

**HUBUNGAN PAJANAN MERKURI (Hg) TERHADAP KADAR MERKURI  
(Hg) PADA IBU HAMIL SERTA DAMPAKNYA PADA BAYI;  
SYSTEMATIC REVIEW**

***THE RELATION OF MERCURY (Hg) EXPOSURE TO MERCURY (Hg)  
LEVELS IN PREGNANT WOMEN AND ITS IMPACT ON BABIES;  
SYSTEMATIC REVIEW***

**NHELVY KUMALA NASRUDDIN  
K012191037**



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

**HUBUNGAN PAJANAN MERKURI (Hg) TERHADAP KADAR MERKURI  
(Hg) PADA IBU HAMIL SERTA DAMPAKNYA PADA BAYI;  
SYSTEMATIC REVIEW**

**Tesis**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

**Program Studi**

**Kesehatan Masyarakat**

Disusun dan diajukan oleh

**NHELVY KUMALA NASRUDDIN  
K012191037**

**Kepada**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**TESIS**

**HUBUNGAN PAJANAN MERKURI (Hg) TERHADAP KADAR MERKURI  
(Hg) PADA IBU HAMIL SERTA DAMPAKNYA PADA BAYI;  
SYSTEMATIC REVIEW**

Disusun dan diajukan oleh:

**NHELVY KUMALA NASRUDDIN**  
K012191037

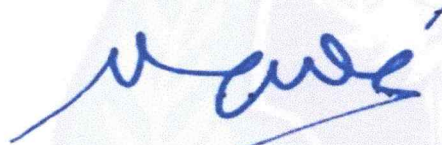
telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis

pada tanggal 22 September 2023

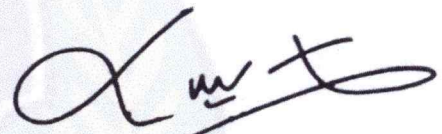
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

MENYETUJUI,

KOMISI PENASIHAT



Dr. Hasnawati Amqam, SKM, M.Sc  
Ketua



Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel, M.Kes  
Anggota

Ketua Program Studi  
Ilm Kesehatan Masyarakat



Prof. Dr. Ridwan, SKM., M.Kes., M.Sc., PH

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

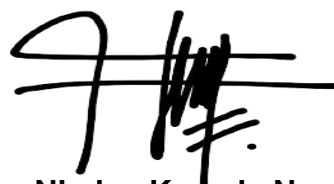
Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nhelvy Kumala Nasruddin  
NIM : K012191037  
Program Studi : Kesehatan Masyarakat

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dengan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika pedoman penulisan tesis. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 13 Oktober 2023

Yang menyatakan,



**Nhelvy Kumala Nasruddin**

## PRAKATA



*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatu*

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas Karunia-Nya, serta salawat dan salam kepada Rasulullah Muhammad SAW. Terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Ibu Dr. Hasnawati Amqam, SKM, M.Sc selaku Ketua Komisi Penasehat dan Bapak Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel, M.Kes selaku Sekertaris Komisi Penasehat, dengan kesabaran dan perhatiannya dalam memberikan bimbingan, semangat dan saran hingga tesis ini bisa terselesaikan dengan baik. Perkenankan penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc selaku Rektor Universitas Hasanuddin
2. Bapak Prof. dr. Budu, Ph.D., Sp.M(K), M.MedEd. selaku Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin
3. Bapak Dr. Aminuddin Syam, S.K.M., Mkes., M.Med.Ed selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Hasanuddin
4. Bapak Prof. Dr. Ridwan, SKM., M.Kes., M.Sc., PH selaku Ketua Program Studi Kesehatan Masyarakat Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin

5. Bapak Prof. dr. Hasanuddin Ishak, M.Sc, PhD, Bapak Prof. Dr. Stang, M.Kes dan Ibu Dr. dr. Rina Previaana Amiruddin, Sp,OG (K) selaku tim penguji tesis.

Rasa terima kasih sedalam-dalamnya kepada kedua orang tua Nasruddin Radjaang S.Ag., M.Pd. dan Halia serta saudara(i) penulis yaitu Khairil Azhar Nasruddin, S.T., Nazihatun Nhirva C. Nasruddin, Khairul Anhar Nasruddin yang telah memberikan dukungan moral dan materil. Juga, kepada suami sekaligus teman diskusi penulis Muhammad Dirgah Amri S.T., penulis sangat berterima kasih atas materil, waktu, dan tenaga yang diberikan serta kesabarannya dalam berdiskusi terkait penyusunan tesis ini. Semoga tesis ini bisa bermanfaat dan menjadi amal jariyah untuk penulis di kemudian hari.

Makassar, 13 Oktober 2023  
Penyusun,

**Nhelvy Kumala Nasruddin**

## ABSTRAK

**NHELVY KUMALA NASRUDDIN.** Hubungan Paparan Merkuri (Hg) Terhadap Kadar Merkuri (Hg) Pada Ibu Hamil Serta Dampaknya Pada Bayi; Systematic Review. (Dibimbing oleh **Hasnawati Amqam** dan **Agus Bintara Birawida**).

Merkuri (Hg) adalah polutan global yang sangat beracun yang menimbulkan risiko signifikan bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Tinjauan sistematis ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang paparan Hg selama kehamilan dan pengaruhnya terhadap hasil kesehatan ibu dan anak. Sumber paparan Hg bagi ibu hamil meliputi sumber lingkungan, seperti air, udara, dan tanah yang terkontaminasi, serta barang konsumsi dan produk makanan. Paparan Hg dapat terjadi melalui konsumsi, kontak kulit, dan pernapasan. Tinjauan ini akan mempertimbangkan semua kemungkinan jalur paparan Hg selama kehamilan dan menganalisis biomarker yang sesuai.

Kriteria kelayakan untuk studi yang termasuk dalam ulasan ini didasarkan pada pernyataan PECO, yang menentukan populasi (wanita hamil dan anak mereka), paparan (paparan Hg sebelum atau selama kehamilan), pembanding (paparan Hg tingkat rendah), dan hasil (hasil kesehatan anak yang merugikan). Desain penelitian yang dipertimbangkan untuk dimasukkan adalah studi observasional, termasuk studi cross-sectional, studi kohort, studi kasus-kontrol, dan rangkaian kasus. Pencarian sistematis dari beberapa basis data akan dilakukan untuk mengidentifikasi studi relevan yang diterbitkan antara tahun 2015 dan 2021.

Hasil tinjauan sistematis ini akan memberikan wawasan berharga tentang hubungan antara paparan Hg selama kehamilan dan hasil kesehatan ibu dan anak yang merugikan.

**Kata kunci:** Paparan Hg, Metilmerkuri, Gangguan Pertumbuhan, Gangguan Perkembangan, Kehamilan



## ABSTRACT

**NHELVY KUMALA NASRUDDIN.** *The Relation Of Mercury (Hg) Exposure To Mercury (Hg) Levels In Pregnant Women And Its Impact On Babies; Systematic Review.* (Supervised by **Hasnawati Amqam** and **Agus Bintara Birawida**).

Mercury (Hg) is a highly toxic global pollutant that poses significant risks to both the environment and human health. This systematic review aims to provide a comprehensive understanding of Hg exposure during pregnancy and its effects on maternal and child health outcomes. The sources of Hg exposure for pregnant women include environmental sources, such as contaminated water, air, and soil, as well as consumer goods and food products. Exposure to Hg can occur through ingestion, skin contact, and respiration. This review will consider all possible pathways of Hg exposure during pregnancy and analyze the corresponding biomarkers.

The eligibility criteria for studies included in this review are based on the PECO statement, which specifies the population (pregnant women and their children), exposure (Hg exposure before or during gestation), comparators (low-level Hg exposure), and outcomes (adverse child health outcomes). The study designs considered for inclusion are observational studies, including cross-sectional studies, cohort studies, case-control studies, and case series. A systematic search of multiple databases will be conducted to identify relevant studies published between 2015 and 2021. The results of this systematic review will provide valuable insights into the relationship between Hg exposure during pregnancy and adverse maternal and child health outcomes.

**Keywords:** Hg Exposure, Methylmercury, Growth Disorders, Developmental Disorders, Pregnancy





## DAFTAR ISI

<b>PRAKATA</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan Penelitian .....	9
1. Tujuan Umum .....	9
2. Tujuan Khusus .....	9
C. Manfaat Penelitian .....	10
1. Manfaat Ilmiah .....	10
2. Manfaat Praktis .....	10
3. Manfaat Bagi Masyarakat .....	10
4. Manfaat Bagi Pemerintah .....	11
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>12</b>
A. Tinjauan Umum Tentang Merkuri (Hg).....	12
1. Asal usul nama merkuri (Hg) .....	12
2. Deskripsi merkuri (Hg) .....	12
3. Senyawa umum merkuri .....	14
4. Jenis-jenis merkuri.....	14
a. Merkuri Anorganik .....	14
b. Merkuri Organik .....	15
c. Merkuri elemental (Hg) .....	15

B. Tinjauan Umum Tentang Pemanfaatan Merkuri (Hg).....	15
1. Logam merkuri pada makanan .....	15
2. Penggunaan Merkuri Pada Tubuh Manusia.....	16
a. Penggunaan merkuri untuk pengobatan penyakit ..	16
b. Penggunaan merkuri untuk pemutih kulit.....	17
3. Penggunaan merkuri pada ekstraksi biji emas .....	19
C. Tinjauan Umum Tentang Mekanisme Toksisitas Merkuri (Hg)	
.....	23
1. Mekanisme merkuri anorganik.....	23
2. Mekanisme merkuri organik.....	26
3. Toksikokinetika Merkuri .....	28
a. Jalur Pajanan dan Absorpsi Merkuri.....	28
b. Distribusi, Metabolisme, dan Eksresi Merkuri .....	28
4. Efek Merkuri Bagi Kesehatan .....	30
D. Tinjauan Umum Tentang Kehamilan.....	32
1. Definisi Kehamilan .....	32
2. Perubahan dan Adaptasi Psikologi Dalam Masa Kehamilan	
.....	33
a. Trimester pertama .....	33
b. Trimester kedua.....	35
c. Trimester Ketiga .....	36
E. Paparan yang Berpengaruh Terhadap Kadar Merkuri Pada Ibu	
Hamil.....	39
1. Konsumsi Ikan .....	39
2. Pemakaian Amalgam Pada Gigi .....	41
3. Pemakaian Kosmetik Pencerah Kulit.....	42

F. Tinjauan Umum tentang <i>Systematic Review</i> .....	42
1. Definisi <i>Systematic Review</i> .....	42
2. Manfaat <i>Systematic Review</i> .....	43
3. Merencanakan Suatu <i>Systematic Review</i> .....	45
a. Mengidentifikasi kebutuhan akan <i>systematic review</i>	45
b. Menyiapkan suatu proposal untuk <i>systematic review</i>	46
c. Mengembangkan suatu protokol <i>systematic review</i>	46
4. Penyajian Hasil <i>Systematic Review</i> .....	49
G. Kerangka Teori .....	49
H. Kerangka Konsep.....	54
I. Penelitian Yang Relevan.....	55
<b>BAB III. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>62</b>
A. Protokol Dan Registrasi .....	62
B. Waktu Penelitian .....	62
C. Desain Penelitian.....	62
D. Kriteria Kelayakan.....	63
1. Sampel Penelitian .....	63
2. Jumlah Sampel Penelitian .....	66
E. Sumber Informasi.....	66
F. Strategi Pencarian Data.....	66
1. Menyusun Strategi Pencarian.....	66
G. Catatan Studi .....	70
1. Manajemen Studi.....	70
2. Seleksi Studi.....	70
3. Proses Pengumpulan Data .....	72
H. Item Data .....	74
1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi .....	74
2. Variabel Penelitian.....	75
3. Definisi Operasional.....	75

1. Variabel Penelitian.....	75
2. Definisi Oprasional .....	75
A. Penilaian Risiko Bias .....	76
B. Metode Analisis Data.....	77
C. Risiko Bias.....	74
1. Bias Publikasi .....	78
2. Bias Lintas Studi.....	79
3. Analisis Tambahan .....	79
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>62</b>
A. Hasil Peneltian.....	80
1. Kualitas Studi .....	80
2. Hasil Studi .....	86
a. Karakter Studi .....	86
b. Sumber Pajanan Hg pada Ibu Hamil .....	97
c. Biomarker Pajanan Hg pada Ibu Hamil .....	103
d. Dampak Pajanan Hg pada Ibu Hamil terhadap Bayi .....	111
B. Pembahasan.....	118
1. Sumber Pajanan Hg pada Ibu Hamil .....	119
2. Biomarker Hg pada Tubuh Ibu Hamil .....	124
3. Dampak Hg pada Ibu Hamil terhadap Bayi .....	134
C. Keterbatasan Penelitian.....	143
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>145</b>
A. Kesimpulan.....	145
1. Kesimpulan Umum .....	145
2. Kesimpulan Khusus.....	145
B. Saran.....	146
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
Tabel 2.1	Batas maksimum cemaran logam arsen, kadmium, merkuri, timah dan timbal dalam beberapa bahan pangan	16
Tabel 2.2	Urutan proses penelitian <i>systematic review</i>	46
Tabel 2.3	Penelitian <i>Systematic Review</i> yang Relevan Mengenai Paparan Merkuri (Hg)	55
Tabel 3.1	Kriteria Inklusi dan Eksklusi Berdasarkan Kriteria Kelayakan <b>PECO-S</b> <i>Systematic Review</i> Pengaruh Paparan Merkuri (Hg) Terhadap Kadar Merkuri (Hg) Pada Ibu Hamil	64
Tabel 3.2	Kata Kunci <i>Systematic Review</i> Pengaruh Paparan Merkuri (Hg) Terhadap Kadar Merkuri (Hg) Pada Ibu Hamil	68
Tabel 3.3	Kombinasi Kata Kunci <i>Systematic Review</i> Pengaruh Paparan Merkuri (Hg) Terhadap Kadar Merkuri (Hg) Pada Ibu Hamil	69
Tabel 3.4	Kriteria Inklusi dan Eksklusi Berdasarkan Kriteria Kelayakan <b>PECO-S</b> <i>Systematic Review</i> Pengaruh Paparan Merkuri (Hg) terhadap Kadar Merkuri (Hg) pada Ibu Hamil dan Dampaknya pada Bayi/Anak	74
Tabel 4.1	Karakteristik Umum Setiap Studi untuk Penelitian <i>Systematic Review: The Effect Of Mercury (Hg) Exposure On The Concentration Of Mercury (Hg) In Pregnant Women</i>	88
Tabel 4.2	Sumber Paparan dengan kejadian paparan Hg pada Ibu Hamil	98
Tabel 4.3	Hubungan Sumber Paparan dengan Kadar Merkuri (Hg) Ibu	104
Tabel 4.4	Hubungan Kadar Merkuri (Hg) Ibu dengan Gangguan Pertumbuhan & Perkembangan pada janin/anak	112

## DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
Gambar 2.1	Hirarki Metodologi Penelitian untuk Masukan Kebijakan (WHO, 2004) dalam (Siswanto, 2010)	44
Gambar 2.2	Kerangka Teoritis dari Irianti, <i>et al.</i> (2017); Palar (2012); Adhani & Husaini (2017)	53
Gambar 2.3	Kerangka Konsep	54
Gambar 3.1	Diagram <i>Flow Chart</i> Pencarian Literatur Pengaruh Paparan Hg terhadap Kadar Hg pada Ibu Hamil	73
Gambar 4.1	Assesmen Kualitas Studi Oleh Reviewer 1 Pengaruh Paparan Merkuri (Hg) terhadap Kadar Merkuri (Hg) pada Ibu Hamil dan Dampaknya pada Bayi/Anak Menggunakan <i>The Navigation Guide for Systematic</i>	82
Gambar 4.2	Assesmen Kualitas Studi Oleh Reviewer 2 Pengaruh Paparan Merkuri (Hg) terhadap Kadar Merkuri (Hg) pada Ibu Hamil dan Dampaknya pada Bayi/Anak Menggunakan <i>The Navigation Guide for Systematic</i>	84
Gambar 4.3	Sumber-Sumber Paparan Merkuri dalam Tubuh Ibu Hamil Beserta Biomarkernya	110
Gambar 4.4	Dampak Paparan Merkuri pada Ibu Hamil terhadap Kesehatan Bayinya	118

## DAFTAR GRAFIK

Nomor		Halaman
Grafik 4.1	Distribusi Studi Berdasarkan Tahun Terbit	95
Grafik 4.2	Distribusi Studi Berdasarkan Desain Studi	96
Grafik 4.3	Distribusi Studi Berdasarkan Negara	97

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Merkuri (Hg) merupakan salah satu elemen paling beracun pada tabel periodik, terutama jika dalam status kationik (Nogara *et al.*, 2019). Merkuri anorganik dikeluarkan ke atmosfer dari berbagai kegiatan industri, kemudian diendapkan ke ekosistem perairan dan laut melalui curah hujan dan pengendapan kering (Schaefer *et al.*, 2019). Permasalahan Hg tidak lepas dari masalah pencemaran lingkungan dan pengaruh serta dampaknya terhadap kesehatan manusia yang saat ini telah menjadi isu global. Kontaminasi biosfer oleh Hg terutama yang penyebab utamanya oleh faktor antropogenik, termasuk pembakaran batubara, pertambangan, industri kimia dan produksi semen (Bjørklund *et al.*, 2019).

Kesehatan manusia sangat dipengaruhi oleh lingkungan. Hg yang bersifat global polutan mempengaruhi kesehatan lingkungan dan manusia. Hg hadir di lingkungan melalui peristiwa alam sehingga sifat dari perjalanan merkuri yang jauh menyebabkan merkuri Hg ada di mana-mana dan dapat ditemukan di air, udara, dan tanah. Hg juga biasa ditemukan pada barang-barang konsumen (termasuk beberapa obat-obatan) dan produk makanan yang dapat menyebabkan orang terpapar Hg melalui pencernaan, kulit, dan pernapasan (Li *et al.*, 2019).

Terjadinya tragedi Minamata telah memberikan gambaran betapa luas dan beratnya dampak kerusakan akibat pencemaran merkuri



terhadap kesehatan manusia yang juga mempengaruhi hingga ke beberapa generasi. Berbagai pengalaman di dunia tersebut telah mendorong 91 negara di dunia menandatangani konvensi Minamata pada tahun 2013 dimana Indonesia termasuk di dalamnya (Permenkes, 2016).

Pajanan Hg merupakan penyakit Minamata, yang disebabkan oleh pajanan methylmercury (MeHg) terhadap prenatal atau pascakelahiran pada orang dewasa dan anak-anak (Li *et al.*, 2019). Kekuatan MeHg untuk melewati plasenta dan melewati sawar darah otak janin mengakibatkan bencana yang terkenal di Teluk Minamata, Jepang. Kelainan janin, kebutaan, dan keterbelakangan fisik serta perkembangan yang parah dilaporkan pada keturunan wanita hamil yang mengkonsumsi makanan laut yang diperoleh secara lokal yang terkontaminasi tinggi (Nogara *et al.*, 2019).

Sebagai hal pencemaran lainnya Port de entrée (pintu masuk) dari pajanan merkuri melalui berbagai rute yakni melalui makanan atau air minum, penetrasi kulit, serta pernapasan. Konsumsi ikan, pemakaian amalgam dalam kedokteran gigi, pemakaian kosmetik dan merokok atau terpapar asap rokok merupakan persoalan yang turut berkontribusi dalam peningkatan pajanan merkuri dalam tubuh manusia. Terkhusus bagi ibu hamil dari kondisi fisiologis juga mempengaruhi toksisitas merkuri yang dapat masuk ke dalam plasenta dan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan janin. Kemudian anak kecil cenderung

lebih rentan terhadap efek toksik merkuri karena tingkat penyerapan di dalam saluran pencernaannya juga lebih besar.

Terpapannya manusia oleh merkuri melalui pencernaan salah satunya dari asupan ikan. DHA pada ikan telah dikenal sebagai nutrisi makanan penting untuk pertumbuhan otak yang cepat dari trimester ketiga hingga usia 2 tahun dan diangkut terutama melalui plasenta ke janin, akan tetapi ditemukan fakta bahwa asupan ikan juga dianggap sebagai jalur utama pajanan Hg serta tingkat konsumsi ikan ditemukan berkorelasi signifikan dengan konsentrasi Hg pada darah dan pada rambut wanita hamil (Wickliffe *et al.*, 2020) dan (Hsi *et al.*, 2016). Ketika dosis pajanan MeHg harian melebihi dosis referensi selama seumur hidup, ini dapat menimbulkan risiko untuk subkelompok sensitif (yaitu, janin dan anak-anak). Jadi, asupan DHA ibu melalui konsumsi ikan juga telah dianggap sebagai faktor serius yang dapat mempengaruhi hasil perkembangan saraf prenatal (Hsi *et al.*, 2016).

Konsumsi ikan selama kehamilan mungkin memiliki penanda efek yang bermanfaat untuk perkembangan saraf dan kognisi seperti yang ditunjukkan dalam beberapa penelitian tetapi, fakta juga ditemukan bahwa makanan laut dapat menjadi sumber pajanan Hg terhadap Janin. Sebagaimana penelitian yang dilakukan di pesisir Florida pada tahun 2019, dimana komponen penting dari penelitian tersebut mengenai pemeriksaan hubungan antara pengetahuan tentang risiko konsumsi makanan laut dan potensi efek merkuri pada janin, kebiasaan perilaku

dari sampel wanita dan konsentrasi Hg pada rambut. Dari 229 wanita dengan pengukuran rambut untuk THg ditemukan ada 19 (8,3%) memiliki konsentrasi rambut lebih dari 1,0 g/μg, yang diperkirakan dosis referensi dari US EPA (Schaefer *et al.*, 2019).

Data Riskesdas 2018 menunjukkan proporsi gangguan atau komplikasi yang dialami selama kehamilan pada perempuan umur 10 - 54 tahun di Indonesia adalah sebesar 28%. Gangguan atau komplikasi yang dialami selama kehamilan tidak terlepas dari permasalahan paparan merkuri terhadap ibu hamil. Yang mana bukan hanya akibat mengonsumsi ikan laut yang mengandung merkuri, akan tetapi ibu hamil yang menggunakan kosmetik pemutih non BPOM juga menjadi penyebab terpaparnya merkuri. Beberapa kosmetik mengandung merkuri.

Penelitian yang dilakukan di Kendal, Jawa Tengah tahun 2019 didapatkan hasil yang menunjukkan perilaku menggunakan kosmetik pemutih yaitu sebanyak 19 orang (55,88%). Kosmetik yang dijual bebas di pasaran terdapat kandungan yang dapat memberikan efek-efek negatif bagi pemakainya. Ibu hamil yang terpapar oleh merkuri dapat mengalir ke janin yang sedang dikandungnya dan terakumulasi. sehingga dapat mengalir ke bayi lewat ASI. Akibatnya, bayi yang dilahirkan dari ibu yang terkena racun Hg dapat menderita kerusakan otak, retardasi mental, penurunan kemampuan untuk melihat bisa sampai buta dan penurunan kemampuan berbicara bahkan, masalah

pada pencernaan dan ginjal juga dapat terjadi. Efek terhadap sistem pernafasan dan pencernaan makanan dapat menyebabkan terjadinya keracunan yang parah (Wijayanti and Marfu'ah, 2019).

Proses pajanan merkuri pada ibu hamil umumnya terjadi melalui penghirupan yakni pada amalgam gigi. Amalgam gigi merupakan sumber pajanan manusia terhadap unsur merkuri. Amalgam gigi telah digunakan sebagai perawatan restoratif dalam kedokteran gigi selama lebih dari 170 tahun. Ini adalah campuran dari beberapa logam, terdiri dari perak, timah, seng, dan tembaga. Namun, sekitar 43 - 54% dari komponen utama adalah merkuri. Kaitan antara amalgam dan ibu hamil yakni adanya penggantian amalgam gigi sebelum atau selama kehamilan (Louopou *et al.*, 2020) dan (Trdin *et al.*, 2019) selain itu jumlah amalgam gigi di mulut pada sebelum dan selama kehamilan menyumbang sebagian pajanan merkuri pada ibu hamil yang sebanding dengan konsumsi makanan laut. Merkuri dari amalgam gigi terakumulasi di plasenta tetapi sebagian juga melewati plasenta dan teroksidasi di hati janin (Trdin *et al.*, 2019).

Selain itu asap tembakau mengandung berbagai logam berat beracun yang terpapar individu saat mereka merokok. Meskipun terdapat logam berat dalam asap tembakau, hubungan antara merokok dan akumulasi logam berat pada wanita hamil setelah pajanan jangka Panjang. Sebagaimana studi yang dilakukan di provinsi Shanxi dan Hebei di Cina Utara, dengan 252 responden wanita, dari responden

tersebut karakteristiknya ialah perokok pasif yang kemudian menunjukkan hasil yakni berkorelasi positif antara kotinin dan merkuri yang berpotensi beracun. Dengan hal ini mengisyaratkan bahwa perokok pasif dalam jangka panjang berpotensi meningkatkan tingkat pajanan logam beracun yakni merkuri yang sangat berbahaya bagi wanita hamil dan janinnya yang belum lahir (Zhu *et al.*, 2018).

Mengingat tingginya toksisitas merkuri, maka diperlukan penilaian paparan merkuri dalam tubuh manusia untuk manajemen risiko yang tepat. Penilaian pajanan populasi terhadap merkuri dapat dilakukan melalui pendekatan metodologis yakni pemantauan lingkungan, yaitu analisis merkuri dalam media lingkungan dan perhitungan pajanan manusia menurut asupanannya dan pengukuran merkuri dalam cairan tubuh manusia serta jaringan seperti rambut, darah, urin atau ASI sebagai pemantauan manusia (Li *et al.*, 2019).

Merkuri beracun untuk makhluk hidup tanpa terkecuali pada manusia terutama kesehatannya, yang menjadi ancaman khusus bagi perkembangan anak di dalam rahim dan diawal kehidupan. Menggunakan rambut sebagai penanda biologis untuk mengukur pajanan merkuri, yang telah dianggap sebagai pengukuran valid pajanan jangka panjang merkuri (Næss *et al.*, 2020). Rambut pada umumnya merupakan yang lebih dipilih untuk mendokumentasikan pajanan metil Hg karena memberikan sampel yang sederhana, integratif, dan noninvasif. Merkuri (Hg) selama berabad-abad telah menjadi logam yang

dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi. Sayangnya, kegunaan ini diimbangi dengan dampak kesehatan neurotoksikologis (Masih, Taneja and Singhvi, 2016).

Pajanan unsur beracun atau kehadiran elemen penting selama kehamilan dapat dikaitkan dengan berbagai komplikasi kelahiran atau bahkan penyakit di awal kehidupan. Pemeriksaan konsentrasi merkuri dalam darah tali pusat ibu hamil yang dilakukan di Spanyol dan diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa kadar merkuri dalam darah tali pusat sekitar 2,0 kali lebih tinggi sehingga nilai ini mengisyaratkan bahwa unsur ini dapat ditransfer dari ibu ke janin (Bocca *et al.*, 2019).

Hasil studi International POPs Elimination Network (IPEN) bersama Biodiversity Research Institute (BRI) memperlihatkan, ada ancaman serius dan substansial terhadap kesehatan perempuan dan janin yang sedang berkembang di dunia akibat pencemaran merkuri. Dari penelitian itu, kadar kandungan merkuri pada perempuan responden tertinggi di Indonesia. Merkuri pada sampel perempuan di Indonesia melebihi ambang batas aman akni 1,0 ppm. Seorang perempuan yang terpapar merkuri, salah satu cara mengeluarkan racun lewat janin. Fakta tersebut jelas menunjukkan ada ancaman serius dan besar terhadap kesehatan perempuan dan anak-anak yang terpapar merkuri.

Konsumsi ikan yang terkontaminasi menghasilkan beban tubuh merkuri tinggi pada perempuan terutama ibu yang sedang hamil untuk

mendapatkan protein yang cukup dari ikan. Selain itu, kemungkinan sumber pajanan berasal dari pembakaran amalgam merkuri, terpapar asap rokok serta pemakaian kosmetik pencerah kulit mengandung merkuri. Merkuri harus ditangani dengan hati-hati, dijauhkan dari anak-anak dan wanita yang sedang hamil untuk mencegah terpaparnya merkuri. Di Indonesia sendiri data tentang pajanan merkuri pada manusia khususnya untuk perempuan atau ibu yang sedang hamil secara skala nasional belum ada.

Sebuah penelitian *systematic review* yang dilakukan oleh (Schoeman *et al.*, 2009) menunjukkan hasil merkuri yang terdapat dalam ikan tidak menyebabkan efek perkembangan saraf. Berbeda dengan hasil penelitian dari (Begani and Begani, 2017) yang menyatakan bahwa konsumsi ikan dari lokasi pertambangan yang terkontaminasi merkuri akan terus menempatkan kesehatan anak-anak pada risiko keracunan merkuri yang menyebabkan pertumbuhan yang buruk dan fungsi kognitif.

Hasil penelitian *systematic review* yang relevan terkait dampak merkuri terhadap perkembangan kognitif dan saraf yang disebutkan sebelumnya menunjukkan adanya hasil yang berbeda (inkonsistensi) dan hanya fokus pada jalur oral yakni melalui konsumsi ikan bermerkuri. Belum ada penelitian lain yang menjelaskan secara langsung ketiga jalur pajanan merkuri yaitu secara oral, inhalasi, serta dermal. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian *Systematic Review* untuk merangkum bukti-bukti secara menyeluruh berbagai jalur pajanan merkuri (Hg) dengan

kadar merkuri (Hg) pada rambut, darah maupun urin ibu hamil berdasarkan penelitian ilmiah yang sudah dipublikasikan dalam jurnal internasional serta terdapat bukti yang terbatas dan berbeda-beda untuk mengevaluasi pengaruh pajanan Hg terhadap kadar Hg pada ibu hamil. Kemudian hasil Systematic Review ini dapat menjadi dasar pembuatan kebijakan terkait penggunaan merkuri di berbagai negara. Berdasarkan latar belakang tersebut rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana hubungan pajanan merkuri terhadap kadar merkuri pada ibu hamil?

## **B. Tujuan Penelitian**

### 1. Tujuan umum

Untuk meninjau secara sistematis hubungan pajanan merkuri (Hg) terhadap kadar merkuri (Hg) pada ibu hamil dan dampaknya pada janin/anak.

### 2. Tujuan khusus

- a. Untuk mendapatkan gambaran kejadian pajanan Hg dan gangguan pertumbuhan dan perkembangan janin/anak berdasarkan *Systematic Review*.
- b. Untuk mendapatkan gambaran hubungan pajanan Hg dengan berbagai jalur pajanan dengan kadar Hg ibu hamil berdasarkan *Systematic Review*.



- c. Untuk mendapatkan gambaran hubungan kadar Hg ibu dengan gangguan pertumbuhan dan perkembangan janin/anak berdasarkan *Systematic Review*.

### **C. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### **1. Manfaat Ilmiah**

Penelitian ini diharapkan bisa menjadi bahan acuan sekaligus menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya mengingat kurangnya penelitian yang menggunakan metode *systematic review* terkhusus mengenai berbagai jalur pajanan Hg terkhusus pada ibu hamil dan ataupun 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 Program Studi Kesehatan Masyarakat jurusan Kesehatan Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin.

#### **3. Manfaat Bagi Masyarakat**

Penelitian ini dapat memberi wawasan kepada masyarakat terutama pada Ibu hamil tentang pengaruh pajanan Hg dari berbagai

jalur pajanan sehingga, dapat melakukan upaya pencegahan keracunan maupun dampak negatif Hg.

#### 4. Bagi Pemerintah

- a. Menjadi landasan bagi pemerintah pusat, khususnya Kementerian Kesehatan dan Kementerian Pertanian Republik Indonesia untuk melaksanakan tugasnya, yaitu membuat kebijakan dan peraturan penggunaan Hg di Indonesia.
- b. Sebagai bahan pertimbangan untuk membuat kebijakan pelarangan penggunaan Hg seperti yang sudah dilakukan oleh beberapa negara maupun tetap memperbolehkannya dengan persyaratan tertentu.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. TINJAUAN UMUM TENTANG MERKURI (Hg)**

##### 1. Asal usul nama merkuri (Hg)

Merkuri (mercury) yang dikenal dengan nama air raksa adalah salah satu jenis logam yang mempunyai symbol kimia Hg. Loga ini bernomor massa 200,59 gram/mol. Berbeda dengan logam-logam lainnya, merkuri berwujud cair pada keadaan STP, suhu kamar 25°C dan tekanan atmosfer 1 atm. Sedangkan logam-logam lainnya seperti perak, emas dan besi pada keadaan STP berwujud padat.

Dalam sejarah asal mula nama merkuri, merkuri telah dikenal pada zaman Cina, Mesir dan Hindu kuno. Dari penemuan merkuri pada makam-makam nenek moyang Bangsa Mesir dapat disimpulkan bahwa merkuri telah digunakan pada tahun sekitar 1500 SM. Sedangkan istilah 'air perak' atau 'cairan perak' untuk merkuri pertama kalinya diperkenalkan oleh Aristoteles pada abad ke-4 SM dan kemudian symbol kimia Hg (hydragyrum) yang dipakai sampai sekarang ini, sesungguhnya telah diperkenalkan untuk pertama kalinya oleh Bangsa Romawi (Muslim, 2014).

##### 2. Deskripsi merkuri (Hg)

Merkuri atau air raksa termasuk polutan logam berat yang sangat berbahaya yang sangat perlu mendapat perhatian karena pengaruh negatif yang ditimbulkannya sangat serius. Merkuri terdapat di dalam mineral dalam jumlah sedikit. Bahan bakar batubara dan

lignit juga mengandung merkuri. Penggunaan merkuri sangat banyak, misalnya sebagai senyawa kimia di laboratorium, peralatan laboratorium seperti termometer, batere, fungisida, amalgam gigi (masa lalu), dan beberapa bahan farmasi dan kosmetik yang kebanyakan sudah dilarang penggunaannya. Senyawa organik-merkuri (pada waktu silam) banyak dipergunakan sebagai pestisida pembunuh jamur seperti fenil merkuri dimetilditiokarbamat yang digunakan dalam pabrik kertas dan etil merkuri klorida ( $C_2H_5HgCl_2$ ) yang digunakan sebagai fungisida (Palar, 2012).

Unsur merkuri di alam biasanya terikat pada batuan dan tanah. Adapun beberapa sumber merkuri di alam adalah gunung berapi, endapan alami merkuri dan air laut. Merkuri di alam tersebut dapat terlepas dengan sendirinya ke lingkungan, misalnya pada saat meletusnya gunung Merapi dan penguapan air laut. Selama jutaan tahun, diperkirakan merkuri telah dilepaskan ke atmosfer dalam jumlah yang banyak oleh gunung berapi. Selain itu merkuri juga dapat terlepas ke lingkungan melalui aktivitas manusia, seperti pada kebakaran hutan, pengolahan batubara dan pembakaran batubara, pembakaran sampah, pengolahan logam besi, perak, emas dan lain-lain (Muslim, 2014).

Merkuri merupakan satu-satunya logam berbentuk cairan pada temperatur normal. Merkuri kadang disebut sebagai quicksilver. Logam ini berat dengan wujud berupa cairan berwarna putih

keperakan mengkilap, tidak berbau, dan mudah menguap pada suhu ruangan. Logam ini merupakan konduktor panas yang lemah dibandingkan logam lain, namun masih dapat berfungsi sebagai konduktor listrik. Merkuri berada pada 3 bentuk utama, yaitu elemen metalik, garam anorganik dan senyawa organik. Masing-masing bentuk merkuri memiliki toksisitas dan bioavailabilitas berbeda

### 3. Senyawa umum merkuri

Pada umumnya, senyawa-senyawa merkuri terbagi atas dua bilangan oksidasi yaitu merkuri berbilangan oksidasi I ditulis dengan merkuri(I) dan merkuri berbilangan oksidasi II ditulis dengan merkuri(II). Untuk senyawa-senyawa merkuri(I), ion merkuri berbentuk diatomic dan ditulis dengan  $Hg_2^{2+}$ . Sebagai contoh senyawa merkuri(I) adalah merkuri klorida dengan rumus kimia  $Hg_2(NO_3)_2$ . Kedua senyawa merkuri(I) ini bersifat stabil. Bentuk diatomic dari ion merkuri(I) bereaksi dengan klorin (rumus kimia  $Cl_2$ ) maka terbentuklah  $Hg_2Cl_2$  (Muslim, 2014).

### 4. Jenis-jenis merkuri

#### a. Merkuri Anorganik

Merkuri anorganik adalah logam murni berbentuk cair pada suhu kamar ( $25^{\circ}C$ ) dan mudah menguap. Uap merkuri dapat menimbulkan efek samping sangat merugikan bagi kesehatan. Diantara sesama senyawa merkuri anorganik, uap logam merkuri merupakan yang paling berbahaya. Ini disebabkan karena uap

merkuri tidak terlihat dan sangat mudah terhisap pernafasan menurut Palar (2008) dalam Irianti (2017).

b. Merkuri Organik

Contoh senyawa merkuri organik adalah alkil-merkuri. Sekitar 80 % peristiwa keracunan merkuri bersumber dari alkil-merkuri. Senyawa ini memiliki rantai pendek dan sangat mudah menguap. Uap dapat masuk ke saluran pernafasan dan paru-paru. Senyawa alkil-merkuri seperti metal merkuri klorida ( $\text{CH}_3\text{HgCl}$ ) dan etil klorida ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{HgCl}$ ) banyak digunakan di negara-negara berkembang sebagai pestisida dalam pertanian menurut Palar (2008) dalam Irianti (2017).

c. Merkuri elemental (Hg)

Terdapat dalam gelas termometer, sfigmomanometer, dental amalgam, alat elektrik, batu baterai, dan cat. Juga digunakan sebagai katalisator dalam produksi soda kaustik dan disinfektan serta untuk produksi klorin dari natrium klorida.

**B. Tinjauan Umum tentang Pemanfaatan Merkuri (Hg)**

1. Logam merkuri pada makanan

Perkembangan zaman menyebabkan meningkatnya berbagai sektor pembangunan, terutama pada sektor industri. Hal ini menyebabkan terjadinya peningkatan masalah mengenai pencemaran lingkungan akibat pembuangan limbah pabrik tanpa terorganisir dengan baik. Cemaran limbah biasanya banyak

mengandung logam-logam berat. Logam berat ini dapat mencemari air sungai serta tumbuhan-tumbuhan di sekitar area industri. Pencemaran pada air sungai dapat berdampak pada banyak hal, termasuk pada kehidupan biota laut. Hal ini disebabkan karena air sungai dengan cemaran-cemaran logam tersebut akan bermuara ke laut. Selain itu, perkembangan zaman juga menyebabkan kurangnya area-area terbuka untuk membudidayakan tanaman sumber pangan, sehingga beberapa tanaman ditanam di dekat area jalan raya. Hal ini dapat menyebabkan timbulnya kontaminasi dari logam-logam berat dari polusi asap kendaraan pada tanaman tersebut.

**Tabel 2.1**

Batas maksimum cemaran logam arsen, kadmium, merkuri, timah dan timbal dalam beberapa bahan pangan

<b>Jenis Makanan</b>	<b>Jumlah kandungan merkuri (Hg)</b>
Susu dan hasil olahannya	0,03
Buah	0,03
Sayur	0,03
Daging dan hasil olahannya	0,03
Ikan dan hasil olahannya	0,5
Udang dan krustasea	1,0
Tepung dan olahannya	0,05

(Sumber : BPOM dalam Irianti, *et al.*, 2017)

Pada gandum yang diberi perlakuan dengan merkuri, ditemukan sekitar 0,03 ppm Hg pada biji gandumnya, sedangkan pada tanaman kontrol, hanya ditemukan 0,014 ppm Hg. Adapun pada telur ayam yang selalu diberi makanan dengan gandum yang pada penanamannya telah diperlakukan dengan merkuri, didapatkan

kandungan Hg sekitar 0,022 – 0,029 ppm. Sedangkan untuk ayam-ayam yang diberikan gandum lain (tidak diperlakukan dengan merkuri), kandungan Hg yang ditemukan hanya sekitar 0,008 – 0,012 ppm. Penelitian tersebut telah membuktikan bahwa merkuri digunakan sebagai fungisida, yang diperlukan terhadap bibit gandum telah mengalami translokasi ke dalam biji gandum dan ternak yang mengkonsumsi gandum tersebut (Palar, 2012).

## 2. Penggunaan Merkuri Pada Tubuh Manusia

### a. Penggunaan merkuri untuk pengobatan penyakit

Merkuri telah digunakan untuk pengobatan dari ribuan tahun yang lalu sampai dengan pertengahan abad ke-20. Salah satu bahan berbasis merkuri yang digunakan dalam pengobatan China adalah Cinnabar. Cinnabar adalah mineral alami dengan merkuri dalam kombinasi dengan sulfur, dan berwarna merah disebut merkuri sulfida merah, Zhu Sha atau China Red. Cinnabar (merkuri (II) sulfida dengan rumus kimia  $HgS$ ) bersifat tidak larut dalam air dan sulit diserap oleh alat pencernaan seperti usus (Muslim, 2014).

### b. Penggunaan merkuri untuk pemutih kulit

Merkuri telah dipakai oleh beberapa industry kosmetika untuk pencerah dan pemutih kulit dengan menambahkan merkuri ke dalam produk-produknya. Biasanya senyawa merkuri dengan nama hydroquinone ditambahkan pada krim, sabun lotion pencerah



dan pemutih kulit. Hydroquinone adalah suatu senyawa merkuri turunan benzene, memiliki rumus kimia  $C_6H_6O_2$  dan tergolong sangat beracun (FDA, 2006) dalam (Muslim, 2014).

Kulit kita dapat menjadi terlihat cerah dan putih dengan memakai produk-produk kosmetika yang mengandung hydroquinone. Yang menjadi pertanyaannya adalah bagaimana bisa hydroquinone dapat membuat kulit menjadi lebih cerah dan putih. Ternyata senyawa merkuri ini dapat mematikan sel-sel melanocytes sebagai pembawa atau tempat penyimpanan melanin atau zat pigmen kulit. Zat pigmen kulit inilah yang membuat kulit kita terlihat hitam, coklat, kuning langsung dan lain-lain. Semakin sedikit zat pigmen kulit maka semakin putih atau cerahlah warna kulit kita. Matinya sel-sel melanocytes ini mengakibatkan berhentinya produksi melanin oleh sel-sel melanocytes (Uzoma, 2013) dalam (Muslim, 2014). Sementara itu, seperti yang sudah diketahui secara umum bahwa melanin berfungsi untuk melindungi kulit dari sinar ultraviolet penyebab kanker kulit. Oleh sebab itu penambahan hydroquinone pada produk-produk kosmetika telah menimbulkan perdebatan hangat dalam dunia kosmetika dan kesehatan (Muslim, 2014).

Bertahun-tahun lamanya ammoniated mercury 1 – 5 persen dalam ointment direkomendasikan sebagai bahan pemutih kulit karena berpotensi sebagai bahan pereduksi (pemucat) warna kulit.

Penggunaan kosmetik pemutih kulit isi merkuri di Indonesia meningkat dan populer di kalangan keturunan Cina. Kosmetik pemutih ini dating dari Cina dan disebut pearl cream (krim mutiara), digunakan sebagai foundation atau night cream. Daya pemutihnya terhadap kulit sangat kuat. Tetapi pemerintah Indonesia terpaksa melarang peredaran kosmetik pemutih isi merkuri tersebut karena ternyata toksisitasnya terhadap organ-organ tubuh seperti ginjal, saraf, dan sebagainya, sangat besar. Ada dua jenis reaksi negative yang terlihat, yakni reaksi iritasi (kemerahan dan pembengkakan kulit) dan reaksi alergi, berupa perubahan warna kulit sampai menjadi keabu-abuan atau kehitam-hitaman, setempat atau tersebar merata. Kulit yang sudah dikelantang (bleaching) menjadi sangat sensitive terhadap sinar matahari, kosmetik yang berwarna, dan parfum. Kadang-kadang timbul juga jerawat karena pearl cream itu sangat lengket pada kulit (Tranggono & Latifah, 2007).

### 3. Penggunaan merkuri pada ekstraksi biji emas

Emisi yang paling besar mengandung merkuri terjadi pada sektor PESK, hal ini sesuai dengan data global (US EPA/Environmental Protection Agency, 2015) yang menunjukkan proses kerja pada PESK memberikan kontribusi pencemaran merkuri yang cukup tinggi (Permenkes, 2016). Pada tahun 2015 suatu studi hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar merkuri dalam darah dengan lama bekerja satu tahun rata-rata 5,57 ppb,

dua tahun rata-rata 6,52 ppb, tiga tahun rata-rata 7,34 ppb, dan empat tahun rata-rata 8,95 ppb, dimana hasil tersebut harus diwaspadai, karena pajanan merkuri bersifat akumulatif sehingga dalam waktu lama dapat meningkatkan kadar merkuri dalam darah yang pada akhirnya dapat menyebabkan kematian (Syafuruddin, 2015).

Proses kerja yang tidak memperhatikan standar pengelolaan merkuri sebagai bahan beracun dan berbahaya (B3) dari mulai bahan baku hingga pembuangan limbah akan menimbulkan pencemaran lingkungan dan berisiko pada kesehatan pekerja, masyarakat sekitar hingga masyarakat luas yang lokasinya jauh dari lingkungan kerja. Beberapa kajian terkait pengukuran kadar merkuri di lingkungan telah menunjukkan pencemaran lingkungan di beberapa wilayah Indonesia (Permenkes, 2016). Saat ini gangguan kesehatan akibat pajanan merkuri pada masyarakat masih belum dapat teridentifikasi baik di layanan kesehatan primer dan layanan kesehatan tingkat lanjut. Tidak khas-nya gejala klinik atau gangguan kesehatan akibat pajanan merkuri menyebabkan deteksi dini intoksikasi merkuri dan penanganannya masih relatif sulit dilakukan. Diagnosis pasti terjadinya gangguan kesehatan akibat merkuri ini sangat bergantung dari pemeriksaan penunjang biomarker kadar merkuri dalam tubuh manusia. Masih sangat terbatasnya laboratorium

pemeriksaan biomarker pajanan juga merupakan salah satu kendala dalam pelayanan kesehatan terhadap gangguan kesehatan akibat pajanan merkuri (Permenkes, 2016).

Dalam sejarah penggunaan merkuri untuk pengolahan biji emas, dari literatur yang ada bahwa merkuri telah digunakan sebagai bahan pengekstrak emas pada zaman Romawi dimana pada saat itu budak-budak dan para tahanan diperkerjaan secara paksa untuk mengekstrak emas biji emas dengan menggunakan merkuri (WFI, 2014k) dalam (Muslim, 2014). Diketahui juga bahwa pada zaman Cina kuno, 2000 SM merkuri juga sudah ditambang secara paksa oleh budak-budak dan tahanan-tahanan dari para pemimpin Cina kuno karena para pemimpin Cina kuno mungkin telah mengetahui bahwa merkuri sangat beracun. Oleh sebab itu, penambangan merkuri pada saat itu dapat bertahan hidup rata-rata selama 3 tahun sejak hari pertama mereka bekerja sebagai penambangan merkuri. Ada kemungkinan bahwa jauh sebelum bangsa Romawi menggunakan merkuri untuk pengolahan biji emas, mungkin bangsa Cina kuno juga telah mengolah biji emas dengan menggunakan merkuri. Sedangkan dari penemuan botol-botol bermerkuri pada kuburan- kuburan nenek moyang Mesir kuno dapat disimpulkan bahwa mereka juga telah mampu mengolah biji emas dengan menggunakan merkuri (Muslim, 2014).

Proses dimana merkuri digunakan untuk pengolahan emas yang sudah lama dikenal dari zaman dulu sampai sekarang disebut dengan amalgamasi. Amalgamasi biasanya digunakan untuk mengekstrak emas dari biji emas yang digolongkan kepada emas primer. Emas primer ini terikat pada batu-batuan dan hamper tidak dapat dilihat dengan jelas emasnya. Emas primer umum terdapat pada bongkahan-bongkahan batu pegunungan. Namun penambangan emas ada juga yang menggunakan merkuri untuk menangkap endapan emas sekunder di sungai. Emas sekunder yang dimaksud adalah emas primer dari pegunungan. Emas sekunder ini terlihat lebih jelas warna emasnya dan terlihat seperti pasir-pasir kecil emas. Kegiatan mengayak endapan emas sekunder di sungai yang juga dapat menggunakan merkuri untuk mempercepat perolehan emas (Muslim, 2014).

Karena ilegal, penambangan emas dengan menggunakan merkuri umumnya terletak jauh dari pemukiman penduduk, tidak mudah diakses dengan transportasi umum, di hutan dan pegunungan. Dari data United Nations Environment Programme (UNEP) diketahui bahwa umumnya penambangan emas berskala kecil dan artisanal (PESKA) membeli merkuri dan menggunakannya untuk mengekstrak biji emas. Dari data UNEP, untuk mengekstrak emas dari emas PESKA dapat mengkonsumsi antara 650 dan 1.000 ton merkuri setiap tahunnya. Beberapa dari jumlah merkuri

ini terlepas ke lingkungan secara langsung ke udara terutama dilepas selama proses amalgamasi, juga terlepas ke lingkungan melalui tumpahan, penanganan yang tidak tepat, dan dengan cara lain seperti panning langsung di sungai. Pada tahun 2005 emisi merkuri yang disebabkan oleh PESKA ini mencapai 350 ton, menjadikan PESKA sebagai penyebab emisi merkuri terbesar kedua di dunia dari sumber-sumber emisi merkuri lainnya (UNEP, 2007) dalam (Muslim, 2014).

### **C. Tinjauan Umum tentang Mekanisme Toksisitas Merkuri**

#### **1. Mekanisme merkuri anorganik**

Toksisitas dan metabolisme Hg tergantung pada berbagai faktor, antara lain bentuk senyawa Hg, jalur pajanan Hg, lamanya pajanan, serta kandungan unsur lain yang terdapat di dalam makanan. Ternak ruminansia, khususnya sapi, lebih sensitif terhadap Hg dibandingkan kuda, babi atau unggas. Merkuri memiliki afinitas yang tinggi terhadap fosfat, sistin, dan histidyl rantai samping dari protein, purin, pteridine, dan porfirin, sehingga Hg bisa terlibat dalam proses seluler. Toksisitas Hg pada umumnya terjadi karena interaksi Hg dengan kelompok thiol dari protein ( $R-S-Hg^+$ ). Dalam sistem, makhluk hidup memiliki banyak kelompok sulfhidril sehingga satu ikatan senyawa Hg dengan sulfhidril sudah memberikan dampak toksik yang besar. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa konsentrasi rendah ion  $Hg^+$  mampu menghambat kerja 50 jenis enzim sehingga

metabolism tubuh bias diganggu dengan dosis rendah Hg (Widowati dkk, 2008).

Garam merkuri anorganik bisa mengakibatkan presipitasi protein, merusak mukosa alat pencernaan, termasuk mukosa usus besar, dan merusak ginjal ataupun membran ginjal ataupun membrane filter glomelurus, menjadi lebih permeable terhadap protein plasma yang sebagian besar akan masuk ke dalam urin. Dosis toksik mercurous chloride pada manusia memiliki LD50 sebesar 1 – 3 g/kg berat badan dan merkuri klorida dengan LD50 sebesar 0.2 -1 g/kg berat badan. (Bartik dan Piskac, 1981) dalam (Widowati dkk, 2008).

Toksisitas akut dari uap Hg meliputi gejala muntah, kehilangan kesadaran, mulut terasa tebal, sakit abdominal, diare disertai darah dalam feses, oliguria, albuminuria, anuria, uraemia, ulserasi, dan stomatitis. Toksisitas HgCl<sub>2</sub> atau garam merkuri yang larut bisa menyebabkan kerusakan membrane alat pencernaan, eksantema pada kulit, dekomposisi eritrosit, serta menurunkan tekanan darah. Toksisitas kronis dari merkuri anorganik meliputi gejala gangguan system syaraf, antara lain berupa tremor, terasa pahit di mulut, gigi tidak kuat dan rontok, anemia, albuminuria, dan gejala lain berupa kerusakan ginjal, serta kerusakan mukosa usus (Widowati dkk, 2008).

Senyawa merkuri anorganik, seperti Hg (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, HgCl<sub>2</sub> dan HgO akan diakumulasi pada berbagai organ hati, ginjal, dan otak.

Ekskresi senyawa merkuri anorganik dalam dosis 10 µg/kg berat badan menunjukkan bahwa hanya 2,3% yang akan diekskresikan melalui urin sebesar 2,3%. Senyawa Hg<sub>2</sub>Cl akan diabsorpsi oleh tubuh setelah diubah menjadi HgCl<sub>2</sub>. Senyawa merkuri anorganik yang dapat diabsorpsi tubuh tidak lebih dari 2%, sedangkan senyawa merkuri organik tubuh mampu menyerap 95%. Sementara itu, uap merkuri bisa diabsorpsi sebesar 70-90% melalui jalur pernafasan. Pemberian dosis tunggal HgCl<sub>2</sub> secara intravena menunjukkan bahwa konsentrasi tertinggi Hg ditemukan pada organ ginjal, hati, darah, tulang sumsum, dan empedu. Setelah pemberian merkuri anorganik, maka garam merkuri anorganik akan mengalami ionisasi dan ditemukan konsentrasi tertinggi pada mukosa seluruh alat pencernaan, terutama pada mukosa membrane kolon. Senyawa merkuri anorganik akan menuju darah melalui alat pencernaan, lalu diakumulasi di ginjal dan hati. Hanya sejumlah kecil hasil ionisasi merkuri organik yang menuju ke otak. Pemberian alkil merkuri per oral menunjukkan bahwa sebagian besar akan ditemukan di darah, sekitar 70 -90% terdapat di eritrosit, sedangkan pemberian merkuri anorganik hanya ditemukan dalam sejumlah kecil Hg yang terdapat dalam darah (Bartik dan Piskac, 1981; Klaassen *et al.*, 1986) dalam (Widowati, 2008).



## 2. Mekanisme merkuri organik

Alkil merkuri ataupun metal merkuri lebih toksik dibandingkan merkuri anorganik karena alkil merkuri bisa membentuk senyawa lipophilus yang mampu melintasi membrane sel dan lebih mudah diabsorpsi serta berpenetrasi menuju system syaraf, demikian juga ia mampu mempenetrasi placental berrier dan akan lebih lama tersimpan dalam tubuh. Metil merkuri memiliki afinitas yang tinggi terhadap sulfhidril serta mampu bergabung dengan membrane dan intra seluler protein. Metil merkuri juga memiliki afinitas terhadap imin, amin, karbonil, dan kelompok hidroksil. Toksisitas merkuri organik sangat luas, yaitu mengakibatkan disfungsi blood-brain barrier, merusak permeabilitas membran, menghambat beberapa enzim, menghambat sintesis protein, dan menghambat penggunaan substrat protein. Namun demikian, alkil merkuri ataupun metal merkuri tidak mengakibatkan kerusakan membrane mukosa sehingga gejala toksisitas merkuri lebih lambat dibandingkan merkuri anorganik.

Senyawa merkuri organik, seperti metil merkuri ( $\text{CH}_3\text{HgCl}$ ) dan alkil merkuri ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{HgCl}$ ), banyak digunakan sebagai bahan pestisida. Senyawa  $\text{CH}_3\text{HgCl}$  merupakan penyebab keracunan merkuri. Lebih dari 95% metil merkuri terabsorpsi dan ditranportasi ke dalam sel darah merah, lalu diedarkan ke seluruh jaringan tubuh dan hanya sejumlah kecil yang terakumulasi dalam plasma protein. Metil merkuri pada umumnya terakumulasi dalam system saraf pusat dan

ditemukan paling banyak pada bagian kostek dan serebelum. Waktu paruh alkil merkuri adalah 70 hari dan akan diekskresikan sebesar 1% dengan 99% yang terakumulasi pada berbagai organ (Palar, 1994) dalam (Widowati, 2008). Pemberian merkuri organik, yaitu alkil merkuri dan aril merkuri akan didistribusikan pada organ yang berbeda dengan merkuri anorganik dikarenakan merkuri organik mampu mempenetrasi melalui membrane blood-brain barrier sehingga sebagian besar senyawa merkuri organik diakumulasi di jaringan otak. Keracunan metil merkuri pernah terjadi di Jepang, yang kemudian dikenal dengan Minamata, disebabkan oleh insdutri yang membuang metil merkuri ke perairan Minamata sehingga mengakibatkan tercemarnya ikan oleh Hg hingga mencapai 11 mg/kg ikan segar. Hg juga dibuang ke sungai Agano sehingga ikan yang tercemar mencapai 10 mg/kg ikan segar. Demikian pula keracunan metil merkuri di Irak yang mengakibatkan kematian 500 orang dan pasien sebanyak 600 orang yang mesti dirawat dikarenakan pajanan metil merkuri berasal dari roti yang tercemar Hg. Peristiwa tersebut bisa terjadi dikarenakan biji gandum impor dilapisi fungisida metil merkuri sehingga kadar metil merkuri pada tepung gandum mencapai 0,1 mg/kg. Rata-rata intake metil merkuri, yaitu gejala neurologis meliputi paresthesia, ataksia, disartria, kebutaan, degenerasi, dan nekrosis neuron (Bartik dan Piskac, 1981; Klaassen *et al.*, 1986) dalam (Widowati, 2008). Gejala toksisitas merkuri organik meliputi kerusakan system syaraf pusat

berupa anoreksia, ataksia, dysmetria, gangguan pandangan mata yang bisa mengakibatkan kebutaan, gangguan pendengaran, konvulsi, paresis, koma, dan kematian (Widowati, 2008).

### 3. Toksikokinetika Merkuri (Permenkes, 2019)

#### a. Jalur Paparan dan Absorpsi Merkuri

Jalur paparan merkuri elemental yang penting adalah melalui jalur pernafasan (inhalasi), pencernaan (ingesti) dan kontak langsung (dermal), namun yang paling penting dan berisiko adalah melalui inhalasi. Pemanasan logam merkuri membentuk uap merkuri oksida yang bersifat korosif pada kulit, selaput mukosa mata, mulut, dan saluran pernafasan. Merkuri elemental yang masuk melalui pernafasan 70-80% akan diserap oleh tubuh melalui difusi di paru-paru. Organ target dari merkuri elemental adalah otak dan ginjal.

Metil merkuri masuk ke dalam tubuh manusia umumnya melalui jalur pencernaan (ingesti), karena sifat metil merkuri yang mampu terikat ada jaringan lemak. Organ target dari metil merkuri yang paling penting adalah pada sistem saraf pusat (SSP).

#### b. Distribusi, Metabolisme, dan Eksresi Merkuri

Merkuri elemental yang diserap oleh paru-paru akan masuk ke peredaran darah dan diubah dalam waktu singkat menjadi merkuri anorganik melalui proses oksidasi dalam sel darah merah. Oksidasi merkuri elemental juga berlangsung pada otak, hati, paru-

paru, beberapa jaringan lain dalam tubuh, dan pada janin. Merkuri yang masuk ke dalam tubuh melalui intravena dapat menyebabkan emboli paru. Karena bersifat larut dalam lemak, merkuri elemental ini mudah melalui sawar otak dan plasenta. Di otak ia akan berakumulasi di korteks cerebrum dan cerebellum dimana ia akan teroksidasi menjadi bentuk merkurik ( $Hg^{++}$ ) ion merkurik ini akan berikatan dengan sulfhidril dari protein enzim dan protein seluler sehingga mengganggu fungsi enzim dan transport sel.

Merkuri ini akan dieksresikan melalui urin dan feses dengan waktu 1-2 bulan, namun apabila pajanan berlangsung terus menerus, merkuri tersebut akan berada dalam tubuh dalam waktu lama. Waktu paruh merkuri elemental di otak diperkirakan selama 20 tahun. Dalam dosis dan waktu pajanan yang cukup, akan menimbulkan risiko terjadinya dampak kesehatan. Deposisi merkuri elemental adalah di otak dan di ginjal.

Metil merkuri yang diserap melalui saluran pencernaan dan akan terdistribusi ke seluruh jaringan tubuh termasuk janin, karena kemampuannya untuk menembus membran jaringan tubuh. Metil merkuri memiliki kemampuan berikatan dengan gugus sulfhidril, kemudian bergabung dengan glutathione dan berdistribusi ke seluruh tubuh melalui darah. Metil merkuri ini melepas oksigen radikal yang menyebabkan kerusakan sel. Karena mudah terikat

dalam lemak, otak merupakan bagian tubuh yang paling terdampak karena memiliki kadar lemak sangat tinggi.

#### 4. Efek Merkuri Bagi Kesehatan

Beberapa hal terpenting yang dapat dijadikan patokan terhadap efek yang ditimbulkan oleh merkuri terhadap tubuh, adalah sebagai berikut (Palar, 1994) dalam (Adhani & Husaini, 2017):

1. Senyawa merkuri yang berbeda, menunjukkan karakteristik yang berbeda pula dalam daya racun, penyebaran, akumulasi dan waktu retensi yang dimilikinya di dalam tubuh.
2. Biotransformasi tertentu yang terjadi dalam suatu tata lingkungan dan atau dalam tubuh organisme hidup yang telah kemasukan merkuri, disebabkan oleh perubahan bentuk atas senyawa-senyawa merkuri dari satu tipe ke tipe lainnya.
3. Pengaruh utama yang ditimbulkan oleh merkuri dalam tubuh adalah menghalangi kerja enzim dan merusak selaput dinding (membran) sel. Keadaan itu disebabkan karena kemampuan merkuri dalam membentuk ikatan kuat dengan gugus yang mengandung belerang, yang terdapat dalam enzim atau dinding sel.
4. Kerusakan yang diakibatkan oleh logam merkuri dalam tubuh umumnya bersifat permanen. Sampai sekarang belum diketahui cara efektif untuk memperbaiki kerusakan fungsi–fungsi tersebut. Efek merkuri pada kesehatan terutama berkaitan dengan sistem syaraf, yang memang sangat sensitif pada semua bentuk merkuri.

Manifestasi klinis awal intoksikasi merkuri didapatkan gangguan tidur, perubahan mood (perasaan) yang dikenal sebagai “erethism”, kesemutan mulai dari daerah sekitar mulut hingga jari dan tangan, pengurangan pendengaran atau penglihatan dan pengurangan daya ingat. Pada intoksikasi berat penderita menunjukkan gejala klinis tremor, gangguan koordinasi, gangguan keseimbangan, jalan sempoyongan (ataxia) yang menyebabkan orang takut berjalan. Hal ini diakibatkan terjadi kerusakan pada jaringan otak kecil (serebellum).

5. Keracunan Hg yang akut dapat menyebabkan terjadinya kerusakan saluran pencernaan, gangguan kardiovaskuler, kegagalan ginjal akut maupun shock. Pada pemeriksaan laboratorium tampak terjadinya denaturasi protein enzim yang tidak aktif dan kerusakan membran sel. Metil maupun etil merkuri merupakan racun yang dapat mengganggu susunan syaraf pusat (serebrum dan serebellum) maupun syaraf perifer. Kelainan syaraf perifer dapat berupa parastesia, hilangnya rasa pada anggota gerak dan sekitar mulut serta dapat pula terjadi menyempitnya lapangan pandang dan berkurangnya pendengaran. Keracunan merkuri dapat pula berpengaruh terhadap fungsi ginjal yaitu terjadinya proteinuria. Pada karyawan yang terpapar kronis oleh fenil dan alkil merkuri dapat timbul dermatitis. Selain mempunyai efek pada susunan syaraf, Hg juga dapat menyebabkan kelainan psikiatri berupa

insomnia, nervus, kepala pusing, gampang lupa, tremor dan depresi (Adhani & Husaini, 2017).

#### **D. Tinjauan Umum tentang Kehamilan**

##### **1. Definisi Kehamilan**

Kehamilan merupakan saat seseorang wanita mengandung embrio dan membawanya dalam Rahim. Sementara peluang seorang wanita yang rutin berhubungan seks untuk hamil bervariasi. Peluang hamil 25% ada di bulan pertama, 60% di bulan ke-66, 75% di bulan ke-9, 80% di bulan ke-12, dan 90% di bulan ke-19. Masa kehamilan terhitung sejak terjadinya pembentukan embrio hingga bayi dilahirkan. Masa kehamilan dibagi dalam bulanan (trimester). Trimester pertama merupakan perkembangan dan pembentukan organ. Trimester kedua adalah tahap perkembangan dan pertumbuhan lanjutan. Trimester ketiga merupakan akselerasi tumbuh kembang dan persiapan kelahiran. Saat kehamilan berlangsung, calon Bunda diharuskan berhati-hati dalam memilih makanan dan aktivitas agar janin yang dikandung tumbuh dan berkembang dengan sehat. Salah satu hal yang penting dilakukan adalah melakukan pemeriksaan kehamilan secara rutin ke dokter kandungan atau bidan (Atika,2014).

Jalur ekskresi metil merkuri utama adalah empedu dan feses. Bagi ibu menyusui, ekskresi metil merkuri juga berlangsung melalui Air Susu Ibu (ASI). Metil merkuri akan tersimpan dalam jaringan tubuh selama beberapa waktu, tergantung dari dosis dan waktu pajanan.

Deposisi metil merkuri umumnya berada di rambut, ginjal, otak (Permenkes, 2019).

## 2. Perubahan dan Adaptasi Psikologi Dalam Masa Kehamilan

### a. Trimester pertama

Trimester pertama sering dianggap sebagai periode penyesuaian. Penyesuaian yang dilakukan wanita adalah terhadap kenyataan bahwa ia sedang mengandung. Penerimaan kenyataan ini dan arti semua ini bagi dirinya merupakan tugas psikologis yang paling penting pada trimester pertama kehamilan.

Sebagian besar wanita merasa sedih dan ambivalen tentang kenyataan bahwa ia hamil. Kurang dari 80% mengalami kekecewaan, penolakan, kecemasan, depresi dan kesedihan. Hingga kini masih diragukan bahwa seorang wanita lajang yang bahkan telah merencanakan dan menginginkan kehamilan atau telah berusaha keras untuk tidak hamil mengatakan pada dirinya sendiri sedikitnya satu kali bahwa ia sebenarnya berharap tidak hamil. Keseragaman kebutuhan ini perlu dibicarakan dengan wanita karena ia cenderung menyembunyikan ambivalensi atau perasaan negatifnya ini karena perasaan tersebut bertentangan dengan apa menurutnya semestinya ia rasakan. Jika ia tidak dibantu memahami dan menerima ambivalensi dan perasaan negatif tersebut sebagai suatu hal nantinya bagi yang dikandungannya meninggal saat dilahirkan atau terlahir cacat atau



abnormal. Ia akan mengingat pikiran-piiran yang ia miliki selama trimester pertama dan merasa bahwa ialah penyebab tragedi tersebut. Hal ini dapat dihidari bila ia dapat menerima pikiran-oiiran tersebut dengan baik.

Beberapa wanita, terutama mereka yang telah merencanakan kehamilan atau telah berusaha keras untuk hamil, merasa suka cita sekaligus tidak percaya bahwa dirinya telah hamil dan mencari bukti kehamilan pada setiap jengkal tubuhnya. Trimester pertama sering menjadi waktu yang sangat menyenangkan untuk melihat apakah kehamilan akan dapat berkembang dengan baik.

Hasrak seksual pada trimester pertama sangat bervariasi antara wanita yang satu dan yang lain. Meski beberapa wanita mengalami peningkatan seksual, tetapi secara umum trimester pertama merupakan waktu terjadinya penurunan libido dan hal ini memerlukan komunikasi yang jujur dan terbuka terhadap pasangan masing-masing. Banyak wanita merasakan kebutuhan kasih sayang yang besar dan cinta kasih tanpa seks. Libidi secara umum sangat dipengaruhi oleh ketatihan, nausea, depresi, payudara yang membesar dan nyeri, kecemasan, kekhawatiran, dan masalah-masalah lain yang merupakan normal pada trimester pertama.

## b. Trimester kedua

Trimester kedua sering dikenal sebagai periode kesehatan yang baik, yakni ketika wanita merasa nyaman dan bebas dari segala ketidaknyamanan yang normal dialami saat hamil. Namun, trimester kedua juga merupakan fase ketika wanita menelusur ke dalam dan paling banyak mengalami kemunduran. Trimester kedua sebenarnya terbagi atas dua fase, praquickening dan pasca-quickening. Quickening menunjukkan kenyataan adanya kehidupan yang terpisah, yang menjadi dorong bagi wanita dalam melaksanakan tugas psikologi utamanya pada trimester kedua, yakni mengembangkan identitas sebagai ibu bagi dirinya sendiri, yang berbeda dari ibunya.

Menjelang akhir trimester pertama dan selama porsi pra-quickening trimester kedua berlangsung, wanita tersebut akan mengalami lagi, sekaligus mengevaluasi kembali, semua aspek hubungan yang ia jalani dengan ibunya sendiri. Wanita tersebut mencermati semua perasaan ini dan menghidupkan kembali beberapa hal yang mendasar bagi dirinya. Semua masalah interpersonal yang dahulu pernah dialami oleh wanita dan ibunya, atau mungkin masih dirasakan masih dirasakan hingga kini dianalisis.

Timbulnya quickening, muncul sejumlah perubahan karena kehamilan telah menjadi jelas dalam pikirannya. Kontak sosialnya

berubah, ia lebih banyak bersosialisasi dengan wanita hamil atau ibu baru lainnya, dan minat serta aktivitasnya berfokus pada kehamilan, cara membesarkan anak, dan persiapan untuk menerima peran yang baru. Pergeseran nilai sosial ini menimbulkan kebutuhan akan sejumlah proses duka cita, yang kemudian menjadi katalis dalam memperkirakan peran baru. Dukacita tersebut timbul karena ia harus merelakan hubungan, kedekatan, dan peristiwa maupun aspek tertentu yang ia miliki dalam peran sebelumnya yang akan terpengaruh dengan hadirnya bayi dan peran baru.

Sebagian besar wanita merasa lebih erotis selama trimester kedua, kurang lebih 80% wanita mengalami kemajuan yang nyata dalam hubungan seksual mereka dibanding pada trimester pertama dan sebelum hamil. trimester kedua relatif terbebas dari segala ketidaknyamanan fisik dan ukuran perut wanita belum menjadi masalah besar. Lubrikasi vagina semakin banyak. Pada masa ini, kecemasan, kekhawatiran dan masalah-masalah yang sebelumnya menimbulkan ambivalensi pada wanita tersebut mereda, dan ia telah mengalami perubahan dari seorang menuntut kasih sayang dari ibunya menjadi seorang yang mencari kasih sayang dari pasangannya, dan semua faktor ini turut mempengaruhi peningkatan libido dan kepuasan seksual.

### c. Trimester Ketiga

Trimester 3 sering disebut periode Penantian dengan penuh kewaspadaan titik pada periode ini wanita mulai menyadari kehadiran bayi sebagai makhluk yang terpisah sehingga ia menjadi tidak sabar menanti kehadiran sang baik. ada perasaan was-was mengingat bayi dapat lahir kapanpun. hal itu membuatnya berjaga-jaga sementara ia memperhatikan dan menunggu tanda dan gejala persalinan muncul.

Trimester ketiga merupakan waktu, persiapan yang aktif terlihat dalam menanti kelahiran bayi dan menjadi orang tua sementara perhatian utama wanita terpusat pada bayi yang akan segera dilahirkan. pergerakan janin dan pembesaran uterus, keduanya menjadi hal yang terus-menerus mengingatkan tentang keberadaan bayi titik orang-orang di sekitarnya kini mulai membuat rencana untuk bayi yang dinantikan titik wanita tersebut menjadi lebih protektif terhadap bayi mulai menghindari keramaian atau seseorang atau apapun yang ia anggap berbahaya. ia membayangkan bahaya mengintip dalam dunia di luar sana.

Memilih nama untuk bayinya merupakan persiapan menanti kelahiran bayi, ia menghadiri kelas-kelas sebagai persiapan menjadi orang tua. Pakaian-pakaian bayi mulai dibuat atau dibeli titik kamar-kamar disusun atau dirapikan titik sebagian besar pemikiran difokuskan pada perawatan bayi titik sejumlah

kekuatan muncul pada trimester ketiga. Wanita mungkin merasa cemas dengan kehidupan bayi dan kehidupan sendiri Seperti apakah nanti bayinya akan lahir abnormal terkait persalinan dan kelahiran, apakah ia akan menyadari bahwa ia akan bersalin atau bayinya tidak mampu keluar karena perutnya sudah luar biasa besar, atau Apakah organ vitalnya akan mengalami cedera akibat tendangan bayi. Ia kemudian menyibukkan diri agar tidak memikirkan hal-hal lain yang tidak diketahuinya.

Ibu hamil juga mengalami proses duka lain ketika ia mengantisipasi hilangnya perhatian dan hak istimewa khusus lain selama ia hamil, perpisahan antara ia dan bayinya yang tidak dapat dihindarkan, dan perasaan kehilangan karena uterusnya yang penuh tiba-tiba akan mengempis dan ruang tersebut menjadi kosong. Wanita akan kembali merasakan ketidaknyamanan fisik yang semakin kuat menjelang akhir kehamilan. Ia akan merasa canggung, jelek, berantakan, dan memerlukan dukungan yang sangat besar dan konsisten dari pasangannya. Pada pertengahan trimester ketiga peningkatan hasrat seksual yang terjadi pada trimester sebelumnya akan menghilang karena komennya yang semakin besar menjadi halangan. Alternatif posisi dalam berhubungan seksual dan metode alternatif untuk mencapai kepuasan dapat membantu atau dapat menimbulkan perasaan bersalah jika ia merasa tidak nyaman dengan cara-cara tersebut.

## **E. Paparan Yang Berpengaruh Terhadap Kadar Merkuri Pada Ibu Hamil**

Logam berat dapat menimbulkan efek gangguan terhadap kesehatan manusia, tergantung pada bagian mana dari logam berat tersebut yang terikat dalam tubuh serta besarnya dosis paparan. Efek toksik dari logam berat mampu menghalangi kerja enzim sehingga mengganggu metabolisme tubuh, menyebabkan alergi, bersifat mutagen, teratogen, atau karsinogen bagi manusia maupun hewan (Widowati, 2008).

Begitupun keracunan logam berat pada ibu hamil dapat menyebabkan terjadi mental retardasi pada bayi atau kebodohan, kekakuan (spastik), karena zat metil merkuri yang masuk ke dalam tubuh perempuan hamil tersebut tidak hanya mencemari organ tubuhnya sendiri, tetapi juga janin yang dikandungnya melalui tali pusat, oleh karena itu merkuri sangat rentan terhadap ibu hamil, ibu menyusui dan mereka yang menderita gangguan neurologis dan mental organik atau fungsional (Adhani & Husaini, 2017).

### **1. Konsumsi Ikan**

Makanan laut adalah sumber utama paparan MeHg pada manusia. Beberapa negara memiliki saran khusus bagi wanita hamil untuk menghindari spesies yang tinggi merkuri. Mengurangi jumlah konsumsi makanan laut selama kehamilan akan menurunkan paparan merkuri lebih lanjut, tetapi pada waktu yang sama juga akan

mengurangi asupan nutrisi bermanfaat yang sangat penting untuk perkembangan saraf janin yang optimal. Dari hasil riset ditemukan fakta bahwa tidak ada risiko yang merugikan dari konsumsi makanan laut pada neurokognisi yang ditemukan, sebaliknya konsumsi makanan laut selama kehamilan memiliki hubungan yakni efek yang menguntungkan dengan hasil neurokognitif (Næss *et al.*, 2020).

Namun, efek menguntungkan dari seafood menurun dengan pajanan MeHg dan kontaminan ikan lainnya sehingga menciptakan tantangan yang kompleks untuk mendiskusikan risiko pajanan merkuri dari konsumsi seafood dengan wanita hamil dan pilihan makanan mereka untuk mendukung perkembangan saraf janin yang sehat (Næss *et al.*, 2020).

DHA pada ikan telah dikenal sebagai nutrisi makanan penting untuk pertumbuhan otak yang cepat dari trimester ketiga hingga usia 2 tahun dan diangkut terutama melalui plasenta ke janin. Asupan DHA ibu dan PUFA  $\omega$ -3 melalui konsumsi ikan juga telah dianggap sebagai aspek tepat yang dapat mempengaruhi hasil perkembangan saraf prenatal. Evaluasi risiko MeHg serta manfaat  $\omega$ -3 PUFA dan DHA + EPA dari asupan ikan tertentu sangat penting untuk saran dan rekomendasi ikan. Ikan adalah sumber paling kritis dari  $\omega$ -3 PUFA, dan ia mengakumulasi EPA dan DHA melalui rantai trofik melalui fitoplankton laut. Ikan predator dapat mengakumulasi lebih banyak MeHg dibandingkan ikan kecil melalui mekanisme bioakumulasi.

Menurut referensi dosis Badan Perlindungan Lingkungan AS dan konsentrasi MeHg ikan tertentu, asupan harian yang diizinkan berkisar antara 20 hingga 2800 g/hari. Ketika dosis pajanan MeHg harian melebihi dosis referensi selama seumur hidup, hal itu dapat menimbulkan risiko subkelompok sensitif (yaitu, janin dan anak-anak) (Hsi *et al.*, 2016).

Beberapa penelitian telah mengungkapkan bahwa peningkatan kadar merkuri berkorelasi positif dengan konsumsi ikan (Lin *et al.*, 2018). Bukan hanya ikan laut tetapi ikan air tawar di pedalaman memiliki konsentrasi merkuri dalam jaringan yang tinggi yang mungkin menjelaskan bahwa wanita hamil yang mengonsumsi ikan air tawar memiliki konsentrasi merkuri dalam tubuh yang tinggi (Wickliffe *et al.*, 2020). Sebagaimana studi yang telah dilakukan mengenai perbandingan kadar logam berat untuk responden yang mengonsumsi ikan air tawar dan yang tidak mengonsumsi dan ditemukan hasil dalam urin responden sebesar  $1.0 \pm 0.7 \mu\text{g} / \text{L}$ , yang mengindikasikan bahwa jika dikonsumsi secara terus menerus yang menyebabkan terakumulasinya di dalam tubuh ini juga akan menimbulkan efek yang negatif (Lin *et al.*, 2018).

## 2. Pemakaian Amalgam Pada Gigi

Tambalan amalgam masih digunakan di beberapa negara untuk perawatan konservatif gigi posterior. Di otak dan jaringan ginjal orang dengan tambalan gigi amalgam, merkuri ditemukan



terakumulasi pada tingkat toksik, tetapi tidak ada gejala klinis awal yang teramati, yang menunjukkan bahwa efek toksik merkuri terjadi karena akumulasi jangka panjang daripada pajanan dini. Pengamatan eksim atopik pada keturunan ibu dengan amalgam gigi, dan efek berbahaya merkuri pada sistem kemih (kerusakan glomerulus dan tubular), menunjukkan bahwa efek pada keturunan ibu dengan amalgam harus diselidiki secara menyeluruh.

### 3. Pemakaian Kosmetik Pencerah Kulit

Merkuri diserap melalui kulit dan terakumulasi di berbagai jaringan tubuh tetapi sebagian besar di ginjal. Efek nefrotoksik telah dikaitkan dengan aplikasi topikal garam merkuri anorganik. Ginjal merupakan reservoir utama merkuri dengan transformasi histologis yang ditandai setelah aplikasi pencerah kulit berulang, sementara perubahan ekstensif yang lebih sedikit juga terjadi di hati dan otak. Penggunaan kosmetik pencerah kulit pada wanita yang sedang hamil dapat mengakibatkan penyerapan sistemik dan penumpukan merkuri, yang berujung pada toksisitas ginjal, gastrointestinal, dan sistem saraf pusat yang menyebabkan efek kesehatan yang berbahaya pada janin mereka yang sedang berkembang (Al-Saleh, 2016).

## **F. Tinjauan Umum tentang *Systematic Review***

### 1. Definisi *Systematic Review*

*Systematic review* adalah standar referensi untuk mensintesis bukti di bidang kesehatan karena ketelitian metodologisnya.

Systematic review digunakan untuk mendukung pengembangan pedoman praktik klinis dan menginformasikan pengambilan keputusan klinis. Idealnya, tinjauan sistematis didasarkan pada kriteria kelayakan yang telah ditentukan sebelumnya dan dilakukan sesuai dengan pendekatan metodologis yang telah ditentukan sebelumnya sebagaimana diuraikan dalam protokol terkait (Moher *et al.*, 2015).

## 2. Manfaat *Systematic Review*

Systematic review akan sangat bermanfaat untuk melakukan sintesis dari berbagai hasil penelitian yang relevan, sehingga fakta yang disajikan kepada penentu kebijakan menjadi lebih komprehensif dan berimbang. Salah satu permasalahan dalam penelitian kesehatan adalah terkait dengan kurangnya pemanfaatan hasil penelitian oleh pengguna (the utilization of research results). Bahkan, permasalahan ini tidak saja terjadi di negara berkembang namun juga terjadi di negara maju. Pemanfaatan hasil penelitian oleh penentu kebijakan mencakup penyediaan fakta pada keseluruhan sekuensi proses kebijakan (policy process) (Siswanto, 2010). Dalam sekuensi proses kebijakan, hasil penelitian mempunyai peran atau fungsi sebagai berikut:

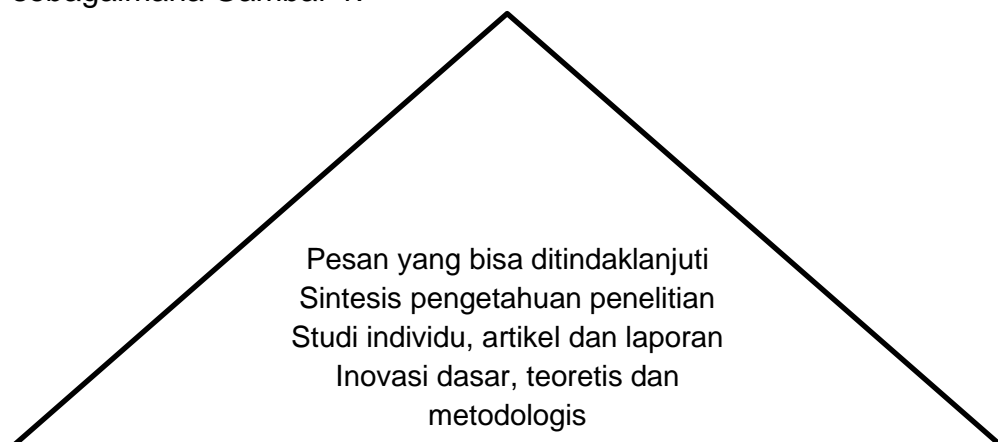
- a. Membantu identifikasi masalah menjadi agenda kebijakan
- b. Membantu solusi masalah
- c. Membantu policy makers untuk berpikir alternatif (policy options)  
(baik menyangkut prioritas masalah maupun solusi)

d. Membantu justifikasi suatu kebijakan (keputusan) (hass & springer, 1998).

Untuk memberikan fakta bagi pengguna (penentu kebijakan dan pelaksana pelayanan kesehatan), peneliti disamping harus mampu memberikan fakta yang valid dan komprehensif, ia juga harus mampu mengemas fakta tersebut dalam format yang mudah dipahami oleh penentu kebijakan (Siswanto, 2010). Hirarki metode penyajian fakta kepada pengguna sebagai berikut:

- a. Inovasi dalam ranah teori, metodologi dan penelitian dasar
- b. Laporan penelitian tunggal dan artikel, (iii) sintesis hasil penelitian: (systematic review: meta-analisis, meta-sintesis)
- c. Masukan untuk penentu kebijakan (actionable message: policy brief dan policy paper).

Secara hirarkis, jenjang metodologi “research into action” agar mudah dipakai oleh penentu kebijakan, dapat diilustrasikan sebagaimana Gambar 1.



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

Dari Gambar 2.1, tampak bahwa dari penelitian tunggal, agar dapat dipakai oleh penentu kebijakan masih melalui dua tahap lagi, yakni sintesis (*systematic review*) dan pengemasan hasil penelitian menjadi pesan yang mudah dipahami (*actionable messages*) berupa *policy brief* dan *policy paper*.

Dari hirarki penyajian fakta demi tercapainya penggunaan hasil penelitian, khususnya oleh penentu kebijakan, tampaknya selama ini berbagai lembaga penelitian di Indonesia termasuk Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, belum mengembangkan dan membudayakan metodologi sintesis hasil penelitian (*meta-analisis*, *meta-sintesis*) dan juga pengembangan format pesan yang mudah dipahami oleh penentu kebijakan (*policy brief* dan *policy paper*).

### 3. Merencanakan Suatu *Systematic Review*

Perencanaan satu *systematic review*, hal-hal yang akan dilakukan yakni mengidentifikasi kebutuhan akan suatu review, menyiapkan suatu proposal sebagai suatu tinjauan ulang serta mengembangkan suatu protokol tinjauan ulang.

#### a. Mengidentifikasi kebutuhan akan suatu review

Langkah ini untuk mengidentifikasi *systematic review* yang ada sekarang ini dan yang mungkin masih dalam persiapan. Bila review yang ada sekarang ini telah teridentifikasi, review tersebut harus dinilai kualitasnya. Proses ini penting untuk mengidentifikasi

kekurangan-kekurangan di dalam review yang kemungkinan membiaskan hasil.

b. Menyiapkan suatu proposal untuk suatu systematic review

Proposal riset seharusnya didasarkan pada suatu penilaian awal dari literatur yang berpotensi tersedia. Hal ini dapat dicapai dengan menggunakan pernyataan yang jelas dan terminologi pencarian yang dapat direproduksi serta database yang mencakup literatur tersebut. Informasi mengenai latar belakang kebutuhan akan review tersebut perlu juga dimasukkan. Pertanyaan-pertanyaan review, metode-metodenya, jadwal penyelesaian, informasi sekitar penulis dan strategi diseminasi penemuan bagi publik seharusnya dengan jelas dinyatakan.

c. Mengembangkan suatu protokol systematic review

Hal ini seharusnya didasarkan pada penemuan yang terperinci dan dikembangkan untuk memperluas kriteria seleksi studi, strategi pengumpulan data dan metode-metode pengolahan data yang dikumpulkan. Adapun urutan proses penelitian systematic review disajikan pada tabel 2.2 berikut (Perry & Hammond, 2002) dalam (Siswanto, 2010):

**Tabel 2.2**  
Urutan proses penelitian *systematic review*

No.	Tahapan Proses	Tujuan
1.	Identifikasi pertanyaan penelitian	Melakukan transformasi masalah kesehatan menjadi pertanyaan penelitian

No.	Tahapan Proses	Tujuan
2.	Mengembangkan protokol penelitian <i>systematic review</i>	Memberikan penuntun dalam melakukan <i>systematic review</i>
3.	Menetapkan lokasi data-base hasil penelitian sebagai wilayah pencarian (misalnya Science Direct, PubMed)	Memberikan batasan wilayah pencarian terhadap hasil penelitian yang relevan
4.	Seleksi hasil-hasil penelitian yang relevan	Mengumpulkan hasil-hasil penelitian yang relevan dengan pertanyaan penelitian
5.	Pilih hasil-hasil penelitian yang berkualitas	Melakukan eksklusi dan inklusi terhadap penelitian yang akan dimasukkan dalam <i>systematic review</i> berdasarkan kualitas
6.	Ekstraksi data dari studi individual	Melakukan ekstraksi data dari studi individual untuk mendapatkan temuan pentingnya
7.	Sintesis hasil dengan metode meta-analisis (kalau memungkinkan), atau metode naratif (bila tidak memungkinkan)	Melakukan sintesis hasil dengan teknik metaanalisis ( <i>forest plot</i> ) atau teknik naratif (metasintesis)
8.	Penyajian hasil	Menuliskan hasil penelitian dalam dokumen laporan hasil <i>systematic review</i>

Meta-analisis adalah metode mengkombinasikan hasil penelitian kuantitatif secara statistik (secara kuantitatif) maka langkah-langkah dalam melakukan meta-analisis adalah sama dengan langkah-langkah melakukan *systematic review* secara umum. Langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut (Perry & Hammond, 2002) dalam (Siswanto, 2010):

- 1) Identifikasi pertanyaan penelitian (pertanyaan penelitian meta-analisis).
- 2) Mengembangkan protokol penelitian metaanalisis.
- 3) Menetapkan lokasi data-base hasil penelitian sebagai wilayah pencarian (misalnya Science Direct, PubMed) Seleksi hasil-hasil penelitian yang relevan.
- 4) Pilih hasil-hasil penelitian yang berkualitas
- 5) Ekstraksi data dari studi individual Sintesis hasil-hasil penelitian dengan metode meta-analisis (funnel plot dan forest plot). Penyajian hasil penelitian dalam laporan penelitian hasil meta-analisis.

Langkah krusial dalam meta-analisis adalah pemilihan studi yang berkualitas. Karena apabila studi yang diikutkan dalam meta-analisis tidak berkualitas, maka tentunya hasil meta-analisis yang merupakan ukuran statistik dari kombinasi beberapa hasil penelitian akan tidak valid juga. Juga, dari beberapa review para ahli membuktikan bahwa peneliti akan cenderung mempublikasikan hasil yang positif sebagaimana dihipotesiskan sejak awal, dibanding mempublikasikan hasil yang berlawanan dengan hipotesis awal.

Oleh karena itu, seleksi hasil penelitian yang berkualitas dan tidak mengandung bias merupakan kunci validitas hasil penelitian meta-analisis. Untuk itu, pepatah "*garbage in garbage*

*out*” berlaku pada metodolgi penelitian meta-analisis. Untuk meminimalkan kelemahan ini, maka penetapan kriteria inklusi dan eksklusi harus jelas sehingga hasil penelitian yang terpilih dalam meta-analisis adalah benar-benar penelitian dengan variabel (topik) yang sama dan menggunakan metode yang sama. Saringan berikutnya adalah bahwa peneliti harus memilih penelitian yang benar-benar berkualitas. Jadi quality control terkait dengan penelitian yang akan dimasukkan dalam meta-analisis harus kuat.

#### 4. Penyajian Hasil Systematic Review

Proses terakhir dalam systematic review adalah penyajian hasil berupa pembuatan laporan systematic review. Laporan ini disiapkan untuk menjelaskan secara detil penemuan review. Penulisan laporan ini terdiri dari beberapa bagian seperti judul, abstrak, pendahuluan, metode, hasil, pembahasan, dan pendanaan (Moher *et al.*, 2015).



## **G. Kerangka Teoritis**

Secara umum toksikokinetik dimaksudkan sebagai perjalanan suatu polutan yang terjadi di dalam tubuh manusia. Pada perjalanan merkuri fase toksikokinetik tergantung dari senyawa-senyawa merkuri karena menunjukkan karakteristik yang berbeda dalam daya racun yang dimilikinya, penyebarannya, akumulasi serta waktu resistensinya hingga dapat menuju target organ (Palar, 2012; Adhani & Husaini, 2017). Fase toksikokinetik yakni sebagai berikut:

Secara alamiah, pencemaran oleh merkuri dan logam-logam lain ke lingkungan umumnya berasal dari kegiatan-kegiatan gunung api, rembesan-rembesan air tanah yang melewati daerah deposit merkuri selanjutnya masuk ke dalam perairan (Sungai, dan danau dan laut). Kemudian, merkuri menjadi bahan pencemar sejak manusia mengenal perindustrian dan pertanian, dengan menggali sumber daya alam dan memanfaatkannya semaksimal mungkin untuk kebutuhannya (Palar, 2012).

Masuknya merkuri ke dalam tubuh organisme hidup terutama melalui makanan yang dimakannya, karena hampir 90% dari bahan beracun ataupun logam berat (merkuri) masuk ke dalam tubuh melalui bahan makanan yang kebiasaan memakan makanan dari laut, misalnya ikan, udang dan tiram. Adapun melalui peristiwa pernafasan yakni dengan terhirupnya alkil-merkuri, asap rokok, pemakaian amalgam pada gigi yang pada peristiwa peracunan melalui jalur perpasan ini uap

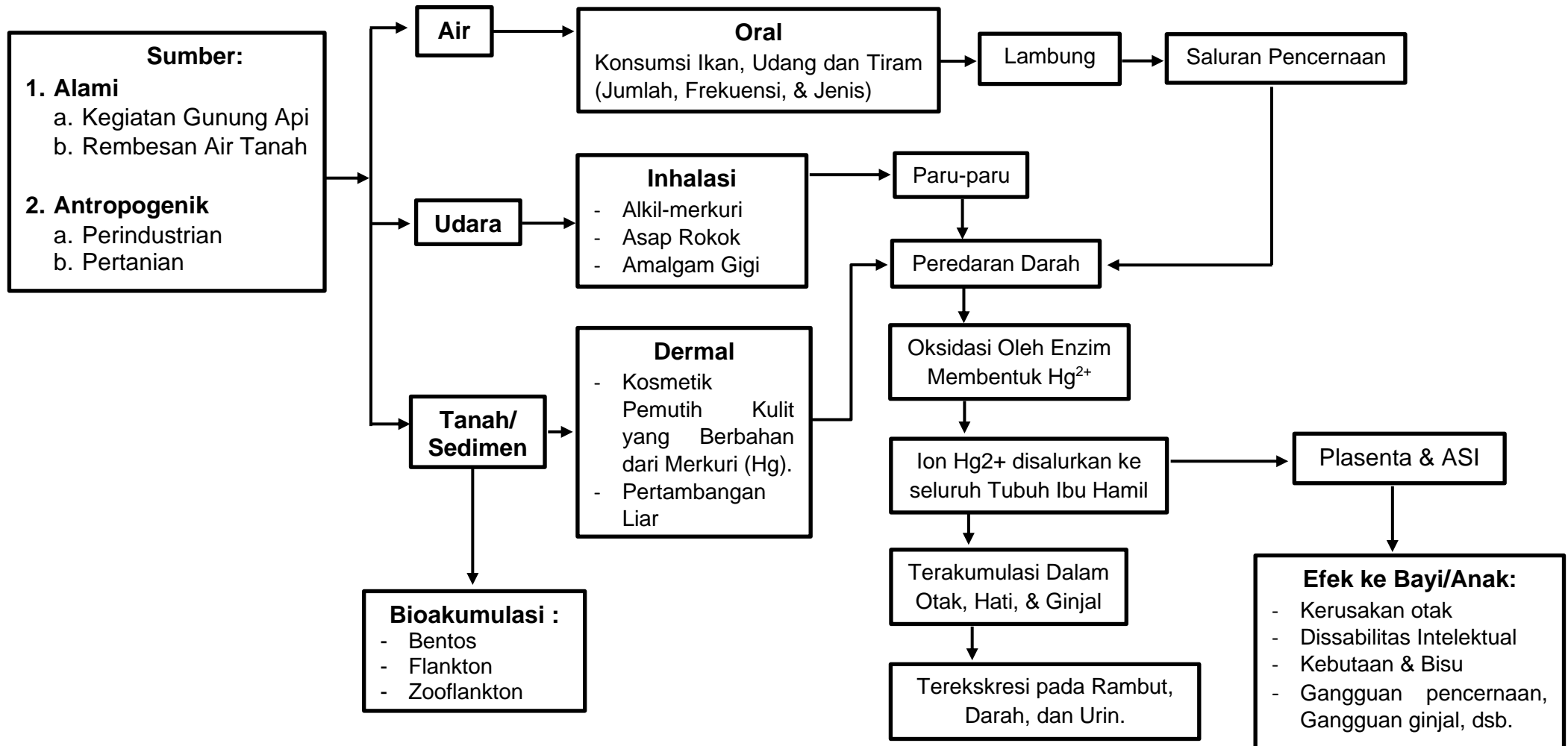
merkuri yang masuk bersama jalur pernapasan akan mengisi ruang-ruang dari paru-paru dan berikatan dengan darah (Palar, 2012). Sisanya akan masuk secara difusi atau perembesan lewat jaringan kulit yang tosisitasnya sangat besar terhadap, ginjal, saraf, dll., seperti kosmetik pemutih kulit isi merkuri yang menyebabkan iritasi kulit atau reaksi alergi yaitu kemerahan dan pembengkakan kulit, adanya noda hitam, kulit menjadi sangat sensitif terhadap sinar matahari (Palar, 2012; Tranggono & Latifah, 2007; Adhani & Husaini, 2017).

Pada saat terpapar oleh logam berat merkuri sekitar 80% dari logam merkuri akan terserap oleh alveoli paru-paru dan jalur-jalur pernafasan untuk kemudian ditransfer ke dalam darah. Sama halnya dengan keracunan yang disebabkan oleh merkuri, umumnya berawal dari budaya memakan seafood yang telah terkontaminasi oleh merkuri. Dalam darah akan mengalami proses oksidasi yang dilakukan oleh enzim hidrogenperoksida katalase sehingga berubah menjadi ion  $Hg^{2+}$ . Ion merkuri ini selanjutnya dibawa ke seluruh tubuh bersama dengan peredaran darah (Palar, 2012).

Selain penumpukan merkuri terjadi pada otot, logam ini juga terserap dan akan menumpuk pada otak, ginjal dan hati. Namun demikian penumpukan yang terjadi pada organ otak, ginjal dan hati masih dapat dikeluarkan bersama urine dan feses serta terdapat pada rambut kemudian sebagian akan menumpuk pada empedu (Palar, 2012).

Selain menumpuk pada organ-organ tubuh seperti yang telah disebutkan sebelumnya, merkuri ternyata mampu menembus membran plasenta. merkuri organik dari jenis metil-merkuri dapat memasuki plasenta dan merusak janin pada wanita hamil, mengganggu saluran darah ke otak serta menyebabkan kerusakan otak (Jensen *et al.*, 1981) dalam Adhani & Husaini, 2017.

Merkuri juga masuk ke tubuh bayi atau anak melalui ASI, sehingga mengakibatkan kerusakan otak, keterbelakangan mental, kebutaan, dan bisu, selain itu dapat juga terjadi gangguan pencernaan dan gangguan ginjal (Irianti *et al.*, 2017).



**Gambar 2.2**

Kerangka Teoritis dari Irianti, *et al.* (2017);  
Palar (2012); Adhani & Husaini (2017)

## H. Kerangka Konsep

Kerangka konsep ini terdiri dari variable Independen (Bebas yakni pajanan merkuri (Hg) pada ibu hamil & bayi/anak dan variabel Dependen (Terikat) yakni adanya kejadian pajanan merkuri (Hg), jalur pajanan merkuri (Hg) yang mempengaruhi jumlah kadar merkuri (Hg) dalam tubuh ibu hamil/bayi, serta dampak negatif atau kerugian dari hasil kelahiran. Hubungan antara variabel independen dan variabel dependen digambarkan dalam bagan berikut ini:



**Gambar 2.3**  
**Kerangka Konsep**

Keterangan:



Variabel Independen (Bebas)



Variabel Dependen (Terikat)

## I. Penelitian yang Relevan

**Tabel 2.3**  
 Penelitian *Systematic Review* yang Relevan Mengenai Paparan Merkuri (Hg)

NO.	PENULIS/JUDUL	TUJUAN	TAHUN	HASIL	REFERENSI
1	<p><b>Vasallo María D. Esteban, et.al.</b></p> <p><i>Mercury, Cadmium, and Lead Levels in Human Placenta: A Systematic Review</i></p> <p><a href="http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1204952">http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1204952</a></p>	<p>Untuk meringkas informasi yang tersedia mengenai total Hg, tingkat Cd, dan Pb di plasenta manusia dan kemungkinan faktor terkait.</p>	2012	<p>Ditemukan total 79 makalah (73 studi berbeda). Kadar Hg, Cd, dan Pb masing-masing dilaporkan dalam 24, 46, dan 46 penelitian. Konsentrasi Hg &gt; 50 ng/g ditemukan di Cina (Shanghai), Jepang, dan Kepulauan Faroe. Tingkat Cd berkisar dari 1,2 ng /g sampai 53 ng/g dan tertinggi di Amerika Serikat, Jepang, dan Eropa Timur. Pb menunjukkan variabilitas terbesar, dengan tingkat berkisar dari 1,18 ng/g di Cina (Shanghai) hingga 500 ng/g di daerah yang tercemar berada di Polandia.</p>	<p><i>Environmental Health Perspectives</i></p>

NO.	PENULIS/JUDUL	TUJUAN	TAHUN	HASIL	REFERENSI
2	<p><b>Sheehan Mary C., et.al.</b></p> <p><i>Global methylmercury exposure from seafood consumption and risk of developmental neurotoxicity: A Systematic Review</i></p> <p><a href="http://dx.doi.org/10.2471/BLT.12.116152">http://dx.doi.org/10.2471/BLT.12.116152</a></p>	<p>Untuk memeriksa biomarker asupan metilmerkuri (MeHg) pada wanita dan bayi dari populasi yang mengonsumsi makanan laut secara global dan mengkarakterisasi risiko komparatif dari neurotoksisitas perkembangan janin</p>	2014	<p>Kriteria seleksi diperoleh dari 164 studi perempuan dan bayi dari 43 negara. Di wilayah pesisir Asia Tenggara, Pasifik barat dan Mediterania, rata-rata penanda biologis mendekati referensi. Penanda biomarker kelas atas di semua kategori menunjukkan asupan MeHg melebihi nilai referensi FAO / WHO.</p>	<i>Bull World Health Organ</i>
3.	<p><b>Koning Irene V., et.al.</b></p> <p><i>Impacts on prenatal development of the humancerebellum: A systematic review</i></p> <p><a href="http://www.tandfonline.com/loi/ijmf20">http://www.tandfonline.com/loi/ijmf20</a></p>	<p>Untuk memberikan gambaran umum tentang pajanan lingkungan orang tua dan faktor-faktor intrinsik yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan sel otak prenatal pada manusia.</p>	2016	<p>Dari hasil pencarian menghasilkan 3872 artikel. Kemudian, ditemukan 15 studi yang memenuhi syarat melaporkan hubungan antara perkembangan otak kecil dan ibu yang merokok (4), penggunaan alkohol (3), media fertilisasi in vitro fertilisasi (1), merkuri (1), mifepristone (2),</p>	<i>The Journal of Maternal-Fetal &amp; Neonatal Medicine</i>

NO.	PENULIS/JUDUL	TUJUAN	TAHUN	HASIL	REFERENSI
				aminopropionitril (1), etnis (2) dan tingkat kortisol (1). Tidak ada penelitian yang melaporkan faktor paternal.	
4.	<p><b>Begani Rose K., Begani Alphonse Z., et.al.</b></p> <p><i>Alluvial Gold Mining Sites as Exposure Pathways for Methyl Mercury Toxicity in Children: A Systematic Review</i></p> <p><a href="http://www.scirp.org/journal/health">http://www.scirp.org/journal/health</a></p>	<p>Untuk menentukan apakah anak-anak dari penambang emas aluvial berisiko terpapar toksisitas metil merkuri melalui paparan makanan.</p>	2017	<p>Hasil dari sembilan penelitian (N = 9) yang dianalisis menunjukkan hasil yang meyakinkan tentang hubungan antara konsumsi ikan yang terkontaminasi metil merkuri dengan pertumbuhan dan perkembangan yang buruk pada anak-anak yang orangtuanya tinggal di dekat lokasi penambangan.</p>	<p><i>Scientific Research Publishing</i></p>
5.	<p><b>Viñas Gema Gallego, et.al.</b></p> <p><i>Chronic mercury exposure and blood pressure in children and adolescents: A Systematic Review</i></p> <p><a href="https://doi.org/10.1007/s11356-018-3796-y">https://doi.org/10.1007/s11356-018-3796-y</a></p>	<p>Untuk mengkaji literatur ilmiah secara sistematis tentang kemungkinan hubungan paparan merkuri kronis dan tekanan darah</p>	2018	<p>Dari hasil pencarian literatur ditemukan dan diidentifikasi 8 artikel yang melibatkan 5 kohort, 1 studi cross-sectional dan 1 studi case-control. Empat artikel mengevaluasi eksposur prenatal, 2 mengevaluasi eksposur prenatal dan</p>	<p><i>Environmental Science and Pollution Research</i></p>



NO.	PENULIS/JUDUL	TUJUAN	TAHUN	HASIL	REFERENSI
		pada anak-anak dan remaja.		postnatal dan 2 eksposur postnatal. Kemudian, hasil menunjukkan adanya hubungan positif yang signifikan antara pajanan merkuri kronis dan tekanan darah pada anak-anak atau remaja.	
6.	<p><b>Hassan Abha Cherkani, et.al.</b></p> <p><i>Total, organic, and inorganic mercury in humanbreast milk: levels and maternal factors ofexposure, systematic literature review, 1976–2017</i></p> <p><a href="https://doi.org/10.1080/10408444.2019.1571010">https://doi.org/10.1080/10408444.2019.1571010</a></p>	<p>Untuk merangkum informasi tentang konsentrasi merkuri (total, organik dan anorganik) dalam ASI (BM) yang dipublikasikan di seluruh dunia dan juga untuk mengeksplorasi faktor dan parameter ibu yang mempengaruhi kadar merkuri dalam ASI.</p>	2019	<p>Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan sebagian besar studi menggunakan susu atau kolostrum untuk analisis dan sekitar 60% di antaranya konsentrasi merkuri melebihi secara signifikan batas yang ditetapkan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) sebesar 1,7. m g/l. Selain itu, banyak faktor dan parameter yang berhubungan dengan tingkat pencemaran merkuri dalam ASI.</p>	<p><i>Critical Reviews In Toxicology</i></p>

NO.	PENULIS/JUDUL	TUJUAN	TAHUN	HASIL	REFERENSI
7.	<p><b>Mahmoudi Norouz, et.al.</b></p> <p><i>The mercury level in hair and breast milk of lactating mothers in Iran: A Systematic Review and Meta-Analysis</i></p> <p><a href="https://doi.org/10.1007/s40201-020-00460-5">https://doi.org/10.1007/s40201-020-00460-5</a></p>	<p>Untuk menilai rata-rata kadar merkuri pada rambut dan air susu ibu (BM) ibu menyusui Iran (ILM) melalui teknik meta-analisis.</p>	2020	<p>Dari 10 studi yang masuk ke proses meta-analisis termasuk 556 ILM, mean <i>hair mercury level</i> (HML) dan <i>meanmilk mercury level</i> (MML) diperkirakan 0,15 <math>\mu</math>g / g (95 CI: 0,11 - 0,19, I<sup>2</sup>: 47,6%, P: 0,028) dan 0,51 <math>\mu</math>g / l (95 CI: 0,28 - 0,74, I<sup>2</sup>: 1,9%, P: 0,421), masing-masing. Dalam meta-analisis ini, mean HML dan mean MML diperkirakan lebih rendah dari standar Organisasi Kesehatan Dunia (WHO).</p>	<p><i>Journal of Environmental Health Science and Engineering</i></p>
8.	<p><b>Sulaiman Rosalind, et.al.</b></p> <p><i>Exposure to Aluminum, Cadmium, and Mercury and Autism Spectrum Disorder in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis</i></p> <p><a href="https://doi.org/10.1021/acs.chemrestox.0c00167">10.1021/acs.chemrestox.0c00167</a></p>	<p>Untuk mengevaluasi bukti terkini mengenai logam dan potensi hubungannya dengan autisme.</p>	2020	<p>Dari tinjauan 18 studi tentang Al, 18 tentang Cd, dan 23 tentang Hg, dan studi individu menunjukkan hasil yang tidak konsisten. Saat pengukuran dilakukan terintegrasi ke dalam meta-</p>	<p><i>Chemical Research in Toxicology</i></p>

NO.	PENULIS/JUDUL	TUJUAN	TAHUN	HASIL	REFERENSI
				<p>analisis, kami menemukan hubungan yang signifikan antara semua logam dan ASD. Kadar Hg dalam rambut, urin, dan darah semuanya berhubungan positif dengan ASD. Kadar Al pada rambut dan urin positif terkait dengan ASD sementara kadar Al dalam darah dikaitkan secara negatif.</p> <p>Dibandingkan, kadar Cd di rambut dan urin berhubungan negatif dengan ASD. Hasil ini menyiratkan bahwa, meskipun logam-logam ini semuanya neurotoksik, dampaknya pada perkembangan ASD dan cara aksinya bisa berbeda.</p>	
9.	<b>Fadilah Umi</b> Analisis Implementasi Kebijakan Pemerintah Dalam Penggunaan Dana	Tujuan penelitian ini yaitu diketahuinya implementasi	2020	Hasil penelitian yaitu dari banyak jurnal yang ditemukan, hanya 3 jurnal	Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Bina Husada

<b>NO.</b>	<b>PENULIS/JUDUL</b>	<b>TUJUAN</b>	<b>TAHUN</b>	<b>HASIL</b>	<b>REFERENSI</b>
	Kapitasi Jaminan Kesehatan Nasional di Puskesmas: Systematic Review	kebijakan pemerintah dalam penggunaan dana kapitasi Jaminan Kesehatan Nasional di Puskesmas.		yang memenuhi kriteria inklusi sehingga layak untuk dilakukan ekstraksi data. dari ketiga jurnal tersebut bahwa Permenkes No. 21 Tahun 2016 masih belum terimplementasi dengan baik di Puskesmas terbukti pada jurnal yang ditemukan masih ada permasalahan yang belum mengikuti atau sesuai ketentuan dari Permenkes No. 21 Tahun 2016, seperti persentase besaran belanja jasa pelayanan kesehatan, sisa lebih dana kapitasi dan anggaran pelayanan kesehatan luar gedung.	Palembang Program Studi Kesehatan Masyarakat