

SKRIPSI

**PERBEDAAN KADAR LEVEL TIMBAL DALAM
DARAH IBU HAMIL YANG BERMUKIM DI
DAERAH PESISIR DAN BUKAN PESISIR:
*SYSTEMATIC REVIEW***

**A. NUR AWALIA SALSHABILA
K011171313**



*Skripsi Ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Kesehatan Masyarakat*

**DEPARTEMEN KESEHATAN LINGKUNGAN
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : A. Nur Awalia Salshabila

NIM : K011171313

Fakultas : Kesehatan Masyarakat

dengan ini menyatakan bahwa judul skripsi **“Perbedaan Kadar Timbal dalam Darah Ibu Hamil yang Bermukim di Daerah Pesisir dan Bukan Pesisir: *Systematic Review*”** benar bebas dari plagiat dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 5 April 2023

Yang membuat pernyataan,



A. Nur Awalia Salshabila

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PERBEDAAN KADAR TIMBAL DALAM DARAH IBU HAMIL YANG
BERMUKIM DI DAERAH PESISIR DAN BUKAN PESISIR:
*SYSTEMATIC REVIEW***

Disusun dan diajukan oleh

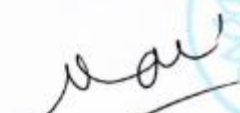
**A. NUR AWALIA SALSHABILA
K011171313**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelaksanaan Studi Program Sarjana Program Studi Kesehatan Masyarakat
Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin
pada tanggal 28 Maret 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


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


Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel., M.Kes
Nip. 19820803 200812 1 003

Ketua Program Studi,




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

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah di pertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar pada hari Selasa Tanggal 28 Maret 2023.

Ketua : **Dr. Hasnawati Amqam, SKM., M.Sc** (.....)

Sekretaris : **Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel., M.Kes** (.....)

Anggota :

1. **Basir, SKM., M.Sc** (.....)

2. **A. Wahyuni, SKM., M.Kes** (.....)

RINGKASAN

Universitas Hasanuddin
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Kesehatan Lingkungan

A. Nur Awalia Salshabila

“Perbedaan Kadar Timbal dalam Darah Ibu Hamil yang Bermukim di Daerah Pesisir dan Bukan Pesisir: *Systematic Review*”

(xiv + 77 Halaman + 7 Tabel + 12 Gambar + 5 Grafik + 5 Lampiran)

Ibu hamil adalah salah satu kelompok yang sangat rentan apabila terpajan timbal karena akan berdampak kepada tumbuh kembang calon bayinya. Jalur utama masuknya timbal dalam tubuh ibu hamil yaitu melalui pernapasan dan tertelan bersama makanan dan minuman yang tercemar timbal. Organisasi-organisasi kesehatan dunia menyarankan ibu hamil untuk lebih banyak mengonsumsi ikan, karena di dalam ikan terdapat banyak nutrisi yang baik untuk pertumbuhan dan perkembangan janin. Namun, ikan adalah salah satu media transisi tempat timbal terakumulasi. Kebiasaan konsumsi ikan oleh masyarakat pesisir dapat mempengaruhi kadar timbal dalam dirinya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kadar timbal dalam darah ibu hamil yang bermukim di pesisir dan bukan pesisir. Penelitian ini merupakan penelitian dengan metode *systematic review*. Populasi pada penelitian ini adalah artikel *full text* tentang timbal pada ibu hamil dengan desain studi kohort, *case control* dan *cross-sectional*. Data sekunder yang diperoleh akan diolah menggunakan uji *Lilliefors* dan *Mann-Whitney*.

Hasil dari penelitian ini yaitu tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kadar timbal dalam darah ibu hamil yang bermukim di pesisir dan bukan pesisir. Banyak faktor yang mempengaruhi kadar timbal dalam darah ibu hamil misalnya area tempat tinggal, kebiasaan makan dan minum, penggunaan produk kimia dan lain-lain. Diharapkan agar ibu hamil dapat menghilangkan faktor risiko pajanan timbal yang ada disekitarnya.

Kata Kunci : **Timbal, Ibu Hamil dan Pesisir**

Daftar Pustaka : **111 (2004 - 2022)**

SUMMARY

Universitas Hasanuddin
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Kesehatan Lingkungan

A. Nur Awalia Salshabila

“Comparison of Blood Lead Levels in Pregnant Women Lived in Coastal and Non-Coastal Areas: Systematic Review”

(xiv + 77 page + 7 tables + 12 figures + 3 graphics + 5 attachments)

Pregnant women are one of the most vulnerable groups when exposed to lead because it will have an impact on the growth and development of their future babies. The main route for lead to enter the body of pregnant women is through breathing and ingestion with lead-contaminated food and drink. World health organizations advise pregnant women to consume more fish, because in fish there are many nutrients that are good for the growth and development of the fetus. However, fish is one of the transitional media where lead accumulates. The habit of fish consumption by coastal communities can affect their lead levels.

This study aims to determine differences in blood lead levels in pregnant women living in coastal and non-coastal areas. This research is a research with a systematic review method. The population in this study were full text articles on reciprocity in pregnant women with cohort, case control and cross-sectional study designs. The secondary data obtained will be processed using the Lilliefors and Mann-Whitney tests.

The results of this study are that there is no significant difference in blood lead levels of pregnant women living in coastal and non-coastal areas. Many factors affect blood lead levels in pregnant women, for example where you live, eating and drinking habits, use of chemical products and so on. It is hoped that pregnant women can eliminate the risk factors for lead exposure around them.

Keywords : ***Lead, Pregnant Women and Coastal Areas***

References : ***111 (2004 - 2022)***

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kemudahan dan kemampuan berpikir kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam tidak lupa penulis kirimkan kepada baginda Rasulullah Shallallahu ‘Alaihi Wasallam, yang merupakan sebaik-baiknya suri teladan.

Selama proses pengerjaan skripsi tentu saja tidak lepas dari hambatan dan kesulitan akan tetapi berkat bimbingan, arahan dan nasihat dari beberapa pihak sehingga hambatan dan kesulitan tersebut dapat teratasi. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada ibu Dr. Hasnawati Amqam, SKM.,M.Sc selaku pembimbing I dan bapak Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel.,M.Kes selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan pikirannya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Terutama dan teristimewa, penulis ucapkan terimakasih dan penghargaan tak ternilai kepada kedua orang tua yaitu kepada Almarhum Ayah H. A. Syamsuddin Palamai dan Ibu Hj. Aisyah Amin yang senantiasa memberikan rasa sayang, dukungan, pengorbanan, kesabaran dan doa yang selalu mengiringi penulis sejak kecil hingga penulis dapat sampai ke tahap ini.

Penulis juga ingin mengucapkan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Prof. Sukri Palutturi, SKM., M.Kes., M.Sc.PH, Ph.D selaku Dekan FKM Unhas, Bapak Dr. Wahiduddin, SKM., M.Kes. selaku Wakil Dekan I FKM Unhas, Bapak Dr. Atjo Wahyu, SKM., M.Kes selaku Wakil Dekan II dan Bapak Prof. Anwar Mallongi, SKM., MSc., Ph.D selaku Wakil Dekan III beserta para Staf Akademik, Staff Kemahasiswaan, Staff Tata Usaha, Staff Perlengkapan, Staff Kesehatan Lingkungan, Asisten Laboratorium FKM Unhas atas bantuannya selama penulis mengikuti pendidikan di Fakultas Kesehatan Masyarakat.
3. Bapak Dian Sidik Arsyad, SKM., MKM selaku dosen pembimbing akademik.
4. Bapak Basir, SKM., M.Sc dan Ibu A. Wahyuni, SKM., M.Kes selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, kritik dan arahan kepada penulis untuk penyempurnaan skripsi ini.
5. Para dosen pengajar Fakultas Kesehatan Masyarakat yang telah memberikan ilmu selama penulis menempuh pendidikan di FKM Unhas.
6. Adik penulis, *the one and only*, A. Abitzar Alghifari yang selalu siap 24 jam menolong dan membantu segala keperluan penulis.
7. Teristimewa kepada keluarga besar Citarum 19, Almarhum Etta, Mama, Izar, Almarhumah Puang Nenek, Puang Hemma, Puang Nana, Puang Ila, Puang Nani, Puang Emmi, Almarhumah Puang Tiha, Puang Ancha, Puang Ellu, Mama Yana dan semuanya yang selalu memberi *support*, semangat positif, motivasi, masukan positif untuk membangun masa depan yang lebih baik, serta

dukungan doa sejak dulu sampai sekarang hingga penulis mampu menyelesaikan studinya.

8. BABYS, sahabat dan teman seperjuangan penulis di tempat rantau, Wulan, Ros, Isti, Lili dan Titi yang telah memberikan warna untuk kehidupan perkuliahan penulis.
9. Nisa, Wulan, Lia, Kak Yaya, Kak Rubi, Kak Nhelvy dan Hikma yang banyak memberi dukungan dan bantuan selama proses penyelesaian skripsi ini.
10. Alumni CL, Fitra, Moni, Uga, Daya dan Kiki yang telah menjadi sahabat penulis sejak SMA.
11. Antek-Antek Kesling 2017, teman-teman seangkatan FKM REWA 2017.
12. Kepada diri sendiri, yang telah mampu menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih karena selalu berpikir positif ketika keadaan kadang tidak berpihak, dan selalu berusaha mempercayai diri sendiri, hingga akhirnya mampu membuktikan bahwa saya bisa mengandalkan diri sendiri.

Makassar, 10 Maret 2023

Penyusun

A. Nur Awalia Salshabila

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI	iv
RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR GRAFIK	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Pertanyaan Penelitian	7
C. Tujuan Penelitian	8
D. Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tinjauan Umum tentang Ibu Hamil	10
B. Tinjauan Umum tentang Timbal	12
C. Tinjauan Umum tentang Logam Berat Timbal di Lingkungan	22
D. Tinjauan Umum tentang <i>Systematic Review</i>	27
E. Kerangka Teori	31
F. Penelitian dengan Metode <i>Systematic Literature Review</i>	35
BAB III KERANGKA KONSEP	
A. Kerangka Konsep	37
B. Definisi Operasional	38
BAB IV METODE PENELITIAN	
A. Rancangan Penelitian	39
B. Waktu Penelitian	39
C. Desain Studi	39
D. Populasi dan Sampel	40
E. Langkah-Langkah Pembuatan <i>Systematic Review</i>	41
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	51
B. Pembahasan	71
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	76
B. Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian Kajian Literatur terkait Timbal	35
Tabel 4.1	Kriteria Inklusi dan Eksklusi <i>Systematic Review</i> Perbedaan Kadar Timbal dalam Darah Ibu Hamil yang Bermukim di Pesisir dan Bukan Pesisir	41
Tabel 4.2	Kata Kunci <i>Systematic Review</i> Perbedaan Kadar Timbal dalam Darah Ibu Hamil yang Bermukim di Pesisir dan Bukan Pesisir	42
Tabel 5.1	Hasil Penelusuran Kata Kunci pada Portal Watase UAKE	53
Tabel 5.2	Distribusi Studi Berdasarkan Variabel	65
Tabel 5.3	Hasil Uji Normalitas Data <i>Mean Pb-Levels</i> Ibu Hamil	69
Tabel 5.4	Distribusi Kadar Timbal dalam Darah Ibu Hamil Berdasarkan Daerah Tempat Tinggal	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Metodologi Penelitian untuk Masukan Kebijakan	28
Gambar 2.2	Kerangka Teori	34
Gambar 3.1	Kerangka Konsep	39
Gambar 4.1	Prosedur Pencarian Literatur	50
Gambar 5.1	Penilaian JBI <i>checklist</i> untuk Desain Studi <i>Cross-Sectional</i>	55
Gambar 5.2	Penilaian JBI <i>checklist</i> untuk Desain Studi Kohort	55
Gambar 5.3	Penilaian JBI <i>checklist</i> untuk Desain Studi <i>Case Control</i>	56
Gambar 5.4	Distribusi Artikel Berdasarkan Negara, Desain Studi dan Metode Analisis	61
Gambar 5.5	Gabungan Desain Studi <i>Cross-sectional</i> dengan Wilayah dan Metode Analisis yang Digunakan.....	62
Gambar 5.6	Gabungan Desain Studi Kohort dengan Wilayah dan Metode Analisis yang Digunakan	63
Gambar 5.7	Gabungan Desain Studi <i>Case control</i> dengan Wilayah dan Metode Analisis yang Digunakan	64
Gambar 5.8	Variabel yang Mempengaruhi Kadar Timbal Darah Ibu Hamil	67

DAFTAR GRAFIK

Grafik 5.1	Distribusi Studi Berdasarkan Tahun Terbit	57
Grafik 5.2	Distribusi Studi Berdasarkan Negara	58
Grafik 5.3	Distribusi Sebaran Daerah Artikel	58
Grafik 5.4	Distribusi Studi Berdasarkan Desain Studi	59
Grafik 5.5	Distribusi Studi Berdasarkan Metode Analisis yang Digunakan	60

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Lembar Penilaian JBI
- Lampiran 2. Karakteristik Umum Setiap Studi untuk Penelitian *Systematic Review*: Perbedaan Kadar Timbal dalam Darah Ibu Hamil yang Bermukim di Pesisir dan Bukan Pesisir
- Lampiran 3. Uji Mann-Whitney
- Lampiran 4. Tata cara impor data ke VOSviewer
- Lampiran 5. Tahapan identifikasi dan skrining artikel di Watase UAKE

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Timbal yang ada di lingkungan secara alami masuk melalui letusan gunung merapi, kebakaran hutan dan berbagai proses erosi batuan/tanah. Sumber utama timbal di lingkungan paling besar yaitu berasal dari aktivitas pertambangan dan peleburan biji logam. Timbal pernah digunakan secara luas sebagai bahan campuran pembuatan cat, pipa plastik, bahan bangunan, barang keramik, kosmetik, kaca, bensin, kosmetik, barang pecah belah dan baterai selama bertahun-tahun. Peningkatan kadar timbal terjadi sejak masa modern industrialisasi (Natasha *et al*, 2020). Australia memiliki cadangan timbal terbesar di dunia pada tahun 2022, sebesar 37 juta metrik ton, sedangkan China adalah produsen utama timbal di dunia. China menghasilkan sekitar dua juta metrik ton timbal. Total konsumsi timbal di dunia pada tahun 2021 berjumlah sekitar 12,3 juta metrik ton (Garside, M., 2023). Angka ini meningkat dibanding tahun sebelumnya yaitu sekitar 11.5 juta metrik tons, dimana sebanyak 86% digunakan dalam industri baterai (Statista Research Department, 2023).

Timbal merupakan logam berat paling beracun peringkat kedua setelah arsen untuk tingkat toksisitas, jumlahnya di lingkungan, serta peluang manusia untuk terpapar. Semakin lama seseorang terpapar timbal, maka dampak yang ditimbulkan akan semakin kronis dan progresif. Keracunan timbal dapat menyerang siapa saja dari kalangan manapun dan dari berbagai usia, namun

ibu hamil adalah salah satu kelompok yang paling berisiko terpapar timbal dibandingkan kelompok yang lain. Timbal dapat masuk ke tubuh ibu hamil melalui saluran pernapasan (inhalasi), saluran cerna (ingesti) dan penetrasi lapisan kulit (Palar, 2004). Sebagian besar paparan timbal pada ibu hamil masuk melalui pernapasan bersama dengan debu dan asap, serta tertelan melalui tangan, makanan, air, rokok, atau pakaian yang terkontaminasi timbal. Paparan non-okupasional lebih sering terjadi akibat makanan dan minuman yang tercemar timbal. (Natasha *et al*, 2020).

Konsentrasi timbal telah menurun dalam beberapa dekade terakhir karena penghentian bensin bertimbal, cat berbasis timbal dan sumber paparan timbal lainnya. Berdasarkan data yang diperoleh dari Pusat Pengendalian dan Pencegahan Penyakit (CDC), bahwa tren kadar timbal dalam darah ibu hamil di Amerika Serikat telah menurun dari 0.97 $\mu\text{g/dL}$ pada tahun 2001 - 2002 menjadi 0.46 $\mu\text{g/dL}$ pada tahun 2013 - 2014. Terjadi kembali peningkatan dengan rata-rata kadar timbal mencapai 0.55 $\mu\text{g/dL}$ pada tahun 2015 - 2016. Meskipun demikian, penelitian terbaru menunjukkan bahwa kadar timbal dalam darah pada beberapa wanita hamil masih tinggi, khususnya di antara populasi tertentu, seperti mereka yang tinggal di daerah dengan tanah yang terkontaminasi timbal, atau mereka yang mengonsumsi makanan tertentu yang mengandung timbal.

Penelitian yang dilakukan oleh Mohammadyan *et al* (2019) menunjukkan kadar level timbal pada ibu hamil di Iran mencapai 10,59 $\mu\text{g/dL}$. Disebutkan bahwa kadar timbal dalam darah dipengaruhi oleh beberapa faktor

seperti umur, pekerjaan, kebiasaan makan dan pola hidup. Penelitian lain oleh Pertiwi *et al* tahun 2022 menunjukkan rata-rata kadar timbal ibu hamil di Kabupaten Brebes, Indonesia sangat tinggi yaitu 42.437 $\mu\text{g/dL}$. Sumber paparan timbal berasal dari kebiasaan mengonsumsi makanan laut (44.2%), membungkus makanan menggunakan koran (80.2%), terlibat dalam kegiatan pertanian (37.2%) dan perokok pasif (70.9%).

Menurut beberapa organisasi kesehatan, konsumsi ikan sangat dianjurkan bagi ibu hamil karena mengandung nutrisi penting seperti protein, zat besi, zinc, kalsium, dan vitamin B yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan bayi. *Society of Obstetrics & Gynecology* (2015) merekomendasikan untuk makan 1-2 kali ikan per minggu. *European Food Safety Authority* (2014) menyatakan bahwa mengonsumsi sekitar 1-2 hingga 3-4 porsi ikan per minggu selama kehamilan dapat meningkatkan perkembangan saraf pada keturunan dibandingkan jika tidak mengonsumsi ikan.

Frekuensi konsumsi ikan yang tinggi biasanya dijumpai pada masyarakat yang bermukim di daerah pesisir. Mengingat rata-rata penduduk pesisir bekerja sebagai nelayan, sehingga ketersediaan ikan lebih banyak dan lebih segar. Penduduk sekitar pesisir juga banyak yang menikmati ikan hasil tangkapannya sendiri (Noviasari dkk, 2018). Menurut survei yang dilakukan oleh Universitas British Columbia (2016), penduduk asli pesisir mengonsumsi rata-rata 74 kg makanan laut per kapita, yang 15 kali lebih tinggi dari rata-rata global yakni 19 kg. Berdasarkan data yang tersedia, diperkirakan bahwa 26,6

juta masyarakat mengonsumsi, makanan laut tahunan sebesar 1,9 juta ton (Cisneros-Montemayor *et al*, 2016). Sebanyak 56.8% masyarakat pesisir di Sumba Timur mengonsumsi 2-5 kg ikan per kapita per bulan dan 43,20% mengonsumsi lebih dari 5 kg (Umbu, K. dkk, 2021). Volume produksi dan konsumsi ikan di Kecamatan Bintan, pada tahun 2017 sebesar 7.587,27 ton dan meningkat menjadi 7.753,88 ton pada tahun 2018 (Andrinal dkk, 2021).

Terdapat korelasi antara ikan laut dan kadar timbal dalam darah. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa mengonsumsi makanan laut dapat meningkatkan konsentrasi logam beracun dalam darah, termasuk timbal (Greger, M., 2021). Studi lain menemukan hubungan positif antara kadar timbal dalam darah dan konsumsi makanan laut yang terkontaminasi timbal (Guan *et al*, 2019). Đukić *et al* melakukan studi pada tahun 2019 dengan mengukur kadar konsentrasi timbal pada jaringan otot ikan yang diperoleh dari tangkapan nelayan lokal setempat. Keberadaan timbal terdeteksi di semua jenis ikan yang diteliti, dengan konsentrasi tertinggi terdapat pada jaringan otot ikan *Trachurus Mediterraneus* sebesar $1.12 \mu\text{g}/\text{dm}^3$. Pemeriksaan kadar timbal pada ikan tongkol di Pesisir Utara Jawa menunjukkan bahwa terdapat 4 sampel ikan yang mengandung timbal yaitu masing-masing 0,57 mg/kg , 0,42 mg/kg , 0,61 mg/kg dan 0,56 mg/kg, artinya melebihi batas aman maksimum cemaran timbal menurut Peraturan BPOM tahun 2009 yaitu 0,3 mg/kg (Hananingtyas, 2017).

Timbal yang ada di dalam tubuh ibu hamil dapat melewati plasenta dan bergabung dalam peredaran darah janin. Sifat fisikokimia yang demikian

membuat timbal akan bersaing dengan kalsium dalam proses pembentukan tulang, sehingga menyebabkan gangguan pertumbuhan pada janin. Timbal juga akan mengikat gugus sulfhidril dan menghambat kerja enzim-enzim yang terlibat dalam sintesis hemoglobin yang penting untuk respirasi dan metabolisme sel (Rodosthenous *et al*, 2017).

Penelitian yang dilakukan oleh Renzetti *et al* (2017) menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara ibu hamil yang terpapar timbal dengan pertumbuhan anak-anak usia 4 - 6 tahun yang memiliki indeks massa tubuh yang kecil di Meksiko. Ibu yang terpapar timbal berat kemungkinan akan melahirkan bayi dengan berat lahir rendah (BBLR). Menurut data UNICEF pada tahun 2015, dari 20.5 juta bayi yang lahir di dunia diperkirakan 14.6% mengalami BBLR. Indonesia merupakan satu dari 10 negara dengan angka BBLR terbanyak, tercatat sebanyak 9% bayi di Indonesia mengalami BBLR pada tahun 2002 - 2003, kemudian meningkat sebesar 10% pada tahun 2014 dan jumlah paling banyak ditemukan di Sulawesi Selatan dengan persentase mencapai 17%. Umumnya, kematian neonatal di negara berkembang terjadi pada BBLR, atau dengan kata lain bayi-bayi yang lahir dengan berat rendah mempunyai tingkat ketahanan hidup yang sangat kecil. Penelitian-penelitian sebelumnya menyatakan bahwa semakin rendah berat lahir bayi, maka semakin rendah pula kemungkinan untuknya bertahan hidup (Suraya, 2017).

Keberadaan timbal di tubuh ibu hamil juga dapat menyebabkan anemia, dimana timbal akan menghambat sintesis heme dan menurunkan jumlah eritrosit dalam darah. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyebutkan

bahwa anemia merupakan masalah kesehatan masyarakat yang sangat berbahaya terhadap anak muda dan ibu hamil. WHO memperkirakan bahwa sekitar 40% ibu hamil di dunia menderita anemia (WHO, 2018). Berdasarkan data yang diperoleh dari Riset Kesehatan Dasar pada tahun 2018, prevalensi anemia pada ibu hamil di Indonesia mencapai 48,9% yang meningkat 11% dari tahun 2013 sebanyak 37,1% (Riskesdas, 2018). Bahaya anemia pada kehamilan dapat menyebabkan abortus, persalinan bayi prematur, menghambat pertumbuhan janin (terjadi kecacatan), pendarahan, bahkan kematian (Melfi dkk, 2019).

Penelitian paparan timbal pada ibu hamil dan efeknya sudah banyak dilakukan baik pada ibu hamil yang bermukim di pesisir, ataupun yang tinggal di perkotaan dan dataran tinggi (Frank, J. J. *et al.* 2019, Neto, *et al.* 2019, Cantor, A. G. *et al.* 2019, Bede-Ojimadu, O. *et al.* 2018). Namun belum ada penelitian yang membandingkan bagaimana perbedaan kadar timbal dalam darah ibu hamil di pesisir dan bukan pesisir. Mengingat banyaknya faktor-faktor yang dapat mempengaruhi akumulasi kadar timbal dalam tubuh seperti kualitas udara tempat bermukim, kualitas makanan, kebiasaan sehari-hari misalnya masyarakat pesisir terbiasa mengonsumsi ikan sebagai makanan pokok dan lain-lain, maka dirasa perlu dilakukan penelitian untuk melihat kadar level timbal dalam darah ibu hamil yang bermukim di pesisir dan bukan pesisir dengan menggunakan metode *systematic review*.

Organisasi kesehatan dunia menyatakan bahwa dalam hirarki metode penyajian fakta, sebelum sebuah penelitian digunakan untuk dasar pembuatan

kebijakan, maka terlebih dahulu harus dilakukan sintesis penelitian yang dikenal dengan metode *systematic review* (Siswanto, 2010). *Systematic review* adalah metode penelitian dengan mengumpulkan, mengulas dan memberikan kesimpulan secara sistematis sehingga diperoleh sebuah benang merah sebuah kesimpulan. Metode ini mampu mengidentifikasi, memilih dan menilai semua penelitian-penelitian yang relevan dari studi penelitian sebelumnya (Estuningtyas dkk, 2020).

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas, maka peneliti berharap output dari pelaksanaan penelitian ini, yaitu bahwa hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber referensi bagi masyarakat khususnya ibu hamil untuk lebih memperhatikan faktor risiko paparan timbal yang ada di sekitarnya. Peneliti juga berharap kepada pemerintah agar meningkatkan pengawasan terhadap sayuran, *seafood* dan air minum yang ada di masyarakat karena merupakan media perantara kontaminasi timbal yang paling sering ditemui.

B. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan penelitian yang telah dipublikasikan, bagaimana perbedaan kadar timbal dalam darah ibu hamil yang bermukim di pesisir dengan kadar timbal dalam darah ibu hamil yang tidak bermukim di pesisir?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tujuan Umum

Untuk meninjau secara sistematis perbandingan kadar level timbal dalam darah ibu hamil yang bermukim di daerah pesisir dan bukan pesisir.

2. Tujuan Khusus

- a. Untuk mengetahui perbedaan kadar timbal dalam darah ibu hamil yang bermukim di pesisir dengan kadar timbal dalam darah ibu hamil yang tidak bermukim di pesisir
- b. Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kadar timbal dalam tubuh ibu hamil yang bermukim di daerah pesisir dan bukan pesisir

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat Ilmiah

Penelitian ini diharapkan bisa menjadi bahan acuan sekaligus menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya dan sebagai sumber informasi untuk mengetahui perbandingan kadar timbal pada ibu hamil baik yang bermukim di daerah pesisir maupun yang bukan di daerah pesisir dan sebagai rujukan untuk dilakukannya penelitian dalam menindak lanjuti hasil dari penelitian ini dengan variabel yang berbeda.

2. Manfaat Praktis

Sebagai sebuah pengalaman bagi penulis untuk mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh selama menempuh studi di Departemen Kesehatan Lingkungan Prodi Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.

3. Manfaat bagi Masyarakat

Penelitian ini dapat memberi wawasan kepada ibu hamil tentang timbal, baik sumbernya maupun dampaknya terhadap dirinya serta calon bayinya nanti, sehingga dapat melakukan upaya-upaya pencegahan untuk meminimalisir dampak yang akan ditimbulkan

4. Manfaat bagi Pemerintah

Menjadi sebuah landasan dan bahan pertimbangan untuk membarui regulasi tentang kebijakan penggunaan timbal di Indonesia dan mencari solusi terkait pengolahan limbah yang mengandung timbal agar tidak mencemari lingkungan yang berdampak pada kesehatan masyarakat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum tentang Ibu Hamil

Ibu hamil merupakan sebutan untuk wanita yang tengah mengandung, diawali dari konsepsi hingga lahirnya janin. Kehamilan merupakan sebuah proses yang dimulai dengan keluarnya sel telur matang pada saluran telur dan bertemu dengan sperma, kemudian keduanya menyatu membentuk sebuah sel yang akan bertumbuh menjadi janin. Kehamilan adalah masa kehidupan yang penting untuk para calon ini, oleh karena itu ibu hamil harus mempersiapkan diri sebaik mungkin agar tidak timbul masalah terhadap kesehatannya maupun kesehatan bayi, serta pada saat proses melahirkannya (Sari, 2019).

Masa kehamilan akan membuat para ibu mengalami perubahan-perubahan dalam dirinya baik secara fisiologis maupun psikologisnya. Perubahan-perubahan tersebut umumnya dikarenakan meningkatnya hormon progesteron dan estrogen di dalam tubuh. Kedua hormon tersebut dihasilkan oleh korpus luteum yang berkembang hingga menjadi korpus graviditas, kemudian sekresinya oleh plasenta. Hal inilah yang sering menyebabkan ibu hamil merasa kurang nyaman dan memicu timbulnya stress selama masa kehamilan (Rahmawati & Ningsih, 2017). Ditinjau dari masa kehamilan, kehamilan dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu sebagai berikut:

1. Kehamilan triwulan I (0 - 12 minggu)

Kehamilan pada triwulan I umumnya terjadi perubahan produksi hormonal, fisiologi dan anatomi pada tubuh ibu hamil. Perubahan-

perubahan tersebut menyebabkan tubuh akan aktif untuk melakukan adaptasi atau penyesuaian. Perempuan yang sedang hamil muda akan mudah merasa lemas, pusing, mual dan meringis. Keluhan-keluhan tersebut dirasakan karena aliran darahnya berusaha untuk mengimbangi laju sirkulasi darah yang kian meningkat seiring dengan semakin bertumbuhnya janin. Rahim yang membesar akan menekan pembuluh darah yang membuat kepala terasa pusing dan sakit. Pusing yang terjadi secara berkelanjutan dapat menyebabkan tekanan darah menjadi tidak stabil (naik turun), pingsan, dehidrasi dan anemia. Masa ini merupakan masa yang paling penting untuk pertumbuhan organ janin yang dikandung (Puspitasari & Indrianingrum, 2020).

2. Kehamilan triwulan II (12 - 28 minggu)

Menginjak triwulan II hingga triwulan III masa kehamilan, volume darah di dalam tubuh ibu hamil akan meningkat mencapai 35%. Sel darah merah bertugas untuk mengangkut lebih banyak oksigen untuk dialirkan ke janin. Hal tersebut membuat ibu hamil dengan usia kandungan 12 - 28 minggu lebih berpotensi untuk terkena anemia. Masa ini merupakan masa pembentukan tulang pada janin, serta di akhir masa triwulan II janin sudah mampu menggerakkan mata dan mendengarkan suara-suara dari luar. Triwulan ke II merupakan masa yang paling menyenangkan bagi sebagian besar ibu hamil, dikarenakan pada masa ini ibu hamil tidak lagi merasakan mual dan rasa kelelahan ekstrim (Veradilla, 2019).

3. Kehamilan triwulan III (28 - 40 minggu)

Kehamilan pada triwulan ketiga merupakan masa yang cukup sulit dan menantang baik secara fisik maupun emosional bagi para ibu hamil. Tubuh akan menghasilkan 50% lebih banyak sehingga tubuh ibu hamil nampak seperti membengkak. Hormon kehamilan mulai bekerja mengendorkan otot dan persendian antara tulang untuk memudahkan ibu hamil mengeluarkan janin pada saat persalinan yang menyebabkan nyeri punggung pada ibu hamil. Mayoritas ibu hamil akan kesulitan untuk tidur karena merasa cemas menghadapi persalinan (Wardani dkk, 2018).

B. Tinjauan Umum tentang Timbal

1. Definisi dan Karakteristik Timbal (Pb)

Timbal dalam bahasa keseharian disebut timah hitam, serta dalam bahasa ilmiah disebut juga *Plumbum* dengan lambang Pb merupakan suatu logam berat berwarna abu-abu kebiruan. Timbal termasuk ke dalam kelompok golongan IV-A pada tabel periodik unsur kimia dengan nomor atom 82 dan nomor massa atau bobot atom 207,2. Titik leleh logam ini yaitu 827°C, titik lebur 327,5°C, serta titik didih 1.627°C. Timbal dapat menguap pada suhu 500 - 600°C dan beraksi bersama oksigen dalam udara hingga terbentuk timbal oksida (Zubaidah dkk, 2017).

Logam timbal termasuk logam non-esensial yang terdapat di alam baik karena proses alamiah maupun aktivitas manusia seperti penggunaan kendaraan yang berbahan bakar fosil ataupun industri. Timbal dapat berikatan dengan material organik, juga dapat mengendap di dasar

perairan karena kurang larut di dalam air dan 95% bersifat anorganik. Hal tersebut yang juga membuat timbal berbentuk partikel pada udara sehingga tidak dapat menguap (Purwanto dkk, 2020).

Penyebaran timbal sangat sedikit jika dibandingkan dengan jumlah logam berat lainnya yang ada di bumi yakni hanya 0,002% dari keseluruhan kerak bumi. Timbal merupakan logam lunak, sehingga dapat dengan mudah dipotong menggunakan pisau atau bahkan dengan tangan, serta juga dapat dibentuk dengan mudah. Timbal memiliki sifat tahan terhadap peristiwa karat (korosi) karena adanya gejala pasivasi (proses pembentukan senyawa oksida logam pada permukaan logam) sehingga sering dimanfaatkan sebagai bahan coating. Diantara logam-logam berat lainnya, timbal memiliki tingkat kerapatan paling besar namun bukan penghantar listrik yang baik (Sartono, 2003).

2. Manfaat Timbal

Timbal digolongkan dalam dua bentuk yaitu organik dan anorganik. Timbal dalam bentuk anorganik biasanya dimanfaatkan dalam industri baterai, dan untuk melindungi kabel telepon. Pemanfaatan timbal organik juga dijumpai pada konstruksi pabrik kimia dan kontainer, sebagai bahan peledak, serta berbagai macam industri lainnya (Patrick, 2006 dalam Hidayati, 2018). Timbal juga kerap dimanfaatkan dalam pembuatan pipa, cat, *X-ray*, pompa, baterai, kertas, bahan pengemas, saluran air, hiasan dan alat-alat perabotan rumah tangga (Khopkar, 2014).

Timbal selalu bergabung dengan logam lain dalam bentuk persenyawaan sehingga tidak pernah ditemukan dalam bentuk murninya. Timbal yang dipakai pada industri baterai yaitu dalam bentuk persenyawaan timbal dengan bismuth, sedangkan untuk percetakan digunakan timbal dengan persenyawaan krom ($PbCrO_4$). Persenyawaan timbal dengan silika digunakan pada industri keramik, sedangkan pada industri pembuatan insektisida menggunakan persenyawaan timbal dengan arsenal (Pb-arsenat). Timbal dalam bentuk oksida digunakan sebagai pigmen atau zat pewarna dalam industri kosmetik dan industri keramik yang sebagian diantaranya digunakan dalam pembuatan alat-alat rumah tangga (Widowati dkk, 2008).

Timbal organik digunakan dalam industri perminyakan, misalnya tetra metil timbal (TMT) dan tetra etil timbal (TEL) dimanfaatkan sebagai campuran bahan bakar bensin (Patrick, 2006 dalam Hidayati, 2018). Timbal digunakan sebagai campuran bensin karena memiliki sensitivitas yang tinggi untuk menaikkan bilangan oktan, meningkatkan daya pelumas, serta meningkatkan efisiensi pembakaran bahan bakar. Timbal mampu menaikkan bilangan oktan sebesar 1,5 - 2 satuan setiap 0,1 g/l bahan bakar bensin. Sebanyak 25% logam berat timbal akan tetap berada di dalam mesin, sementara 75% lainnya akan berada di udara sebagai asap buangan bahan bakar kendaraan bermotor (Pasyah dkk, 2019).

3. Timbal di dalam Tubuh

a. Jalur pajanan dan absorpsi

Timbal dapat masuk ke dalam tubuh melalui beberapa jalur yaitu (Palar, 2004):

1) Saluran pernapasan (inhalasi)

Timbal yang terhirup pada saat bernapas akan masuk melalui rongga hidung dan sebagian besar menuju ke paru-paru serta pembuluh darah. Tingkat penyerapan tergantung dari senyawa timbal yang ada dan volume udara yang dapat dihirup, semakin banyak udara yang dihirup maka semakin banyak pula konsentrasi timbal yang akan masuk dan diserap oleh tubuh. Absorpsi timbal melalui saluran pernapasan dipengaruhi oleh tiga tahap yakni deposisi, pembersihan mukosiliar, serta pembersihan alveolar. Timbal yang berada di paru-paru sebagian akan berikatan dengan darah lalu diedarkan ke seluruh jaringan dan organ-organ tubuh.

2) Saluran cerna (digesti)

Timbal yang masuk bersama makanan dan minuman melalui saluran cerna akan ikut serta dalam proses metabolisme tubuh. Absorpsi timbal juga terjadi akibat kegiatan makan dengan tangan yang telah terkontaminasi oleh timbal. Timbal yang tertelan diabsorpsi melalui mukosa saluran pencernaan kurang lebih 5 - 10% (Darmono, 2001).

- 3) Penetrasi pada lapisan kulit, terjadi karena senyawa timbal dapat larut dalam minyak dan lemak. Jumlah timbal yang diabsorpsi oleh kulit merupakan yang paling sedikit dibandingkan absorpsi oleh saluran pernapasan dan saluran cerna (Palar, 2004).

b. Distribusi dan Metabolisme

Timbal yang telah diabsorpsi melalui saluran cerna, saluran napas dan kulit selanjutnya akan didistribusikan ke seluruh tubuh. Sebanyak 95% timbal diikat bersama eritrosit, sedangkan 5% lainnya diikat oleh plasma darah. Timbal organik akan didistribusi ke jaringan lemak, khususnya ginjal dan hati. Timbal kemudian akan didistribusi ke dalam rambut, gigi dan tulang. Sistem saraf merupakan jaringan target utama toksisitas timbal (Putra, 2003).

Nilai ambang batas timbal dalam urine pada orang dewasa normal pada urine yaitu 0,25 mg/l dan rambut 0,007 - 1,17 mg Pb/100 gr jaringan basah. Konsentrasi kadar timbal dalam darah dapat dikategorikan normal yaitu apabila kurang dari 40 Mg Pb/100 ml darah. Manusia yang akumulasi timbal dalam darahnya masih dalam batasan normal tidak akan memperlihatkan gejala keracunan timbal. Konsentrasi timbal yang berlebih mampu menghambat sintesis hemoglobin dan dapat menurunkan kadar hemoglobin dalam darah (Palar, 2004). Kadar 10 mcg/dL timbal pada orang dewasa akan mempengaruhi perkembangan sel darah, sedang setiap 40 mcg/dL

timbal akan mempengaruhi fungsi sel darah merah untuk membentuk hemoglobin (Oktarina dkk, 2017).

c. Ekskresi

Proses ekskresi timbal dilakukan pada saluran cerna dan ginjal. Proses ekskresi timbal melalui urine sekitar 75 - 80%, 15% melalui feses dan sisanya melalui air susu ibu, empedu, kuku, rambut dan keringat. Timbal yang diekskresikan oleh tubuh sangat sedikit karena sebagian telah terikat oleh protein, dan juga terakumulasi di dalam jaringan lemak. Waktu paruh timbal di dalam eritrosit darah yaitu selama 35 hari, dalam jaringan hati dan ginjal selama 40 hari, sementara dalam tulang adalah selama 30 hari (Palar, 2004).

4. Dampak Pencemaran Timbal Terhadap Lingkungan

Timbal mampu bertahan lama di lingkungan serta berakumulasi dalam tanah maupun sedimen perairan. Sumber timbal memberikan pengaruh buruk terhadap lingkungan sekitarnya dalam waktu yang lama dan jangkauan yang luas, termasuk rusak dan hilangnya keanekaragaman hayati, berubahnya komposisi lingkungan, menurunnya kemampuan reproduksi pada tumbuhan dan hewan, serta berdampak buruk pada sistem saraf vertebrata (Tim SOS, 2013).

Pencemaran timbal juga berdampak pada tumbuhan, yaitu dapat menutupi lapisan epidermal (lapisan yang membantu penguapan pada tumbuhan) sehingga menghambat berbagai proses fisiologis tumbuhan seperti respirasi, fotosintesis dan transpirasi. Timbal yang berada pada

tanah juga akan mengganggu sistem akar tumbuhan sehingga akan menghalangi proses distribusi nutrisi ke seluruh bagian tubuh tumbuhan yang mengakibatkan matinya daun karena terjadi kerusakan pada palisade dan *spongy* di bagian dalam daun (Ngili, 2010).

Perairan yang tercemar timbal sangat membahayakan organisme yang ada di dalamnya. Logam timbal dapat masuk ke dalam tubuh biota laut melalui rantai makanan, insang atau difusi melalui permukaan kulit lalu tertimbun dalam jaringan sehingga dapat merusak organ dalam jaringan tubuh organisme laut. Meningkatnya kadar zat pencemar berbahaya termasuk timbal dapat menimbulkan toksik sehingga mengganggu kehidupan dan apabila mencapai kadar tertentu dapat mematikan hewan-hewan (Purwanto dkk, 2020).

5. Dampak Paparan Timbal Terhadap Kesehatan

Meskipun kadar timbal yang diserap oleh tubuh sangat sedikit, namun logam ini dapat menjadi sangat berbahaya. Paparan timbal yang terjadi terus menerus dalam waktu yang lama dapat menyebabkan gangguan pada sistem organ. Efek paling pertama yang disebabkan karena keracunan timbal yaitu gangguan pada sintesis hemoglobin, apabila hal tersebut berlanjut dan tidak segera diatasi maka akan membahayakan organ-organ yang ada di dalam tubuh. Organ-organ yang kerap menjadi target toksisitas timbal adalah sebagai berikut (Palar, 2004):

a. Sistem hematopoietik

Sebanyak 10 $\mu\text{g/dL}$ timbal dalam darah dapat menghambat kerja enzim *δ -aminolevulinat dehidratase* (ALAD) yang ada dalam eritrosit dan eritroblast sumsum tulang, yang mengakibatkan meningkatnya kadar *δ -aminolevulinat* (δ -ALA) dalam serum darah dan kemih. ALAD dalam jumlah yang banyak mampu menimbulkan aksi *neurotoksin*. Kadar timbal di dalam darah yang dapat mengganggu sintesis hemoglobin adalah sebesar 40 - 50 $\mu\text{g/dL}$, dan apabila melebihi dapat menyebabkan anemia klinis.

b. Sistem saluran pencernaan

Tanda seseorang telah terpapar timbal yaitu adanya pigmentasi kelabu pada gusi yang merupakan garis-garis timbal. Spasme usus halus (kolik usus) adalah gejala klinis yang paling umum dialami oleh seseorang yang keracunan timbal lanjut. Hal tersebut ditandai dengan rasa nyeri yang muncul disekitar dan dibawah umbilikus (pusar).

c. Sistem saraf

Sistem saraf adalah sistem yang paling sensitif akan daya racun timbal dibandingkan sistem organ yang lain. Penyakit-penyakit yang diakibatkan oleh timbal pada sistem saraf terutama otak yaitu halusinasi, kerusakan pada delirium dan otak besar, serta epilepsi. Kelainan pada otak paling sering dijumpai pada anak-anak, mulai dari penurunan IQ, gangguan kejiwaan, sampai pembengkakan otak. Kejang

dan kematian juga kemungkinan dapat terjadi apabila fungsi otak terganggu.

d. Sistem ginjal

Timbal yang terakumulasi dalam darah akan diedarkan ke seluruh tubuh dan masuk ke dalam glomerulus, tempat pemisahan akhir semua bahan-bahan yang dibawa oleh darah. Keikutsertaan timbal ke sistem urinaria dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada saluran ginjal karena akan terbentuk *intranuclear inclusion bodies* beserta *aminoaciduria*, yaitu kelebihan asam amino dalam urin. *Aminoaciduria* dapat kembali normal setelah beberapa minggu, sementara *intranuclear inclusion bodies* memerlukan waktu bertahun-tahun agar dapat kembali normal (Junardani dkk, 2018).

e. Sistem reproduksi

Toksisitas timbal berdampak pada sistem reproduksi manusia. Timbal dapat menyebabkan gangguan dan kelainan pada testis melalui mekanisme testikular dan pretestikular. Efek timbal pada tingkat pretestikuler yaitu dapat mengganggu metabolisme sel-sel saraf dengan menghambat respirasi mitokondria sel saraf. Hambatan ini akan menimbulkan gangguan terhadap poros hipotalamus hipofisis testis yang membuat sekresi hormon-hormon hipofisis anterior terganggu. Hormon-hormon tersebut berperan penting dalam proses spermatogenesis. Efek timbal pada tingkat testikuler yaitu akan menekan produksi hormon testosteron dan mempengaruhi

spermatogenesis. Efek lain dari toksik timbal yaitu dapat menyebabkan atrofi testis dan dapat menurunkan libido pada pria (Suryatini & Rai, 2018).

6. Dampak Paparan Timbal Terhadap Ibu Hamil

Timbal dapat menyebabkan kecacatan terhadap kromosom dan memiliki efek racun terhadap gamet (Suryatini & Rai, 2018). Timbal dalam tubuh wanita hamil akan melewati plasenta dan masuk ke dalam sistem peredaran darah janin, kemudian setelah bayi lahir timbal akan diekskresi bersama air susu ibu. Paparan timbal yang tinggi pada wanita akan disimpan di tulang. Timbal yang ada di dalam tubuh wanita hamil akan terserap dan ditimbun dalam tulang, kemudian diremobilisasi dan masuk ke peredaran darah janin sehingga menyebabkan bayi lahir dengan berat badan rendah. Paparan timbal dengan kadar rendah apabila berlangsung secara terus menerus dalam waktu yang lama dapat menurunkan *Intelligence Quotient* (IQ) bakal calon bayi. Timbal juga dapat menyebabkan gangguan sistem reproduksi seperti kesakitan, tidak berkembangnya sel otak obrio, keguguran dan bahkan kematian janin (Widowati dkk, 2008).

Ada banyak cara dimana timbal dapat menghambat pertumbuhan janin. Timbal dapat mengubah fungsi sel tulang secara langsung melalui perubahan hormon dengan bersirkulasi atau merusak kemampuan hormon-hormon untuk bersintesis pada matriks tulang, dan secara tidak langsung timbal dapat dengan mudah mengganggu

kemampuan sel tulang untuk merespon regulasi hormonal atau dengan mengganti peran kalsium pada tulang. Hal ini dapat menyebabkan penurunan sirkulasi hormon tiroid pada ibu hamil yang berdampak pada pertumbuhan janin secara keseluruhan. Timbal dapat mengganggu pembentukan enzim yang dimediasi heme yang terlibat dalam metabolisme dan fungsi metabolik lainnya seperti sintesis vitamin D. Timbal dapat mengganggu pertumbuhan dengan mengubah fungsi sumbu pertumbuhan hipotalamus-hipofisis (Renzetti *et al*, 2017).

C. Tinjauan Umum tentang Logam Berat Timbal di Lingkungan

1. Sumber Timbal dari Alam

Timbal secara alami dapat ditemukan pada kerak bumi dalam jumlah yang relatif kecil yaitu pada batu-batuan, tanah, tumbuhan dan penguapan lava. Kadar timbal pada batu-batuan sekitar 13 ppm. Timbal yang terakumulasi dalam batuan pasir dan yang terdapat di dalam batuan fosfat dapat mencapai 100 ppm. Keberadaan logam berat timbal di dalam tanah sekitar 5 - 25 ppm, sedangkan pada air bawah tanah (*ground water*) yaitu antara 1 - 60 µg/liter (Mulyadi, 2018).

Kadar timbal di atmosfer dalam keadaan normal adalah kurang dari 1 µg/mm³. Sumber utama logam timbal yaitu mineral galena (PbS). Timbal dapat diperoleh dengan pemurnian PbS melalui proses pemanggangan dengan suhu yang sangat tinggi, untuk mengubah senyawa sulfida menjadi senyawa oksida (PbO). PbO yang terbentuk kemudian

akan direduksi dengan karbon dan dielektrolisis hingga menghasilkan Pb (timbal) (Suryana dkk, 2019).

2. Sumber Timbal dari Kegiatan Manusia (Antropogenik)

Pencemaran timbal karena kegiatan manusia mengarah pada dua hal, yaitu penggunaan bahan berbahaya beracun (B₃) dan pembuangan senyawa timbal yang terus meningkat oleh berbagai kegiatan industri yang membuang limbahnya ke lingkungan. Pembakaran timbal pada bahan bakar kendaraan bermotor akan menghasilkan emisi timbal inorganik, dimana sebanyak 25% logam berat timbal akan tetap berada di dalam mesin, sementara 75% lainnya akan berada di udara sebagai asap buangan bahan bakar kendaraan bermotor (Pasyah dkk, 2019).

Timbal di lingkungan juga berasal dari limbah cair industri yang memanfaatkan bahan yang mengandung timbal sebagai pendukung produksinya. Industri-industri yang menggunakan timbal sebagai bahan produksi antara lain yaitu industri baja, baterai, tekstil dan lain sebagainya. Sumber timbal dari bidang pertanian berasal dari penggunaan pestisida kimia dan pupuk anorganik. Serapan timbal oleh tanaman tergantung dari jenis tanah, banyaknya kadar pemberian pestisida, serta kemampuan tanaman itu sendiri untuk menyerap pestisida (Apriyanti, 2018).

3. Kontaminasi Timbal pada Udara

Kegiatan pembakaran yang tidak sempurna dari bahan bakar kendaraan bermotor akan terbang ke udara dalam bentuk asap gas dan partikel. Bensin premium (nilai oktan 87) mengandung 0,70 - 0,84

tetrametil-Pb dan teraetil-Pb. Penambahan timbal ini dapat meningkatkan bilangan oktan yang membuat titik bakarnya turun dan bensin akan lebih mudah terbakar. Proses pembakaran tersebut menghasilkan 0,56 - 0,63 gram timbal yang akan dilepaskan ke udara bersama asap knalpot dari setiap liter bensin (Purwoko & Prastiwi, 2017).

Emisi timbal dari asap kendaraan bermotor akan menimbulkan pencemaran udara. Sebanyak 10% timbal yang terbawa bersama gas buangan akan mencemari lokasi dalam radius > 100 m, sementara 5% akan mencemari lokasi pada radius 20 km dan 35% sisanya akan terbawa atmosfer dalam jarak yang jauh. Jumlah timbal yang terbawa bersama atmosfer akan berdispersi secara luas dan penyebarannya tergantung dari ukuran partikel timbal tersebut (Surani, 2002 dalam Fatrianah dkk, 2017).

4. Kontaminasi Timbal pada Tanah

Tingginya aktivitas kendaraan bermotor terutama pada kota-kota besar yang padat arus lalu lintasnya akan berdampak terhadap akumulasi timbal yang mungkin akan terserap oleh tanah dan tanaman di sekitarnya. Timbal adalah partikel berukuran kecil dan akan melayang-layang di udara sebelum jatuh ke permukaan tanah. Jatuhnya timbal terjadi karena proses sedimentasi akibat gaya gravitasi serta pengendapan akibat turunnya hujan (Fatrianah dkk, 2017).

Keberadaan timbal pada tanah juga dapat diakibatkan karena penggunaan agrokimia (pupuk anorganik, fungisida dan pestisida), buangan limbah industri dan rumah tangga, ataupun aktivitas

pertambangan. Penyemprotan pestisida misalnya, dilakukan setiap hari untuk menghindari bintik pada daun dan serangan hama yang merusak tanaman akan meninggalkan residu dan menyebabkan meningkatnya akumulasi timbal di dalam tanah. Residu timbal juga akan terakumulasi di dalam jaringan tanaman yang dapat mengganggu kesehatan manusia dan hewan jika mengonsumsinya (Ruhban & Kurniati, 2017).

Timbal yang menempel pada tumbuhan akan terabsorpsi ke dalam daun, sementara timbal yang jatuh pada permukaan tanah akan diserap oleh tumbuhan melalui akar, kemudian disebarkan ke seluruh tubuh. Ion logam timbal yang ada di tanah akan melepaskan diri dan bergerak bebas. Penyerapan ion timbal oleh akar daun dilakukan melalui proses pertukaran ion, sehingga tanah akan didominasi oleh kation timbal yang menyebabkan unsur hara dalam tanah menjadi tidak seimbang (Fatrianah dkk, 2017).

5. Kontaminasi Timbal pada Badan Perairan

Timbal dapat berasal dari kegiatan-kegiatan manusia maupun karena proses alam. Logam timbal yang ditemukan di perairan umumnya berbentuk $PbOH^+$, $PbSO_4$, Pb^{2+} , $PbHCO_3$ dan $PbCO^+$ (Khopkar, 2014). Aktivitas pelabuhan merupakan sumber pencemaran timbal di perairan. Sama seperti kendaraan bermotor, kapal-kapal yang ada di pelabuhan juga menggunakan bahan bakar minyak yang mana di dalamnya terdapat zat tambahan tetraetil yang mengandung timbal. Aktivitas manusia yang terjadi di pesisir sekitar laut seperti membuang limbah rumah tangga,

limbah industri, limbah pertanian dan asap kendaraan bermotor dapat membawa peluang masuknya logam berat termasuk timbal di perairan pesisir (Ramlia dkk, 2018).

Tingkat konsentrasi timbal dalam air selain dipengaruhi oleh peningkatan jumlah sumber pencemaran, juga dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu pH, kecepatan aliran air, *Dissolved Oxygen* (DO) dan suhu. Ketidakstabilan suhu pada perairan tidak hanya berdampak pada metabolisme biota air, namun juga mempengaruhi tingkat toksisitas timbal. Logam berat akan bercampur pada perairan melalui proses absorpsi dan juga pengenceran sebelum akhirnya mengendap pada substrat dasar. Timbal akan tetap tinggal pada sedimen meskipun sumber pencemarannya telah hilang. Timbal yang terdapat pada sedimen dapat naik ke permukaan dan bercampur kembali dengan badan air (Purwanto dkk, 2020).

Biota air khususnya ikan merupakan salah satu bioindikator yang dapat digunakan pada lingkungan perairan yang tercemar karena dapat mengabsorpsi timbal. Masuknya timbal (absorpsi) ke dalam tubuh ikan terjadi bersamaan dengan proses difusi udara melalui insang serta kegiatan makannya, karena dilakukan bersamaan menyebabkan distribusi timbal merata ke seluruh tubuh. Pada konsentrasi tinggi, timbal akan terdistribusi dan terakumulasi pada otot, saluran pencernaan, hati dan insang sebagai jaringan metabolisme aktif. Sebagian besar senyawa toksik yang terabsorpsi akan diserap oleh sel epitel usus halus lalu didistribusikan oleh

vena porta ke hati, tingginya absorpsi logam berat dapat menurunkan kemampuan hati untuk mengekskresikan toksikan tersebut. Keterbatasan dalam melakukan degradasi dan ekskresi logam berat turut mendukung tingginya jumlah akumulasi timbal dalam tubuh ikan (Purwanto dkk, 2020).

D. Tinjauan Umum tentang *Systematic Review*

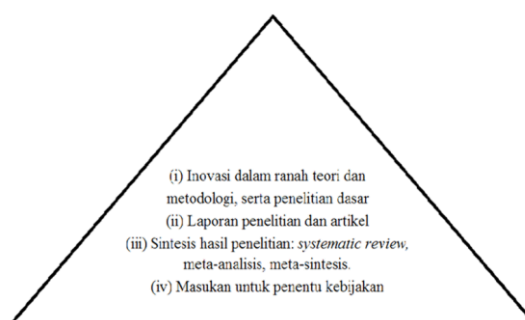
Systematic review merupakan sebuah metode penelitian untuk keperluan identifikasi, evaluasi, serta interpretasi terhadap hasil-hasil penelitian yang relevan yang berkaitan dengan pertanyaan penelitian dan topik tertentu, atau sebuah fenomena yang menjadi perhatian. Metode penelitian *systematic review* akan sangat bermanfaat dalam melakukan sintesis dari semua hasil penelitian yang relevan, oleh karena itu fakta yang akan disajikan nantinya lebih berimbang dan komprehensif (Kitchenham, 2004).

Systematic review adalah metode penelitian yaitu mengulas kembali sebuah topik tertentu, menekankan pada pertanyaan tunggal dimana penelitian-penelitian yang digunakan telah diidentifikasi secara sistematis, dinilai dan dipilih, kemudian disimpulkan menurut kriteria yang sudah ditetapkan sebelumnya. *Systematic review* bersifat sistematis dalam mengidentifikasi literatur, bersifat eksplisit dalam membuat pernyataan tujuan, serta bersifat berkembang dalam metodologi penelitian dan membuat kesimpulan (Adisasmito, 2020).

Metode *systematic review* dapat dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Metode kuantitatif dalam *systematic review* digunakan untuk

mensintesis hasil-hasil penelitian kuantitatif, misalnya kohort *study*, *case control* dan lain sebagainya. Pendekatan statistik untuk mensintesis hasil penelitian kualitatif ini dikenal dengan istilah meta analisis, yaitu teknik degradasi data untuk *statistical power* dalam mengidentifikasi hubungan sebab dan akibat antara faktor risiko atau intervensi dengan *outcome*. Pendekatan kualitatif *systematic review* dipakai untuk merangkum hasil penelitian deskriptif kualitatif dengan teknik meta sintesis. Meta sintesis adalah teknik integrasi data untuk mendapatkan konsep yang lebih mendalam (Siswanto, 2010).

Systematic review akan sangat bermanfaat untuk evaluasi secara kritis dan mendalam terkait penelitian sebelumnya dengan satu topik tertentu dan kemudian akan dirangkum, dianalisis, disintesis isinya dan disajikan dalam bentuk paper (Kusumawardhani & Ripha, 2020). Keunggulan pendekatan *systematic review* yaitu dapat memperoleh temuan yang valid dan memungkinkan untuk diaplikasikan dari penelitian-penelitian sebelumnya pada suatu fenomena spesifik (Adisasmito, 2020). Organisasi kesehatan dunia menyatakan terdapat hirarki metode penyajian fakta, yaitu sebagai berikut:



Gambar 2.1 Hirarki Metodologi Penelitian untuk Masukan Kebijakan (WHO, 2004 dalam Siswanto 2010)

Berdasarkan gambar di atas, agar dapat menggunakan penelitian tunggal sebagai dasar pemikiran pembuatan kebijakan maka harus melalui dua tahap yaitu mensintesis hasil penelitian (*systematic review*) dan masukan untuk penentu kebijakan berupa *policy brief* dan *policy paper* dengan isi pesan yang mudah dipahami. Kemampuan peneliti disamping harus mampu memberikan fakta yang valid, juga harus bisa mengemas dan mensintesis hasil tersebut ke dalam format dengan bahasa yang mudah dimengerti (Siswanto, 2010).

Systematic review untuk bidang kesehatan lingkungan terdiri atas beberapa temuan sains yang kemudian diterjemahkan untuk menjadi sebuah kebijakan kesehatan. Penelitian dilakukan secara sistematis dan transparan dan berfungsi sebagai petunjuk untuk pengambilan keputusan yang lebih efisien dengan memanfaatkan data-data yang ada. Penggunaan *systematic review* juga dapat mencegah penggunaan dana yang sia-sia untuk studi yang sudah pernah dilakukan sebelumnya atau tidak diperlukan dalam pengambilan keputusan (Woodruff & Sutton, 2014).

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penulisan *systematic review* yang pertama yaitu menentukan pertanyaan penelitian dengan mengembangkan pertanyaan PECO (Partisipan, Eksposur, *Comparator* atau perbandingan dan *Outcome* atau hasil). Kerangka kerja PECO adalah alat yang biasa digunakan dalam *systematic review* untuk merumuskan fokus pertanyaan penelitian. Kelebihan PECO adalah kemampuannya untuk membantu peneliti mengidentifikasi kata kunci dari pertanyaan penelitian, seperti populasi, intervensi, perbandingan, dan hasil. Hal ini dapat mengarah pada pencarian

literatur yang lebih terarah dan efisien, yang dapat menghemat waktu dan sumber daya. PECO dapat membantu memastikan bahwa pertanyaan penelitian dapat dijawab dan relevan dengan topik penelitian (Eriksen & Frandsen, 2018).

PECO juga memiliki beberapa keterbatasan, misalnya tidak cocok untuk semua jenis pertanyaan penelitian, khususnya yang tidak berfokus pada intervensi atau terapi. Kerangka kerja PECO mungkin tidak menangkap semua aspek yang relevan dari pertanyaan penelitian, yang dapat menyebabkan informasi penting terlewatkan. Terakhir, PECO mungkin terlalu kaku untuk beberapa pertanyaan penelitian, yang mungkin memerlukan pendekatan yang lebih fleksibel (PUBRICA, 2020).

Langkah selanjutnya yaitu menentukan metode pencarian literatur, dapat melalui *PubMed*, *Google Scholar* dan lain sebagainya. Kriteria inklusi dan eksklusi juga ditentukan untuk memudahkan pencarian artikel. Artikel-artikel yang telah dikumpulkan akan diekstrak datanya dan dinilai kualitasnya, pada tahap ini para *reviewer* juga akan menilai risiko bias dari setiap data yang terkumpul. Data yang telah tersaring akan dianalisis untuk memperoleh kesimpulan (Johnson *et al*, 2014).

Systematic Review memiliki banyak kelebihan, antara lain transparansi, akurasi dan reproduktifitas. *Systematic Review* adalah sumber data yang penting untuk mengevaluasi sejumlah besar informasi bagi para pengambil keputusan di bidang penelitian, kebijakan dan kesehatan (Owens, 2021). Metode penelitian ini secara sistematis dapat mengevaluasi dan meringkas penelitian yang telah ada sebelumnya dan dapat memperkirakan efek lebih

akurat jika dibandingkan studi individu. *Systematic Review* juga lebih murah dan membutuhkan waktu lebih sedikit daripada melakukan serangkaian eksperimen baru. Namun *systematic review* mungkin memiliki keterbatasan, seperti potensi bias publikasi, kemungkinan hilangnya studi yang relevan, serta risiko kesalahan dalam ekstraksi dan analisis data (Weatherspoon, 2019).

E. Kerangka Teori

Logam timbal termasuk logam non-esensial yang dapat ditemui dimana saja. Logam timbal yang terdapat di alam bersumber dari proses alamiah maupun aktivitas manusia seperti penggunaan kendaraan yang berbahan bakar fosil ataupun industri. Timbal yang banyak dimanfaatkan dalam berbagai sektor menyebabkan meningkatnya konsentrasi timbal di lingkungan dan dapat ditemukan dimana saja. Timbal mampu bertahan lama di lingkungan serta berakumulasi dalam tanah maupun sedimen perairan (Fitriana, 2019).

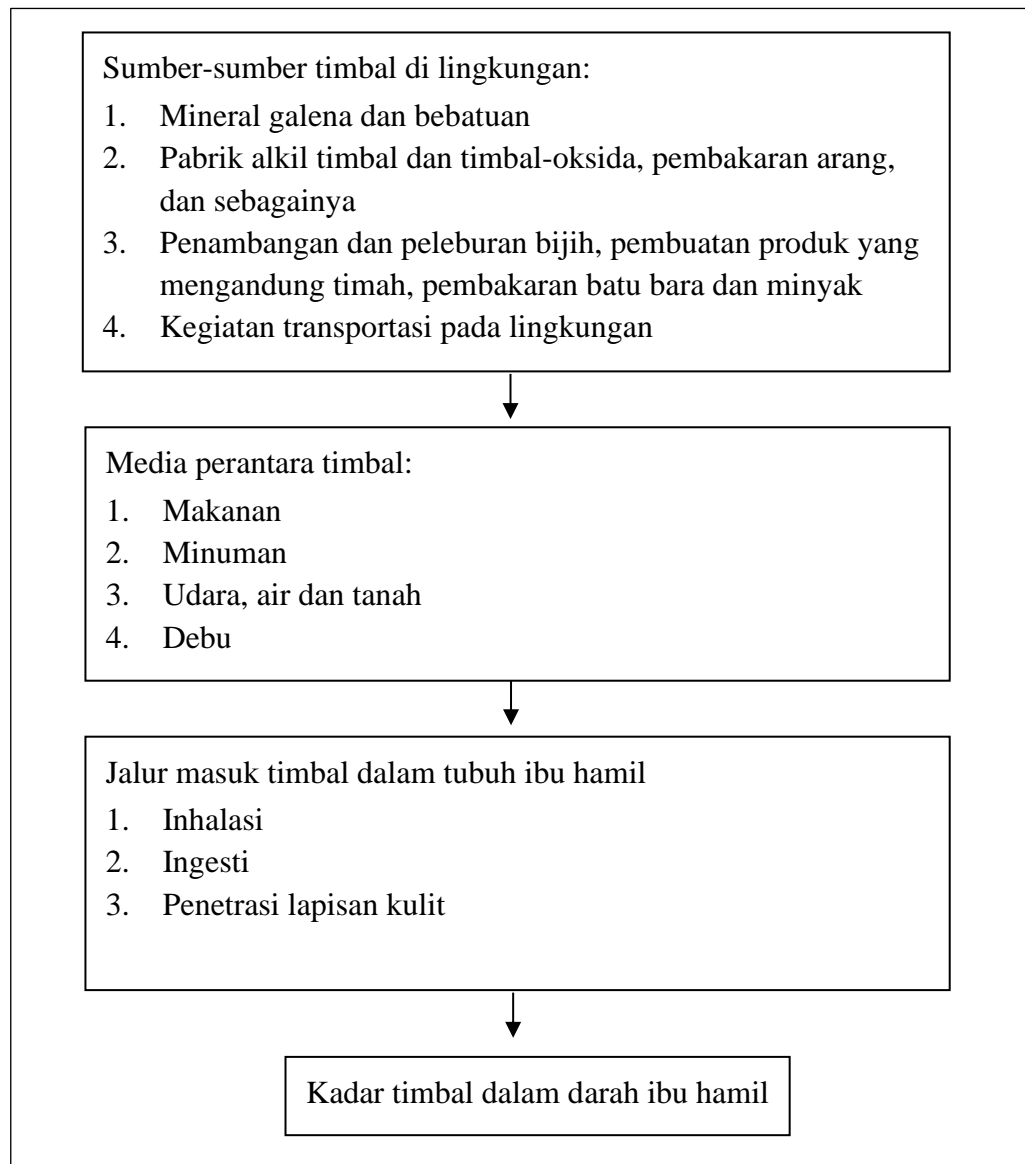
Timbal banyak ditemukan di daerah pesisir, khususnya di laut. Timbal yang ada di udara akan terjatuh ke permukaan tanah dan perairan karena proses sedimentasi akibat gaya gravitasi serta pengendapan akibat turunnya hujan. Sama seperti kendaraan bermotor, kapal-kapal yang ada di pelabuhan juga menggunakan bahan bakar yang mana di dalamnya terdapat zat tambahan tetraetil yang mengandung timbal yang mencemari perairan. Aktivitas manusia yang terjadi di pesisir sekitar laut seperti membuang limbah rumah tangga, pipa-pipa limbah industri, limbah pertanian, aktivitas wisata dan asap kendaraan bermotor juga dapat membawa peluang masuknya logam berat termasuk timbal di perairan pesisir (Ramlia dkk, 2018).

Timbal dapat berikatan dengan material organik, juga dapat mengendap di dasar perairan karena kurang larut di dalam air dan 95% bersifat anorganik. Hal tersebut yang juga membuat timbal berbentuk partikel pada udara sehingga tidak dapat menguap (Purwanto dkk, 2020). Logam berat akan bercampur pada perairan melalui proses absorpsi dan juga pengenceran sebelum akhirnya mengendap pada substrat dasar. Timbal akan tetap tinggal pada sedimen meskipun sumber pencemarannya telah hilang. Timbal yang terdapat pada sedimen dapat naik ke permukaan dan bercampur kembali dengan badan air. Timbal di perairan akan masuk ke dalam rantai makanan melalui plankton, kemudian plankton tersebut akan dikonsumsi oleh ikan-ikan kecil. Hal tersebut apabila terjadi secara terus menerus akan meningkatkan konsentrasi timbal di tingkat trofik teratas dalam perairan (Purwanto dkk, 2020).

Timbal sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Timbal dapat masuk ke dalam tubuh melalui saluran pernapasan bersama udara yang dihirup manusia, juga melalui saluran cerna bersama dengan makanan yang dikonsumsi manusia baik berupa *seafood*, *sayuran*, dll, serta melalui penetrasi lapisan kulit (Palar, 2004). Timbal yang masuk ke dalam tubuh akan didistribusikan ke seluruh tubuh, 95% timbal diikat bersama eritrosit, sedangkan 5% lainnya diikat oleh plasma darah. Timbal organik akan didistribusi ke jaringan lemak, khususnya ginjal dan hati. Timbal kemudian akan didistribusi ke dalam rambut, gigi dan tulang. Sistem saraf merupakan jaringan target utama toksisitas timbal (Putra, 2003).

Meskipun kadar timbal yang diserap oleh tubuh sangat sedikit, namun logam ini dapat menjadi sangat berbahaya. Paparan timbal yang terjadi terus menerus dalam waktu yang lama dapat menyebabkan gangguan pada sistem organ. Konsentrasi timbal yang berlebih mampu menghambat sintesis hemoglobin dan dapat menurunkan kadar hemoglobin dalam darah dan apabila hal tersebut berlanjut, serta tidak segera diatasi maka akan membahayakan organ-organ yang ada di dalam tubuh. (Palar, 2004).

Salah satu kelompok yang berisiko terpapar timbal adalah ibu hamil. Timbal yang ada di dalam tubuh ibu hamil dapat melewati plasenta dan bergabung dalam peredaran darah janin. Sifat fisikokimia yang demikian membuat timbal akan bersaing dengan kalsium dalam proses pembentukan tulang, sehingga menyebabkan gangguan pertumbuhan pada janin. Timbal juga akan mengikat gugus sulfhidril dan menghambat kerja enzim-enzim yang terlibat dalam sintesis hemoglobin yang penting untuk respirasi dan metabolisme sel (Rodosthenous *et al*, 2017).



Gambar 2.2 Kerangka Teori

Pathway Masuknya Timbal ke Dalam Tubuh Ibu Hamil

(Sumber: Fitriyah (2019), Ramlia dkk (2018), Palar (2004), Putra (2003), Purwanto (2020), Rodosthenous et al (2017), Renzetti et al (2017))

G. Penelitian dengan Metode *Systematic Literature Review*

Tabel 2.1
Penelitian Kajian Literatur terkait Timbal

No.	Judul Penelitian	Tujuan	Hasil dan Kesimpulan	Penulis dan Tahun
1.	<i>Systematic review and meta-analyses of lead (Pb) concentrations in environmental media (soil, dust, water, food, and air) reported in the United States from 1996 to 2016</i>	Untuk memberikan evaluasi holistik paparan timbal dan sebagai sumber informasi untuk mengembangkan kebijakan dalam melindungi kesehatan manusia.	1.) Kadar timbal di tanah sekitar pemukiman di daerah perkotaan lebih tinggi tiga kali lipat dibanding daerah non-perkotaan; 2.) Rata-rata Pb dalam produk mentah (belum diolah) tiga kali lebih besar dibanding produk komersial;	(Frank, J. J. et al. 2019)
2.	<i>Lead contamination in food consumed and produced in Brazil: Systematic review and meta-analysis</i>	Untuk memperkirakan jumlah timbal di dalam makanan yang diproduksi atau dikonsumsi di Brazil	Makanan dengan level kadar timbal tertinggi yaitu daging, sayur-sayuran dan makanan laut.	(Neto et al. 2019)
3.	<i>Screening for Elevated Blood Lead Levels in Childhood and Pregnancy Updated Evidence Report and Systematic Review for the US Preventive Services Task Force</i>	Untuk memperbarui tinjauan yang telah ada sebelumnya terkait manfaat dan bahaya peningkatan kadar timbal darah pada wanita hamil tanpa gejala dan anak-anak di bawah usia 5 tahun.	Peningkatan timbal dalam darah dapat menimbulkan konsekuensi kesehatan yang serius seperti leukopenia, trombositopenia, ruam, inkontinensia urin, dan gejala gastrointestinal.	(Cantor, A. G. et al. 2019)
4.	<i>Blood lead levels in low-income and middle-income countries: a systematic review</i>	Sebagai tinjauan untuk pengembangan surveilans mengenai kadar timbal dalam darah masyarakat yang tinggal di negara dengan	Dari 520 artikel penelitian yang dimasukkan menunjukkan bahwa kadar timbal dalam darah tetap meningkat di daerah dengan pendapatan rendah, meskipun bensin bertimbal telah	(Ericson, B. et al. 2021)

	<p>pendapatan rendah. data yang dikumpulkan di sini dapat menjadi dasar penelitian di masa depan untuk membantu meningkatkan pengawasan kadar timbal dalam darah.</p>	<p>ditiadakan. Sumber utama paparan timbal adalah daur ulang dan pembuatan baterai asam timbal informal, penambangan dan pemrosesan logam, limbah elektronik, dan penggunaan timbal sebagai pemalsuan makanan, terutama dalam rempah-rempah.</p>
<p>5. <i>Blood Lead Levels in Women of Child-Bearing Age in Sub-Saharan Africa: A Systematic Review</i></p>	<p>Bertujuan untuk menyajikan ringkasan temuan literatur sebelumnya tentang paparan timbal pada wanita usia subur yang tinggal di Afrika Sub-Sahara melalui tinjauan sistematis. Secara khusus, untuk menjawab pertanyaan tentang kadar timbal dalam darah, sumber, efek kesehatan dan risiko faktor pajanan timbal pada populasi ini</p>	<p>Rata-rata keseluruhan kadar timbal darah wanita di Sub-Sahara Afrika (SSA) adalah 24,73µg/dl. Rata-rata kadar timbal dalam darah ibu hamil saja adalah 26,24µg/dl. Sumber paparan timbal yang teridentifikasi termasuk tambang timbal, daur ulang baterai timbal-asam informal, bensin bertimbal dan air perpipaan. Peningkatan BLL dikaitkan dengan kejadian preeklampsia, hipertensi, dan malaria. Faktor penting yang berkontribusi untuk peningkatan kadar timbal dalam darah (BLL) pada wanita termasuk kemiskinan, beban timbal lingkungan yang tinggi, kesadaran yang rendah tentang bahaya paparan timbal dan kurangnya peraturan untuk timbal dalam produk konsumen. BLL wanita usia subur di SSA sangat tinggi. Oleh karena itu, diperlukan program agresif untuk mengatasi paparan timbal pada populasi ini.</p>

Bede-Ojimadu, O. et al. 2018)