

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kadmium (Cd) adalah logam non-esensial yang bersifat karsinogenik dan banyak ditemukan di lingkungan. Logam ini memiliki sifat lunak, berwarna putih keperakan dengan sedikit kebiruan, serta tampak berkilau dan elektropositif. Kadmium tidak memiliki rasa maupun bau, dan dapat masuk ke dalam tubuh melalui saluran pernapasan (Kusmawardani, 2021).

Sebagian besar kadmium dalam tubuh berasal dari udara yang terkontaminasi, yang kemudian diserap ke aliran darah melalui alveoli. Selain itu, kadmium juga dapat masuk melalui kulit (jalur dermal), meskipun jumlahnya sangat kecil, kurang dari 1%. Kadmium yang terakumulasi dalam tubuh manusia dapat menyebabkan berbagai dampak negatif. Paparan kadmium diketahui dapat memicu toksisitas dan berkontribusi pada kondisi seperti preeklamsia, infertilitas, gagal ginjal akut, serta gangguan pada homeostasis mineral tubuh (Kusmawardani, 2021).

Paparan kadmium terutama terjadi melalui inhalasi asap dan debu yang mengandung kadmium, konsumsi makanan atau tangan yang terkontaminasi (Ali *et al.*, 2023). Selama kehamilan, peningkatan konsumsi makanan meningkatkan risiko paparan Cd, yang dapat ditransfer ke janin melalui plasenta. Hal ini dapat menyebabkan berat lahir rendah, hambatan pertumbuhan janin, gangguan metabolisme elemen jejak, serta gangguan pada sistem imun dan kardiovaskular janin (Inadera *et al.*, 2020).

Penelitian oleh Ranieri menunjukkan bahwa makanan, terutama sayuran dan biji-bijian, adalah sumber utama paparan kadmium. Sayuran yang tumbuh di tanah tercemar dapat mengakumulasi kadmium dalam jumlah yang cukup besar, sehingga meningkatkan risiko paparan bagi konsumen (Ranieri *et al.*, 2019). Selain itu, penelitian oleh Li mengungkapkan bahwa kadar kadmium dalam produk pangan, seperti ikan dan makanan laut, juga dapat meningkat seiring dengan tingkat pencemaran lingkungan yang ada (Li, 2023).

Air juga menjadi jalur penting paparan kadmium. Penelitian Li pada tahun 2023 menunjukkan bahwa kadmium dapat larut dalam air, terutama di daerah yang terpengaruh aktivitas industri (Li, 2023). Dalam hal ini, penelitian oleh Rahayuningsih tahun 2022 juga mengungkapkan bahwa konsumsi air yang tercemar kadmium dapat meningkatkan kadar kadmium dalam tubuh, menunjukkan perlunya pengawasan kualitas air untuk mencegah paparan berbahaya (Rahayuningsih *et al.*, 2022).

Selain itu, asap rokok juga merupakan sumber paparan kadmium yang signifikan. Tembakau menyerap kadmium dari tanah yang tercemar, dan ketika dibakar, kadmium dilepaskan ke dalam asap rokok (Ranieri *et al.*, 2019). Penelitian oleh Mérida pada tahun 2021 menemukan bahwa wanita yang terpapar asap rokok memiliki kadar kadmium yang lebih tinggi dalam urin mereka, menunjukkan bahwa merokok dan paparan asap rokok dapat

meningkatkan risiko masalah kesehatan terkait kadmium (Mérída-Ortega et al., 2021).

Paparan juga dapat meningkatkan risiko angka kematian prenatal, kelahiran mati, atau kelahiran premature (Gregory, Drake, & Martin., 2018). Berdasarkan Profil Kesehatan Indonesia tahun 2021, tercatat sebanyak 20.154 kematian bayi neonatal (usia 0-28 hari), dengan penyebab utama adalah berat badan lahir rendah (BBLR). Kematian neonatal adalah kematian yang terjadi pada bayi sebelum mencapai usia 28 hari. (Kurdanti *et al.*, 2020).

Secara global, prevalensi berat badan lahir rendah (BBLR) mencapai sekitar 20 juta kasus per tahun, yang setara dengan 15.5% dari total kelahiran hidup. Dari jumlah tersebut, 95% di antaranya terjadi di negara berkembang. Studi juga menunjukkan bahwa angka BBLR di negara berkembang adalah empat kali lebih tinggi dibandingkan dengan negara maju (Afidah, Rahma, & Stang, 2023).

Pada tahun 2021, Indonesia mengalami peningkatan angka kematian bayi (AKB) sebesar 5.17%, dengan 21 dari 34 provinsi melaporkan kenaikan angka kematian bayi. Pulau Sulawesi menjadi salah satu provinsi dengan AKB tinggi pada tahun tersebut. Selain itu, Profil Kesehatan Indonesia tahun 2021 mencatat bahwa Kota Makassar menempati posisi kedua dengan jumlah kasus BBLR tertinggi, yaitu 781 kasus (Sajrah, Sainuddin, & Ridwan et al., 2024).

Berat lahir dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti status gizi ibu, paparan polutan beracun seperti kadmium, kelaparan, dan kekurangan elemen penting seperti seng, besi, serta tembaga (Cu). Kadmium, sebagai logam berat, sangat berbahaya bagi kualitas hidup manusia, dan hingga kini belum diketahui peran fisiologisnya dalam tubuh manusia. (Ali *et al.*, 2023).

Bayi dengan Berat Badan Lahir Rendah, yaitu berat badan kurang dari 2.500 gram, merupakan masalah kesehatan yang berperan dalam tingginya angka kematian bayi. Diperkirakan setiap tahun, dari 20 juta kelahiran di seluruh dunia, sekitar 15-20% bayi lahir dengan BBLR. Bayi dengan kondisi ini tidak hanya memiliki risiko kematian pada bulan pertama kehidupan, tetapi juga rentan mengalami berbagai masalah kesehatan, seperti gangguan pertumbuhan, penurunan tingkat kecerdasan (IQ), serta penyakit kronis di usia dewasa (Sadarang, 2021).

Kadmium dapat memengaruhi risiko keguguran melalui gangguan pada jalur endokrin atau dengan meningkatkan stres oksidatif, yang berhubungan dengan masalah kesehatan reproduksi. Pada wanita tanpa riwayat keguguran, rerata kadar kadmium dalam darah tercatat lebih rendah, yaitu 0.25 g/L. Sebaliknya, wanita yang melaporkan memiliki riwayat keguguran berulang (tiga kali atau lebih) menunjukkan kadar rerata kadmium darah yang lebih tinggi, yaitu 0.46 g/L ($p < 0.05$) (Ali *et al.*, 2023).

Wai pada tahun 2017 di Myanmar menemukan bahwa terdapat konsentrasi kadmium dalam urin ibu hamil berhubungan dengan peningkatan kemungkinan bayi lahir dengan *Low Birth Weight* (LBW), yang merupakan masalah kesehatan masyarakat yang signifikan. Hasil ini mengindikasikan

bahwa ibu hamil di Myanmar terpapar kadmium pada tingkat yang cukup tinggi, yang perlu diwaspadai sebagai potensi ancaman Kesehatan (Wai et al., 2017).

Cheng pada tahun 2017 juga menunjukkan bahwa paparan kadmium pada ibu hamil, khususnya pada trimester awal kehamilan, dapat memengaruhi pertumbuhan janin. Penelitian tersebut mengungkapkan bahwa kadar kadmium yang lebih tinggi pada urin ibu hamil, terutama pada trimester pertama, berhubungan dengan penurunan berat badan lahir, khususnya pada bayi perempuan. Hal ini menunjukkan bahwa paparan kadmium yang terjadi pada tahap awal kehamilan mungkin menjadi faktor risiko yang signifikan terhadap pertumbuhan janin yang terhambat, seperti penurunan berat badan lahir dan potensi masalah perkembangan lainnya (Cheng, 2017).

Pada penelitian yang dilakukan Inadera dkk di Jepang di dapatkan hasil bahwa, lingkaran dada berhubungan dengan paparan Cd pada bayi perempuan, tetapi tidak pada bayi laki-laki. Hubungan antara berat lahir dan paparan Cd juga lebih kuat pada bayi perempuan dibandingkan pada bayi laki-laki. Sebaliknya, panjang tubuh berhubungan dengan paparan Cd pada bayi laki-laki tetapi tidak pada bayi Perempuan (Inadera et al., 2020).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Gustin, keberadaan kadmium dan merkuri (Hg) dalam eritrosit ibu memiliki kaitan dengan penurunan ukuran antropometri bayi saat lahir, bahkan pada tingkat paparan rendah yang lazim ditemukan di berbagai populasi di dunia. Kadmium dalam eritrosit terutama dikaitkan dengan pola konsumsi makanan (Gustin et al., 2020).

Penelitian mengenai paparan kadmium terhadap ibu hamil telah dilakukan oleh beberapa para peneliti di luar negeri, sementara di Indonesia penelitian ini masih sangat terbatas. Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya, penting untuk menganalisis hubungan kadar kadmium (Cd) dalam darah dengan berat badan janin pada ibu hamil, khususnya di Kota Makassar.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu *apakah terdapat hubungan paparan kadmium dalam darah ibu hamil dengan berat badan janin di Kota Makassar.*

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum penelitian ini yaitu untuk mengetahui hubungan pajanan kadmium pada darah ibu hamil dengan berat badan janin di Kota Makassar.

1.3.2 Tujuan Khusus

Berdasarkan tujuan umum yang telah di paparkan di atas, maka tujuan khusus penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mendapatkan gambaran kadar logam dalam darah ibu hamil
- b. Untuk menganalisis hubungan kadar logam berat Cd dengan berat badan janin.

- c. Untuk menganalisis faktor – faktor yang berhubungan dengan berat badan janin.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini yaitu:

1.4.1 Manfaat ilmiah

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan ilmu pengetahuan bagi akademisi, khususnya bidang toksikologi dan lingkungan, serta menjadi bahan rujukan untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan Logam Berat Kadmium (Cd) pada ibu darah ibu hamil dengan berat badan janin.

1.4.2 Manfaat instalasi

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan panduan untuk meningkatkan kewaspadaan terhadap faktor risiko lingkungan, seperti paparan kadmium, yang dapat memengaruhi kesehatan ibu hamil dan janin. Hal ini dapat digunakan sebagai dasar untuk memberikan edukasi kepada pasien.

1.4.3 Manfaat Praktis

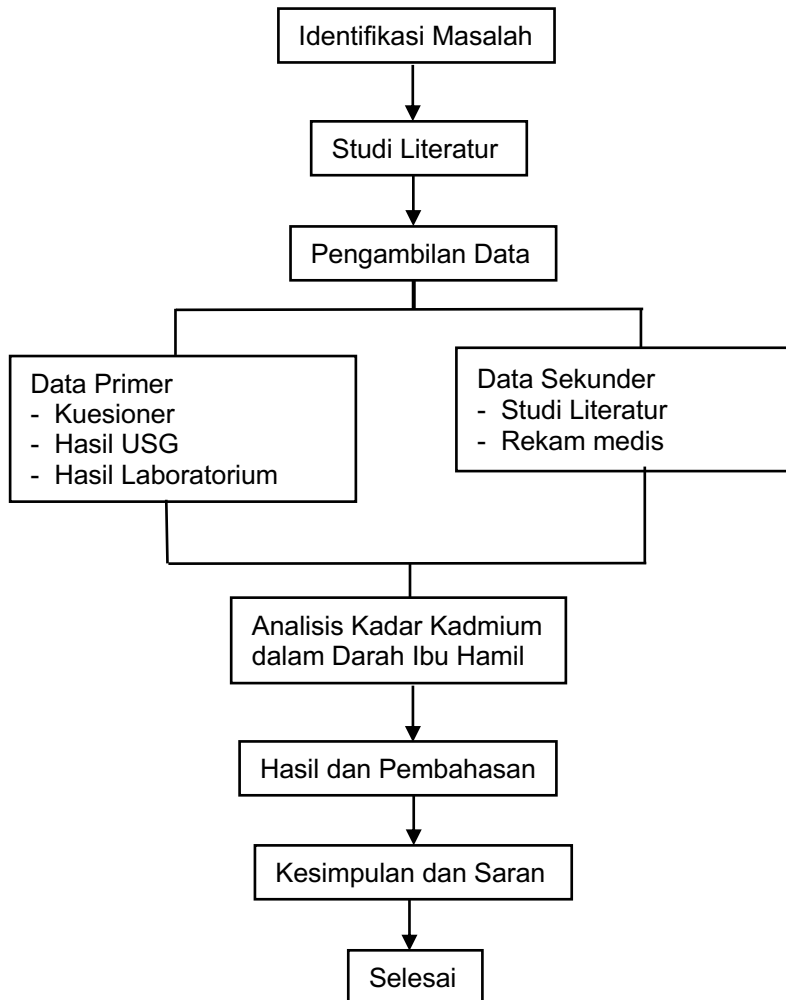
Hasil penelitian ini diharapkan menambah wawasan dan juga pengetahuan mengenai kandungan kadar Kadmium pada darah ibu hamil dengan berat badan janin serta dapat menjadi sarana pengembangan ilmu pengetahuan yang secara teoritis didapatkan selama perkuliahan.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Alur Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan mengikuti diagram alur seperti pada gambar berikut ini:



2.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan studi kuantitatif dengan pendekatan analitik observasional menggunakan desain kohort. Dalam desain kohort, Pendekatan ini digunakan untuk melihat hubungan paparan kadmium pada ibu hamil dengan berat badan janin saat lahir di kota makassar. Penelitian ini bertujuan untuk melihat hubungan antara paparan kadmium pada ibu hamil dan berat badan janin pada trimester ketiga di Kota Makassar.

Studi kohort dipilih karena penelitian ini tidak mengamati faktor pajanan (paparan kadmium) dan *outcome* (berat badan janin) secara bersamaan, melainkan mengikuti perkembangan faktor paparan pada ibu hamil di trimester kedua dan kemudian mengevaluasi hasilnya pada trimester ketiga. Dengan demikian, desain kohort memungkinkan untuk mengamati hubungan sebab-akibat secara lebih jelas, di mana paparan kadmium pada ibu hamil akan dianalisis pengaruhnya dengan berat badan janin pada akhir kehamilan.

2.3 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2024 – Januari 2025. Lokasi penelitian dilakukan pada 4 puskesmas yaitu Puskesmas Tamalanrea, Puskesmas Tamangapa, Puskesmas Tamalate dan Puskesmas Dahlia Kota Makassar. Sementara lokasi uji analisa dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar (BBLK) menggunakan alat ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry*).

2.4 Populasi dan Sampel

2.4.1 Populasi

Populasi dalam penelitian ini mencakup semua ibu hamil yang melakukan pemeriksaan kehamilan (ANC) di Puskesmas Tamalanrea, Puskesmas Tamangapa, Puskesmas Tamalate dan Puskesmas Dahlia. Ibu hamil ini mencakup berbagai usia kehamilan yang terdaftar serta memiliki karakteristik yang beragam terkait status kesehatan, riwayat kehamilan, kondisi lingkungan, dan hasil pemeriksaan rutin ibu hamil di Puskesmas. Total populasi dalam penelitian ini adalah sebanyak 170 orang ibu hamil. Kota Makassar.

2.4.2 Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah ibu hamil yang memeriksakan diri dengan beberapa kriteria inklusi dan eksklusi yang diperoleh berdasarkan data yang tercatat di masing-masing Puskesmas. Pengambilan sampel dalam riset ini dilakukan dengan teknik *probability sampling*, yaitu *quota sampling* yaitu peneliti membuat kriteria inklusi dan eksklusi sebagai syarat pengambilan sampel. Sampel yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi kemudian akan diacak sesuai jumlah besaran sampel yang ditetapkan.

a. Kriteria inklusi

- 1) Ibu hamil yang memeriksakan kandungan di Puskesmas Tamalanrea, Puskesmas Tamangapa, Puskesmas Tamalate dan Puskesmas Dahlia.
- 2) Ibu hamil yang menetap di Kota Makassar

b. Kriteria eksklusi

- 1) Ibu hamil yang dalam kondisi sakit
- 2) Ibu yang tidak tercatat data kelahirannya

Besar sampel dalam penelitian ini diperoleh dengan menggunakan rumus besar sampel korelasi numerik – numerik menurut M. Sopiyudin Dahlan (2013). Persamaan rumus digunakan secara luas pada berbagai

desain penelitian seperti penelitian *cross sectional*, *case control*, *uji klinis* dan *kohort*.

$$n = \left[\frac{z_{\alpha} \sqrt{2PQ} + z_{\beta} \sqrt{P_1 Q_1 - P_2 Q_2}}{P_1 - P_2} \right]^2$$

Keterangan :

- n = Jumlah sampel
- z_{α} = Kesalahan Tipe I sebesar 5% = 1.96 (Tetapan)
- z_{β} = Kesalahan Tipe II sebesar 20% = 0.84 (Tetapan)
- $P_1 + P_2$ = Selisih Proporsi pajanan minimal yang dianggap bermakna, yaitu 0.2 (Tetapan)
- P_2 = Prevalensi variabel terikat (prevalensi BBLR mencapai nilai 6.1%) yaitu 0.061 (Sadarang R., 2021)

Maka untuk mencari nilai P_1 dapat menggunakan persamaan berikut :

$$P_1 + P_2 = 0.2$$

$$P_1 = 0.2 + 0.061$$

$$P_1 = 0.261$$

$$P = \text{Proporsi total } \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) \text{ yaitu } 0.16$$

$$Q = 1 - P = 1 - 0.16 = 0.84$$

$$Q_1 = 1 - P_1 = 1 - 0.261 = 0.74$$

$$Q_2 = 1 - P_2 = 1 - 0.06 = 0.94$$

Sehingga jumlah sampel yang diperoleh dari persamaan tersebut adalah sebanyak 45.12 sampel, yang dibulatkan oleh peneliti menjadi 45 sampel. Untuk mengurangi bias dan menanggulangi kemungkinan adanya sampel *drop out*, maka jumlah sampel di tambah 10% (4,5) dari total jumlah sampel, sehingga di bulatkan menjadi 50 orang.

2.5 Alat dan bahan

Pemeriksaan yang dilakukan sesuai dengan SNI yang berlaku di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar. Dalam penelitian ini, peralatan dan bahan yang digunakan yaitu sebagai berikut:

1. Alat dan Bahan ²

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

a. Alat

- 1) Kuesioner
- 2) *Tourniquet*
- 3) Jarum dan lancet
- 4) Tabung vakum (darah)
- 5) ICP (*Inductively Coupled Plasma*)
- 6) Pipet ukur
- 7) Labu ukur
- 8) Gelas ukur
- 9) Tabung nessler
- 10) Rak tabung nessler

- 11) *Water bath*
- 12) Alat tulis dan label
- b. Bahan
 - 1) Akuades
 - 2) Larutan asam nitrat pekat 65%
 - 3) Larutan standar mangan
 - 4) *Alcohol swab*
 - 5) Sampel darah
 - 6) Pot urin
 - 7) *Strip* urin
 - 8) Masker
 - 9) *Handscoon*
2. Cara kerja
 - a. Pengambilan Sampel Darah
 - a) Lengan responden diikat dengan *tourniquet* atau pengikat lengan untuk memperlambat aliran darah sehingga pembuluh darah vena lebih terlihat jelas dan memudahkan pengambilan sampel darah.
 - b) Area pengambilan sampel dibersihkan dengan lap alkohol atau kapas.
 - c) Sampel darah diambil menggunakan jarum suntik.
 - d) Sampel darah dimasukkan ke dalam tabung berwarna ungu yang berisi 3 cc EDTA (*ethylen diamine tetra acetic acid*).
 - e) Wadah sampel dilabeli dengan nama sampel dan kodenya.
 - b. Preparasi dengan Destruksi Basah
 - a) Ambil 1 ml sampel darah, masukkan dalam tabung nessler.
 - b) Tambahkan asam nitrat HNO₃ 5 ml.
 - c) Panaskan di atas waterbath dalam suhu 95° sampai sampel menguap dan terlihat jernih.
 - d) Saring, kemudian encerkan dengan akuades sebanyak 50 ml.
 - c. Tahap Pengujian Sampel
 - a) Larutan kalibrasi diambil dari larutan standar mangan dengan konsentrasi 1000/l lalu diencerkan dalam labu ukur konsentrasi yang berbeda seperti pada standar larutan mangan.
 - b) Larutan siap diperiksa dengan ICP.
 - c) Setelah larutan pengujian standar mangan, dilanjutkan dengan pengujian sampel menggunakan ICP dan didapatkan hasil akhir kadar mangan dalam sampel.

2.6 Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini dikumpulkan dengan dua cara, yaitu pengumpulan data primer dan data sekunder

4.1.1 Data Primer

Data primer pada penelitian ini diperoleh melalui wawancara menggunakan kuesioner, serta hasil pemeriksaan laboratorium untuk

mengetahui kadar kadmium dalam darah ibu hamil. Sedangkan berat badan janin diukur menggunakan USG.

4.1.2 Data Sekunder

Data Sekunder pada penelitian ini diperoleh melalui referensi hasil penelitian-penelitian sebelumnya, internet, rekam medis ibu hamil, beberapa buku dan literatur lain yang berkaitan dengan penelitian.

4.1.3 Prosedur Penelitian

1. Responden diberi penjelasan terkait penelitian
2. Responden mengisi *informed consent*.
3. Responden mengisi kuesioner.
4. Pengambilan sampel darah. Proses ini dilakukan oleh tenaga analis di laboratorium puskesmas. Tahapan pengambilan sampel meliputi:
 - a. Mengikat lengan dengan menggunakan pengikat lengan atau *tourniquet* untuk memperlambat aliran darah, sehingga pembuluh vena lebih terlihat jelas dan sampel darah mudah diambil.
 - b. Membersihkan area pengambilan sampel dengan tisu atau kapas alkohol.
 - c. Menusukkan jarum suntik untuk mengambil sampel darah.
 - d. Memasukkan sampel darah yang diambil kedalam tabung ungu berisi EDTA sebanyak 3 cc
5. Pelabelan, memberi label pada wadah sampel yang memuat nama dan kode sampel.
6. Pemeriksaan laboratorium. Pemeriksaan sampel logam berat dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar (BBLK) menggunakan alat ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry*).
7. Pemeriksaan Berat Badan Janin (BBJ) berdasarkan hasil pemeriksaan *Ultrasonografi* (USG) ibu hamil di Puskesmas pada trimester 3 oleh Tenaga Dokter di yang bertugas di Puskesmas.

2.7 Pengolahan dan Analisis Data

4.1.4 Pengolahan data

1. *Editing* adalah pemeriksaan data pada kuesioner pengumpulan data sudah lengkap, apakah jawaban pada kuesioner jelas dan sesuai.
2. *Coding* (Pemberian Kode), kegiatan ini dilakukan untuk mempermudah pada saat analisis data dan juga memudahkan saat *entry data*.
3. *Entry Data*, Setelah semua isian kuesioner terisi dengan benar, maka langkah selanjutnya adalah memproses data agar dapat dianalisis. Proses data dilakukan dengan cara mengentry data dari kuesioner ke aplikasi komputer, yaitu *Statistical Program for Sosial Science* (SPSS).
4. Tabulasi Data, kegiatan ini dilakukan untuk mengelompokkan data ke dalam tabel yang dibuat agar sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian.

5. *Cleaning Data*, Kegiatan ini dilakukan untuk memeriksa kembali data yang sudah di-entry apakah ada kesalahan atau tidak.

4.1.5 Analisis data

a. Analisis Univariat

Analisis univariat digunakan untuk melihat distribusi frekuensi variabel independen dan dependen. Data ditampilkan dalam bentuk frekuensi. Data meliputi karakteristik responden, berat badan janin, kadar kadmium dalam darah, paparan rokok, konsumsi makanan, dan usia ibu hamil.

b. Analisis Bivariat

Analisis dilakukan untuk mengetahui hubungan antara variabel independen (Kadar kadmium dalam darah ibu hamil, paparan rokok, konsumsi makanan, dan usia ibu hamil) dengan variabel dependen (berat badan janin). Analisis ini dengan menggunakan uji korelasi yang dilakukan menggunakan uji statistik Korelasi Pearson dan Uji T tidak berpasangan untuk melihat hubungan antara variabel independen (konsentrasi Cd dalam darah ibu hamil) dengan variabel dependen (berat bayi). Analisis dilakukan dengan taraf signifikan 95% ($\alpha = 0.05$).

2.8 Penyajian Data

Penyajian data dalam penelitian ini menggunakan tabel analisis yang disertai distribusi, frekuensi, presentasi dan interpretasi.

2.9 Etika Penelitian

Etika penelitian berperan penting dalam melindungi institusi tempat penelitian dilakukan serta peneliti yang terlibat. Dalam penelitian ini, peneliti telah mengajukan permohonan persetujuan etik kepada Komisi Etik Penelitian Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin untuk mendapatkan surat keterangan kelayakan etik. Kode etik penelitian yang diterbitkan memiliki nomor 1289/UN4.14.1/TP.01.02/202