

**TESIS**

**PENGARUH KONSUMSI SEAFOOD DAN PAPARAN ASAP ROKOK  
TERHADAP KADAR KADMIUM (Cd) RAMBUT IBU HAMIL  
DI KOTA MAKASSAR**

**EFFECT OF SEAFOOD CONSUMPTION AND EXPOSURE TO  
CIGARETTE SMOKE ON CADMIUM (Cd) LEVELS OF  
PREGNANT WOMEN'S HAIR IN MAKASSAR CITY**

**Disusun dan diajukan oleh :**

**INDAH KURNIAWATI  
K012201038**



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

**PENGARUH KONSUMSI SEAFOOD DAN PAPARAN ASAP ROKOK  
TERHADAP KADAR KADMIUM (Cd) RAMBUT IBU HAMIL  
DI KOTA MAKASSAR**

**Tesis**

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

**Program Studi  
Ilmu Kesehatan Masyarakat**

**Disusun dan diajukan oleh :  
INDAH KURNIAWATI**

**Kepada**

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

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH KONSUMSI SEAFOOD DAN PAPARAN ASAP ROKOK  
TERHADAP KADAR KADMIUM (Cd) RAMBUT IBU HAMIL  
DI KOTA MAKASSAR

Disusun dan diajukan oleh

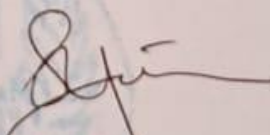
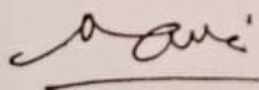
INDAH KURNIAWATI  
K012201038

Telah dipertahankan di hadapan Panitia ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin pada tanggal 06 Juni 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



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

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

Dekan Fakultas  
Kesehatan Masyarakat

Ketua Program Studi S2  
Ilmu Kesehatan Masyarakat



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

Prof. Dr. Ridwan, SKM., M.Kes., M.Sc., PH.  
NIP. 19671227 199212 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Indah Kurniawati  
NIM : K012201038  
Program studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat  
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

**PENGARUH KONSUMSI SEAFOOD DAN PAPARAN ASAP ROKOK TERHADAP KADAR KADMIUM (Cd) RAMBUT IBU HAMIL DI KOTA MAKASSAR**

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

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

Makassar, 12 Juni 2023.

Yang menyatakan



Indah Kurniawati

## PRAKATA

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatu

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan Taufiq dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pengaruh Konsumsi Seafood dan Paparan Asap Rokok Terhadap Kadar Kadmium (Cd) Rambut Pada Ibu Hamil di Kota Makassar”.

Tesis ini dibuat untuk memenuhi salah satu persyaratan guna mendapatkan gelar Magister Kesehatan Masyarakat bidang Kesehatan Lingkungan program studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.

Ucapan yang tak terhingga teruntuk kedua orang tua, Ayahanda Sumartono dan Ibunda tercinta Suyanti. yang telah memberikan doa, motivasi, cinta dan kasih sayang, serta materi yang tiada hentinya demi kebutuhan kesuksesan hidup selama penulis menempuh pendidikan.

Dengan rasa hormat penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Ibu **Dr. Hasnawati Amqam, SKM.,M.Sc.** sebagai Ketua Komisi Penasehat dan Bapak **Dr. Syamsuar, SKM.,M.Kes.,M.Sc.PH.** sebagai Anggota Komisi Penasehat atas segala bimbingan dan arahan kepada penulis selama menjadi dosen pembimbing sehingga penulis bisa ketahap ini. Begitu pula kepada penguji:

**Bapak Prof. Dr. Anwar Daud, SKM.,M.Kes. Ibu Dr. Healthy Hidayanty, SKM., M.Kes. dan Ibu Dr. dr. Rina Previana Amiruddin, Sp. Og(K).**

yang telah memberikan saran dan masukan dalam perbaikan tesis ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya.

Dengan segala kerendahan hati penulis juga mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada:

1. Ibu **Prof. Dr. Ridwan, SKM.,M.Kes.,M.Sc.PH** selaku ketua program studi Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
2. Seluruh Dosen beserta staf program studi magister Ilmu Kesehatan Masyarakat terkhusus untuk Dosen dibidang Kesehatan Lingkungan yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat berguna kepada penulis selama menempuh pendidikan Magister.
3. Bapak **Abd. Rahman K, ST** selaku admin prodi magister Ilmu Kesehatan Masyarakat atas segala bantuannya dalam proses pengurusan berkas.
4. Rekan-rekan Mahasiswa (i) Program Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat atas kerjasama dan kekompakannya yang selalu memberikan motivasi dan semangat serta kebersamaan kepada penulis selama menempuh pendidikan.
5. Teman-teman seperjuangan dalam penelitian logam berat pada ibu hamil yang selalu memberikan dukungan dan motivasi serta semangat kepada penulis dalam menempuh Pendidikan.

6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini.

Semoga kebaikan begitupun dengan bantuan yang telah diberikan kepada penulis Allah SWT berkenan membalasnya. Serta semoga kita selalu berada dalam lindungan-Nya sehingga dapat melaksanakan tugas dengan sebaik-baiknya. Aamiin.

Makassar, Juni 2023

Indah Kurniawati



## ABSTRAK

**INDAH KURNIAWATI.** *Pengaruh Konsumsi Seafood dan Paparan Asap Rokok Terhadap Kadar Kadmium (Cd) Rambut Ibu Hamil di Kota Makassar (Dibimbing oleh Hasnawati Amqam dan Syamsuar)*

Kadmium berpotensi mengancam kesehatan ibu hamil dan janin. Paparan asap rokok dan konsumsi seafood adalah aspek lain dari pengaruh kadar kadmium rambut. Penelitian mengenai kadmium rambut pada ibu hamil belum pernah dilakukan di Kota Makassar sehingga penelitian ini bertujuan melihat pengaruh paparan asap rokok dan konsumsi seafood terhadap kadar kadmium rambut ibu hamil.

Jenis penelitian ini observasional analitik kuantitatif desain penelitian cross sectional. Menggunakan metode *non probability sampling* dengan sampel 50 ibu hamil. Variabel penelitian ini kadmium pada rambut diukur dengan ICP MS, paparan asap rokok diukur dengan kuesioner, dan konsumsi seafood diukur dengan *Food Frequency Questionary (FFQ)*. Analisis data menggunakan *Fisher Exact Test* untuk mengukur hubungan variabel independen dengan dependen, dan regresi logistik untuk mengetahui probabilitas kejadiannya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa 50 ibu hamil terdapat 18 (36%) kadar kadmium rambut yang melampaui nilai ambang batas. Uji bivariat menunjukkan bahwa paparan asap rokok ( $p = 0,000$ ), frekuensi konsumsi seafood (0,040) memiliki pengaruh yang signifikan. Sedangkan umur ibu hamil (0,684), jenis konsumsi seafood (0,163), pemakaian cat kuku (0,979), pemakaian cat rambut (0,754) memiliki pengaruh yang tidak signifikan terhadap kadar kadmium rambut ibu hamil. Dari Uji multivariat diperoleh variabel faktor yang paling berpengaruh terhadap kadar kadmium rambut dengan Exp (B) paparan asap rokok (18.059) dan frekuensi konsumsi seafood (6.690). Diharapkan kepada ibu hamil akan kesadarannya untuk menghindari paparan asap rokok ketika ada perokok aktif di sekitarnya baik di dalam rumah maupun di lingkungan kerja.

**Kata Kunci :** Kehamilan, Logam Berat, Rambut, Ikan, Merokok





## ABSTRACT

**INDAH KURNIAWATI.** *Effect of Seafood Consumption and Exposure to Cigarette Smoke on Hair Cadmium Levels of Pregnant Women in Makassar City* (Supervised by **Hasnawati Amqam** and **Syamsuar**)

The health of expectant mothers and their unborn infants may be at risk due to cadmium. Smoking cigarettes and eating seafood are two more factors that influence the cadmium levels in hair. In Makassar City, no studies on hair cadmium in expectant women have ever been conducted. This study aims to investigate the effects of seafood consumption and cigarette smoke exposure on cadmium levels in the hair of pregnant women.

This was an observational analysis quantitative cross-sectional study with a sample of 50 pregnant women, a non-probability sampling strategy was used. This variable of this study was cadmium in hair, which was quantified using ICP MS. The questionnaire was used to assess cigarette smoke exposure, and the Food Frequency Questionnaire was used to assess seafood intake (FFQ). The Fisher Exact Test was used in data analysis to measure the relationship between the independent and dependent variables, and logistic regression was used to calculate the likelihood of its occurrence.

The age of the pregnant woman (0.684), type of seafood ingested (0.163), use of nail polish (0.979), and use of hair color (0.754) did not significantly affect the concentration of cadmium in her hair. However, according to the multivariate test results, factors such as cigarette smoke exposure (18,059) and frequency of seafood consumption (6,690) had the greatest impact on hair cadmium levels. It is crucial for pregnant women to understand the importance of limiting exposure to cigarette smoke when smokers are present, both at home and at work.

**Keywords:** Pregnancy, Heavy Metal, Hair, Fish, Smoking



## DAFTAR ISI

Halaman

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TESIS</b> .....	iv
<b>PRAKARTA</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>DAFTAR ISTILAH</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah .....	8
C. Tujuan Penelitian.....	8
D. Manfaat Penelitian .....	9
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	10
A. Tinjauan Umum Kadmium (Cd) .....	9
B. Tinjauan Umum Ibu Hamil .....	20
C. Tinjauan Umum Paparan Yang Berpengaruh Terhadap Kadar Kadmium (Cd) Pada Ibu Hamil .....	26
D. Kerangka Teori .....	41

E. Kerangka Konsep .....	44
F. Variabel Penelitian .....	45
G. Hipotesis.....	46
H. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif .....	47
I. Tabel Sintesa .....	49
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>57</b>
A. Jenis Penelitian .....	57
B. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	57
C. Populasi dan Sampel.....	58
D. Teknik Pengumpulan data .....	60
E. Pengolahan Data dan Penyajian Data .....	61
F. Analisis Data dan Pengujian Hipotesa .....	62
G. Etik Penelitian.....	64
H. Prosedur Penelitian .....	65
I. Diagram Alir Penelitian .....	68
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>69</b>
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	69
B. Hasil Penelitian .....	70
C. Pembahasan.....	81
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>91</b>
A. Kesimpulan .....	91
B. Saran .....	92
C. Keterbatasan Penelitian .....	92

**DAFTAR PUSTAKA..... x**

**LAMPIRAN ..... xii**

## DAFTAR GAMBAR

<b>No. Gambar</b>	<b>Judul Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1	Efek Paparan Kadmium Terhadap Plasenta Dan Bayi	29
2.2	Kerangka teori	43
2.3	Kerangka konsep	44
3.1	Diagram alir penelitian	68

## DAFTAR TABEL

<b>No. Tabel</b>	<b>Judul Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1	Definisi Operasional dan Kriteria Objektif	48
2.2	Sintesa	50
4.1	Distribusi Responden Berdasarkan Umur, Pekerjaan, Pendidikan, Dan pendapatan	71
4.2	Distribusi Pemeriksaan Kadmium Rambut Pada Ibu Hamil Di Kota Makassar	73
4.3	Distribusi Umur Ibu Hamil Dengan Kadar Kadmium Rambut Ibu Hamil Di Kota Makassar	73
4.4	Distribusi Paparan Asap Rokok Ibu Hamil Dengan Kadar Kadmium Rambut Ibu Hamil Di Kota Makassar	74
4.5	Distribusi Frekuensi Konsumsi Seafood Dengan Kadar Kadmium Rambut Ibu Hamil Di Kota Makassar	74
4.6	Distribusi Jenis Konsumsi Seafood Dengan Kadar Kadmium Rambut Ibu Hamil Di Kota Makassar	74
4.7	Distribusi Porsi Konsumsi Seafood Dengan Kadar Kadmium Rambut Ibu Hamil Di Kota Makassar	75
4.8	Distribusi Pemakaian Cat Kuku Ibu Hamil Dengan Kadar Kadmium Rambut Ibu Hamil Di Kota Makassar	75
4.9	Distribusi Pemakaian Cat Rambut Dengan Kadar	75

	Kadmium Rambut Ibu Hamil Di Kota Makassar	
4.10	Pengaruh Umur Ibu Dengan Kadar Kadmium Rambut Ibu Hamil Di Kota Makassar	75
4.11	Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Kadar Kadmium Rambut Ibu Hamil Di Kota Makassar	
4.12	Pengaruh Frekuensi Konsumsi Seafood Dengan Kadar Kadmium Rambut Ibu Hamil Di Kota Makassar	76
4.13	Pengaruh Konsumsi Jenis Seafood Dengan Kadar Kadmium Rambut Ibu Hamil Di Kota Makassar	77
4.14	Pengaruh Porsi Konsumsi Seafood Dengan Kadar Kadmium Rambut Ibu Hamil Di Kota Makassar	77
4.15	Pengaruh Pemakaian Cat Kuku Dengan Kadar Kadmium Rambut Ibu Hamil Di Kota Makassar	78
4.16	Pengaruh Pemakaian Cat Rambut Dengan Kadar Kadmium Rambut Ibu Hamil Di Kota Makassar	79
4.17	Analisis Multivariat Konsumsi Seafood Dan Paparan Asap Rokok Terhadap Kadar Kadmium Rambut Ibu Hamil Di Kota Makassar	81



## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1.	Lembar Persetujuan Responden
Lampiran 2.	Formulir Persetujuan
Lampiran 3.	Kuesioner Penelitian
Lampiran 4.	FFQ
Lampiran 5.	Persuratan Izin Penelitian
Lampiran 6.	Persuratan Izin Penelitian
Lampiran 7.	Kode Etik Penelitian
Lampiran 8.	Dokumentasi
Lampiran 9.	Output Univariat
Lampiran 10.	Output Bivariat
Lampiran 11.	Output Multivariat
Lampiran 12.	Hasil Kadar Kadmium
Lampiran 13.	Perhitungan FFQ
Lampiran 14.	Master Tabel
Lampiran 15.	Daftar Riwayat Hidup

## DAFTAR SINGKATAN

ASI	: Air Susu Ibu
Cd	: Kadmium
CdS	: <i>Greenokcite</i>
DOHaD	: <i>The Developmental Origins of Health and Disease</i>
FFQ	: <i>Food Frequency Questionnaire</i>
Permenkes	: Peraturan Menteri Kesehatan
RI	: Republik Indonesia
SSA	: Spektrofotometri Serapan Atom
WHO	: World Health Organization
ZnS	: <i>Sphalerite</i>

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Kadmium (Cd) merupakan logam non esensial alami yang telah diakui sebagai faktor risiko pekerjaan dan lingkungan selama beberapa dekade (ATSDR, 2012; Tinkov et al., 2017). Masuk peringkat nomor tujuh daftar Badan Zat Beracun dan pendaftaran Penyakit bahaya kimia lingkungan (ATSDR, 2012), Logam berat kadmium yang terbentuk baik secara alami maupun sebagai polutan terkait dengan banyaknya proses industri modern di seluruh dunia karena penggunaannya dalam produksi baterai, pembakaran bahan bakar fosil, pigmen dan plastik. Sumber antropogenik kadmium termasuk pertambangan, dan pembakaran limbah rumah tangga, memainkan peran penting dalam menghasilkan sumber kadmium terkonsentrasi dan melepaskannya ke lingkungan (Jarup dan Akesson, 2009).

Kadmium memiliki waktu paruh biologis yang panjang diserap melalui usus, paru-paru dan terakumulasi terutama di hati dan ginjal. sumber utama paparan kadmium pada populasi umum ialah merokok karena kandungan kadmium yang tinggi pada daun tembakau, dan makanan yang terkontaminasi kadmium yang dihasilkan dari produksi di tanah yang terkontaminasi. Pada orang dewasa, paparan kadmium terutama mempengaruhi ginjal, tulang dan paru paru yang dapat mengakibatkan kerusakan tubulus ginjal, osteomalacia dan

osteoporosis. Pada anak-anak paparan kadmium sebelum dan sesudah melahirkan dikaitkan dengan berat badan lahir rendah, gangguan pertumbuhan janin, defisiensi elemen jejak, dan malformasi kongenital (Al-Saleh et al., 2014;; Jin et al., 2016; Kippler dkk., 2012; Taylor dkk., 2016 Hudson et al., 2019).

Kadmium sangat penting untuk dikaji dalam ekosistem sungai, salah satunya karena toksisitas kadmium terhadap kesehatan manusia. Salah satu penyakit yang disebabkan oleh keracunan kadmium adalah penyakit itai-itai (itai-itai disease). Gejala ini merupakan kasus keracunan massal akibat keracunan kadmium di Toyama Prefecture, Jepang sekitar tahun 1912. Kadmium tersebut dibuang ke sungai oleh perusahaan tambang yang terletak di pegunungan (hulu sungai). Keracunan kadmium menyebabkan pelunakan tulang dan gagal ginjal. (Hudson et al., 2019)

*The Developmental Origins of Health and Disease (DOHaD)* menunjukkan bahwa paparan stresor lingkungan selama tahap sensitif perkembangan manusia (dalam kandungan dan anak usia dini) meningkatkan kerentanan terhadap hasil kesehatan yang merugikan di masa dewasa (Barouku et al., 2012; Gluckman et al. , 2010; Thayer et al., 2012). sejalan dengan pengetahuan bahwa logam dapat diturunkan dari ibu ke anak melalui plasenta dan/atau ASI, kekhawatiran telah meningkat tentang paparan logam sebelum lahir

dan implikasi kesehatan jangka panjang yang merugikan (Wang dkk., 2014; Muda dkk., 2018).

Efek yang di timbulkan dari kadmium pada plasenta dan janin dalam penelitian yang pernah dilakukan melaporkan adanya efek merugikan pada panjang, berat dan usia bayi baru lahir, tinggi dan IQ pada usia 4,5 tahun dan perkembangan neurobehavioral pada usia 6 tahun. Akibatnya, meskipun plasenta dianggap sebagai penghalang parsial terhadap kadmium, kekhawatiran tentang hubungan antara paparan kadmium prenatal dan efek buruk pada kesehatan keturunan tetap ada. (Wang dkk., 2014; Muda dkk., 2018).

Peningkatan konsentrasi kadmium telah ditemukan di plasenta dari ibu yang melahirkan neonatus dengan berat badan lahir rendah (Llanos MN, 2009). Ada beberapa bukti yang menunjukkan bahwa paparan kadmium sebelum lahir dapat mempengaruhi sistem kekebalan sejak usia sangat dini, dinyatakan sebagai risiko dermatitis atopik yang lebih tinggi pada bayi berusia 6 bulan (Kim JH, 2013)

Sebuah penelitian tentang paparan kadmium prenatal pada pertumbuhan janin dan anak mendapatkan hasil Peningkatan kadmium darah tali pusat ditemukan terkait dengan penurunan lingkar kepala bayi baru lahir dan secara signifikan dan konsisten terkait dengan penurunan tinggi badan, berat badan dan lingkar kepala hingga usia 3 tahun. Transpor kadmium melalui plasenta terbatas namun, paparan kadmium prenatal mungkin memiliki efek merugikan pada lingkar

kepala saat lahir dan pertumbuhan anak dalam 3 tahun pertama kehidupan (Chien-Mu Lin, 2015).

Beberapa penelitian menjelaskan keterkaitan kadar kadmium pada ibu hamil dapat melalui konsumsi makanan laut atau seafood, paparan rokok dan juga kosmetik seperti lipstik, bedak, eyeshadow, cat kuku, cat rambut. Penelitian yang dilakukan pada pengguna kosmetik dermatitis dengan berbagai macam merk kosmetik telah dilakukan dengan hasil kisaran 1,63-2,30  $\mu\text{g/g}$ , 0,40-0,76  $\mu\text{g/g}$ , 1,05-3,60  $\mu\text{g/g}$  dan 1,05-4,53  $\mu\text{g/g}$ . masing masing dan menunjukkan hasil pada pengguna kosmetik secara signifikan kadar kadmium yang lebih tinggi pada spesimen darah dan rambut (Hassan Imran, 2022). Rata rata geometris kadar kadmium darah lebih tinggi pada usia lebih 35 tahun dibandingkan mereka yang berusia muda dari 35 tahun (nam soo, 2011)

Jumlah penduduk sulawesi selatan tercatat mencapai 9 juta jiwa yang 225 ribu dengan persentase 24,91% masyarakatnya tercatat sebagai perokok aktif yang terbilang masih sangat tinggi (badan pusat statistika, 2022). Asap yang dihasilkan dapat berdampak terhadap perokok sendiri dan juga orang disekitarnya. Salah satu kandungan yang terdapat dalam rokok yaitu kadmium dan dapat terserap kedalam tubuh yang menghisap asapnya. Sebuah penelitian lain juga menjelaskan tentang paparan perokok terhadap kadar kadmium di Sidoarjo dan mendapatkan hasil ada pengaruh rokok terhadap kadar

kadmium dalam darah perokok aktif di Sidoarjo(wulan,2020). Dan juga penelitian korelasi kadmium dalam darah terhadap fungsi ginjal pada perokok aktif mendapatkan hasil melebihi nilai normal (christina, 2020).

Namun pada sebagian penduduk perkotaan yang tidak pernah merokok, ternyata ditemukan nikotin dalam darahnya. Ini menunjukkan besar polusi udara oleh asap rokok ke lingkungannya. Dampak asap rokok tidak hanya dirasakan oleh perokok sendiri (perokok aktif) namun juga orang yang berada di lingkungan asap rokok (perokok pasif). Di Indonesia sekitar 65,6 juta wanita dan 43 juta anak-anak terpapar asap rokok atau menjadi perokok pasif. Banyak warga Indonesia terpapar rokok karena 91,8% perokok merokok di rumah (Sutrisno; 2013., Hanifah H; 2016) .

Penelitian-penelitian yang berkaitan dengan kontaminasi Kadmium pada biota laut juga telah banyak dilakukan, kasus pencemaran limbah logam kadmium terjadi di Pantai Utara Pulau Jawa dimana ikan tongkol mengandung kadmium 0,156 mg/kg (Hananingtyas, 2017). Penelitian ikan gabus di danau rawa Taliwang Sumba dan menemukan konsentrasi Kadmium berkisar antara 0,115 mg/kg ppm sampai 0,161 mg/kg (ppm), yang menunjukkan bahwa danau telah terkontaminasi oleh kadmium (Legiarsi dkk., 2022).

Makassar termasuk dalam salah satu kota terbesar di Indonesia dengan penduduk terpadat di wilayah pesisir. Salah satu permasalahan utama Kota Makassar adalah tercemarnya wilayah



pesisir akibat Aktivitas manusia berupa kegiatan industri, perikanan, pariwisata bahari, pelabuhan, perhotelan, dan rumah tangga secara langsung dapat menyebabkan masuknya limbah ke ekosistem perairan salah satunya adalah logam berat. Saat ini, konsentrasi logam antropogenik di lingkungan meningkat dengan pesat sejalan dengan meningkatnya proses industrialisasi di Kota Makassar (Werorilangi, 2011).

Pencemaran air oleh logam berat dari industri telah mengancam lingkungan dan kesehatan masyarakat sekitar (Amqam, 2020). Penelitian konsentrasi polutan logam berat kadmium pada air laut dan sedimen sekitar Wilayah Makassar mendapatkan hasil bahwa konsentrasi polutan logam berat kadmium pada air laut dan sedimen melampaui NAB baku mutu air laut. Pulau Samalona  $\pm 0,8893$  mg/L sedangkan pada Pulau Kodingareng Keke  $\pm 0,3870$  mg/L. Sumber kontaminan logam berat  $Cd^{2+}$  pada perairan kedua pulau Kota Makassar diduga berasal dari aktivitas geologi dasar laut, operasi industri, hotel dan rumah sakit serta aktivitas rumah tangga di sekitar kedua pulau tersebut (Kristian, R. 2022).

Masyarakat yang dekat dengan daerah pesisir merupakan masyarakat yang memiliki risiko terkena dampak dari pencemaran logam berat di perairan. Masyarakat pesisir Makassar pada umumnya sering mengonsumsi ikan dan kerang yang merupakan hasil tangkapan dari perairan Kota Makassar. Dalam penelitian Wendy

McKelvey mengkonsumsi seafood 20 kali atau lebih dalam 30 hari terakhir adalah 3,7 kali lipat tingkat pada mereka yang melaporkan tidak mengkonsumsinya (95% CI, 3,0 - 4,6). Begitu juga pada penelitian yang dilakukan oleh standford guan bahwa asupan konsumsi salmon sedikit meningkatkan kadar kadmium dari pada spesies lain kemungkinan besar disebabkan oleh konsumsi salmon yang lebih tinggi dalam populasi penelitian dan disimpulkan bahwa jenis konsumsi ikan berpengaruh pada kadar kadmium dalam tubuh (standford guan 2015). Konsumsi ikan, kepiting, kerang, dan udang bagi ibu hamil merupakan hal yang bagus namun konsumsi ikan berlebihan dan pada perairan yang tercemar yang dapat menyebabkan terpaparnya kadmium pada ibu hamil, plasenta dan janin.

Berdasarkan fenomena diatas maka paparan kadmium dapat mencemari dan masuk kedalam tubuh manusia melalui udara yang tercemar, media makanan, minuman, dan paparan rokok. Masalah paparan kadmium terjadi pada ginjal, tulang dan paru paru yang dapat mengakibatkan kerusakan tubulus ginjal, osteomalacia dan pada ibu hamil mengakibatkan berat badan lahir rendah, gangguan pertumbuhan janin, defisiensi elemen jejak, dan malformasi kongenital.

Penelitian terkait konsumsi seafood dan pajanan rokok dengan kadar kadmium ibu hamil di Indonesia masih jarang dilakukan sehingga perlu dilakukan penelitian untuk melihat pengaruh konsumsi

seafood dan pajanan asap rokok terhadap kadar kadmium rambut ibu hamil di Kota Makassar.

## **B. Rumusan masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka peneliti dapat merumuskan masalah sebagai berikut: “Apakah Ada Pengaruh Konsumsi Seafood dan Paparan Asap Rokok Terhadap Kadar Kadmium (Cd) Rambut Ibu Hamil di Kota Makassar”.

## **C. Tujuan penelitian**

### **1. Tujuan umum**

Untuk menganalisis pengaruh konsumsi seafood dan paparan asap rokok terhadap kadar kadmium (Cd) rambut ibu hamil di Kota Makassar.

### **2. Tujuan khusus**

Tujuan khusus yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Menganalisis pengaruh umur ibu terhadap Kadar Kadmium (Cd) rambut ibu hamil di Kota Makassar.
- b. Menganalisis pengaruh frekuensi konsumsi seafood terhadap Kadar Kadmium (Cd) rambut ibu hamil di Kota Makassar.
- c. Menganalisis pengaruh jenis konsumsi seafood terhadap kadar kadmium (Cd) rambut ibu hamil di Kota Makassar.
- d. Menganalisis pengaruh pajanan asap rokok terhadap Kadar Kadmium (Cd) rambut ibu hamil di Kota Makassar.

- e. Menganalisis pengaruh pemakaian cat kuku terhadap Kadar Kadmium (Cd) rambut ibu hamil di Kota Makassar.
- f. Menganalisis pengaruh pemakaian cat rambut terhadap Kadar Kadmium (Cd) rambut ibu hamil di Kota Makassar.
- g. Menganalisis variabel paling berpengaruh terhadap Kadar Kadmium (Cd) rambut ibu hamil di Kota Makassar.

#### **D. 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 mengenai Logam Berat kadmium (Cd) dan, ataupun sebagai rujukan untuk dilakukannya penelitian dalam menindak lanjuti hasil dari penelitian ini dengan variabel yang berbeda.

##### **2. Manfaat praktis**

Dapat menjadi salah satu sumber informasi bagi Dinas Kesehatan kota makassar dalam memberikan upaya preventif terhadap pengaruh pajanan kadmium (Cd) pada ibu hamil di Kota Makassar.

##### **3. Manfaat bagi peneliti**

Sebagai sebuah pengalaman bagi penulis untuk mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh selama menempuh studi

di Program Studi Kesehatan Masyarakat departemen Kesehatan  
Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. TINJAUAN UMUM KADMIUM (CD)**

Kadmium merupakan logam yang bersumber dari aktivitas alamiah dan antropogenik (aktivitas manusia). Secara alamiah kadmium berasal dari letusan gunung berapi, jatuhnya atmosferik, pelapukan bebatuan dan jasad organik yang membusuk. Secara antropogenik (aktivitas manusia) logam kadmium berasal dari industri kimia, pabrik tekstil, pabrik semen, tumpahan minyak, pertambangan, pengolahan logam, pembakaran bahan bakar dan pembuatan serta penggunaan pupuk fosfat (Darmono, 1995).

Logam kadmium juga berasal dari mainan anak-anak, fotografi, tas dari vinil, mantel dan dalam bidang industri kadmium digunakan dalam pembuatan baterai Ni-Cd, pigmen kadmium (membuat warna lebih cerah pada gelas, keramik, plastik dan cat halus), stabilisator kadmium untuk mencegah radiasi, oksidasi, pelapis baja, aluminium, pematri, industri metalurgi, sebagai campuran Zn dan bahan campuran semen (Darmono, 1995).

Kadmium (Cd) belum diketahui fungsinya secara biologis dan dipandang sebagai xenobiotik dengan toksisitas yang tinggi dan merupakan unsur lingkungan yang persisten. Keracunan yang disebabkan oleh Cd bisa bersifat akut dan kronis. Keracunan akut Cd sering terjadi pada pekerja di industri yang berkaitan dengan Cd.

Peristiwa itu bisa terjadi karena para pekerja terpapar uap logam Cd (Bastarache, 2003).

### 1. Sumber kadmium dan pemanfaatan

Kadmium hampir selalu ditemukan dalam jumlah yang kecil dalam biji - biji seng, seperti *sphalerite* (ZnS). *Greenokcite* (CdS) merupakan mineral satu-satunya yang mengandung kadmium. Hampir semua kadmium diambil sebagai hasil produksi dalam persiapan biji - biji seng, tembaga dan timbal. Unsur ini lunak, logam putih yang kebiru - biruan yang dapat dengan mudah dipotong dengan pisau. Hampir dalam banyak hal sifatnya mirip seng (Adhani. R, Husaini 2017).

Penanganannya harus hati-hati karena uap dari kadmium sangat berbahaya. Contohnya solder perak. Pengeksposan terhadap debu-debu kadmium tidak boleh melewati  $0.01 \text{ mg/m}^3$  (rata-rata waktu-berat selama 8 jam, 40 jam seminggu). Konsentrasi maksimum, selama 15 menit, tidak boleh melewati  $0.14 \text{ mg/m}^3$ . Pengeksposan terhadap uap kadmium oksida tidak boleh melewati  $0.05 \text{ mg/m}^3$  dan konsentrasi maksimum tidak boleh melewati  $0.05 \text{ mg/m}^3$ . Nilai-nilai konsentrasi di atas sedang dievaluasi kembali dan rekomendasi sementara adalah untuk mengurangi pengeksposan terhadap kadmium (Adhani. R, Husaini 2017).



Pada tahun 1927, organisasi International Conference on Weights and Measures mendefinisikan satu meter dalam fungsi panjang gelombang cahaya kadmium merah di garis spektral. Tapi definisi ini telah dirubah. Pemanfaatan Kadmium dalam kehidupan sehari hari, salah satunya dalam bidang industri. Sebagai berikut:

a. Dalam bidang industri

Sebagai komponen produksi baterai. sekitar 86% kadmium digunakan pada baterai, terutama dalam baterai isi ulang nikel-kadmium. Sel nikel kadmium mempunyai potensi sel sekitar 1,2 V. Sel tersebut terdiri dari elektroda positif nikel hidroksida dan sebuah pekat kadmium sebagai elektrode negatif yang dipisahkan oleh elektrolit alkali yaitu kalium hidroksida (Adhani. R, Husaini 2017).

Sebagai penyepuhan elektrik kadmium yang dapat menghabiskan 6% dari produksi global dan dapat ditemukan di industri pesawat terbang karena kemampuannya dalam menahan korosi ketika diterapkan pada komponen baja. Lapisan tersebut dipasifkan menggunakan garam kromat. Keterbatasan pelapisan kadmium adalah perapuhan hidrogen pada baja yang bertegangan tinggi karena proses penyepuhan elektrik. Oleh karena itu, bagian baja yang diolah-panas dengan kekuatan tarik di atas 1300 MPa harus dilapisi dengan metode alternatif seperti proses penyepuhan elektrik khusus

dengan kadmium perapuhan rendah, atau deposisi uap fisika (Adhani. R, Husaini 2017).

Kerapuhan titanium yang disebabkan oleh residu dari alat berlapis kadmium mengakibatkan alat tersebut disingkirkan dari program A-12 / SR-71 dan U-2, bersamaan dengan program pengujian alat secara rutin untuk mendeteksi kontaminasi Kadmium dan program pesawat terbang berikutnya yang menggunakan titanium (Adhani. R, Husaini 2017).

Sebagai aplikasi laboratorium. Laser helium-kadmium adalah sumber umum sinar laser ultraviolet biru. Mereka beroperasi pada panjang gelombang 325 atau 422 nm dan digunakan dalam mikroskop fluoresensi serta berbagai percobaan laboratorium (Adhani. R, Husaini 2017).

## **2. Sifat kadmium**

### **a. Sifat fisika**

Kadmium merupakan logam bivalen yang lunak, dapat ditempa, elastis dan berwarna putih kebiruan. Kadmium serupa dalam banyak hal seperti seng namun tidak dalam pembentukan senyawa kompleks. Kadmium tahan terhadap korosi sehingga digunakan sebagai lapisan dalam pelindung ketik yang diendapkan pada logam lain. Sedangkan dalam bentuk logam curah, kadmium bersifat tidak larut dalam air dan

tidak larut dalam air dan tidak mudah terbakar namun Ketika dalam bentuk serbuk, kadmium dapat terbakar dan melepaskan gas yang beracun (Adhani. R, Husaini 2017).

b. Sifat kimia

Kadmium memiliki tingkat oksidasi +2 dan tingkat oksidasi +1. Kadmium dan kongenernya terkadang tidak selalu dianggap logam transisi karena tidak memiliki kulit elektron d atau f yang terisi sebagian atau seluruhnya, baik dalam bentuk unsur maupun dalam tingkat oksidasi pada umumnya. Kadmium yang terbakar di udara membentuk kadmium oksida ( $\text{CdO}$ ) yang amorf dan berwarna coklat, kristal yang terbentuk dari senyawa berwarna merah tua yang berubah warna ketika dipanaskan sama seperti seng oksida. Asam klorida, asam sulfat dan asam nitrat melarutkan kadmium dengan membentuk kadmium klorida ( $\text{CdCl}_2$ ), kadmium sulfat ( $\text{CdSO}_4$ ) atau juga kadmium nitrat ( $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ ) (Adhani. R, Husaini 2017).

c. Isotop

Kadmium alami terdiri dari 8 Isotop, di mana dua di antaranya bersifat radioaktif, serta tiga diantaranya mengalami peluruhan namun kebenaran mengenai ini belum dikonfirmasi pastinya secara eksperimental. Pembuatan kadmium dilakukan melalui proses yang panjang di bintang bermassa 10 kali massa matahari, dan berlangsung

selama ribuan tahun. Hal tersebut membutuhkan atom perak dalam menangkap neutron yang kemudian mengalami peluruhan Beta (Adhani. R, Husaini 2017).

### **3. Toksisitas kadmium**

Gejala-gejala keracunan akut Cd adalah timbulnya rasa sakit dan panas di dada. Akan tetapi, gejala keracunan tidak langsung muncul saat penderita terpapar uap Cd atau CdO. Keracunan akut muncul setelah 4-10 jam sejak penderita terpapar oleh Cd. Keracunan Cd bisa menimbulkan penyakit paru-paru akut. Keracunan akut yang disebabkan oleh uap Cd atau CdO dapat menimbulkan kematian bila konsentrasinya besar 2.500 - 2.900 mg/m<sup>3</sup>. Sementara itu, para pekerja yang menggunakan solder dengan kandungan Cd 24% akan berusia pendek dan kematian akan segera terjadi bila konsentrasi uap solder secara keseluruhan sebesar 1 mg/m<sup>3</sup> (Titiek, B. 2018).

#### **a. Efek Toksik Terhadap Hepar**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis intake Cd dan lama paparan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar Cd dalam hepar. Tingginya kadar SGOT dan SGPT disebabkan oleh adanya kerusakan hepar. Gambaran histopatologi pada konsentrasi 66 ppm kadmium (Cd) mulai memperlihatkan perubahan pada pengamatan di minggu ke-2 di mana pita-pita set yang membentuk lobus tidak beraturan dan jaringan ikat

mulai tampak. Pengamatan minggu ke-4 sampai minggu ke-8 dengan konsentrasi Cd 66 ppm menunjukkan semakin jelasnya jaringan ikat dan semakin banyaknya set karioreksis. Demikian juga dengan eosiniphilic inclusion (Ratnaningsih, 2013).

CdCl<sub>2</sub> bisa menyebabkan degenerasi struktur mikroanatomi hepar pada tikus (*Rattus norvegicus* L.) yang diberi makanan berprotein tinggi maupun rendah. Degenerasi meliputi nekrosis hepatosit yang ditandai adanya inti sel yang mengalami piknosis, karioreksis atau kariolisis, perlemakan, pembengkakan sel, dan pengerutan sel. Kerusakan kroanatomi hepar lebih ringan pada tikus yang diberi pakan berprotein tinggi dibandingkan yang diberi pakan berprotein rendah (Widowati, 94).

b. Efek Toksik Terhadap Ginjal

Logam Cd bisa menimbulkan kerusakan ginjal yang mampu dideteksi dari jumlah kandungan protein yang terdapat dalam urin. Proteinuria ditemukan pada 80% dari 43 pekerja yang telah bekerja selama 20 tahun di industri baterai Cdalkalin. Kadar protein yang ditemukan dalam urin para pekerja adalah 150 mg/hari dengan jumlah albumin yang rendah dan terjadi peningkatan senyawa  $\alpha$ , 2- $\beta$ , dan globulin. Proteinuria juga ditemukan pada orang-orang yang telah

terpapar Cd dalam waktu lama, yaitu dalam jangka waktu 20 - 30 tahun Keadaan tersebut dijadikan indikator dari keracunan Cd secara kronis.

Proteinuria merupakan gejala awal dari kerusakan sistem ekskresi, khususnya ginjal. Petunjuk lain dari kerusakan yang terjadi pada ginjal adalah adanya asam amino dan glukosa dalam urin, ketidak-normalan kandungan asam urat, Ca, dan P dalam urin. Penelitian yang dilakukan di Swedia menunjukkan bahwa batu ginjal ditemukan pada 44% pekerja yang terpapar Cd selama 15 tahun. kandungan Ca dan P yang tinggi dalam urin mengakibatkan kerusakan, ginjal karena Cd (Palar, 1994).

Darah akan mentransportasikan Cd menuju hepar, lalu akan berikatan dengan protein membentuk kompleks protein. Selanjutnya, Cd diangkut menuju ginjal dan diakumulasi dalam ginjal sehingga sangat mengganggu fungsi ginjal, terutama saat ekskresi protein. CdCl<sub>2</sub> bisa menyebabkan degenerasi struktur mikroanatomi ginjal pada tikus (*Rattus norvegicus* L.) yang diberi makanan berprotein tinggi maupun berprotein rendah (Widowati, 1994).

Perubahan struktur pada ginjal meliputi integrasi korpuskulum renalis, piknosis pada inti sel, karioreksis atau riolisis, serta terjadinya degenerasi perlemakan pada tubuli

proksimalis dan distalis. Tingkat kerusakan mikroanatomi pada ginjal lebih ringan pada tikus yang diberi makanan berprotein tinggi dibandingkan tikus yg diberi makanan berprotein rendah (Widowati, 1994).

c. Efek Toksik Terhadap Paru-paru, Jantung dan Darah

Keracunan yang disebabkan oleh inhalasi uap atau debu Cd bisa mengakibatkan kerusakan organ respirasi paru-paru. Inhalasi debu Cd selama 20 tahun oleh para pekerja industri yang menggunakan Cd telah menyebabkan terjadinya pembengkakan paru-paru. Kadmium lebih beracun bila terinhalasi melalui saluran pernafasan dari pada saluran pencernaan. Kasus keracunan akut Cd kebanyakan berasal dari debu dan asap kadmium yang terhisap, terutama kadmium oksida (CdO). Beberapa jam setelah menghirup, korban akan mengeluhkan gangguan saluran nafas, mual, muntah, kepala pusing, dan sakit pinggang (Adhani. R, Husaini 2017).

Kematian disebabkan oleh terjadinya edema paru-paru. Apabila pasien tetap bertahan, akan terjadi emfisema atau gangguan paru-paru yang jelas terlihat (Palar, 1994; Lu, 1995). Kadmium sulfida (Cd-S) yang terhirup selama 12 – 14 tahun tidak menimbulkan pengaruh buruk dalam bentuk apa

pun terhadap paru-paru. Efek keracunan baru terlihat bila terjadi paparan CdS selama 25 tahun (Titiek, B. 2018).

Pembengkakan paru-paru terjadi karena Cd<sup>+2</sup> menghambat kerja senyawa  $\alpha$ antipirin. Paparan Cd-stearat 0,02-0,7 mg Cd/m<sup>3</sup> selang sehari tidak menimbulkan efek apa pun terhadap paru-paru (Palar, 1994). Gangguan fungsi paru-paru karena keracunan Cd meliputi bronkitis, fibrosis, emfisema, dan dispne. Kadmium akan mengurangi aktivitas  $\alpha$ -1-antitripsin yang berakibat meningkatnya toksisitas paru-paru. Gangguan terhadap jantung yang disebabkan oleh keracunan Cd bisa mengakibatkan hipertrofi jantung (Klaassen et al., 1986; Palar, 1994).

Keracunan kronis yang disebabkan oleh CO bisa mengakibatkan anemia. Penyakit itu ditemukan pada para pekerja yang telah bekerja selama 5 -30 tahun di industri yang menggunakan atau menghasilkan CdO. Ada hubungan antara kandungan Cd yang tinggi dalam darah dengan rendahnya kadar hemoglobin (Titiek, B. 2018).

d. Efek Toksik Terhadap Tulang dan Sistem Reproduksi

Toksisitas Cd bisa mengakibatkan kerapuhan tulang. Gejala rasa sakit pada tulang akan mengakibatkan kesulitan berjalan. Hal tersebut dialami oleh para pekerja yang bekerja di industri-industri yang menggunakan Cd. Di Jepang pernah



terjadi peristiwa keracunan Cd yang mengakibatkan terjadinya kerapuhan tulang pada penderita yang disebut "itai-itai" penyakit itu mirip dengan osteomalasia yang mengakibatkan rasa sakit pada persendian tulang belakang dan kaki (Widowati, 1994).

Efek yang ditimbulkan oleh Cd terhadap tulang mungkin disebabkan oleh kekurangan Ca dalam makanan yang tercemar Cd sehingga fungsi Ca dalam pembentukan tulang dapat digantikan oleh logam Cd. Penderita keracunan Cd kronis bisa diketahui dari terlihatnya tanda-tanda keracunan berupa lingkaran di bagian pangkal gigi (Widowati, 1994).

Kadmium bisa menyebabkan osteomalasia karena terjadinya gangguan daya keseimbangan kandungan kalsium (Ca) dan fosfat (P) dalam ginjal. Keracunan Cd kronik itu dilaporkan terjadi di daerah Toyama, sepanjang sungai Jinzu di Jepang, yang menyebabkan munculnya penyakit itai-itai pada penduduk wanita berusia 40 tahun ke atas. Daya toksisitas Cd juga memengaruhi sistem reproduksi dan organorgannya. Pada konsentrasi tertentu, Cd bisa mematikan sel-sel sperma pada laki-laki sehingga terjadi impotensi (Widowati, 1994).

Impotensi karena keracunan Cd dapat dibuktikan dengan rendahnya kadar testosteron dalam darah. Percobaan

terhadap mencit membuktikan bahwa uap Cd dengan dosis tertentu bisa menyebabkan sejumlah kerusakan pada jaringan testis dan perubahan sistem reproduksi. Berdasarkan hasil penelitian, pengaruh Cd terhadap alat reproduksi hewan uji adalah:

- 1) Cd terutama diakumulasi pada oviduct, selanjutnya di indung telur dan uterus, sedangkan testicula dan tunica albuginea pada testis lebih rendah.
- 2) Cd menyebabkan terjadinya atresia follicular
- 3) Terjadi perubahan ultrastuktur sel granulosa, yaitu vakuolisasi sitoplasma, perubahan struktur mitokondria, meningkatnya droplet lipid, dan luteinisasi
- 4) Peningkatan progesteron dan penurunan  $17\text{-}\beta\text{-oestradiol}$
- 5) Edematisasi dari stroma oviduct
- 6) Terhambatnya motilitas spermatozoa
- 7) Penurunan berat badan lahir meskipun tidak menyebabkan kecacatan lahir (Massanyi et al., 1998)

## **B. TINJAUAN UMUM IBU HAMIL**

### **1. Definisi ibu hamil**

Kehamilan adalah masa dari ovulasi sampai partus atau kira kira 280 hari (40 minggu), dan tidak lebih dari 300 hari (43 minggu). 40 minggu disebut kehamilan matur (cukup bulan), lebih dari 43 minggu disebut postmatur, kehamilan antara 28 dan 36 minggu

disebut kehamilan prematur. (Williams, et.al 2002). Menurut Federasi Obstetri Ginekologi Internasional, Kehamilan didefinisikan sebagai fertilisasi atau penyatuan dari spermatozoa dan ovum dan dilanjutkan dengan nidasi atau implantasi. Bila dihitung dari saat fertilisasi hingga lahirnya bayi, kehamilan normal akan berlangsung dalam 40 minggu atau 10 bulan atau 9 bulan .(li and Kehamilan 2008)

Kehamilan adalah masa dari ovulasi sampai partus atau kira-kira 280 hari (40 minggu), dan tidak lebih dari 300 hari (43 minggu). 40 minggu disebut kehamilan matur (cukup bulan), lebih dari 43 minggu disebut postmatur, kehamilan antara 28 dan 36 minggu disebut kehamilan prematur. (cunningham ,et.al 2002). Menurut Federasi Obstetri Ginekologi Internasional, Kehamilan didefinisikan sebagai fertilisasi atau penyatuan dari spermatozoa dan ovum dan dilanjutkan dengan nidasi atau implantasi. Bila dihitung dari saat fertilisasi hingga lahirnya bayi, kehamilan normal akan berlangsung dalam 40 minggu atau 10 bulan atau 9 bulan primer (Mujtahidah, 2008).

Menurut kalender internasional. Kehamilan terbagi dalam 3 trimester, dimana trimester ke satu berlangsung dalam 12 minggu, trimester kedua 15 minggu ( minggu ke-13 hingga ke-27 ), dan trimester ketiga 13 minggu ( minggu ke-28 hingga ke-40 ) (Mujtahidah, 2008). Proses kehamilan merupakan mata rantai

yang berkesinambungan dan terdiri dari ovulasi, migrasi spermatozoa dan ovum, konsepsi dan pertumbuhan zigot, nidasi (implementasi) pada uterus, pembentukan plasenta dan tumbuh kembang hasil konsepsi sampai aterm .wanita pada umumnya mempunyai 2 indung telur (ovarium ) yaitu di sebelah kanan dan kiri, dan diperkirakan dalam ovarium wanita terdapat kira-kira 100,000 folikel primer (Mujtahidah, 2008).

Pada setiap bulannya indung telur akan melepaskan 1 atau 2 sel telur (ovum) yang kemudian di tangkap oleh fimbria dan disalurkan ovum tersebut ke dalam tuba. Untuk setiap kehamilan yang dibutuhkan adalah spermatozoa, ovum, pembuahan ovum, dan nidasi hasil konsepsi (Mujtahidah, 2008).

Pada waktu koitus, jutaan spermatozoa pria dikeluarkan di forniks vagina dan di sekitar portio wanita, hanya beberapa ratus ribu spermatozoon saja yang dapat bertahan hingga kavum uteri dan tuba, dan beberapa ratus yang dapat sampai ke bagian ampula tuba dimana spermatozoon dapat memasuki ovum yang telah siap untuk dibuahi. Disekitar sel telur terdapat zona pellucida yang melindungi ovum, ratusan spermatozoon tersebut berkumpul untuk mengeluarkan ferment (ragi) agar dapat mengikis zona pellucida dan hanya satu spermatozoon yang mempunyai kemampuan untuk membuahi sel telur, peristiwa ini disebut pembuahan ( konsepsi ) (Mujtahidah, 2008).

Dalam beberapa jam setelah pembuahan terjadi, dimulailah proses pembelahan zigot sambil bergerak menuju kavum uteri oleh arus serta getaran silia pada permukaan sel-sel tuba dan kontraksi tuba. Pada umumnya jika hasil konsepsi telah sampai kavum uteri maka akan terjadi perlekatan pada dinding depan atau belakang uterus dekat fundus uteri, perlekatan itu disebut nidasi dan jika terjadi nidasi barulah dapat dikatakan adanya kehamilan. Setelah adanya kehamilan dibutuhkan sesuatu untuk membuat janin tumbuh dengan baik yaitu plasenta, umumnya plasenta terbentuk dengan lengkap pada usia kehamilan kurang lebih 16 minggu. Plasenta ini sebagian besar berasal dari janin dan sebagian kecil dari ibu (Mujtahidah, 2008).

## **2. Umur Ibu Hamil**

Usia manusia secara garis besar menurut WHO terbagi menjadi lima tahap anak-anak (0-17 tahun), pemuda (18-65 tahun), setengah baya (66-79 tahun), orang tua (80-90 tahun) dan orang tua berusia panjang (100 tahun keatas). Pemuda merupakan kelompok umur yang produktif (Manyullei, 2022). Usia merupakan salah satu pertimbangan ketika memutuskan untuk hamil. Bagi sebagian wanita, usia mungkin tidak menjadi masalah untuk hamil namun pada umumnya semakin tua usia wanita hamil semakin meningkat resiko pada kesehatan dan kehamilannya. Ibu hamil dengan usia tua memiliki peningkatan resiko komplikasi seperti

Diabetes , Hipertensi, dan pre eklamsia yang akan mempengaruhi kehamilan dan bahkan akan berimbas pada keguguran (Utami, 2015). Istilah usia diartikan dengan lamanya keberadaan seseorang diukur dalam satuan waktu dipandang dari segi kronologik, individu normal yang memperlihatkan derajat perkembangan anatomis dan fisiologik sama (Dorland, 2010).

Umur saat hamil secara teori dikelompokkan menjadi 3 yaitu usia kehamilan beresiko rendah < 20 tahun, usia kehamilan normal > 20-35 tahun, dan usia kehamilan beresiko tinggi >35 tahun (utami , 2015). Penyebab kematian maternal dari faktor reproduksi diantaranya adalah maternal age atau usia ibu. Dalam kurun reproduksi sehat dikenal bahwa usia aman untuk kehamilan dan persalinan adalah 20 tahun sampai dengan 30 tahun. Kematian maternal pada wanita hamil dan melahirkan pada usia di bawah 20 tahun ternyata 2 sampai 5 kali lebih tinggi dari pada kematian maternal yang terjadi pada usia 20 sampai 29 tahun. Kematian maternal meningkat kembali sesudah usia 30 sampai 35 tahun (Prawirohardjo, 2012).

Dalam kondisi hamil tubuh mengalami peningkatan dalam penyerapan kadmium. Penyerapan kadmium melalui inhalasi dan oral. Efek ini dapat dijelaskan dengan perubahan fisiologis seperti peningkatan laju pernapasan, penurunan motilitas gastrointestinal, penurunan pengosongan labung, selain itu, reseptor dan

transporter yang berlebihan di usus karena kebutuhan nutrisi yang tinggi juga dapat mendorong penyerapan kadmium. Kadmium terakumulasi di paru paru atau usus tergantung jalur pemaparannya kemudian didistribusikan ke hati, ginjal, plasenta, kelenjar susu, rahim, dan janin.

a. Umur Ibu Kurang Dari 20 Tahun

Kehamilan di bawah usia 20 tahun dapat menimbulkan banyak permasalahan karena bisa mempengaruhi organ tubuh seperti rahim, bahkan bayi bisa prematur dan berat lahir kurang. Hal ini disebabkan karena wanita yang hamil muda belum bisa memberikan suplai makanan dengan baik dari tubuhnya ke janin di dalam rahimnya (Marmi, 2012). Kehamilan di usia muda atau remaja (di bawah usia 20 tahun) akan mengakibatkan rasa takut terhadap kehamilan dan persalinan, hal ini dikarenakan pada usia tersebut ibu mungkin belum siap untuk mempunyai anak dan alat-alat reproduksi ibu belum siap untuk hamil (Prawirohardjo, 2012).

b. Umur ibu lebih dari 35 tahun

Umur pada waktu hamil sangat berpengaruh pada kesiapan ibu untuk menerima tanggung jawab sebagai seorang ibu sehingga kualitas sumber daya manusia makin meningkat dan kesiapan untuk menyehatkan generasi penerus dapat terjamin. Begitu juga kehamilan di usia tua (di atas 35 tahun) akan

menimbulkan kecemasan terhadap kehamilan dan persalinan serta alat-alat reproduksi ibu terlalu tua untuk hamil (Prawirohardjo, 2012).

Umur ibu lebih dari 35 tahun yang memiliki risiko lebih tinggi dari pada ibu dengan umur dibawah 35 akan lebih berisiko lagi untuk mengalami gangguan kesehatan dikarenakan kondisi hamil dapat meningkatkan proses penyerapan kadmium ketimbang saat tidak hamil. Semakin menua manusia maka akan semakin tinggi risiko terpapar kadmium, hal ini dikarenakan oleh enzimbiotransformasi yang mengalami penurunan dengan bertambahnya umur serta daya tahan organ yang semakin melemah yang mengakibatkan rentan terhadap efek kadmium (Jacobo, 2017).

### **3. Perubahan Fisiologi Kehamilan**

Selama kehamilan, terjadi adaptasi anatomis, fisiologis dan biokimia yang mencolok. Perubahan ini dimulai segera setelah pembuahan dan berlanjut selama kehamilan, dan sebagian besar terjadi sebagai respon terhadap rangsangan fisiologis yang ditimbulkan oleh janin dan plasenta. Selama kehamilan normal, hampir semua system organ mengalami perubahan anatomis dan fungsional yang dapat dapat mengubah secara bermakna, kriteria untuk mendiagnosa dan mengobati penyakit. Karena itu,



pemahaman atas berbagai adaptasi selama kehamilan merupakan tujuan utama ilmu obstetrik (Cunningham, et.al, 2012).

Beberapa perubahan fisiologi wanita hamil adalah sebagai berikut :

a. Pembesaran Uterus

Selama kehamilan pembesaran terjadi akibat perenggangan dan hipertrofi mencolok sel-sel otot, sementara produksi miosin baru terbatas. Hipertrofi uterus pada awal kehamilan diperkirakan dirangsang oleh efek estrogen dan mungkin progesteron. Pembesaran uterus paling mencolok terjadi di fundus pada bulan-bulan pertama kehamilan, tuba uterine serta ligamentum ovarii proprium (Cunningham, et.al, 2012).

b. Perubahan Payudara

Pada minggu awal kehamilan, wanita sering merasakan paresthesia dan nyeri payudara. Setelah bulan kedua payudara membesar dan memperlihatkan vena-vena halus dibawah kulit. Puting menjadi jauh lebih besar, berwarna lebih gelap, dan lebih tegak (Cunningham, et.al, 2012).

c. Perubahan pada Vagina

Vagina merupakan saluran yang elastis, panjangnya sekitar 8-10 cm, dan berakhir pada rahim. Vagina dilalui oleh darah pada saat menstruasi dan merupakan jalan lahir. Karena terbentuk dari otot, vagina bisa melebar dan menyempit,

perubahan yang nampak pada kehamilan trimester pertama adalah terjadi peningkatan vaskularisasi karena pengaruh hormon estrogen, peningkatan vaskularisasi menimbulkan tanda chadwick (warna merah tua atau kebiruan), Selama masa hamil pH sekresi vagina menjadi lebih asam. Keasaman berubah dari 4 - 6,5 sampai minggu ke-8 kehamilan (Mujtahidah , 2008).

d. Perubahan pada Ovarium

Ovarium berjumlah sepasang dan terletak antara rahim dan dinding panggul. Ovulasi berhenti selama kehamilan dan pematangan folikel ditunda. Hanya satu korpus luteum yang berfungsi (max 6-7 minggu) di dalam ovarium wanita hamil kemudian fungsinya diganti oleh plasenta pada umur kehamilan 16 minggu. Pada permulaan kehamilan masih terdapat korpus luteum graviditatum, korpus luteum graviditatum berdiameter kira-kira 3 cm dan akan mengecil setelah plasenta terbentuk (Mujtahidah, 2008).

e. Perubahan pada Serviks

Satu bulan setelah konsepsi serviks akan menjadi lunak yg disebut dengan tanda Goodlell, selama kehamilan serviks tertutup (Mujtahidah 2008).

#### **4. Faktor Resiko Kehamilan**

Selama kehamilan berlangsung beberapa determinan faktor resiko yang membuat wanita hamil mengalami gangguan kehamilan

baik karena indikasi medis maupun karena agen kimia yang masuk ke dalam tubuh melalui mekanisme paparan. Agen kimia yang masuk melalui mekanisme paparan salah satunya adalah merkuri yang berasal dari determinan konsumsi ikan, pemakaian amalgam, pemakaian kosmetik dan paparan asap rokok (ATSDR, 2011).

Menurut Cunningham, et. al (2002) makanan laut adalah sumber protein yang sangat baik, rendah dalam lemak jenuh dan mengandung asam lemak omega-3, tetapi hampir semua ikan dan kerang mengandung merkuri dalam kadar yang rendah sehingga wanita hamil dianjurkan untuk menghindari konsumsi makanan laut tertentu yang berpotensi banyak mengandung merkuri. Jenis-jenis makanan laut yang harus dihindari antara lain ikan hiu, ikan todak, king makarel dan tilefish. Asap rokok mengandung banyak logam-logam berat termasuk merkuri. Merokok melipat gandakan resiko berat lahir rendah dan meningkatkan resiko pertumbuhan janin (Cunningham, et.al 2002).

## **5. Toksikologi kadmium pada ibu hamil**

### **a. Paparan Kadmium Ibu dan Toksikologi Plasenta**

Rute utama penyerapan kadmium pada manusia adalah melalui inhalasi dan konsumsi, dengan 10-50% kadmium yang dihirup diserap (tergantung pada ukuran partikel) dan 5-10% kadmium yang tertelan diserap (tergantung pada beban logam

esensial individu) (Friberg 1983; Nordberg dkk., 2007; Röllin dkk., 2015). Kadmium terutama terakumulasi di ginjal dan hati, dengan perkiraan waktu paruh masing-masing 6 hingga 38 tahun dan 4-19 tahun (Jacoboestrada et al., 2017; Kjellstrom dan Nordberg, 1978); namun, kadmium juga terakumulasi di plasenta dengan transfer langsung terbatas ke janin. (Kippler et al., 2010; Korpela et al., 1986; Osman et al., 2000).

Selama kehamilan, penyerapan kadmium ditingkatkan sebagai akibat dari perubahan fisiologis yang terjadi untuk memastikan kebutuhan nutrisi ibu dan janin terpenuhi selama kehamilan (Astbury et al., 2015; Moya et al., 2014). Misalnya, transporter logam divalen 1 (DMT1) banyak diekspresikan di plasenta selama kehamilan. Fungsi utama DMT1 adalah penyerapan dan transfer besi; namun DMT juga dengan mudah memfasilitasi penyerapan seluler dari kation divalen lainnya, seperti kadmium (Bressler et al., 2004; Chong et al 2005; Georgieff et al., 2000).

Efek akumulasi kadmium plasenta pada embrio yang sedang berkembang termasuk penurunan aliran darah uteroplasenta, perubahan integritas sel trofoblas dan migrasi sel, penurunan sintesis dan metabolisme hormon plasenta (Alvarez et al., 2011; Chertok et al., 1984; Lin et al., 1997; Stasenko dkk., 2010). Selain itu, kadmium dapat mengganggu transportasi plasenta dari

mikronutrien kunci ke janin/embrio, seperti kalsium dan seng (Lin et al., 1997; Wier et al., 1990).

Wier et al (1990) menunjukkan gangguan transfer seng dari ibu ke sirkulasi janin di plasenta manusia yang diperfusi dengan 10 nmol/ml kadmium. Secara mekanis, akumulasi kadmium dalam plasenta menginduksi sintesis protein pengikat logam metallothionein (MT) dan pembentukan kompleks kadmium-MT selanjutnya untuk menghindari transfer kadmium ke janin, meskipun beberapa kadmium melintasi plasenta melalui DMT. Konsentrasi tinggi MT dapat mengurangi jumlah seng bebas yang tersedia di plasenta melalui pembentukan kompleks seng-MT, dan mengurangi transfer seng ke janin (Kippler et al., 2010; Ronco et al., 2006). Karena terbukti bahwa akumulasi kadmium plasenta dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan janin (Cheng et al., 2017, Jacobo-Estrada et al., 2017) hubungan antara paparan kadmium prenatal dan hasil kelahiran telah mendapat perhatian yang meningkat.

b. Paparan Kadmium Prenatal dan Postnatal

Meskipun beberapa penelitian telah melaporkan hubungan antara paparan kadmium prenatal dan gangguan pertumbuhan janin (berat lahir rendah, kecil untuk usia kehamilan dan kelahiran prematur) (Huang et al., 2017; Ikeh-Tawari et al., 2013; Lou et al.,

2017 ; Salpietro et al 2002; Röllin et al., 2015; Sun et al., 2014; Wang et al., 2016; Zhang et al., 2018).

Temuan ini kemungkinan tidak konsisten karena sangat bergantung pada pengukuran korelatif kadmium di kelahiran. Misalnya, dalam studi kohort kehamilan prospektif terhadap 1027 wanita dari Durham, North Carolina sampel darah ibu yang dikumpulkan pada saat melahirkan memiliki tingkat kadmium rata-rata 0,46 g/L (<0,08 – 2,52 g/L) dan bayi yang lahir dari ibu hamil dengan kadar kadmium darah di tertile tertinggi paparan lebih cenderung memiliki berat badan lahir rendah dan kecil untuk usia kehamilan (Salpietro et al., 2002).

Demikian pula, sebuah studi cross-sectional dari wanita hamil di Arab Saudi dirancang untuk mengevaluasi hubungan antara paparan logam berat selama kehamilan dan hasil yang merugikan saat lahir menunjukkan kadmium dalam darah tali pusat (median = 0,704 g/L) yang diambil saat melahirkan dikaitkan dengan berat badan lahir rendah, pengurangan panjang mahkota-tumit dan berisiko lebih besar menjadi kecil untuk usia kehamilan (Al-Saleh et al., 2014).

Sebaliknya, penelitian lain belum mengamati hubungan antara kadar kadmium ibu dan ukuran saat lahir (Osman et al., 2000; Thomas et al., 2015); namun studi ini melaporkan tingkat kadmium jauh lebih rendah daripada studi yang disebutkan di atas.

Sebagai contoh, sebuah penelitian di Kanada terhadap 1835 wanita hamil tidak menemukan hubungan antara rata-rata konsentrasi darah ibu dari trimester pertama dan ketiga (0,2 g/L) dan risiko kecil untuk usia kehamilan (Thomas et al., 2015). Osman et al (2000) mengukur kadmium dalam plasenta, darah tali pusat dan darah ibu (konsentrasi rata-rata: 5,17, 0,02 dan 0,157 g/L, masing-masing) pada minggu kehamilan 36 pada 106 wanita Swedia dan tidak menemukan hubungan antara kadmium dan panjang lahir, tinggi badan atau lingkar kepala.

Selanjutnya, beberapa penelitian telah mengamati hubungan terbatas antara hasil kelahiran dan konsentrasi kadmium dalam darah tali pusat, tetapi tidak pada darah ibu, urin atau jaringan plasenta. Sebagai contoh, sebuah studi oleh Zhang et al (2004) dari 44 wanita hamil dari daerah tercemar kadmium di provinsi Hubei Cina tidak menemukan hubungan antara darah ibu (0,80 hingga 25,20 g/L) atau kadmium plasenta (0,084 hingga 3,97 g/ g) tingkat dan hasil kehamilan (asfiksia neonatus atau persalinan prematur), berat lahir neonatus atau tinggi lahir neonatus. Namun, kadar kadmium darah tali pusat >0,40 g/L berhubungan negatif dengan tinggi badan lahir (Zhang et al., 2004).

Daerah lain yang tercemar pertanian di Cina, Provinsi Jiangsu, sebuah studi kohort kelahiran dari 1073 pasangan ibu-bayi tidak menemukan hubungan antara kadar kadmium urin ibu

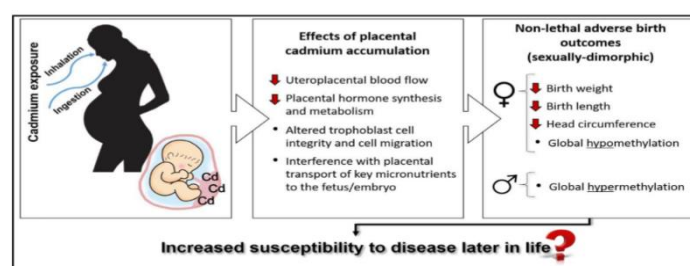
(median = 0,19 g/L) dan hasil kelahiran termasuk berat lahir, panjang, lingkar kepala dan indeks ponderal (ukuran kurus berdasarkan hubungan antara tinggi dan massa) tetapi menemukan kadar kadmium darah tali pusat (median = 0,40 g/L) berhubungan negatif dengan indeks ponderal hanya pada bayi laki-laki yang baru lahir (Guo et al., 2017). Secara keseluruhan, studi-studi yang melaporkan hubungan antara paparan kadmium prenatal dan gangguan pertumbuhan janin melaporkan efek kadmium pada tingkat 0,40 ug/L ke atas. Dengan demikian, menunjukkan ambang batas potensial untuk gangguan pertumbuhan janin terkait kadmium.

Variabilitas dalam paparan kadmium, metode analitis dan waktu paparan kadmium janin dan pengumpulan spesimen kemungkinan semua berperan dalam temuan epidemiologis yang tidak konsisten ini. Untuk mulai mengatasi temuan yang tidak konsisten dalam literatur, Cheng et al (2017) menilai efek spesifik trimester dari paparan kadmium prenatal pada berat lahir, panjang lahir dan indeks ponderal menggunakan kadar kadmium urin yang disesuaikan dengan kreatinin yang dianggap lebih mencerminkan keseluruhan beban tubuh daripada sampel darah yang lebih mencerminkan paparan sementara baru-baru ini (Cheng et al., 2017; Hays et al., 2008).



Lebih khusus lagi, kadar kadmium urin dikumpulkan selama setiap trimester pada 282 wanita hamil dari Pusat Medis Wanita dan Anak Wuhan di Cina (Cheng et al., 2017). Kreatinin urin, yang diekskresikan pada tingkat yang relatif konstan dalam urin, diukur dan digunakan untuk mengontrol variasi pengenceran sampel urin. Kadar kadmium urin yang disesuaikan kreatinin selama trimester pertama, kedua dan ketiga masing-masing adalah 0,51, 0,59 dan 0,61 g kadmium/g kreatinin.

Ukuran lahir pada laki-laki tidak terkait dengan ibu kadar kadmium pada setiap trimester. Sebaliknya, ukuran kelahiran perempuan berbanding terbalik dengan kadar kadmium ibu yang tinggi pada trimester pertama saja, menunjukkan bahwa jendela kritis kerentanan terhadap efek terkait kadmium pada ukuran lahir dapat terjadi selama periode awal kehamilan dan dapat spesifik jenis kelamin. Hasil penelitian ini konsisten dengan penelitian lain yang menyelidiki paparan kadmium dalam rahim (Kippler et al., 2012; Röllin et al., 2015; Vahter et al., 2007) dan memberikan wawasan tentang variabilitas seputar literatur.



**Gambar 2.1 : Efek Paparan Kadmium Terhadap Plasenta Dan Bayi (Jamie L. Younga, Lu Caia. 2020).**

Dari gambar 2.1 dapat dilihat bahwa paparan kadmium (Cd) masuk melalui jalur pajanan ingesti dan inhalasi yang yang akan berpengaruh pada janin dan bayi. Efek dari paparan kadmium sebagai berikut:

a. Efek pada plasenta

1. Gangguan aliran darah uteroplasenta (yang bertanggung jawab untuk pengiriman oksigen dan nutrisi ke janin)
2. Sintesis dan metabolisme hormon plasenta (Mengubah integritas sel trofoblas dan migrasi sel dan gangguan transpor plasenta dari mikronutrien pada janin/embrio.)

b. Efek pada bayi

1. Berat lahir
2. Panjang lahir
3. Lingkar kepala
4. Hopometilasi global

## **6. Kadmium pada rambut ibu hamil**

Selama 50 tahun, rambut telah diakui sebagai tempat penyimpanan potensial semua elemen yang masuk ke dalam tubuh. Analisis mineral rambut mengindikasikan komposisi mineral rambut yang terakumulasi dalam rentang waktu yang lama, yang sesuai dengan kadar elemen dalam tubuh. Rambut merekam

filamen yang dapat mencerminkan perubahan metabolik banyak elemen selama waktu yang panjang. Keuntungan dari analisis jaringan rambut melebihi sampel diagnostik lainnya adalah konsentrasinya tidak dipengaruhi oleh fluktuasi yang cepat karena diet, udara, air, sehingga ada stabilitas jangka panjang terhadap status gizi (Priya, M.D., Geetha, A. 2010).

Analisis mineral pada rambut dan urin saling mendukung. Analisis rambut mengevaluasi paparan dalam jangka waktu yang lama dan mengindikasikan komposisi mineral yang terakumulasi dalam waktu yang panjang sehingga merupakan kadar elemen proporsional dalam tubuh. Sedangkan analisis urin menunjukkan paparan yang baru saja terjadi dalam periode minggu, bulan atau lebih lama (Busch, E.B., dkk, 2011, Priya, M.D., 2010).

Kadar kadmium normal darah pada populasi umum adalah 0,315 µg/L, konsentrasi logam berat kadmium dalam urine dapat dikatakan normal pada populasi umum apabila kadarnya 0,193 µg/g, sedangkan nilai normal kandungan logam berat kadmium di dalam rambut adalah <0,10 ppm (Biolab, 2012).

### **C. PAJANAN YANG BERPENGARUH TERHADAP KADAR KADMIUM (CD) PADA IBU HAMIL**

Untuk lebih jelas keterkaitan antara paparan yang berpengaruh terhadap kadar merkuri pada rambut ibu hamil maka akan diuraikan sebagai berikut:

## 1. Konsumsi makanan laut

Pertimbangan yang buruk untuk keamanan pangan merupakan sumber utama penyakit (Amqam, 2020). Pola makan sangat beragam dan bergizi (manyullei, 2021). konsumsi dari ibu hamil menjadi risiko terhadap kondisi ibu dan janin (Kusuma I, 2017). . Makanan laut memberikan nutrisi yang penting untuk perkembangan optimal janin, namun makanan laut juga merupakan sumber kontaminan termasuk kadmium yang dapat berdampak buruk pada perkembangan saraf janin. Manusia Sebagian besar terpapar kadmium melalui konsumsi makanan laut, namun tingkat paparan merkuri bervariasi antara individu (Naess,et.al, 2020).

### a. ikan laut dan udang

Konsumsi Cadmium yang melebihi batas ambang normal akan mempengaruhi kesehatan masyarakat. Menurut BPOM Indonesia (2018) “batas maksimum Cd pada Ikan dan Produk Perikanan Termasuk Moluska, Krustase, dan Ekinodermata serta Amfibi dan Reptil adalah 0,10 mg/kg”. Ketika mengkonsumsi udang vanname tidak memperhatikan ambang batas konsumsi Cd dan dampaknya maka dapat membahayakan bagi kesehatan tubuh. Keracunan Cd dapat menyebabkan tekanan darah tinggi, kerusakan jaringan testicular, kerusakan ginjal dan sel-sel darah merah. Itai-itai merupakan salah satu kerapuhan tulang karena Cd. Selain itu

Cd dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan, reproduksi, hipertensi, teratogenesis bahkan kanker. (Widowati (2011:167). (gerhani, 2022).

b. Kerang

1) Kerang hijau

Kerang Hijau (*Perna viridis*) atau green mussels merupakan hewan lunak (Mollusca) yang hidup di laut, bercangkang dua dan berwarna hijau. Kerang hijau termasuk organisme kelas Pelecypoda karena memiliki sepasang cangkang katup yang disebut sebagai bivalvia. Ukuran antara 4,0 6,5 cm diameter 1,5. Warna hijau terletak pada cangkangnya. Kerang hijau hidup pada perairan estuari, teluk dan daerah mangrove dengan substrat pasir lumpuran serta salinitas yang tidak terlalu tinggi. Umumnya hidup menempel dan bergerombol pada dasar substrat yang keras, yaitu batu karang, kayu, bambu atau lumpur keras dengan bantuan bysus. Kerang hijau tergolong dalam organisme/hewan sesil yang hidup bergantung pada ketersediaan zooplankton, fitoplankton dan material yang kaya akan kandungan organik (Cappenberg 2008).

2) Kerang darah

Kerang darah *Anadara granosa* adalah salah satu jenis bivalvia yang sering dikonsumsi penduduk Asia Timur. Kerang darah memiliki cangkang yang tebal, lebih kasar, lebih bulat dan bergerigi di bagian puncaknya serta tidak ditumbuhi oleh rambut-rambut. Bagian dalam halus dengan warna putih mengkilat. Warna dasar kerang putih kemerahan (merah darah) dan bagian dagingnya merah.

Disebut kerang darah karena menghasilkan hemoglobin dalam cairan .*A.granosa*. Kerang termasuk organisme filter feeder, filter feeder yaitu makhluk hidup yang cara makannya dengan memasukkan apa saja yang ada di sekitarnya, termasuk air dan sedimen. Akibatnya berbagai jenis cemaran yang ada di lingkungan perairan dapat masuk ke dalam tubuh kerang, termasuk mikroplastik (Widianarko and Hantoro 2018). Kerang darah banyak ditemukan pada substrat yang berlumpur di muara sungai dengan topografi pantai yang landai sampai kedalaman 20 m. Kerang darah bersifat infauna yaitu hidup dengan cara membenamkan diri di bawah permukaan lumpur di perairan dangkal (Nagir, 2013)

Pada umumnya kerang kaya akan asam suksinat, asam sitrat, asam glikolat yang erat kaitannya dengan cita rasa dan memberikan energi sebagai kalori. Selain itu kerang

juga mengandung enzim tiaminase dalam jumlah yang besar sehingga dapat merusak vitamin B1 bila dikonsumsi dalam keadaan mentah. Tiaminase dapat dinaktifkan dengan pemanasan atau pemasakan (Boalemo and Kustiyariyah 2005). Budiyanto dalam Kustiyariyah (1990) melaporkan bahwa *A. granosa* memiliki kandungan protein 9-13%, lemak 0-2%, glikogen 1-7% dan memiliki nilai kalori sebanyak 80 kalori dalam 100 gram daging segar. Selain itu terdapat komponen mineral tertentu yang berfungsi sebagai antioksidan antara lain Cu, Fe, Zn, dan Se.

## **2. Paparan asap rokok**

Asap rokok mengandung senyawa kimia yang berbahaya pada kesehatan manusia, seperti hydrogen sianida, karbon monoksida dan ammonia. Komponen toksik yang terkandung dalam asap rokok ini bisa menyebabkan kanker, yaitu arsenik, ebenzene, beryllium, kadmium (Shamsuddin, 2011).

Paparan asap rokok didapatkan dari ibu hamil sebagai perokok aktif yang menghisap langsung dari rokoktembakaunya dan ibu hamil sebagai perokok pasif yang menghirup asap rokok ketika berada di sekitar perokok aktif secara sengaja maupun tidak sengaja. Sebagai perokok pasif dapat terkena dampaknya dikarenakan asap yang dihembuskan oleh perokok aktif tidak hilang begitu saja namun dapat bertahan di udara hingga 2,5 jam.

Perokok pasif lebih berisiko 4 kali lipat dari pada perokok aktif dikarenakan perokok aktif menghirup langsung rokok menggunakan filter yang terdapat pada rokok sedangkan perokok pasif menghirup asap rokok langsung yang ada di udara tanpa filter ditambah asap tersebut telah keluar dari paru paru perokok aktif (KEMENKES 2022).

Sebagai salah satu jenis logam berat yang terkandung dalam rokok, Kadmium (Cd) merupakan salah satu logam yang terkandung dalam tembakau rokok yang belum diketahui fungsinya secara biologis dan memiliki toksisitas yang tinggi. Semakin tinggi kadar dan semakin lama paparan, maka efek toksik yang diberikan akan lebih besar. Kadmium merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya karena elemen ini beresiko dan berpengaruh terhadap manusia dalam jangka panjang dapat terakumulasi pada tubuh khususnya hati dan ginjal. (Priandoko, 2011).

Logam kadmium (Cd) dapat menimbulkan gangguan dan bahkan mampu menimbulkan kerusakan pada sistem yang bekerja di ginjal. Kerusakan yang terjadi pada sistem ginjal dapat dideteksi dari tingkat jumlah atau jumlah kandungan protein yang terdapat dalam urin. Petunjuk kerusakan yang dapat terjadi pada ginjal akibat logam kadmium (Cd) yaitu terjadinya asam amniouria dan glikosuria, dan ketidak normal kandungan asam urat kalsium dan fosfor dalam urin (Palar, 2016). World Health Organization (WHO)



melansir bahwa angka kematian akibat merokok mencapai 30%, atau setara dengan 17,3 juta orang. Angka kematian tersebut diperkirakan terus meningkat hingga 2030, sebanyak 23,3 juta orang.

### **3. Usia kehamilan**

Periode antepartum adalah periode kehamilan yang dihitung sejak hari pertama haid terakhir (HPHT) sampai dimulainya persalinan. Periode antepartum dibagi menjadi tiga trimester, pembagian waktu ini diambil dari ketentuan yang mempertimbangan bahwa lama kehamilan diperkirakan kurang dari 40 minggu. Pembuahan berlangsung ketika terjadi ovulasi, kurang lebih 14 hari setelah haid terakhir (dengan perkiraan siklus 28 hari).

Pada praktiknya, trimester I secara umum dipertimbangkan berlangsung pada minggu pertama hingga ke-12 (12 minggu), trimester II minggu ke-13 sampai dengan minggu ke-25 (15 minggu), dan trimester III minggu ke-24 hingga minggu ke-40 (13 minggu) (Mujtahidah, 2008). Lamanya kehamilan yaitu antara 280 hari atau 40 pekan (minggu) atau 10 bulan (lunar months) dihitung dari HPHT. Kehamilan dibagi atas 3 triwulan (trimester) kehamilan trimester I antar 0-14 minggu, kehamilan trimester II antara 13-24 minggu, kehamilan trimester III antara 25-40 minggu (Mujtahidah, 2008).

## **D. KERANGKA TEORI**

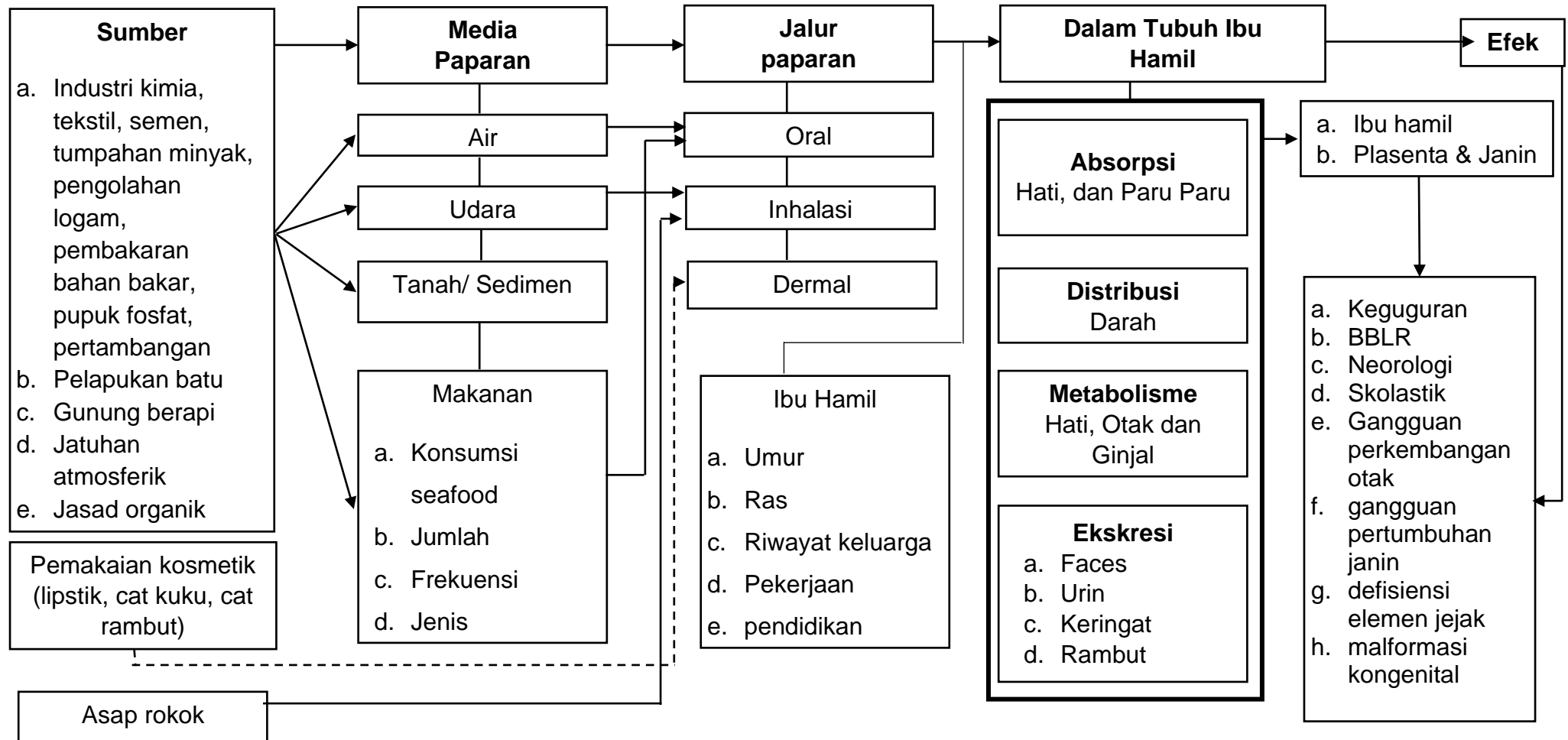
Sumber kadmium di lingkungan berasal dari proses alamiah dan antropogenik (aktivitas manusia). Secara alamiah berasal dari Pelapukan batu, Gunung berapi, Jatuhan atmosferik dan Jasad organik yang membusuk. antropogenik (aktivitas manusia) bersumber dari Industri kimia, tekstil, semen, tumpahan minyak, pengolahan logam, pembakaran bahan bakar, pupuk fosfat, pertambangan yang menghasilkan residu kadmium dan remasan-rembesan air tanah yang melewati daerah deposit kadmium dan masuk ke dalam perairan (Sungai, dan danau dan laut). Senyawa kadmium yang masuk ke dalam perairan mengalami proses bioakumulasi yang akhirnya membentuk sedimen dan tanah. kadmium yang larut dalam air akan terserap oleh mikroorganisme yang kemudian mikroorganisme (bentos, plankton dan zooplankton) yang kemudian dimakan oleh ikan kecil dan ikan kecil termakan oleh ikan besar sehingga akan terjadi bioakumulasi dan biomagnifikasi pada jaringan daging ikan karnivora, yang pada akhirnya ikan dimakan oleh manusia. Terjadinya akumulasi dalam hewan air disebabkan oleh pengambilan kadmium oleh hewan air lebih cepat daripada proses ekskresinya (EPA-USA, 2017; Iksan, 2013; Widiowati, et al, 2008).

kadmium dan senyawanya masuk ke dalam tubuh manusia melalui mekanisme paparan yakni pernapasan, pencernaan dan kulit. Yang melalui mekanisme pencernaan misalnya konsumsi seafood dan terpapar asap rokok baik sebagai perokok pasif maupun

sebagai perokok aktif melalui mekanisme inhalasi. Dalam tubuh manusia kadmium mengalami proses absorpsi di, hati dan paru-paru serta distribusi melalui pengaliran darah dan metabolisme hati, otak dan ginjal serta sistem ekskresi melalui urin, feces, keringat dan rambut.

Dampak toksisitas kadmium menyebabkan keracunan akut dan keracunan kronis pada ibu hamil dan target terutama pada plasenta, ASI, janin dan otak yang dapat mengakibatkan Keguguran, BBLR, Neurologi, Skolastik, Gangguan perkembangan otak, gangguan pertumbuhan janin, defisiensi elemen jejak, malformasi kongenital. (Palar, 2012, Widiowati 2008).

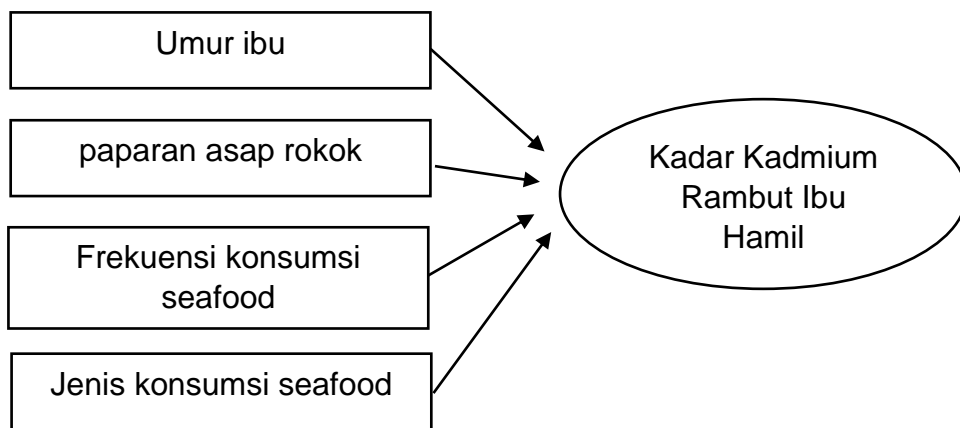
Dasar penelitian variabel yang akan diteliti disajikan pada gambar 2.2 sebagai berikut :



Gambar 2.2 : Kerangka teori modifikasi dari Palar (2012)

## E. KERANGKA KONSEP

Kerangka konsep ini terdiri dari variabel dependen (kadar Kadmium rambut pada ibu hamil) dan variabel independen (Konsumsi seafood, paparan asap rokok, usia kehamilan dan umur ibu hamil). Hubungan antara variabel independen dan variabel dependen digambarkan dalam bagan dibawah ini:



Gambar 2.3 : Hubungan antara Variabel dependen dan independen

Keterangan :

□ : Variabel Bebas (Independen)

○ : Variabel Terikat (Dependen)

## F. VARIABEL PENELITIAN

Dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat.

### 1. Variabel bebas (*Independen*)

Variabel bebas dalam penelitian ini berupa pajanan asap rokok, usia kehamilan, umur ibu hamil, dan frekuensi konsumsi seafood

### 2. Variabel Terikat (*Dependen*)

Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu kadar kadmium pada rambut ibu hamil.

## G. HIPOTESIS

Hipotesis penelitian adalah sebagai berikut:

1. Tidak ada Pengaruh umur ibu hamil terhadap kadar kadmium rambut ibu hamil di Kota Makassar.
2. Tidak ada pengaruh paparan asap rokok terhadap kadar kadmium rambut ibu hamil di Kota Makassar.
3. Tidak ada pengaruh frekuensi konsumsi Seafood terhadap kadar kadmium rambut ibu hamil di Kota Makassar.
4. Tidak ada pengaruh jenis konsumsi Seafood terhadap kadar kadmium rambut ibu hamil di Kota Makassar.
5. Tidak ada pengaruh porsi konsumsi Seafood terhadap kadar kadmium rambut ibu hamil di Kota Makassar.
6. Tidak ada pengaruh pemakaian cat kuku terhadap kadar kadmium rambut ibu hamil di Kota Makassar.

7. Tidak ada pengaruh pemakaian cat rambut terhadap kadar kadmium rambut ibu hamil di Kota Makassar.

## H. DEFINISI OPERASIONAL DAN KRITERIA OBYEKTIF

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Satuan	Skala	Kriteria Obyektif
1	Kadar kadmium	Konsentrasi kadmium yang ada pada rambut ibu hamil di puskesmas makassau, andalas, panabungan, tamalanrea, mamajang	<i>Inductively Coupled Plasma Mas Spectrometry</i> (ICP MS)	µg/g	Nominal	a. Tidak Normal = $\geq 0,10 \mu\text{g/g}$ b. Normal = $< 0,10 \mu\text{g/g}$ ( Biolab biomarker rambut = $0,10 \mu\text{g/g}$ )
2	Paparan asap rokok	Pajanan asap rokok sebelum dan selama kehamilan saat ada di dalam rumah, di luar rumah, dan lingkungan kerja	Wawancara Kuisisioner dengan menggunakan Kuisisioner	-	Nominal	a. Terpapar b. Tidak terpapar (Perokok aktif atau pasif)
3	Umur ibu	Pernyataan tentang lamanya responden hidup yang dinyatakan dengan tahun	Wawancara dengan menggunakan kuisisioner	Tahun	Nominal	a. Beresiko $>35$ Tahun b. Tidak Beresiko $<35$ Tahun (Sibuea, 2013)
4	Frekuensi konsumsi makanan laut	berapa kali ibu hamil mengkonsumsi makanan laut selama 1 minggu	Wawancara dengan menggunakan FFQ	Kali/g	Nominal	a. Sering, $>3$ kali/minggu b. Jarang, $<3$ kali/minggu (umar 2018)



No	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Satuan	Skala	Kriteria Obyektif
5	Porsi konsumsi makanan laut	Jumlah beratnya makanan laut yang di konsumsi ibu hamil selama 1 minggu	Wawancara dengan menggunakan FFQ	gram/minggu	Nominal	a. Tinggi (>12 ons) b. Tidak tinggi (<12 ons) (WHO, 2004)
6	jenis konsumsi makanan laut	Jenis makanan laut yang biasa dikonsumsi oleh ibu hamil	Wawancara dengan menggunakan FFQ	-	Nominal	a. Ikan : Tuna, Tongkol, Layang, Tembang, Kembung, Baronang, Teri b. Kerang, <i>mollusca</i> , <i>crustacea</i>
7	Pemakaian cat kuku	Penggunaan cat kuku kutek sebelum dan saat kehamilan	Wawancara Kuisisioner dengan menggunakan Kuisisioner	Kali/minggu	Nominal	a. sering (>2x/mgg) b. jarang (<2x/mgg) (Ali Zafarda, 2018)
8	Pemakaian cat rambut	Penggunaan cat pewarna rambut dan sering mengganti warna rambut sebelum dan saat kehamilan	Wawancara Kuisisioner dengan menggunakan Kuisisioner	Kali/bln	Nominal	a. sering (>1x/bln) b. jarang (>1x/bln) (Ali Zafarda, 2018)

## I. TABEL SINTESA

No	Penulis/tahun	Judul	Tujuan	Metode/ variabel	Hasil
1	Chien-Mu Lin, Pat Doyle, Duolao Wang, Yaw-Huei Hwang, Pau- Chung Chen	Does prenatal cadmium exposure affect fetal and child growth	mengetahui transportasi plasenta kadmium dan efek dari paparan kadmium prenatal pada pertumbuhan janin dan anak di Taiwan.	studi kohort	Di antara 289 pasangan dengan darah ibu dan tali pusat yang cocok untuk pengukuran, konsentrasi kadmium median dalam darah tali pusat (0,31mg / l) kurang dari itu dalam darah ibu (1,05mg/l), dengan korelasi rendah antara keduanya ( $r=0,04$ ). Peningkatan kadmium darah tali pusat ditemukan terkait dengan penurunan lingkaran kepala bayi baru lahir dan secara signifikan dan konsisten terkait dengan penurunan tinggi badan, berat badan dan lingkaran kepala hingga usia 3 tahun.
2	Damarawati, a.t. dkk.	Pengaruh status paparan asap roko pada ibu hamil sebagai	Menegetahui pengaruh paparan asap rokok pada ibu hamil sebagai	Case control study	Ada hubungan bermakna antara paparan asap rokok tabel 2x3 ( $p=0,031$ ), paparan asap rokok tabel 2x2 ( $p=0,030$ ; OR=4) dan umur ibu hamil ( $p=0,033$ ; OR=5,2) dengan berat badan lahir di

No	Penulis/tahun	Judul	Tujuan	Metode/ variabel	Hasil
		perokok pasif dengan berat badan lahir di puskesmas arjasa kabupaten jember	perokk pasif terhadap kejadian BBLR di puskesmas arjasa jember.		puskesmas arjasa jember
3	Nova Florentina Ambarwati	Analisa perbandingan kadar logam cadmium pada perokok aktif dan perokok pasif di desa ujung bandar kecamatan barus jahe kabupaten karo	mengetahui rasio kadar kadmium (Cd) dalam urine perokok aktif dan pasif.	penelitian observasional deskriptif dengan metode survei	Berdasarkan urin pada perokok aktif terdeteksi kandungan Cd berkisar 0.006 sampai 0.007 ppm. logam cadmium (Cd) kandungan kadmium (Cd) terendah adalah 0.006 ppm. dalam urin perokok pasif, kandungan kadmium (Cd) terendah adalah 0.008 ppm dan tingkat kadmium tertinggi adalah 0.009 ppm. dinyatakan bahwa tidak ada perbedaan kadar logam cadmium (Cd) dalam urin perokok aktif dan toko pasif didesa ujung Bandar
4	Anna bizon,	The impact of	Mengevaluasi	Pilot study	Paparan tembakau merokok selama kehamilan

No	Penulis/tahun	Judul	Tujuan	Metode/ variabel	Hasil
	halina milnerowics, kataryzna and ewa.	early pregnancy and exposure tobacco smoke on blood antioxidant status and copper, zinc, cadmium concentration	dampak kehamilan dini dan paparan asap tembakau pada status antioksidan dan konsentrasi tembaga, seng dan kadmium perokok dan non perokok, serta wanita hamil dan tidak hamil		terutama terkait dengan peningkatan konsentrasi kadmium dan seng. Paparan asap rokok trimester pertama menurunkan konsentrasi glutathione. Selain itu ibu perokok pasif dan aktif memiliki efek negatif yang sama pada antioksidan statusnya pada trimester pertama
5	Maria alca., et.al.	Biomonitoring of merkury, cadmium, and selenium in fish and populations of peurto narino in the southern	Menilai konsentrasi hg, cd, dan se pada ikan serta besar paparan dan kondisi hematologis warga	Cross sectional	Semua sampel melebihi abang batas 1,0 g/g yang ditetapkan oleh USEPA.. T-Hg darah > 5 g/L. Tingkat rata rata Cd adalah 3,1 g/L. Dengan 21 % melebihi 5 g/L nilai dimana mitigasi harus di ambil. 84% peserta menunjukkan defisiensi Se (<100g/L).

No	Penulis/tahun	Judul	Tujuan	Metode/ variabel	Hasil
		corner of the colombian amazon.			
6	Jamie L. Younga, Lu Caia	Implications for Prenatal Cadmium Exposure and Adverse Health Outcomes in Adulthood	Penyelidikan epidemiologi dari implikasi jangka panjang dari hasil kelahiran yang merugikan terkait kadmium	Literatur review	peran paparan kadmium pranatal dan kehidupan awal dalam pengembangan penyakit yang disebabkan oleh diet dengan bukti homeostasis logam esensial yang berubah sebagai mekanisme yang mungkin untuk penyakit yang diinduksi oleh diet yang ditingkatkan kadmium. Meskipun model eksperimental baru mulai dibuat untuk mempelajari hubungan antara paparan kadmium prenatal dan hasil kesehatan yang merugikan di masa dewasa, penelitian ini sedikit, menyoroti kebutuhan utama untuk penyelidikan lebih lanjut.
7	Fetrianti asiki (2021)	Gambaran kadar kadmium di	mengetahui apakah kadar kadmium yang	deskriptif,	Hasil penelitian menunjukkan kadar kadmium di rambut kode B1 sampai B8 menunjukkan

No	Penulis/tahun	Judul	Tujuan	Metode/ variabel	Hasil
		rambut pada pekerja bengkel pengecatan mobil di kota surakarta	terkandung dalam rambut pekerja bengkel pengecatan di Kota Surakarta.		hasil<0,028ppm. Kadar kadmium dalam rambut Pekerja pengecatan mobil di kota Surakarta kurang dari batas normal menurut Biolab Medical Unit yaitu <0,10 ppm
8	Nadia Vilahur (2015)	The Epigenetic Effects of Prenatal Cadmium Exposure	pemeriksaan kritis terhadap literatur yang membahas paparan kadmium prenatal dan efek epigenetik pada studi manusia, hewan, dan in vitro.	Literatur review	memperoleh delapan studi terbaru yang membahas topik ini, dengan fokus hampir secara eksklusif pada metilasi DNA. Studi ini memberikan bukti bahwa kadmium mengubah tanda epigenetik dalam DNA plasenta dan bayi baru lahir, dan beberapa studi menunjukkan perbedaan seksual yang mencolok untuk perubahan metilasi DNA terkait kadmium.
9	Milton F, Mildrey Mosquera, Diana M, And Cecilia Aguilar. (2013)	Nutrients Intake As Determinant Of Blood Lead and Cadmium Levels In	Mengevaluasi hubungan antara asupan nutrisi pada trimester pertama kehamilan dengan	Cross sectional	Kadar kadmium pada trimester pertama berkorelasi negatif dengan kadar timbal pada trimester pertama dan kedua logam berkorelasi positif pada trimester ketiga. Trimester ketiga kadmium secara negatif terkait dengan asupan

No	Penulis/tahun	Judul	Tujuan	Metode/ variabel	Hasil
		Colombian Pregnant Woman	kadar darah timbal dan kadmium selama trimester pertama dan ketiga		asam karbonat, dan secara positif terkait dengan asupan zat besi dengan marginal penting
10	Tisna Harmawan, dan Dewi Lestari (2020).	Pemeriksaan Logam Berat Cadmium (Cd) dan Plumbum (Pb) pada Lipstik yang Beredar di Pasar Brayan Medan Timur Secara	Mengetahui ada tidaknya dan kadar logam berat Cadmium dan Plumbum pada lipstik yang beredar di Pasar Brayan Medan Timur.	Eksperiment Laboratorium	hasil logam berat Cadmium (Cd) dari 5 sampel diperoleh hasil analisa kualitatif dan kuantitatif dengan sebanyak dua sampel yang positif (sampel dua = 5,000 mg/L dan sampel empat = 4,950 mg/L). diperoleh kadar dibawah standar baku ( BPOM RI Persyaratan cemaran logam Cadmium < 5 mg/L dan Plumbum < 20 mg/L atau mg/kg.

No	Penulis/tahun	Judul	Tujuan	Metode/ variabel	Hasil
		Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)			