berbentuk debu partikulat yang terhirup oleh manufaktur

(Manyullei,2022). Pb yang masuk ke dalam tubuh melalui jalan pernapasan dan pencernaan biasanya berupa timbal jenis karbonat dan sulfat. Polusi udara dengan kandungan timbal 100-350 µg/hari serta 20 µg juga dapat memperparah paparan Pb yang masuk ke dalam tubuh manumur (Ardillah, 2016). Efek Pb pada tubuh secara terus menerus akan menyebabkan keracunan Pb pada manumur dari berbagai kalangan umur. Namun risiko tertinggi utama terjadi pada ibu hamil, anak-anak dan pekerja di industri tertentu yang menggunakan bahan baku atau bahan tambahan dari Pb (Cut et al., 2017). Sehingga dampak Pb dapat merusak berbagai organ tubuh manumur. Selain itu, Pb juga dapat menyebabkan tekanan darah tinggi dan anemia (Amaral et al., 2010).

Pb juga dapat berasal dari ibu, sebab Pb dapat melewati plasenta. Sumber timbal dari ibu berasal dari cadangan endogen yaitu tulang ibu atau paparan baru melalui lingkungan (Salendu et al., 2017). Wanita dengan tingkat timbal yang tinggi dalam tubuh mereka sebelum atau sesudah kehamilan juga akan berisiko memaparkan ke janin melalui plasenta (Lallave leon et al., 2016). Hal ini menjadi perhatian karena dalam keadaan normal, antara 10 sampai 15% dari Pb yang tertelan diserap pada orang dewasa dengan jumlah yang meningkat pada ibu hamil (Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan, 2015).

Peningkatan kadar Pb dalam darah pada ibu hamil adalah masalah kesehatan bagi ibu dan anak (Moghaddam et al., 2018). Selama

kehamilan, paparan Pb telah dikaitkan dengan adanya kejadian anemia pada ibu hamil. Anemia merupakan kondisi dimana jumlah dan ukuran sel darah merah atau konsentrasi hemoglobin berada di bawah kisaran normal (11 g/dl), dapat mempengaruhi kemampuan darah untuk membawa oksigen ke seluruh tubuh dan merupakan indikator kekurangan gizi meningkat. Anemia pada ibu hamil sangat terkait dengan mortalitas dan morbiditas ibu dan bayi termasuk risiko keguguran, lahir mati, kelahiran prematur dan berat badan lahir rendah (Anggraini, 2018).

Gejala anemia ditandai dengan adanya penurunan kadar hemoglobin. Kadar hemoglobin dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya jenis kelamin, umur, kebiasaan merokok, asupan makanan, keracunan Pb dan sebab-sebab lainnya (Amaral et al., 2010). Penyerapan Pb yang terus menerus melalui pernafasan akan terakumulasi didalam darah dan akan memberikan efek racun terhadap berbagai fungsi organ tubuh salah satunya pada sistem hematopoietik sehingga dapat menghambat biosintesis heme yang akhirnya menurunkan kadar hemoglobin (Palar 2004).

World Health Organization (WHO) menyatakan prevalensi ibu hamil yang mengalami anemia defisiensi sekitar 35-75% yang semakin meningkat seiring dengan pertambahan umur kehamilan. Sementara persentase ibu hamil dari keluarga miskin terus meningkat seiring bertambahnya umur kehamilan dalam trimester I (sebanyak 8%),

trimester II sebanyak 12%, dan trimester III sebanyak 29%. Secara keseluruhan, anemia terjadi pada 45% wanita di negara berkembang dan 13% di negara maju (Tessa & Vera, 2019).

Indonesia menunjukkan prevalensi anemia pada ibu hamil yang berkisar antara 20-80%. Tetapi pada umumnya, banyak penelitian yang menunjukkan anemia pada ibu hamil yang lebih besar dari 50% di wilayah Indonesia bagian barat daerah tergolong tinggi, anemia di Aceh sebanyak 56,6%, Sumatera utara 77,9%, Sumatera Barat 8,9%, Riau 65,6%, Jambi 74,2%, Sumatera Selatan 58,3%, Lampung 60,7% (Tessa & Vera, 2019).

Sulawesi Selatan, dicatat pada profil kesehatan Sulawesi Selatan, menunjukkan prevalensi anemia pada ibu hamil sebesar 28,1%, pada tahun 2015 sebesar 24,1%. Pada tahun 2016 menunjukkan bahwa terdapat ibu hamil dengan kadar hemoglobin 8-11 mg/dl sebesar 98,49% dan ibu hamil dengan kadar hemoglobin < 8 mg/ dl sebesar 1,15%. Provinsi Sulawesi Selatan memiliki jumlah ibu hamil dengan anemia sebesar 47,8% pada tahun 2017. Pada tahun 2018, ibu hamil yang mengalami anemia ringan berjumlah 57.612 orang (50,38%), anemia sedang 49.933 orang (43,67%) dan anemia berat berjumlah 6.759 orang (5,9%) (Profil Kesehatan Sulawesi, 2018).

Hasil Penelitian yang dilakukan Yadav et al.,(2020) menunjukkan bahwa 11,11% ibu hamil dengan riwayat anemia defisiensi besi memiliki kadar timbal yang tinggi dalam darah dibandingkan dengan kadar timbal

dalam darah pada ibu hamil tanpa riwayat anemia defisiensi besi. Penelitian lain menunjukkan kadar timbal dalam urine dan karakteristik individu dengan kejadian anemia pada pedagang wanita, menunjukkan bahwa pedagang wanita yang mengalami anemia sebanyak 38,9% sedangkan yang tidak mengalami anemia yaitu sebanyak 61,1% (Azhari, 2014).

Pb yang terhirup dalam sistem pernafasan akan masuk keseluruhan jaringan serta organ tubuh sekitar 90 % timbal yang terserap oleh darah akan berkaitan dengan eritrosit sehingga mengakibatkan gangguan pada proses biosintesis heme. Pb menghambat enzim pada proses biosintesis heme menyebabkan proses pembentukan heme menjadi berkurang, sehingga heme tidak dapat berikatan dengan hemoglobin. Hal ini mengakibatkan penurunan kadar hemoglobin sehingga menjadi indikator terjadinya anemia (Santosa, 2015).

Penelitian yang dilakukan Malaka & Iryani, (2011) tentang hubungan kadar timbal dalam darah dengan kadar hemoglobin pada petugas pintu tol, sebanyak 12 % dari pekerja tergolong anemia berdasarkan kadar hemoglobin sebesar $15,2 \pm 1,5$ % dan kadar Pb dalam darah di atas $10 \mu\text{g}$. Temuan beberapa peneliti menjadi kekhawatiran bagi perempuan dan anak-anak di beberapa negara berkembang. Tidak hanya paparan timbal yang umum, tetapi toksisitas untuk wanita hamil dan keturunannya dapat diperparah oleh penurunan defisiensi nutrisi (Soedarsono. M, 2013).

Studi evaluasi kadar timbal dan hubungannya dengan stres oksidatif pada ibu hamil anemia menunjukkan adanya hubungan kadar timbal pada semua kelompok wanita hamil. BLL (*Blood Lead Level*) menunjukkan nilai yang signifikan ($p < 0,01$) dan hubungan langsung dengan hemoglobin (Hb) sehingga disimpulkan bahwa BLL yang rendah mengganggu keseimbangan antioksidan dan berdampak negatif pada parameter hematologi yang pada akhirnya dapat menyebabkan anemia defisiensi selama kehamilan (Kumar et al., 2012)

Penelitian lain yang dilakukan pada pekerja pabrik baterai, Pb darah menyebabkan penurunan hemoglobin darah, hematokrit, dan sel darah merah. Pb dalam darah lebih tinggi pada pekerja dengan anemia defisiensi besi (Sambo et al., 2020). Penelitian yang dilakukan pada anak dengan anemia menunjukkan hasil yang sama sehingga Pb dalam darah secara signifikan berhubungan dengan tingkat keparahan anemia (Shah et al., 2010).

Anemia pada Ibu hamil terutama disebabkan oleh kurangnya asupan mikronutrien, yaitu zat besi, asam folat dan vitamin B-12 (Bulletin, 2008). Selain meningkatkan risiko terjadinya perdarahan saat proses persalinan, anemia pada Ibu hamil juga menyebabkan suplai oksigen ke janin tidak optimal sehingga terjadi gangguan tumbuh kembang janin, yang antara lain ditandai dengan terjadinya bayi berat lahir rendah (BBLR) (Ana et al., 2018).

Penelitian pada Ibu hamil di kabupaten Brebes pada tahun 2016 menunjukkan tingginya kadar timbal dalam darah, yaitu reratanya mencapai 19,74 $\mu\text{g/dL}$, dengan nilai terendah 6,33 dan tertinggi 36,60 $\mu\text{g/dL}$, sementara prevalensi anemia adalah 28,0%. Hasil ini menunjukkan bahwa semua subyek mempunyai kadar Pb dalam darah melebihi batasan yang ditetapkan oleh *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), yakni 5,0 $\mu\text{g/dL}$. Hasil penelitian membuktikan bahwa Ibu hamil dengan kadar Pb 'tinggi' ($\geq 18,05$ $\mu\text{g/dL}$) berisiko 2,9 kali untuk mengalami anemia dibanding ibu Hamil dengan kadar Pb 'tidak tinggi' (Sakina et al., 2018).

Kadar Pb dalam darah dapat menggambarkan paparan yang sedang berlangsung dan simpanan Pb dalam tulang, yang dapat ditransfer ke darah. Eliminasi Pb dalam darah relatif lebih cepat dibandingkan dengan tulang sehingga kadar Pb darah mencerminkan riwayat paparan beberapa bulan terakhir (Azhari. F, 2014).

Penyebab tingginya permasalahan kesehatan pada Ibu hamil, terutama anemia yang berdampak pada perdarahan dan GH (*Gestasional Hypertensi*) sudah banyak dikaji, namun masih sedikit yang mengaitkan dengan kemungkinan adanya penyebab lain, yaitu paparan bahan toksik di lingkungan (et al., 2020). Secara teori, dampak paparan timbal terhadap kejadian anemia adalah melalui jalur terganggunya penyerapan zat besi di saluran cerna (Wells et al., 2011), gangguan terhadap metabolisme besi dan terjadinya hambatan terhadap enzim

yang berperan dalam sintesis heme, yaitu *delta-aminolaevulinic acid dehydratase* (ALAD) (Slota et al., 2022).

Penelitian tentang dampak pajanan timbal terhadap kejadian anemia pada ibu hamil sudah dilakukan oleh beberapa peneliti di luar negeri, sementara di Indonesia masih sangat terbatas sehingga perlu dilakukan penelitian tentang dampak Pb terhadap kejadian anemia pada ibu hamil.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, peneliti merumuskan masalah yaitu apakah ada pengaruh konsentrasi timbal (Pb) terhadap kejadian anemia pada ibu hamil di Kota Makassar.

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi timbal (Pb) dalam darah terhadap kejadian anemia pada ibu hamil di Kota Makassar.

2. Tujuan Khusus

Tujuan khusus yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

- a. Menganalisis hasil konsentrasi timbal (Pb) dalam darah pada ibu hamil di Kota Makassar
- b. Menganalisis hasil hemoglobin pada ibu hamil di Kota Makassar
- c. mengidentifikasi kejadian anemia pada ibu hamil di Kota Makassar

- d. Menganalisis pengaruh konsentrasi timbal (Pb) dalam darah terhadap kejadian anemia pada ibu hamil di Kota Makassar
- e. Menganalisis faktor paling berpengaruh konsentrasi timbal (Pb) dalam darah terhadap kejadian anemia pada ibu hamil di Kota Makassar

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan peneliti dari penelitian ini yaitu:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan mengenai dampak timbal (Pb) dalam darah terhadap kejadian anemia pada ibu hamil, serta dapat menjadi sarana pengembangan ilmu pengetahuan yang secara teoritis didapatkan selama perkuliahan.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan serta pengalaman bagi peneliti dalam mengaplikasikan dan mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya pada pengaruh timbal (Pb) dalam darah terhadap kejadian anemia pada ibu hamil

3. Manfaat Institusi

Bagi pemerintah daerah, khususnya Kota Makassar diharapkan penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan dan acuan dalam meningkatkan kesehatan, khususnya pada ibu hamil agar dapat melahirkan generasi yang sehat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum tentang Timbal (Pb)

1. Definisi Timbal (Pb)

Pb adalah polutan lingkungan berbahaya yang memiliki efek toksik tinggi ke banyak organ tubuh (M.Balali et al., 2021) bersifat logam non esensial yang sangat beracun bagi beberapa sistem fisiologis pada manusia termasuk sistem saraf, ginjal, kardiovaskular, reproduksi, kekebalan dan hematologi (Taylor 2015). Pb merupakan logam berat paling beracun peringkat kedua setelah arsen untuk tingkat toksisitas, jumlahnya di lingkungan serta peluang manusia untuk terpapar (Klopfleisch et al., 2017). Pb unsur yang berpotensi toksik yang apabila diserap oleh tubuh akan terakumulasi dalam darah dan tulang serta pada organ seperti hati, ginjal, otak dan kulit. Efek kesehatan negatifnya dapat bersifat akut dan kronis, karena tubuh manusia mengeluarkan Pb dengan buruk. Pada manusia, Pb telah terbukti mempengaruhi fungsi sistem reproduksi, hati, endokrin, imun dan gastrointestinal (Tudela, 2022).

Pb termasuk dalam kelas IV-A (halogen) yang memiliki sifat non biodegradable. Pb dapat dihasilkan oleh kegiatan manusia seperti kegiatan industri, kegiatan pertambangan, dan kegiatan pertanian yang dapat menyebar melalui udara, air dan tanah (Flora et al., 2012) .

Masuknya Pb dalam darah manusia dapat dipengaruhi oleh gaya hidup, pola makan dan status gizi. Pb masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernapasan saluran pencernaan, dan penyerapan oleh kulit. Pb tidak memiliki fungsi dalam tubuh manusia (Sakina et al., 2018).

Pb bersifat lentur tetapi sangat rapuh, sulit larut dalam air panas, air dingin dan air asam namun mudah larut dalam asam asetat, asam nitrit dan asam sulfat pekat. Pb tahan terhadap korosi atau karat dan mempunyai kerapatan yang lebih besar dibanding logam-logam biasa. Pb tidak mengalami penguapan namun dapat ditemukan diudara sebagai partikel karena Pb merupakan sebuah unsur sehingga tidak mengalami penguraian dan sulit dihancurkan (Palar, 2004).

Pb adalah unsur yang logam murninya tidak ditemukan melainkan selalu bergabung dengan logam lain (Anies, 2005). Keracunan Pb menyumbang sekitar 0,6% dari beban penyakit global (WHO, 2010). Sementara toksisitas akut terkait dengan pajanan di tempat kerja dan sangat jarang terjadi, toksisitas kronis tingkat rendah akibat pencemaran lingkungan jauh lebih umum (ATSDR, 2017).

Keracunan Pb memiliki efek buruk pada perkembangan saraf seperti keterbelakangan mental dan penurunan kecerdasan (IQ) pada anak-anak, yang selanjutnya dapat mengakibatkan kinerja

sekolah yang buruk, pencapaian pendidikan tersier yang lebih rendah, gangguan perilaku dan pendapatan seumur hidup yang buruk. Jika tidak diobati, keracunan Pb ditandai dengan muntah terus-menerus, anemia, ensefalopati, lesu, delirium, kejang, koma dan kematian (Sodhi, 2015).



Gambar 2.1 Logam Berat Pb
Sumber : Pedersen (2016)

Pb banyak digunakan untuk berbagai keperluan karena sifatnya sebagai berikut: (Anies, 2005)

- a. Pb mempunyai titik cair rendah sehingga jika digunakan dalam bentuk cair dibutuhkan teknik yang cukup sederhana dan tidak mahal.
- b. Pb merupakan logam yang lunak sehingga mudah diubah menjadi berbagai bentuk.
- c. Sifat kimia Pb menyebabkan logam ini dapat berfungsi sebagai lapisan pelindung jika kontak dengan udara lembab.
- d. Pb dapat membentuk *alloy* dengan logam lainnya, dan *alloy* yang terbentuk mempunyai sifat berbeda dengan Pb yang murni.

- e. Densitas Pb lebih tinggi dibandingkan dengan logam lainnya kecuali emas dan merkuri

2. Sumber Timbal (Pb)

Pencemaran Udara merupakan suatu perubahan pada komposisi udara normal yang disebabkan oleh proses alami maupun kegiatan manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung yang dapat menimbulkan akibat buruk pada makhluk hidup dan lingkungannya. Pencemaran udara merupakan permasalahan yang sangat rumit karena menyangkut hal-hal yang berkaitan dengan karakteristik fisik sumber emisi zat pencemar (Purwoko & Prastiwi, 2017).

Salah satu bahan pencemar yang berbahaya bagi manusia adalah Pb (plumbum) yang dikenal juga dengan timah hitam atau timbal. Sumber-sumber alami Pb yang paling penting dalam lingkungan adalah batuan dengan kadar 13 mg/kg (Sawiendrayanti et.,al, 2016). Debu, kebakaran hutan, letusan gunung berapi, garam laut yang terpencair adalah beberapa fenomena alam lain yang membuat penyebaran dan konsentrasi Pb terjadi di alam. Sumber-sumber Pb buatan manusia memainkan peranan yang paling besar dalam lingkungan (Sodhi, 2015).

untuk melakukan Bahan yang ditemukan di banyak tambang di seluruh dunia pembuatan aki mobil, produksi logam lain pada umumnya juga termasuk peluru seperti timah, kabel dan solder. Pb

juga digunakan dalam percetakan, metalurgi dan industri perkakas listrik lainnya. Biasanya timah murni digunakan untuk melapisi logam lain dengannya tidak mudah berkarat, serta pencampuran Produksi warna sebagai pewarna karena kelarutannya yang rendah dalam air (Suryatini & Rai,2018).

Beberapa sumber pencemaran Pb dilingkungan meliputi:

a. Timbal (Pb) pada Air

Dalam konsentrasi yang tinggi logam berat dapat bersifat berbahaya yang menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan hingga mempengaruhi kehidupan organisme didalamnya serta penggunaannya. Logam berat dapat ditemukan larut pada air dari berbagai proses alami dan buatan. Logam berat non esensial dapat mencemari lingkungan meskipun dalam jumlah yang sedikit, karena memiliki sifat yang beracun. Pencemaran logam Pb dalam air dapat berasal dari aktivitas industri yang menghasilkan limbah, air dapat masuk ke berbagai sistem pengairan seperti pertanian dan irigasi (Putra & Mairizki, 2020). Secara alami kandungan logam berat relatif sedikit, peningkatan logam berat yang menyebabkan pencemaran air berasal dari kegiatan seperti industri, kosmetik, dan pertanian. Logam Pb sulit larut dalam air namun dapat terlarut dalam asam nitrat, asam asetat dan asam sulfat pekat (Sambo et al., 2022).

Logam berat Pb juga dapat di udara dan masuk ke perairan irigasi pertanian melalui air hujan. Pb yang terkandung dalam udara masuk ke perairan melalui pengkristalan oleh air hujan dan logam berat Pb mengendap dalam perairan karena sifat dari logam berat yang mudah mengendap (Budiastuti et al., 2016). Berdasarkan baku mutu logam berat Pb yang terkandung dalam air diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup berdasarkan kelas empat yakni sebesar 0,5 mg/L (PPRI, 2021).

b. Timbal (Pb) pada Tanah

Logam berat pada tanah dapat bersumber dari pelapukan batuan dan limbah industri yang mengkontaminasi tanah, logam berat dalam air dapat mengendap pada tanah sehingga terjadi akumulasi yang jumlahnya dapat terus bertambah (Alamsyah & Arief, 2021). Air dan udara merupakan sumber utama kontaminan logam berat yang kemudian dapat mencemari tanah. Sejatinya tanah telah mengandung unsur-unsur logam yang berasal dari pelapukan batuan. Tanah mengandung unsur mikro seperti Pb, tembaga dan lainnya, namun secara alamiah kandungan logam Pb dalam tanah adalah 10 ppm (Agustina, 2014).

Logam berat Pb yang banyak dijumpai di lingkungan dan dapat terus meningkat bergantung pada sumbernya. Berikut beberapa faktor yang mempengaruhi konsentrasi Pb pada tanah yaitu aktivitas sekitar, jenis tanah, aliran air dan kemiringan lahan pertanian. Selain itu terdapat faktor lain yang mempengaruhi tingginya logam bahan organik dalam tanah, terdapat aktivitas hewan tanah yang membentuk senyawa organik. Banyaknya bahan organik tanah dapat meningkatkan kandungan logam berat dalam tanah karena peluang terbentuknya senyawa kompleks organologam menjadi semakin besar (Alamsyah & Arief, 2021).

Pencemaran akibat logam berat Pb pada lingkungan dapat menurunkan fungsi, produktivitas dan kualitas hasil tanaman serta membahayakan kesehatan melalui konsumsi hasil pangan dari tanah yang tercemar, produk pertanian di tuntut untuk sesuai dengan baku mutu agar aman dikonsumsi. Dalam jumlah yang tidak berlebihan logam dapat menjadi sumber nutrisi tambahan bagi suatu tanaman, namun logam berat Pb termasuk logam yang tidak dibutuhkan oleh makhluk hidup bahkan bersifat berbahaya. Bahan organik tanah menyebabkan chelation pada kation logam sehingga unsur hara tersedia sehingga ketika pH rendah dan konsentrasi logam tinggi memudahkan diserap tanaman (Suastawan et al., 2016).

Dalam jumlah yang tidak berlebihan logam dapat menjadi sumber nutrisi tambahan bagi suatu tanaman, namun logam berat Pb termasuk logam yang tidak dibutuhkan oleh makhluk hidup bahkan bersifat berbahaya. Bahan organik tanah menyebabkan chelation pada kation logam sehingga unsur hara tersedia sehingga ketika pH rendah dan konsentrasi logam tinggi memudahkan diserap tanaman (Khasanah et al., 2021). Berdasarkan kualitas tanah yang ditetapkan oleh *Ministry of State for Population and Enviromental of Indonesia, and Dalhousie, University Canada* sebesar 100 ppm atau 100 mg/kg (Ardillah, 2016).

c. Timbal (Pb) pada Udara

Konsentrasi tertinggi dari Pb di udara ambient ditemukan pada daerah dengan populasi yang padat, makin besar suatu kota maka makin tinggi konsentrasi Pb di udara ambient. Kualitas udara di jalan raya dengan lalu lintas yang sangat padat mengandung Pb yang lebih tinggi dibandingkan dengan udara di jalan raya dengan kepadatan lalu lintas yang rendah (Ardillah, 2016).

d. Timbal (Pb) pada Cat

Hingga tahun 1978, di setiap rumah, (Pb) digunakan sebagai cat biasa kemudian Komisi Keamanan Produk Konsumen membatasi timbal dalam cat rumah tangga. Sebelum

tahun 1978, beberapa bangunan yang dibangun telah dicat dengan cat berbahan dasar timbal, dan sekitar 74% sisa timah. Rumah yang dibangun sebelum tahun 1950 memiliki kemungkinan besar keracunan timbal karena penggunaan cat berbahan dasar Pb (Debnath et al., 2019).

Paparan anak-anak terhadap cat timbal melalui cara langsung dan tidak langsung sering terjadi karena pemeliharaan yang tertunda dan tinggal di rumah tua (Ferguson et al., 2013). Debu timbal yang tertelan mungkin berbahaya. Mainan lama, furnitur, dan taman bermain yang dilengkapi dengan cat berbasis timbal memiliki kandungan timbal yang tinggi (Debnath et al., 2019).

3. Sifat dan Kegunaan Timbal (Pb)

Beberapa sifat khusus logam Pb menurut Jaishankar et al.,(2014) yaitu:

- a. Pb sangat lunak, sehingga dapat dipotong dengan menggunakan pisau atau dengan tangan.
- b. Pb sangat lembut, dapat dibentuk dengan mudah
- c. Pb tahan terhadap peristiwa korosi atau karat sehingga sering digunakan sebagai bahan coating
- d. Pb merupakan konduktor listrik lemah. Logam ini sangat tahan terhadap korosi

- e. Pb memiliki kerapatan lebih besar dibanding dengan logam biasa kecuali emas dan merkuri

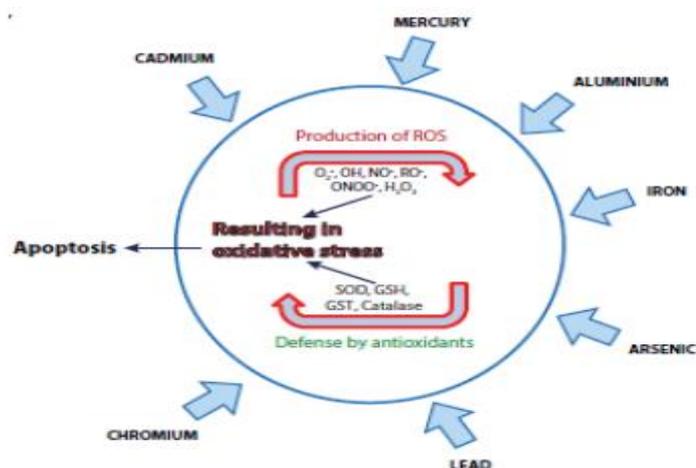
Pb banyak digunakan dalam pembuatan gelas, penstabil senyawa-senyawa PVC, cat berbasis minyak, zat pengoksidasi, bahan bakar, bensin untuk kendaraan, cat, dan pestisida. Dalam industri baterai kendaraan bermotor, Pb metalik dan komponen-komponennya digunakan sebagai grid, yang merupakan *alloy* (suatu persenyawaan) dengan logam berat (Pb-Bi) dengan perbandingan 93:7. Pb juga dapat digunakan untuk produk-produk logam seperti amunisi, pelapis kabel, bahan kimia, pewarna, pipa, dan solder. Pb bermanfaat sebagai campuran dalam pembuatan pelapis keramik, disebut glaze-silika dengan oksida lainnya. Komponen Pb(PbO) ditambahkan ke dalam glaze untuk membentuk sifat yang mengkilap (Palar, 2008)

4. Toksisitas Timbal (Pb)

Keracunan akibat logam Pb dapat terjadi karena masuknya senyawa logam tersebut ke dalam tubuh. Proses masuknya timbal, dapat melalui beberapa cara yaitu melalui pernafasan, oral (dari makanan atau minuman), dan penetrasi pada lapisan kulit. Penyerapan lewat pernafasan akan masuk ke dalam pembuluh darah paru-paru, kemudian akan berikatan dengan darah di paru-paru dan ikut beredar ke seluruh jaringan dan organ tubuh. Penyerapan lewat oral akan masuk ke saluran pencernaan dan

masuk ke dalam darah. Penyerapan lewat kulit dapat terjadi karena timbal dapat larut dalam minyak dan lemak (Palar, 2008).

Logam timbal mengakibatkan toksisitas pada sel hidup dengan mengikuti mekanisme ionik sehingga terjadi tekanan oksidatif. Pb dapat mengganggu keseimbangan sistem oksidan antioksidan dan menginduksi respon inflamasi pada berbagai organ. Paparan Pb dapat menghasilkan perubahan fungsi fisiologis tubuh dan berhubungan dengan banyak penyakit (Kianoush et al., 2012). Banyak peneliti telah menunjukkan bahwa tekanan oksidatif pada sel hidup disebabkan oleh ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dengan produksi antioksidan untuk detoksifikasi intermediet reaktif atau untuk perbaikan hasil kerusakan. Pb sangat beracun yang memiliki efek buruk pada fungsi neurologis, biologis dan kognitif dalam tubuh. Tingkat perhatian internasional untuk keracunan Pb adalah 10 µg/dl dalam darah (Kianoush & Balali, 2013).



Gambar 2.2 Serangan logam berat pada suatu sel dan keseimbangan antara produksi ROS dan pertahanan oleh antioksidan
(Sumber: Jaishankar et al., 2014)

Antioksidan seperti glutathion, berada di dalam sel untuk melindungi sel dari radikal bebas seperti hidrogen peroksida (H_2O_2). Akibat pengaruh timbal, kadar ROS meningkat sedangkan kadar antioksidan menurun. Glutathion hadir baik dalam keadaan tereduksi (GSH) dan teroksidasi (GSSG). Bentuk glutathion tereduksi memberikan ekuivalen reduksinya ($H^+ + e^-$) dari gugus tiol sistein kepada ROS untuk menyetabilkan ROS. Saat terdapat enzim glutathion peroksidase, glutathion tereduksi berikatan secara cepat dengan molekul glutathion lain setelah memberikan elektron dan membentuk glutathion disulfide atau GSSG (Jaishankar et al., 2014).

Total kandungan glutathion terdiri dari bentuk tereduksi glutathion sebanyak 90 % total kandungan glutathion dan bentuk teroksidasi sebanyak 10 % di bawah kondisi normal. Pada kondisi tekanan oksidatif, kadar GSSG melebihi kadar GSH. Biomarker lain dari tekanan oksidatif adalah peroksidasi lipid karena radikal bebas dari sel membran mengambil elektron dari molekul lipid di dalam sel membran yang pada akhirnya menyebabkan terbentuknya peroksidasi lipid (Wadhwa et al., 2014). Pada konsentrasi sangat tinggi, ROS dapat menyebabkan kerusakan struktur sel, protein, asam nukleat, membran dan lipid. Hal tersebut mengakibatkan kondisi tertekan pada tingkat seluler (Mathew et al., 2014).

Mekanisme ionik dari toksisitas timbal dapat terjadi terutama akibat kemampuan ion timbal untuk mengganti kation bivalen lain

seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} dan kation monovalent seperti Na^+ dan berakibat pada kerusakan metabolisme biologi sel. Mekanisme ionik toksisitas timbal menyebabkan perubahan signifikan di berbagai proses biologi seperti adhesi sel, sinyal intra dan inter seluler, pelipatan protein, maturasi, apoptosis, transportasi ionik, pengaturan enzim dan pelepasan neurotransmitter. Timbal dapat menggantikan kalsium meskipun konsentrasi picomolar mempengaruhi protein kinase C yang mengatur eksitasi neural dan penyimpanan memori (Flora et al., 2014).

5. Jalur Masuk Timbal (Pb) ke dalam Tubuh

Pb masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernafasan yang merupakan jalan pemajanan terbesar dan melalui saluran pencernaan, terutama pada anak-anak dan orang dewasa dengan kebersihan perorangan yang kurang baik. Absorpsi Pb udara pada saluran pernafasan $\pm 40\%$ dan pada saluran pencernaan $\pm 5-10\%$, kemudian Pb didistribusikan ke dalam darah $\pm 95\%$ terikat pada sel darah merah, dan sisanya terikat pada plasma. Sebagian Pb disimpan pada jaringan lunak dan tulang. Ekskresi terutama melalui ginjal dan saluran pencernaan (Rosita, 2018).

a. Absorpsi

Absorpsi Pb memiliki saluran pernafasan dipengaruhi oleh tiga proses yaitu deposisi, pembersihan mukosiliar, dan pembersihan alveolar. Partikel yang lebih besar banyak di

deposit pada saluran pernafasan bagian atas dibanding partikel yang lebih kecil. Pembersihan mukosiliar membawa partikel di saluran pernafasan bagian atas ke nasofaring kemudian ditelan. Rata-rata 10-0% Pb yang terinhalasi diabsorpsi melalui paru-paru, dan sekitar 5-1.0% dari yang tertelan diabsorpsi melalui saluran cerna (Palar, 2004).

Desposisi tergantung pada ukuran partikel timbal (Pb), volume pernafasan dan daya larut. Partikel yang lebih besar dan banyak dideposit pada saluran pernafasan bagian atas partikel yang lebih kecil. Makin kecil ukuran partikel debu, serta semakin besarnya volume udara yang mampu terhirup, maka akan semakin besar pula konsentrasi Pb yang diserap oleh tubuh. Partikel yang lebih kecil dari 10 μm dapat bertahan diparu-paru, sedangkan partikel yang lebih besar mengendap disaluran nafas bagian atas (Yongsheng et al., 2011).

Pb yang berakumulasi dalam darah akan didistribusikan ke dalam jaringan lunak seperti tubulus ginjal dan sel hati. Selain itu, Pb juga akan didistribusikan ke tulang, rambut dan gigi untuk disimpan, sebanyak 90% Pb akan disimpan dalam tulang dan hanya sebagian kecil tersimpan didalam otak. Rata-rata 10-30% Pb yang terinhalasi diabsorpsi melalui paru-paru dan sekitar 5-10% dari yang tertelan diabsorpsi melalui saluran cerna. Absorpsi Pb yang meningkat menyebabkan penurunan

kandungan hemoglobin, penurunan jumlah dan pemendekan masa hidup eritrosit, peningkatan jumlah retikulosit (eritrosit muda) serta peningkatan jumlah eritrosit berbintik basofilik. Jadi, pemeriksaan darah untuk mendeteksi efek-efek ini dapat digunakan sebagai mengukur pajanan Pb (Palar, 2004).

b. Distribusi dan Penyimpanan

Pb yang diabsorpsi diangkut oleh darah ke organ-organ tubuh sebanyak 95% Pb terdapat dalam darah. Gigi dan tulang panjang mengandung Pb yang lebih banyak dibandingkan tulang lainnya. Pada gusi dapat terlihat *lead line* yaitu pigmen berwarna abu-abu pada perbatasan antara gigi dan gusi. Hal itu merupakan ciri khas keracunan Pb pada jaringan lunak sebagian Pb disimpan didalam aorta, hati, ginjal, otak dan kulit Pb yang berada di jaringan lunak bersifat toksik (ATSDR, 2007).

Pb masuk kedalam darah dan juga didistribusikan pada jaringan lunak dan kadang-kadang pada tulang. Mungkin berakibat pada sistem syaraf otak, terutama pada jangka panjang yang mengakibatkan ke gangguan syaraf pada anak. Kelompok yang paling berisiko dari pencemaran Pb ini adalah anak dan wanita, sebab dalam konsentrasi yang rendah dapat mengakibatkan terjadinya kelainan syaraf dan gangguan hemoglobin (Palar, 2004).

c. Ekskresi

Pb diekskresikan terutama melalui air seni, yang kandungan Pb dalam plasma dan air seni terlihat proporsional. Timbal juga diekskresikan melalui tinja (feses), keringat, dan air susu ibu serta didepositkan di dalam rambut dan kuku. Biasanya ekskresi Pb dari tubuh sangat kecil meskipun intake Pb tiap hari naik sehingga dapat menaikkan kandungan Pb dalam tubuh (Suryatini & Rai, 2018).

6. Kadar Timbal (Pb) dalam Darah

Konsentrasi Pb dalam darah merupakan hal yang penting dalam evaluasi pemaparan terhadap Pb karena membantu diagnosa keracunan dan dapat dipakai sebagai indeks pemaparan untuk menilai tingkat bahaya, baik terhadap orang yang terpapar melalui pekerjaan atau pada masyarakat umum (ATSDR, 2007). Kadar timbal dalam darah menggambarkan refleksi kesinambungan dinamis antara pemaparan, absorpsi, distribusi dan ekskresi sehingga merupakan salah satu indikator untuk mengetahui dan mengikuti pemaparan yang sedang berlangsung (Charkiewicz, 2020).

Rata-rata kadar normal Pb dalam darah orang dewasa adalah 10-25 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ darah. kandungan timbal dalam darah sebanyak 5 $\mu\text{g}/\text{dl}$ juga dapat menaikkan tekanan darah sehingga 5 $\mu\text{g}/\text{dl}$ dijadikan sebagai nilai ambang batas yang harus

diwaspadai dan 55,3% responden penelitian ini mempunyai kandungan timbal dalam darah diatas nilai tersebut . Timbal yang terabsorpsi akan didistribusikan ke sel darah, jaringan lunak dan tulang. Dalam darah timbal yang ada di dalam darah akan diekskresikan setelah 25 hari, timbal yang di jaringan dieksresikan setelah 40 hari dan timbal ditulang dieksresikan setelah 25 tahun (Ardillah, 2016).

B. Tinjauan Umum tentang Timbal (Pb) terhadap Kesehatan

Pb merupakan logam berat yang sangat toksik. Logam ini dapat mengganggu proses fisiologi berbagai tanaman dan tidak seperti logam lain seperti zink, tembaga dan mangan, logam ini tidak memiliki fungsi biologi bagi tubuh. Suatu tanaman dengan kadar timbal tinggi, produksi reative oxygen species akan dipercepat. Hal tersebut mengakibatkan kerusakan membran lipid. Akibatnya, proses klorofil dan fotosintesis akan rusak sehingga pertumbuhan tanaman terhambat. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa timbal mampu menghambat pertumbuhan tanaman teh dengan pengurangan biomasa dan penurunan kualitas teh dengan mengubah kualitas komponennya (Yongsheng et al., 2011).

Pb merusak beberapa proses biokimia, termasuk menghambat kalsium dan bereaksi dengan protein. Saat memasuki tubuh, Pb menggantikan kalsium dan kemudian berinteraksi dengan molekul biologis, mengganggu fungsi normal. Timbal mengurangi

aktivitas berbagai enzim, menyebabkan perubahan strukturnya, dan menghambat aktivitasnya dengan bersaing dengan kation yang diperlukan untuk tempat pengikatan. Kehadiran timbal dalam tubuh dapat menyebabkan penipisan antioksidan dalam tubuh secara cepat, dan dapat meningkatkan produksi oksigen reaktif, serta bentuk reaktif nitrogen. Dengan demikian, peningkatan stres oksidatif menyebabkan penurunan kadar glutathione reduktase (Rehman et al., 2018).

Adapun dampak kesehatan yang diakibatkan oleh timbal terbagi menjadi dua yaitu dampak terhadap anak dan orang dewasa:

1. Anak-anak

Para ahli WHO menekankan pentingnya kontrol Pb pada anak-anak, karena penelitian secara konsisten menunjukkan bahwa Pb berdampak buruk pada sistem saraf pusat dan perkembangan (Adrienne & Wengrovitz, 2012). Pb sangat berbahaya bagi anak-anak di bawah umur enam tahun, kemungkinan besar karena pertumbuhan dan perkembangan otak yang cepat disertai periode kerentanan yang tinggi, dan karena kebutuhan nutrisi yang tinggi (Wani & Usmani, 2015). Pb dapat mengganggu kemampuan belajar, merusak daya ingat, menurunkan IQ dan mengganggu tumbuh kembang. Pb telah mendokumentasikan efek pada bicara, pendengaran, hiperaktif, konduksi saraf, ketidaknyamanan usus, sembelit, muntah, penurunan berat badan dan nyeri otot. keracunan

timbal dapat menyebabkan anemia, nefropati, kelumpuhan, kejang atau kematian (Charkiewicz, 2020).

Kerusakan pada anak akibat timbal dapat dimulai sejak awal kehamilan. Timbal ibu dapat melewati plasenta ke janin yang sedang berkembang (Rehman et al., 2018). Kandungan Pb dalam plasenta merupakan hasil dari berbagai reaksi biokimia yang kompleks dan berbagai faktor yang berhubungan dengan tubuh ibu. Konsentrasi Pb dalam darah tali pusat bisa mencapai 85% dari konsentrasi dalam darah ibu. Ketika seorang wanita hamil, timbal yang tersimpan dalam tulangnya dapat dilepaskan dan ditransfer melalui darah ke janin, terutama jika asupan kalsium ibu rendah. Oleh karena itu, perkembangan janin dapat dipengaruhi oleh pajanan Pb ibu saat ini dan sebelumnya melalui timbal yang tersimpan di tulang ibu (Bellinger, 2013).

Keracunan timbal yang parah pada anak-anak dapat menyebabkan demensia, lekas marah, sakit kepala, otot berkedut, halusinasi, gangguan ingatan, masalah belajar atau perilaku, masalah konsentrasi dan perhatian, penurunan IQ, gangguan pendengaran serta anemia. Anemia yaitu logam timbal terbawa dalam darah dan lebih dari 95% berikatan dengan eritrosit. Hal ini menyebabkan mudah pecahnya sel darah merah. Timbal juga berpengaruh terhadap sintesis Hb. Secara intrasel, timbal berikatan dengan gugus sulfhidril enzim untuk sintesis hem, yang

menyebabkan kerja enzim itu terhambat. Kedua hal ini menyebabkan gejala anemia. Keracunan akut dapat menyebabkan kejang, kelumpuhan dan koma. Pada kasus yang fatal, kerusakan otak dapat terjadi akibat edema dan perubahan pada pembuluh darah (Rehman et al., 2018)

2. Dewasa

Pb pada orang dewasa dapat menyebabkan perubahan pada sistem saraf (menyebabkan lambatnya konduksi saraf, kelelahan, perubahan suasana hati, mengantuk, gangguan konsentrasi, sakit kepala, koma), pada sistem peredaran darah (peningkatan tekanan darah, dan pada kasus yang parah, ensefalopati), pada sistem gastrointestinal (kolik/nyeri, mual, muntah, diare dan konstipasi), dan hormon (gangguan kesuburan, penurunan libido); efek lain termasuk astringency dari mulut, rasa logam, dan kehausan atau bahkan kematian (Wani & Usmani, 2015). Paparan Pb juga dapat menyebabkan perubahan morfologi pada jantung misalnya perubahan yang tampak pada gambaran elektrokardiografi, gangguan fungsi sistolik dan diastolik, perubahan dispersi repolarisasi dan peningkatan tekanan darah (Zhushan & Shuhua, 2019).

Pada pria yang telah terpapar Pb dapat terjadi penurunan jumlah sperma ($>40\mu\text{g/dL}$) dan motilitas, penurunan kualitas semen, gangguan morfologi, waktu kehamilan lebih lama, sterilitas/impotensi

dan gangguan endokrin. Pada wanita, kadar timbal beracun dapat menyebabkan keguguran, berat badan lahir rendah, kelahiran prematur dan masalah perkembangan pada anak-anak. Timbal dalam darah ibu masuk ke janin melalui plasenta dan melalui ASI (Omeljaniuk et al., 2018).

C. Tinjauan Umum tentang Faktor yang berhubungan dengan Timbal (Pb)

1. Umur

Umur muda pada umumnya lebih peka terhadap aktivitas timbal, hal ini berhubungan dengan perkembangan organ dan fungsinya yang belum sempurna. Sedangkan pada umur tua kepekaannya lebih tinggi dari rata-rata orang dewasa, biasanya karena aktivitas enzim bio transformasi berkurang dengan bertambahnya umur dan daya tahan organ tertentu berkurang terhadap efek timbal (Mormontoy et al., 2006).

Timbal dalam tubuh, semakin tua umur seseorang, akan semakin tinggi pula konsentrasi timbal yang terakumulasi pada jaringan tubuh. Umur dan jenis kelamin mempengaruhi kandungan Pb dalam jaringan tubuh seseorang. Semakin tua umur seseorang akan semakin tinggi pula konsentrasi Pb yang terakumulasi pada jaringan tubuhnya. Jenis jaringan juga turut mempengaruhi kadar Pb yang dikandung tubuh (Palar, 2008).

2. Pekerjaan dan Penggunaan APD

Seseorang yang memiliki pekerjaan kemungkinan akan lebih besar terpapar dengan timbal (Pb) dari pada seseorang yang tidak memiliki pekerjaan. Maka, adanya pekerjaan dianggap memiliki pengaruh yang signifikan dengan kadar timbal (Pb) karena seseorang yang bekerja kemungkinan akumulasi timbal (Pb) juga meningkat (Takwa dkk., 2017).

Alat pelindung diri merupakan alat yang dipakai oleh pekerja untuk memproteksi dirinya dari kecelakaan yang terjadi akibat pekerjaannya APD yang dimaksud untuk mengurangi absorpsi Pb adalah masker. Diharapkan dengan pemakaian APD ini dapat menurunkan tingkat risiko bahaya penyakit dari paparan Pb yang dapat diakibatkan oleh pekerjaannya. Masker umumnya digunakan untuk melindungi lingkungan dari kontaminan dari pengguna masker, misalnya para pekerja di industri makanan menggunakan masker untuk melindungi makanan dari kontaminasi air ludah pekerja, atau suster di rumah sakit menggunakan masker untuk melindungi pasien dari kontaminasi suster atau dokter. Karena masker tidak fit ke wajah sehingga tidak bisa digunakan untuk melindungi pemakai. Sementara respirator harus fit ke wajah sehingga bisa melindungi pengguna dari kontaminan lingkungan (Ardillah Y, 2016).

3. Paparan Rokok

Rokok mengandung beberapa logam berat seperti Pb, Cd, dan sebagainya yang membahayakan bagi kesehatan. Konsumsi rokok setiap harinya akan meningkatkan resiko inhalasi Pb akibat dari asap rokok tersebut (Mormontoy et al., 2006).

Paparan asap rokok memberikan kontribusi pada tingkat timbal dalam darah, karena adanya kandungan timbal dalam rokok akan terhirup masuk kedalam tubuh (Ritcher et al., 2013). Paparan logam melalui rokok tergantung pada jumlah logam yang ada di dalamnya, persentase yang ditransfer ke dalam asap rokok dan persentase yang diserap tubuh (Lazarevic, 2012).

Orang yang mempunyai kebiasaan merokok berpotensi lebih tinggi untuk terpapar timbal (Pb) dibandingkan dengan orang yang tidak merokok. Orang yang mempunyai kebiasaan merokok dapat mempercepat penurunan pada fungsi organ paru-paru, sehingga mengakibatkan toksikologi meningkat dan rentan terjadi paparan timbal (Pb) (Wulandari, 2016).

4. Status Gizi

Keadaan sakit atau disfungsi dapat mempertinggi tingkat toksisitas timbal atau dapat mempermudah terjadinya kerusakan organ. Malnutrisi, hemoglobinopati dan enzimopati seperti anemia dan defisiensi glukosa-6-fosfat dehidrogenase juga meningkatkan kerentanan terhadap paparan timbal.

Kurang gizi akan meningkatkan kadar timbal yang bebas dalam darah. Diet rendah kalsium menyebabkan peningkatan kadar timbal dalam jaringan lunak dan efek racun pada sistem hematopoietik. Diet rendah kalsium dan fosfor juga akan meningkatkan absorpsi timbal di usus. Defisiensi besi, diet rendah protein dan diet tinggi lemak akan meningkatkan absorpsi timbal, sedangkan pemberian zink dan vitamin C secara terus menerus akan menurunkan kadar timbal dalam darah, walaupun pajanan timbal terus berlangsung (Ardillah Y, 2016).

D. Tinjauan Umum tentang Timbal (Pb) pada Ibu Hamil

Keberadaan timbal dalam darah ibu hamil dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kebiasaan mengkonsumsi makanan dan minuman terkontaminasi logam timbal, terhirup melalui udara/debu yang tercemar timbal (UNEP,2014). Penyebab adanya timbal dalam bahan pangan bisa saja disebabkan dari limbah industri yang umumnya banyak mengandung logam berat. Timbal yang berasal dari lingkungan dapat mencemari bahan makanan sehingga rentan tertelan. Seorang pekerja juga rentan terpapar timbal yang masuk melalui saluran napas dan pencernaan khususnya pada kasus terpapar Pb karbonat dan Pb sulfat, sedangkan absorpsi timbal melalui kulit sangat kecil terjadi sehingga dapat diabaikan. Pb masuk ke dalam darah melalui sayuran serta ikan laut yang dikonsumsi namun tercemar dengan logam timbal (Sundari & Hananto, 2016).

Adanya bahan pangan yang tercemar logam timbal bisa dimungkinkan terjadi jika bahan pangan seperti makanan laut diambil dari laut yang sudah terkontaminasi dengan timbal (Rizkiana et al., 2017). Selain itu, dari riwayat pekerjaan terutama ibu hamil yang bekerja sebagai petani, pedagang, pekerja industri dan lainnya juga ditemukan hubungan signifikan dengan kadar timbal dalam darah (Klopfleisch et al., 2017).

Selain itu, semakin lama seseorang tinggal di suatu tempat yang memiliki berbagai macam sumber cemaran timbal, maka akan semakin besar kemungkinan terpapar timbal. Selain itu sifat timbal yang akumulatif kemudian secara perlahan secara berkesinambungan timbal akan terakumulasi dalam tubuh, sehingga dimungkinkan salah satunya karena pengaruh lingkungan seperti dekatnya wilayah perumahan penduduk dengan lokasi pertanian terutama pertanian bawang menjadi salah satu penyumbang sumber cemaran timbal terbesar, dekat dengan lokasi industri, perairan laut yang tercemar timbal melalui pemakaian pestisida yang mencemari tanah dan sumber air tanah (Pertiwi et al., 2022).

Pajanan timbal pada Ibu hamil juga berdampak terhadap janin, karena melalui tali pusat timbal dari darah Ibu dapat melewati plasenta dengan difusi pasif. Setelah melahirkan, pajanan timbal pada bayi dapat terjadi melalui air susu ibu (ASI). Pajanan timbal yang terjadi mulai awal kehidupan akan terakumulasi dalam tulang, dan timbal

dalam tulang merupakan pajanan endogen, terutama selama kehamilan (Suhartono, 2022).

E. Tinjauan Umum tentang Anemia

1. Definisi Anemia

Anemia merupakan masalah kesehatan masyarakat yang meluas terkait dengan peningkatan risiko morbiditas dan mortalitas, terutama pada wanita hamil dan anak kecil (Mclean & Benoist, 2007). Anemia dapat diartikan sebagai nilai hemoglobin, hematokrit atau jumlah eritrosit per milimeter kubik lebih dari normal. Batas bawah kisaran normal ditetapkan dua simpang baku di bawah rata-rata pada setiap umur tertentu.

Anemia adalah kondisi dimana sel darah merah menurun atau hemoglobin, sehingga kapasitas daya angkut oksigen untuk kebutuhan organ-organ vital berkurang. Rendahnya kapasitas darah untuk membawa oksigen memacu jantung untuk meningkatkan curah jantung. Jantung yang erus-menerus dipacu bekerja keras dapat mengakibatkan gagal jantung dan komplikasi lain seperti preeklamsia pada ibu hamil (Dai.NF, 2021).

Menurut *World Health Organization* (WHO), 2011 dikatakan anemia jika kadar hemoglobin . Anemia pada wanita umur reproduksi dapat menimbulkan kelelahan, badan lemah, penurunan kapasitas, kemampuan atau produktifitas kerja. Penyebab paling umum dari anemia pada kehamilan adalah kekurangan zat besi, asam folat, dan

perdarahan akut dapat terjadi karena interaksi antara keduanya (Astriana, 2017).

2. Status Gizi

Status gizi dipengaruhi oleh zat gizi yang di konsumsi sehingga dapat memperlihatkan keadaan gizi seseorang. Ibu hamil merupakan salah satu kelompok yang rentan akan masalah gizi sehingga penggunaan zat gizi seperti mikroelemen esensial zat besi yang tidak optimal selama masa kehamilan dapat mengakibatkan anemia (Marlapan et,al., 2013).

Anemia merupakan kadar hemoglobin (Hb) dibawah kadar normalnya. Nilai Hb untuk ibu hamil ditetapkan 3 kategori yaitu normal ≥ 11 gr/dl, anemia ringan 8-11 gr/dl dan anemia berat < 8 gr/dl. Pengaruh anemia kehamilan yaitu kematian dan perdarahan, anemia pada saat hamil akan mempengaruhi pertumbuhan janin, berat bayi rendah dan peningkatan kematian perinatal (Arisman, 2009). Bila status gizi ibu normal selama masa kehamilan kemungkinan besar melahirkan bayi yang sehat. Dengan kata lain, bahwa kualitas bayi bergantung pada status gizi ibu sebelum dan selama masa kehamilan (Marlapan et,al., 2013).

Status gizi ibu sebelum dan selama hamil dapat mempengaruhi pertumbuhan janin yang sedang dikandung. Bila status gizi ibu normal pada masa sebelum dan selama hamil kemungkinan besar akan melahirkan bayi yang sehat, cukup bulan

dengan berat badan normal. Dengan kata lain, kualitas bayi yang dilahirkan sangat bergantung pada keadaan gizi ibu sebelum dan selama hamil (Rosmeri, 2000). Ibu dengan status gizi kurang (kurus) sebelum hamil mempunyai resiko 4,27 kali untuk melahirkan bayi BBLR dibandingkan dengan ibu yang mempunyai status gizi baik (normal). Sayangnya, masih banyak ibu hamil yang mengalami masalah gizi yaitu Kekurangan Energi Kronik (KEK) dan Anemia. Hal tersebut dapat terjadi apabila ibu hamil kurang mengetahui tentang pengetahuan gizi pada saat hamil, maka akan menyebabkan atau menimbulkan resiko kesakitan yang lebih besar pada saat trimester III kehamilan, yaitu resiko melahirkan bayi dengan BBLR, kematian sesaat, perdarahan, dan gangguan kesehatan (Kartikasari et,al., 2013).

3. Karakteristik Anemia

Karakteristik anemia pada seseorang bergantung pada umur, jenis kelamin, tempat tinggal Pegitarian (2021).

- a. Laki – laki dewasa : Hb < 13 g/dl
- b. Wanita dewasa tidak hamil : Hb < 12 g/dl
- c. Wanita hamil : Hb < 11 g/dl
- d. Anak umur 6-14 tahun : Hb < 12 g/dl
- e. Anak umur 6 bulan – 6 tahun : Hb < 11 g/d

4. Derajat Anemia

Departemen Kesehatan menetapkan derajat anemia sebagai berikut:

- a. Ringan sekali : Hb 10g/dl – batas normal
- b. Ringan : Hb 8 g/dl - < 11 g/dl
- c. Sedang : Hb 5 g/dl - < 8 g/dl
- d. Berat : Hb < 5 g/dl

5. Klasifikasi Anemia

Klasifikasi anemia berdasarkan penyebabnya dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori menurut Tarwoto dan Wasnidar, (2013) :

- a. Anemia karena hilangnya sel darah merah, terjadi akibat pendarahan karena berbagai sebab seperti perlukaan, pendarahan gastrointestinal, pendarahan uterus, pendarahan hidung, pendarahan akibat operasi.
- b. Anemia karena menurunnya produksi sel darah merah, dapat disebabkan karena kekurangan unsur penyusun sel darah merah (asam folat, Vitamin B12, dan zat besi), gangguan fungsi sumsum tulang (adanya tumor, pengobatan, toksin), stimulasi tidak adekuat karena berkurangnya eritropoitin (pada penyakit ginjal kronik).
- c. Anemia karena meningkatnya kerusakan/destruksi sel darah merah, dapat terjadi karena overaktifnya Reticu loendothelial

System (RES). Meningkatnya destruksi sel darah merah dan produksi sel darah merah tidak adekuat biasanya karena faktor-faktor:

- 1) Kemampuan respon sumsum tulang terhadap sel darah merah kurang karena meningkatnya jumlah retikulosit dalam sirkulasi darah.
- 2) Meningkatnya sel-sel darah merah yang masih muda dalam sumsum tulang dibandingkan yang matur/matang.
- 3) Ada atau tidaknya hasil destruksi sel darah merah dalam sirkulasi (seperti meningkatnya kadar bilirubin).

6. Penyebab Anemia

Normalnya untuk keseimbangan fungsi tubuh perlu adanya keseimbangan antara produksi dan kebutuhan. Jika produksi eritrosit lebih sedikit dibandingkan dengan kebutuhan maka terjadi anemia. Ada beberapa hal yang menyebabkan anemia menurut zahrotun (2005) yaitu:

- a. Genetik: Hemoglobinopati, Talasemia, Abnormal enzim glikolitik, Fanconi Anemia.
- b. Nutrisi : Defisiensi besi, defisiensi asam folat 12, Defisiensi cobal/vitamin B12 , Alkoholis, kekurangan nutria/malnutrisi
- c. Pendarahan
- d. Infeksi: hepatitis, cytomegalovirus, parvovirus, clostridia, sepsis gram negative, malaria dan toksoplasmosis

- e. Obat-obatan dan zat kimia : agen chemotherapy, anticolvulsan, antimetabolis, kontrasepsi, zat kimia toksik
- f. Trombotik trombositopenia purpura dan syndrome uremik hemolitik
- h. Efek fisik : Trauma, Luka bakar, Gigitan ular
- g. Penyakit kronis dan matigna: Penyakit ginjal, hati dan Infeksi kroni

F. Tinjauan Umum tentang Anemia Pada Ibu Hamil

Anemia adalah penurunan jumlah sel darah merah atau penurunan konsentrasi hemoglobin di dalam sirkulasi darah. Kadar hemoglobin kurang dari 12 gr/dl untuk wanita tidak hamil dan kurang dari 11 gram/dl untuk wanita hamil (Ramadhani, 2018). Anemia pada kehamilan secara umum disebabkan oleh kekurangan zat besi. Pada saat hamil tubuh akan mengalami perubahan yang signifikan dan jumlah darah dalam tubuh meningkat sekitar 20% - 30%, sehingga memerlukan peningkatan kebutuhan pasokan zat besi dan vitamin untuk membuat hemoglobin. Pada saat hamil tubuh ibu akan membuat lebih banyak darah untuk berbagi dengan bayinya. Tubuh memerlukan darah hingga 30% lebih banyak dari pada sebelum hamil (Astria, 2017).

Anemia pada ibu hamil salah satu penyebabnya adalah adanya proses fisiologis saat hamil, yaitu adanya penambahan volume darah ibu yang berfungsi untuk memenuhi kebutuhan sirkulasi darah ke plasenta, uterus, dan payudara yang membesar dengan pembuluh

yang membesar pula. Bertambahnya volume darah ini sayangnya tidak diikuti dengan kenaikan pembentukan sel darah merah yang memadai, sehingga konsentrasi atau kadar hemoglobin ibu hamil menjadi rendah. Anemia dalam kehamilan biasanya berhubungan dengan defisiensi zat besi. Jumlah zat besi yang diabsorpsi dari makanan dan cadangan dalam tubuh biasanya tidak mencukupi kebutuhan ibu selama kehamilan sehingga penambahan asupan zat besi dapat membantu mengembalikan kadar hemoglobin (Reni Meta, 2017).

Defisiensi zat besi 15 merupakan penyebab tersering (90%) anemia dalam kehamilan karena kehamilan meningkatkan kebutuhan zat besi sebanyak dua hingga tiga kali lipat. pada kehamilan terjadi peningkatan volume plasma darah sehingga terjadilah hipervolemia, tetapi bertambahnya sel-sel darah merah lebih sedikit dibandingkan dengan peningkatan volume plasma, oleh karena itu terjadi pengenceran darah (hemodilusi). Pertambahan volume darah tersebut berbanding sebagai berikut, yaitu plasma 30%, sel darah 18%, dan hemoglobin 19%. Keadaan ini disebut sebagai anemia fisiologis (Fidyah et al., 2014).

Untuk menegakkan diagnosa anemia dalam kehamilan yang ketiga dengan hasil yang lebih akurat dapat dilakukan dengan cara pengambilan sampel darah. Pemeriksaan darah dilakukan minimal dua kali selama kehamilan, yaitu pada trimester I dan trimester III dengan pertimbangan bahwa sebagian besar ibu hamil mengalami anemia

pada trimester tersebut, maka dilakukan pemberian preparat tambah darah sebanyak 90 tablet pada ibu hamil di puskesmas. Pemeriksaan dan pengawasan hemoglobin dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode seperti metode visual, metode *gasometric*, metode *spectrophotometric* dan otomatis *hemoglobinometry* (Reni Meta, 2017).

G. Tinjauan Umum tentang Faktor yang berhubungan dengan Anemia Ibu Hamil

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi anemia pada ibu hamil sebagai berikut:

1. Umur

Faktor umur merupakan faktor risiko kejadian anemia pada ibu hamil. Umur seorang ibu berkaitan dengan alat-alat reproduksi wanita. Umur reproduksi yang sehat dan aman adalah umur 20-35 tahun. Kehamilan diumur <20 tahun secara biologis belum optimal emosinya cenderung labil, mentalnya belum matang sehingga mudah mengalami keguncangan dan mengakibatkan kurangnya perhatian terhadap pemenuhan kebutuhan zat-zat gizi selama kehamilannya. Sedangkan pada umur > 35 tahun terkait dengan kemunduran dan penurunan daya tahan tubuh serta berbagai penyakit yang sering menimpa di umur ini. (Bongga, 2019). Umur paling aman untuk proses kehamilan berada di antara umur 20 tahun sampai 35 tahun. Hal ini disebabkan pada umur tersebut secara fisik kondisi kesehatan ibu optimal dan organ reproduksi sudah matang

sehingga proses kehamilan dan persalinan dapat dilalui dengan aman dan sehat (Manuaba, 2013).

2. Pendidikan

Pendidikan merupakan faktor yang penting dalam mengembangkan kualitas manumur. Tingkat pendidikan ibu hamil yang kurang akan menyebabkan keterbatasan dalam menghadapi masalah gizi. Pengetahuan gizi ibu hamil akan berhubungan pola konsumsi makanan. Semakin tinggi tingkat pendidikan tentang gizi maka semakin beragam makanan yang dikonsumsi, hal ini akan berpengaruh positif terhadap kesehatan ibu hamil (Bongga, 2019).

Tingkat pendidikan seseorang akan mempengaruhi kesadaran untuk berperilaku hidup sehat. Pendidikan akan membentuk pola pikir yang baik dimana ibu akan lebih mudah untuk menerima informasi sehingga dapat terbentuk pengetahuan yang memadai. Makin tinggi pendidikan makin tinggi pula kesadaran ibu untuk mendapatkan gizi yang baik sehingga tidak menimbulkan anemia pada kehamilan. Ibu hamil anemia dengan pendidikan rendah prevalensinya lebih besar daripada ibu yang berpendidikan tinggi (Fitriasari, 2017).

3. Pendapatan

Status ekonomi merupakan kedudukan yang diatur secara sosial dan menempatkan seseorang pada posisi tertentu. Pendapatan merupakan semua hasil perolehan yang didapat dalam

bentuk uang sebagai hasil pekerjaan. Pendapatan mempunyai peran penting dalam memberikan efek terhadap taraf hidup. Pendapatan menentukan kemampuan beli terhadap pangan yang akan berhubungan status gizi. Peningkatan pendapatan membuat masyarakat membeli barang yang dipasarkan baik untuk menunjang peningkatan gizi serta perbaikan sanitasi (Junianti, 2018).

Anemia dalam kehamilan mencerminkan nilai kesejahteraan sosial ekonomi masyarakat dan berpengaruh besar terhadap kualitas sumber daya dan umur (Muhtar, 2019).

4. Status Gizi

Gizi yang seimbang merupakan terpenuhinya zat gizi baik mikro maupun makro sesuai kebutuhan masing-masing individu. Konsumsi makanan dengan gizi yang cukup merupakan kebutuhan individu, setiap makanan mengandung gizi yang berbeda sehingga perlu kecermatan dalam memilih asupan yang sesuai dengan kebutuhan. Gizi ibu hamil merupakan hal yang harus terpenuhi selama masa kehamilan (Zahrotun, 2005).

Anemia berhubungan status gizi seseorang. Anemia khususnya anemia gizi besi disebabkan karena kurangnya asupan gizi yang masuk dalam tubuh. Penilaian status gizi dibuat untuk mengidentifikasi nutrien yang berperan dalam terjadinya anemia. Anemia defisiensi besi dapat disebabkan oleh berbagai macam nutrien ketika pembentukan hemoglobin (Musni, 2018).

Anemia sering terjadi akibat defisiensi zat besi karena pada ibu hamil terjadi peningkatan kebutuhan zat besi dua kali lipat akibat peningkatan volume darah tanpa ekspansi volume plasma, untuk memenuhi kebutuhan ibu (mencegah kehilangan darah pada saat melahirkan) dan pertumbuhan janin (Susiloningtyas, 2023). Zat besi adalah mineral yang dibutuhkan untuk membentuk sel darah merah (hemoglobin). Selain itu, mineral ini juga berperan sebagai komponen untuk membentuk mioglobin (protein yang membawa oksigen ke otot), kolagen (protein yang terdapat di tulang, tulang rawan, dan jaringan penyambung), serta enzim. Zat besi juga berfungsi dalam sistem pertahanan tubuh.

Pola makan sangat beragam dan bergizi (Manyullei, 2021) sehingga sumber zat besi dapat dihasilkan dari makan hewani, seperti daging, ayam dan ikan. Sumber baik lainnya adalah telur, sereal tumbuk, kacang-kacangan, sayuran hijau dan beberapa jenis buah. Disamping jumlah besi, perlu diperhatikan kualitas besi di dalam makanan, dinamakan juga ketersediaan biologik (bioavailability) (Samhadi, 2008). Pada umumnya besi di dalam daging, ayam, dan ikan mempunyai ketersediaan biologik tinggi, besi di dalam sereal dan kacang-kacangan mempunyai ketersediaan biologik sedang, dan besi dalam sebagian besar sayuran, terutama yang mengandung asam oksalat tinggi, seperti bayam mempunyai ketersediaan biologik rendah. Sebaiknya

diperhatikan kombinasi makanan sehari-hari, yang terdiri atas campuran sumber besi berasal dari hewan dan tumbuh-tumbuhan serta sumber gizi lain yang dapat membantu sumber absorpsi (Ahmed, 2001).

Perhitungan makan 3 x sehari atau 1000-2500 kalori akan menghasilkan sekitar 15–20 mg zat besi perhari, namun hanya 1-2 mg yang di absorpsi. jika ibu mengkonsumsi 60 mg zat besi, maka diharapkan 6-8 mg zat besi dapat diabsorpsi, jika dikonsumsi selama 30 hari maka total zat besi yang diabsorpsi adalah sebesar 450-500 mg dari konsumsi harian ibu (Susiloningtyas, 2023).

5. Partus

Partus merupakan banyaknya kelahiran hidup yang dimiliki oleh seorang wanita. Menurut teori setelah kehamilan yang ketiga resiko anemia meningkat, hal ini disebabkan karena pada kehamilan yang berulang menimbulkan kerusakan pada pembuluh darah dan dinding uterus yang biasanya berhubungan sirkulasi nutrisi ke janin. Partus atau jumlah persalinan juga berhubungan dengan anemia. Semakin sering seorang wanita melahirkan maka semakin besar resiko kehilangan darah dan berdampak pada penurunan kadar Hb. Setiap kali wanita melahirkan, jumlah zat besi yang hilang diperkirakan sebesar 250 mg (Rizki et al., 2018).

Anemia pada kehamilan disebabkan oleh adanya hemodilusi atau pengenceran darah. Secara fisiologis ibu dengan partus atau

riwayat kelahiran yang terlalu sering akan mengalami peningkatan volume plasma darah yang lebih besar sehingga menyebabkan hemodilusi yang lebih besar pula. Ibu yang telah melahirkan lebih dari 3 kali berisiko mengalami komplikasi serius seperti perdarahan, hal ini dipengaruhi keadaan anemia selama kehamilan. Disamping itu pendarahan yang terjadi mengakibatkan ibu banyak kehilangan haemoglobin dan cadangan zat besi menurun sehingga kehamilan berikutnya menjadi lebih berisiko untuk mengalami anemia lagi (Kusumah, 2009).

6. Jarak Kehamilan

Jarak kehamilan yang terlalu dekat menjadi resiko kehamilan. Hal ini disebabkan sistem reproduksi belum kembali seperti keadaan semula sebelum hamil. Jarak kehamilan yang terlalu dekat akan menyebabkan anemia dikarenakan tubuh ibu belum cukup mengumpulkan cadangan nutrisi setelah melalui hamil sebelumnya (Sobron et al., 2020).

Seorang perempuan setelah melahirkan membutuhkan dua sampai tiga tahun untuk memulihkan tubuhnya dan mempersiapkan dirinya pada kehamilan dan persalinan berikutnya. Jarak kehamilan yang pendek akan meningkatkan risiko terhadap ibu dan anak seperti kejadian anemia pada ibu hamil (Syarfaini et al., 2019).

H. Tinjauan Umum tentang Pengaruh Pb terhadap Anemia

WHO, (2021) telah mengidentifikasi timbal sebagai salah satu dari 10 bahan kimia yang perlu mendapatkan perhatian karena dampaknya terhadap kesehatan masyarakat, terutama terkait dampaknya terhadap kesehatan pekerja, anak-anak dan wanita umur reproduksi. Anak-anak sangat rentan terhadap keracunan timbal, karena mereka menyerap 4-5 kali lebih banyak timbal yang tertelan dibanding orang dewasa. Paparan tanah dan debu yang terkontaminasi timbal akibat daur ulang baterai dan penambangan telah menyebabkan keracunan timbal massal dan banyak kematian pada anak-anak di Nigeria, Senegal, dan negara-negara lain.

Pb yang masuk ke dalam tubuh akan didistribusikan ke organ-organ seperti otak, ginjal, hati dan tulang. Tubuh menyimpan timbal di gigi dan tulang, dan akan terakumulasi dari waktu ke waktu. Timbal yang disimpan dalam tulang dapat dilepaskan ke dalam darah selama kehamilan, sehingga meningkatkan kadar timbal darah dan berdampak negatif terhadap janin. Anak-anak yang kekurangan gizi lebih rentan terhadap timbal karena tubuh mereka menyerap lebih banyak timbal jika kekurangan asupan kalsium atau zat besi (WHO, 2021)

Untuk pengukuran tingkat paparan timbal, umumnya digunakan biomarker kadar timbal dalam darah (blood lead levels, BLL), yang dinyatakan dalam satuan g/dL. Kadar timbal dalam darah dapat menggambarkan paparan yang sedang berlangsung dan simpanan

timbal dalam tulang, yang dapat ditransfer ke darah. Eliminasi timbal dalam darah relatif lebih cepat dibandingkan dengan tulang, sehingga kadar timbal darah mencerminkan riwayat pajanan beberapa bulan terakhir (Hadi & Rahmawati, 2010).

Pada Ibu hamil, kebutuhan terhadap unsur-unsur nutrisi tersebut, khususnya kalsium sangat meningkat, terutama untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan janin. Ketika asupan dari luar kurang, maka cadangan kalsium di dalam tulang akan dibongkar, dan menyebabkan timbal yang juga tersimpan dalam tulang akan keluar (terbongkar) sehingga kadar timbal dalam darah meningkat tajam. Terkait dengan teori, tersebut dampak pajanan jangka panjang timbal terhadap janin/anak sangat perlu mendapatkan perhatian. Timbal bersifat neurotoksik dan dapat mempengaruhi perkembangan otak anak-anak, sehingga mengakibatkan penurunan kecerdasan (Intelligence Quotient, IQ), perubahan perilaku, seperti berkurangnya konsentrasi dan peningkatan perilaku antisosial, atau yang sering disebut sebagai attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), dan penurunan prestasi belajar (Srinivasan, 2017).

Pajanan timbal juga menyebabkan anemia, hipertensi, gangguan ginjal, imunitoksisitas dan toksisitas pada organ reproduksi. Efek neurologis timbal pada bayi dan anak menjadi perhatian terbesar, karena efek permanen/jangka panjangnya yang tidak dapat pulih (irreversible). Janin di dalam kandungan terpajan timbal dari Ibu melalui

aliran darah tali pusat, dan setelah lahir terpajan melalui konsumsi air susu ibu (ASI). Timbal juga menyebabkan masalah kesehatan pada orang dewasa, antara lain dampak negatif terhadap sistem saraf, ginjal, kardiovaskuler, hematologi, imunologi, dan kesehatan reproduksi. Paparan timbal pada ibu hamil dapat menyebabkan keguguran, lahir mati, kelahiran prematur, dan berat badan lahir rendah (BBLR). Rangkuman tentang dampak Kesehatan paparan timbal berdasarkan peningkatan kadarnya dalam darah disajikan pada Tabel 2.1 (Srinivasan, 2017).

Kadar Pb dalam Darah	Dampak Kesehatan
5-20 µg/dL	Anemia Kemungkinan hipertensi
20-29 µg/dL	Anemia Kemungkinan hipertensi Kemungkinan gangguan fungsi ginjal
30-39 µg/dL	Anemia, gejala tidak spesifik
40-79 µg/dL	Anemia, gejala tidak spesifik , hipertensi, nefritis, penurunan jumlah dan motilitas sperma, nefropati, gout
≥ 80 µg/dL	Neuropati perifer, ensefalopati

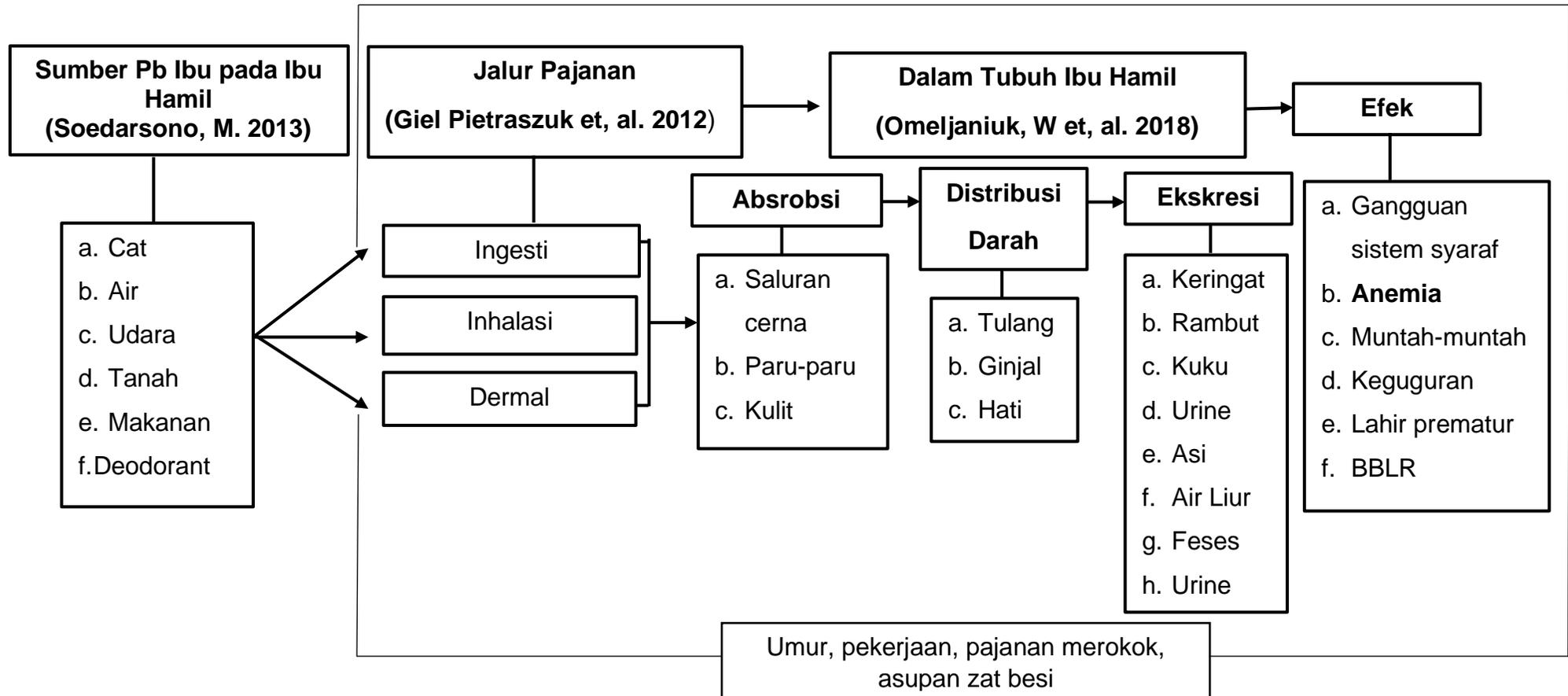
I. Kerangka Teori

Paparan Pb pada ibu hamil dapat bersumber dari aktifitas penggunaan cat, air, udara, tanah, makanan dan penggunaan deodorant mengandung Pb yang dihirup dan diserap. Pb masuk melalui jalur ingesti (air, makanan), inhalasi (Udara, cat) dan dermal (deodorant) (Soedarsono, M. 2013).

Pb yang masuk melalui jalur paparan akan terabsorpsi melalui saluran cerna, paru-paru dan kulit. Hasil absorpsi konsentrasi Pb akan terdistribusi ke dalam darah dan tersimpan di tulang, ginjal, hati dan jaringan lunak. Setelah terkena paparan timbal terjadi proses eliminasi, eliminasi terdiri dari dua fase; yang pertama, eliminasi dari jaringan lunak yang membutuhkan waktu sekitar 20-30 hari. Fase kedua, yaitu fase eliminasi lambat dari darah yang melibatkan ekskresi dari tulang, sedangkan waktu paruh timbal dalam tulang diperkirakan selama 1 tahun (Giel Pietraszuk et, al. 2012).

Selain terakumulasi ke dalam organ target, sebagian besar Pb akan dikeluarkan melalui urine sementara lainnya dikeluarkan melalui empedu ke dalam usus dan kemudian dikeluarkan dari tubuh melalui feses. Pb dalam jumlah kecil akan diekskresikan melalui keringat, rambut, ASI dan air liur.

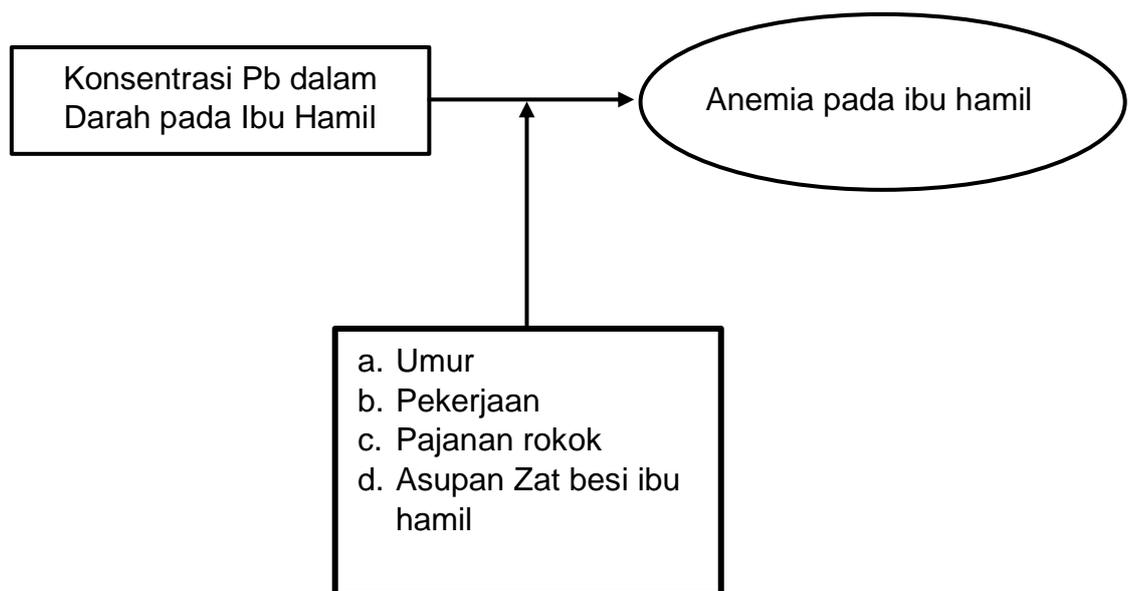
Adanya senyawa timbal dalam tubuh akan mengganggu kerja enzim sehingga sintesa sel darah merah menjadi terganggu. Efek konsentrasi timbal yang tinggi dalam tubuh dapat mengakibatkan efek terhadap kesehatan. Adapun gejala yang ditimbulkan dari paparan timbal seperti anemia sehingga mengakibatkan gangguan sistem saraf, muntah-muntah, kelumpuhan, anemia, keguguran, kelahiran prematur, BBLR (Berat Badan Lahir Rendah) sehingga akan memberikan dampak pada perkembangan anak (Charkiewicz, 2020).



Gambar 2.3 Kerangka Teori modifikasi Charkiewicz (2020)

J. Kerangka Konsep

Kerangka konsep ini terdiri dari variabel independen (konsentrasi Pb dalam Darah Pada Ibu Hamil) dan variabel dependen (kejadian Anemia pada Ibu Hamil dilihat dari kadar hemoglobin). Hubungan antara variabel independen dan variabel dependen digambarkan dalam bentuk bagan dibawah ini:



Keterangan  : Variabel Independen

 : Variabel Dependen

 : *Confounding*

Gambar 2.4 Kerangka Konsep

K. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Variabel	DO	KO	Satuan	Alat Ukur	Skala
Konsentrasi Pb	Konsentrasi Pb pada darah ibu hamil	-	µg/dl	ICP-MS (<i>Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry</i>)	Rasio
Anemia	Gangguan yang dialami oleh ibu hamil, ditandai dengan turunnya kadar hemoglobin	a. Normal jika Hb \geq 11 g/dL b. Tidak normal jika Hb $<$ 11 g/dL	g/dL	Di ukur menggunakan metode <i>Cyanmeth</i>	Nominal
Umur Ibu	Pernyataan tentang umur responden yang dinyatakan dengan tahun	a. Beresiko \geq 35 Tahun b. Tidak Beresiko $<$ 35 Tahun	Tahun	Wawancara dengan menggunakan kuisisioner	Nominal
Pekerjaan	Pernyataan tentang jenis pekerjaan responden	a. bekerja b. Tidak Bekerja		Wawancara dengan menggunakan kuisisioner	Nominal
Paparan asap rokok	Pajanan asap rokok sebelum dan selama kehamilan saat ada di dalam rumah, di luar rumah, dan lingkungan kerja.	a. Terpapar b. Tidak terpapar		Wawancara kuisisioner dengan menggunakan kuisisioner	Nominal

Variabel	DO	KO	Satuan	Alat Ukur	Skala
Asupan Zat besi ibu hamil	Jumlah konsumsi makanan zat besi ibu hamil	a. Baik (450-500 gram) b. Kurang (< 450 gram)	-	Wawancara dengan Menggunakan FFQ	

L. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini yaitu:

Ada pengaruh konsentrasi Pb dalam darah terhadap kejadian anemia pada ibu hamil di Kota Makassar

M. Tabel Sintesa

Tabel 2.2 Sintesis artikel terkait Pengaruh Konsentrasi Pb pada Ibu Hamil

No	Penulis/ Judul Artikel	Metode	Sampel	Hasil
1	Yadav et.,al (2020) <i>Blood lead levels in antenatal women and its association with iron deficiency anemia and adverse pregnancy outcomes</i>	Studi observasional	Darah pada ibu hamil dengan jumlah sampel 140 responden	a. Sebesar 11,11% wanita anemia memiliki kadar Pb dalam darah. b. faktor sosial, pekerjaan, lingkungan menjadi faktor adanya Pb pada ibu hamil
2	Malaka & Iryani, (2011) <i>The Correlation of Lead in Blood and Haemoglobin Concentration and Hematocrit Value of Toll Booth Workers at Jagorawi</i>	Cross sectional	Darah pada petugas pintu tol Jumlah sampel 68 responden	a. Kadar timbal darah yang didapatkan pada penelitian ini adalah $20,1 \pm 1,1 \mu\text{gr}\%$ dengan maksimum $22,9 \mu\text{g r}\%$; dengan kadar hemoglobin sebesar $15,2 \pm 1,5 \text{ gr } \%$ minimum $9,9 \text{ gr}\%$;

No	Penulis/ Judul Artikel	Metode	Sampel	Hasil
				b. Secara umum tidak ditemukan asosiasi yang bermakna antara kadar timbal darah terhadap kadar hemoglobin
3	Kumar et al., (2012) <i>Evaluation of Low Blood Lead Levels and Its Association with Oxidative Stress in Pregnant Anemic Women:A Comparative Prospective Study</i>	Studi Prospektif Komparatif	Darah pada ibu hamil Jumlah sampel 175 responden	a. Terdapat hubungan antara kadar timbal dalam darah dikaitkan dengan anemia defisiensi Fe ringan, sedang dan bahkan berat. b. gangguan prooksidan dan antioksidan pada wanita hamil yang anemia menunjukkan stres oksidatif yang pasti, yang mungkin disebabkan oleh keracunan Pb
4	Shah et al., (2010) <i>Environmental exposure of lead and iron deficit anemia in children age ranged 1–5 years: A cross sectional study</i>	Cross sectional	Darah pada anak Jumlah sampel 340 responden	a. Konsentrasi BPb pada anak anemia berat (53%) ditemukan dalam kisaran 100-200 µg/L, sedangkan 47% memiliki N200 µg/L. Korelasi negatif yang signifikan antara kadar BPb dengan % Hb ($r=0.514$ dan $r=0.685$) dan kandungan Fe ($r=0.522$, $r=0.762$, $p < 0.001$)

No	Penulis/ Judul Artikel	Metode	Sampel	Hasil
				<p>masing-masing diamati pada anak anemia ringan dan berat.</p> <p>b. Terdapat hubungan kadar timbal dalam darah dengan anemia pada anak</p>
5	<p>Sakina et.al., (2018)</p> <p><i>Blood Lead Levels in Pregnant Women and the Source of Exposure in Northern Coastal Area of Brebes Regency</i></p>	Cross sectional	<p>Darah pada ibu hamil</p> <p>Jumlah sampel 86 responden</p>	<p>a. penelitian menunjukkan rerata BLL ibu hamil pada penelitian ini adalah 42,437 + 19,758 µg/dL. Sumber paparan timbal adalah kebiasaan mengkonsumsi makanan laut (44,2%), membungkus makanan menggunakan kertas koran (80,2%), terlibat dalam kegiatan pertanian (37,2%), dan perokok pasif (70,9%).</p> <p>b. BBL pada ibu hamil di wilayah utara Kabupaten Brebes telah melebihi standar yang ditetapkan CDC sebesar 5 µg/dL.</p> <p>c. Ibu hamil dengan kadar timbal tinggi (≥18,05 µg/dL) berisiko 2,9 kali untuk mengalami</p>

No	Penulis/ Judul Artikel	Metode	Sampel	Hasil
				anemia dibanding ibu Hamil dengan kadar timbal tidak tinggi
6	Hsieh et.al., (2017) <i>Anemia risk in relation to lead exposure in lead-related manufacturing</i>	Cross sectional	Darah pada pekerja pabrik pria dan wanita Jumlah sampel 533 pria dan 218 wanita	a. Hasil menunjukkan bahwa HI untuk total pekerja yang terpapar timbal adalah 0,78 % b. Studi menemukan bahwa pekerja wanita memiliki dosis efek timbal yang lebih rendah daripada pekerja laki-laki, menunjukkan bahwa, dibandingkan dengan laki-laki, pekerja perempuan cenderung memiliki risiko lebih tinggi terkena anemia akibat timbal.