

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara yang kaya akan hasil alamnya. Letak geografis Negara Indonesia membuatnya menjadi salah satu negara dengan hasil tambang terbesar di Dunia (Sari et al., 2021). Kekayaan alam yang melimpah banyak pihak yang tergerak untuk menjadikan kekayaan alam di Indonesia menjadi lahan bisnis (Basmar et al., 2021; Sonny, 2020). Salah satu hasil kekayaan alam di Indonesia yang diminati banyak pihak adalah emas (Arisaputra & SH, 2021; Ibrahim, Sutarna, Abdullah, & Kamaluddin, 2019). Emas merupakan logam mulia yang dapat ditempa dan dibentuk menjadi perhiasan, investasi, atau bahkan terapi kecantikan (Subagiya & Supraha, 2020). Banyaknya pemanfaatan logam emas sehingga banyak pihak yang mengambil keuntungan yang terkadang tidak sesuai dengan prosedur yang ada di Indonesia.

Kegiatan pertambangan di Indonesia telah berlangsung dalam kurun waktu lama, yang dilakukan oleh pelaku usaha pertambangan skala besar maupun kecil, pertambangan rakyat serta pertambangan tanpa izin (PETI) (Henrianto, Okalia, & Mashadi, 2019). Salah satu dampak yang sangat jelas dari kegiatan pertambangan yaitu kerusakan lingkungan seperti material residu dari proses produksi yang disebut dengan tailing. Limbah tailing yang merupakan ampas dari sisa pengolahan bahan galian pertambangan memiliki potensi yang cukup besar dalam meningkatkan zat pencemar pada lingkungan (Kurniawan, Riniarti, & Yuwono, 2019). Pada operasi pertambangan emas dan perak berlangsung, sering sekali terdapat beberapa unsur-unsur lain yang hadir dan terlarut dalam eksploitasi pertambangan, unsur tersebut adalah tembaga (Cu), timah (Sn), zink (Zn), nikel (Ni), besi (Fe), dan merkuri (Hg) (Wibowo et al., 2020)

Selama bertahun-tahun, pertambangan telah memainkan peran penting dalam mendorong perekonomian Indonesia, seperti yang ditunjukkan oleh kontribusinya terhadap pendapatan domestik bruto. Namun, kegiatan penambangan akan memiliki dampak lingkungan yang signifikan (Taib, 2020). Kegiatan pertambangan juga dapat menyebabkan pencemaran air karena penggunaan bahan kimia, yang termasuk bahan berbahaya dan beracun, dan tereksposnya bahan kimia dari tambang yang mencemari sumber air (Nurdin et al., 2018; Nurdin,

Wibowo, Natsir, Ritonga, & Watoni, 2015). Selain itu, penambangan menimbulkan dampak sosial, seperti hilangnya sumber penghidupan masyarakat, sumber air bersih, dan lain-lain.

Berdasarkan data *World Health Organization* (WHO) Tahun 2016, diketahui bahwa persentase angka kematian akibat air dan sanitasi yang tidak aman, serta kurangnya kebersihan yang memadai, tertinggi ketiga secara berturut-turut terdapat pada negara Chad (101%), Somalia (86,6%), dan Republik Afrika Tengah (82,1%). Walau benua Afrika menduduki urutan teratas dalam masalah kematian yang disebabkan sumber air yang tidak aman, akan tetapi Indonesia termasuk dalam 60 besar negara yang angka kematian yang disebabkan sumber air yang tidak aman (7,1%). Sedangkan dalam skala Asia Tenggara, Indonesia menempati posisi keenam setelah Nepal (19,8%), India (18,6%), Myanmar (12,6%), Bangladesh (11,9%), dan Timor-Leste (9,9%).

Kualitas air sungai di Indonesia sebagian besar berstatus cemar berat (Statistik Lingkungan Hidup Indonesia, 2018). Sedangkan berdasarkan data Indeks Kualitas Lingkungan Hidup Tahun 2019 (KLHK, 2019), diketahui terdapat 8 provinsi yang memiliki nilai indeks kualitas air (IKA) dibawah IKA nasional (52,62%).

Pertambangan tidak hanya menghasilkan keuntungan finansial, tetapi juga dapat berdampak buruk pada lingkungan. Pertambangan emas menghasilkan limbah yang berasal dari pemisahan emas dan pembersihan bahan galian, yang terdiri dari bahan galian organik dan anorganik. Penambangan emas melibatkan pencucian, pembuangan tailing, dan pengupasan tanah lapisan atas, yang dikenal sebagai tanah lapisan atas, yang dapat memengaruhi karakteristik fisik, kimia, dan biologi tanah dan air. Limbah yang mengandung logam merupakan salah satu bahan pencemar perairan.

Hasil studi indeks pencemar air oleh (Maulidah et al. 2015; Aryani et al, 2023) menunjukkan bahwa karakteristik fisik, kimia, dan biologi air pada tiga titik stasiun pengukuran menunjukkan bahwa semua titik stasiun menunjukkan tingkat pencemaran yang signifikan.

Salah satu sumber pencemar dari aspek kimia yaitu logam berat Arsen (As). Arsen sudah dikenal sebagai sumber toksik sejak dahulu, namun penggunaannya masih dilakukan hingga kini. *International Agency for Research on Cancer* dalam (Ginting, 2018) menyatakan bahwa Arsen berada pada kelas pertama sebagai bahan karsinogen tanpa nilai ambang batas minimum dimana dalam jumlah kecil Arsen dapat menimbulkan efek negatif untuk kesehatan manusia.

Arsen merupakan salah satu unsur paling beracun yang dapat ditemukan secara alami di alam. Secara alami arsen dapat berada dalam tanah, air dan udara (Adhani dan Husaini, 2017). Arsen pada umumnya terikat sebagai garam sulfida. Biji arsen banyak didapatkan berasosiasi dengan biji timah, nikel, kobalt, perak, timbal dan emas. Oleh sebab itu arsen dihasilkan juga sebagai hasil sampingan dari kegiatan pertambangan, dan salah satunya yaitu pertambangan emas (Sukandarrumidi, 2018).

Diperkirakan beberapa juta orang terpapar arsenik secara kronis di seluruh dunia, terutama di negara-negara seperti Bangladesh, India, Chili, Uruguay, Meksiko, Taiwan, di mana air tanahnya terkontaminasi arsenik konsentrasi tinggi. Paparan arsenik terjadi melalui jalur oral (konsumsi), inhalasi, kontak kulit, dan jalur parenteral sampai batas tertentu. Konsentrasi arsenik di udara berkisar antara 1 hingga 3 ng/m³ di lokasi terpencil (jauh dari emisi manusia), dan dari 20 hingga 100 ng/m³ di perkotaan. Konsentrasi airnya biasanya kurang dari 10µg/L, meskipun kadar yang lebih tinggi dapat terjadi di dekat endapan mineral alami atau lokasi pertambangan. Konsentrasinya dalam berbagai makanan berkisar antara 20 hingga 140 mg/kg. Tingkat arsenik alami dalam tanah biasanya berkisar antara 1 hingga 40 mg/kg, namun penggunaan pestisida atau pembuangan limbah dapat menghasilkan nilai yang jauh lebih tinggi (Tchounwou et al 2016)

Arsen (As) merupakan salah satu hasil sampingan dari proses pengolahan bijih logam non-besi terutama emas, yang mempunyai sifat sangat beracun dengan dampak merusak lingkungan. Arsen ditemukan pada beberapa cebakan bijih logam. Penambangan cebakan logam mengandung Arsen (As) dan pembuangan tailing dengan keterlibatan atmosfer akan mempercepat mobilisasi unsur tersebut dan selanjutnya memasuki sistem air permukaan atau merembes ke dalam akifer-akifer air tanah setempat.

Penelitian dari (Gani *et al.*, 2017) yang menganalisis air sumur dari pertambangan emas tanpa izin di Desa Bakan. Menyatakan bahwa kadar arsen di 4 titik di sungai Desa Bakan belum melampaui batas nilai standar baku mutu. Menurut (Permanawati *et al.*, 2013) dalam (Viona *et al.*, 2022) kadar logam berat dalam perairan yang rendah tidak menjamin logam berat yang terdapat dalam bahan cemaran tidak memiliki dampak negatif untuk perairan.

Penelitian lain juga dilakukan oleh Mabuut, dkk (2017) tentang kandungan arsen yang berada di air, ikan, kerang, dan juga sedimen pada daerah aliran sungai Tondano. Berdasarkan penelitian didapatkan bahwa kadar arsen yang terdapat

dalam air adalah $< 0,0002 - 0,013$ mg/l, dan untuk kadar logam arsen yang terdapat pada ikan.

Kontaminasi arsenik tingkat tinggi menjadi perhatian karena arsenik dapat menyebabkan sejumlah dampak kesehatan manusia. Beberapa penelitian epidemiologi telah melaporkan hubungan yang kuat antara paparan arsenik dan peningkatan risiko efek kesehatan karsinogenik dan sistemik (Tchounwou et al 2016)

Hampir semua sistem organ terkena dampak paparan arsenik. Ini termasuk sistem kardiovaskular, dermatologis, saraf, hepatobilier, ginjal, gastrointestinal, dan pernapasan. Selain itu, penelitian menunjukkan angka kematian terstandar yang jauh lebih tinggi yang disebabkan oleh kanker kandung kemih, ginjal, kulit, dan hati di banyak tempat yang tercemar arsenik. Bentuk kimia arsenik berkorelasi dengan tingkat kerusakan kesehatan, dan waktu dan dosis juga berpengaruh. Ada bukti yang kuat bahwa arsenik dapat menyebabkan tumor pada manusia, tetapi mekanisme yang menyebabkan tumor pada manusia masih belum dipahami sepenuhnya (Tchounwou et al 2016).

Selain logam berat arsen (As), terdapat logam berat lainnya yaitu tembaga. Tembaga adalah logam berat yang penting karena dibutuhkan oleh manusia, mamalia lain, dan ikan untuk metabolisme, pembentukan hemoglobin, haemosianin, dan pigmen dalam proses pengangkutan oksigen (Solomon, 2009). Konsumsi tembaga yang baik untuk manusia adalah 2,5 mg/kg berat badan/hari untuk orang dewasa dan 0,05 mg/kg berat badan/hari untuk anak-anak dan bayi (Palar, 2008). Namun, dalam jumlah yang melebihi batas tersebut dapat bersifat toksik. Jika ikan atau organisme akuatik yang mengandung tembaga dimakan oleh manusia, tembaga dapat masuk ke dalam tubuh dan memberikan efek pada kesehatan.

Sebelumnya pada tahun 2018 telah dilakukan penelitian untuk mengetahui analisis risiko akibat pajanan Cu dan Nitrogen Dioksida di Malimongan dengan menggunakan sampel lingkungan berupa konsentrasi Cu dan Nitrogen Dioksida di 30 rumah (*indoor*) dan 30 responden. Pada penelitian tersebut hasil pengukuran tembaga seluruhnya dibawah 1 mg/m³, dimana untuk perhitungan real time 23 responden (76,7%) diantaranya memiliki RQ>1 atau berisiko dan untuk perhitungan lifetime 24 responden (80%) memiliki RQ>1 atau berisiko akibat terpapar Cu. Sementara untuk Nitrogen Dioksida tidak ditemukan adanya risiko untuk kedua waktu perhitungan tersebut. Waktu, frekuensi dan durasi pajanan sangat

mempengaruhi dari ukuran asupan yang diperoleh oleh pengrajin emas (Mallongi *et al.*, 2018).

Penelitian lain yang selaras dengan hal tersebut yaitu kajian mengenai keberadaan tembaga di lingkungan yang dilakukan dengan melihat kadar Cu pada *Total Suspended Particulate* (TSP) yang di analisa dengan metode *Inductively Coupled Plasma* (ICP) di SDN 01 Pandean Lamper dan SDN 03 Sron dol Wetan yang menunjukkan tingkat risiko karsinogenik *Cancer Risk Ingestion* (CRing) Pb $1,85 \times 10^{-6}$ berisiko kanker karena berada dalam batas toleransi cancer risk (10^{-6} - 10^{-4}) (Ediputri *et al.*, 2017).

Dalam jumlah kecil tembaga (Cu) tidak mengganggu kesehatan karena tubuh memerlukan waktu untuk memetabolismenya dan diperlukan juga dalam pembentukan sel-sel darah. Namun, akumulasi tembaga (Cu) dalam jumlah besar pada manusia dapat menimbulkan kerusakan hati, anemia bahkan berujung pada kematian (Sekarwati *et al.*, 2015). Menurut Linder (2006) dalam (Ariansyah *et al.*, 2012) bahwa penyerapan tembaga dalam darah terutama proses perpindahan dari mukosa intestin ke dalam plasma darah, tembaga akan diikat pada albumin dan suatu protein baru (transcuprein) dan dibawa ke hati lalu akan mencapai proses diinkorporasikan ke dalam seruloplasmin dan protein/enzim hati yang spesifik kemudian hilang melalui empedu.

Potensi pertambangan emas dengan nilai harga jual yang cukup tinggi yaitu tepatnya di Kelurahan Poboya Di Kecamatan Mantikulore Kota Palu Provinsi Sulawesi Tengah yang berada di bagian timur dari wilayah kecamatan. Potensi pertambangan emas yang ada di kelurahan poboya merupakan pertambangan emas yang cukup lama di Kota Palu dan sampai saat ini proses pertambangan emas masih beroperasi serta dikuasi oleh masyarakat setempat. Kegiatan penambangan emas tradisional ini menggunakan teknik amalgamasi bijih dengan merkuri untuk membentuk amalgam dengan media air. Kemudian air sumur ditempatkan pada suatu kolam penampungan yang berhubungan langsung dengan lingkungan sekitar.

Sumber batuan atau bahan baku emas diambil dari penambangan emas tradisional di Kelurahan Poboya yang beroperasi sejak tahun 2009 hingga sekarang kemudian diolah di wilayah Kelurahan Kawatuna, dan menggunakan beberapa teknologi, metode, dan zat kimia tertentu sebagai bahan untuk memisahkan emas dengan pasir atau batuan sehingga masyarakat Kawatuna dan sekitarnya berisiko

terkena pencemaran lingkungan khususnya cemaran logam berat tembaga (Cu) dan arsen (As) dan dari aktivitas tersebut.

Pengolahan emas menghasilkan air buangan atau limbah yang dialirkan langsung ke bak pembuangan limbah karena tidak ada lapisan yang mencegah limbah meresap dan mencemari tanah dan lingkungan sekitar. Tidak ada pengelolaan yang baik menyebabkan limbah meresap dan merembes, mencemari air sungai Poboya. (Adjie, 2021).

Tidak dipungkiri dampak dari kegiatan pertambangan dapat berpengaruh positif bagi suatu daerah, dan perusahaan tambang. Namun disamping itu, kegiatan pertambangan emas dapat menyebabkan rendahnya kualitas lingkungan (Siregar, et al, 2021). Untuk mengendalikan kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh aktifitas pertambangan tersebut maka diperlukan kerjasama yang baik dari seluruh stakeholder (perusahaan, pemerintah, dan masyarakat) untuk mengontrol dengan baik pelaksanaan pertambangan tersebut agar aman dan nyaman sehingga lingkungan tetap terjaga dengan baik (Siregar, et al, 2021; Kusuma dkk, 2017).

Penelitian ini merupakan studi mengenai analisis risiko kesehatan lingkungan akibat pajanan agent risiko lingkungan yaitu logam berat tembaga (Cu) dan arsen (As). Ada beberapa alasan dalam pemilihan topik dalam penelitian ini yaitu selama ini masih sedikit penelitian yang mengambil agent risiko logam berat tembaga (Cu) dan arsen (As), penelitian sebelumnya lebih dominan kepada agent risiko merkuri (Hg), cadmium (Cd), chromium (Cr) dalam konsep analisis risiko di lingkungan.

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) pajanan Tembaga (Cu) dan Arsen (As) melalui air sumur pada masyarakat Desa Tanjung Pering sebelumnya belum pernah dilakukan. Analisis risiko kesehatan lingkungan penting untuk dilakukan untuk memperkirakan risiko kesehatan akibat pajanan logam berat Tembaga (Cu) dan Arsen (As). Metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) dilakukan untuk mengidentifikasi bahaya dan kerugian apa saja yang nantinya akan terjadi, memahami hubungan dosis agen risiko terhadap respons tubuh, mengukur besar pajanan agen risiko, serta menetapkan tingkat risiko beserta efek kesehatan pada populasi. Kemudian metode ARKL dilakukan guna menentukan perlu atau tidaknya pengendalian akibat paparan Arsen pada masyarakat yang hidup dan tinggal serta beraktivitas di daerah tambang emas PT. Citra Palu Mineral Provinsi Sulawesi Tengah dimasa sekarang maupun mendatang.

1.2 Rumusan Masalah

Melihat kondisi dan dampak kesehatan yang dapat ditimbulkan akibat paparan tembaga (Cu) dan arsen (As) pada manusia, memberikan gambaran terhadap kondisi lingkungan dan kesehatan masyarakat di daerah tambang emas PT. Citra Palu Mineral Provinsi Sulawesi Tengah selama bertahun-tahun.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas rumusan masalah pada penelitian ini adalah gambaran besarnya tingkat risiko paparan (RQ), dan manajemen pengelolaan lingkungan akibat paparan tembaga (Cu) dan arsen (As) kondisi lingkungan dan kesehatan masyarakat di daerah tambang emas PT. Citra Palu Mineral Provinsi Sulawesi Tengah.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Menganalisis risiko akibat paparan tembaga (Cu) dan arsen (As) pada masyarakat di sekitar tambang emas PT. Citra Palu Mineral Provinsi Sulawesi Tengah.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Untuk menghitung konsentrasi, laju asupan, analisis paparan logam berat tembaga (Cu) dan arsen (As) pada air sumur disekitar PT. Citra Palu Mineral Provinsi Sulawesi Tengah.
2. Untuk menganalisis risiko kesehatan yang ditimbulkan akibat paparan tembaga (Cu) dan arsen (As) pada masyarakat di sekitar tambang emas PT. Citra Palu Mineral Provinsi Sulawesi Tengah.
3. Untuk menganalisis manajemen risiko paparan tembaga (Cu) dan arsen (As) pada masyarakat di sekitar tambang emas PT. Citra Palu Mineral Provinsi Sulawesi Tengah.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi pemerintah

Sebagai bahan pertimbangan dan informasi kepada pemerintah dalam merancang suatu peraturan terkait pemakaian bahan kimia atau logam dalam industri perhiasan dan pemberian solusi serta perhatian kepada masyarakat setempat oleh Dinas Perdagangan dan Perindustrian Kota Palu terkait masalah keamanan, keselamatan dan kesehatan.

1.4.2 Bagi institusi

Memberikan kontribusi ilmiah kepada institusi dalam memahami dan mengelola risiko lingkungan akibat paparan logam berat tembaga (Cu) dan arsenik (As) di daerah tambang emas. Serta dapat memperkaya basis data dan referensi institusi terkait pengelolaan lingkungan di daerah tambang serta sebagai bahan evaluasi kebijakan pengelolaan limbah tambang

1.4.3 Bagi mahasiswa

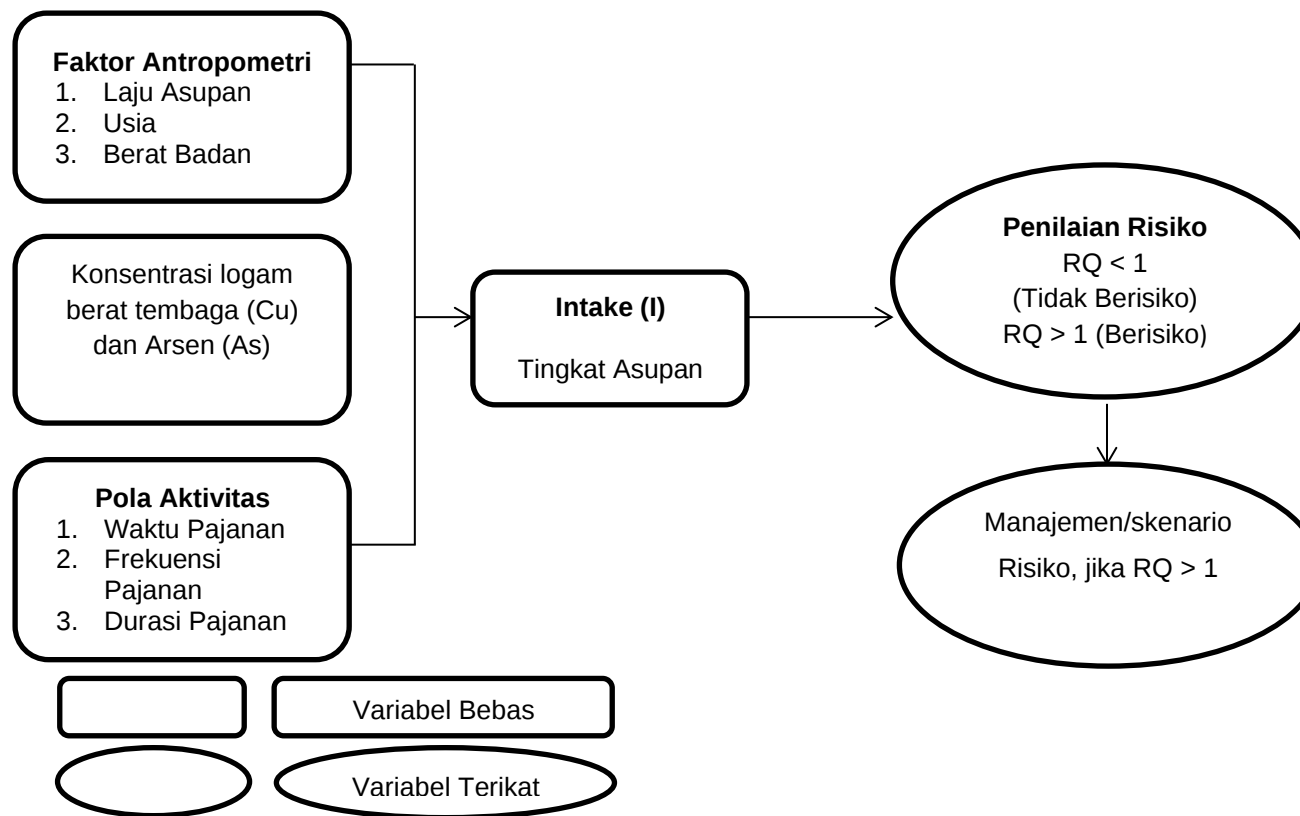
Sebagai referensi ilmiah untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa terkait dampak logam berat terhadap kesehatan lingkungan dan metode analisis risiko. Serta membantu mahasiswa dalam mengembangkan keterampilan penelitian, seperti pengumpulan data, analisis risiko, dan penyusunan rekomendasi berdasarkan hasil studi.

1.4.4 Bagi masyarakat

Memberikan informasi tentang tingkat risiko kesehatan akibat paparan logam berat tembaga dan arsenik di lingkungan sekitar tambang emas. Serta meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap bahaya pencemaran logam berat dan pentingnya upaya mitigasi untuk melindungi kesehatan dan ekosistem

1.6 Kerangka Konsep

Kerangka konsep ini terdiri dari variabel dependen dan variabel independent. Hubungan antara variabel independent dan variabel dependen digambarkan dalam bagan dibawah ini:



Gambar 1.2 Kerangka Konsep

1.7 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Tabel 1.1 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

No	Variabel	Definisi Operasional	Pengukuran dan Satuan	Skala	Parameter	Kriteria Obyektif
1	<i>Intake (I)</i>	Jumlah konsentrasi/besaran risiko paparan tembaga (Cu) dan arsen (As) yang masuk ke dalam tubuh manusia dengan berat badan tertentu (kg) setiap harinya	Melakukan perhitungan berdasarkan paparan tembaga (Cu) dan arsen (As) dengan rumus : $I = \frac{C \times R \times tE \times fE \times Dt}{Wb \times t \text{ avg}}$ Dengan satuan mg/kg/day	Nominal	-	-
2	<i>Concentration (C)</i>	Konsentrasi besaran risiko paparan tembaga (Cu) dan arsen (As)	Menggunakan metode spektrofotometri serapan atom (SSA)	Rasio	-	-
3	<i>Rate (R)</i>	Laju Konsumsi atau banyaknya volume air yang masuk melalui ingesti setiap hari	Wawancara dan kuesioner, dengan satuan L/day	Rasio	-	-
4	<i>Frekuensi of Exposure (fE)</i>	Lama atau jumlah hari (hari/tahun) terjadinya paparan tembaga (Cu) dan arsen (As) setiap tahunnya (350 hari/tahun untuk nilai default residensial)	Wawancara dan kuesioner, dengan satuan day/year	Rasio	-	-
5	<i>Time Exposure (tE)</i>	Waktu terjadinya paparan tembaga (Cu) dan arsen (As) setiap tahunnya	Wawancara dan kuesioner, dengan satuan day/year	Rasio	-	-
6	<i>Duration Time</i>	Durasi paparan tembaga (Cu) dan arsen (As). Paparan lifetime: 30 tahun untuk nilai default residensial, paparan realtime berdasarkan lama responden air masuk melalui	Wawancara dan	Rasio	-	-

No	Variabel	Definisi Operasional	Pengukuran dan Satuan	Skala	Parameter	Kriteria Obyektif
	(Dt)	ingesti setiap hari	Kuesioner, dengan satuan (tahun)			
7	Weight of Body (Wb)	Berat badan responden yang dinyatakan dalam satuan (Kg)	Pengukuran dengan Timbangan berat badan (dalam Kg)	Rasio	-	-
8	Time Average (t avg)	Periode waktu rata-rata (hari) untuk efek karsinogenik (70 tahun x 365 hari/tahun) dan efek non-karsinogenik (30 tahun x 365 hari/tahun)	Dalam jam/hari	Rasio	-	-
9	Risk Quotient (RQ)	Tingkat risiko efek non karsinogenik (Risk Quotient)	Penentuan risiko non karsinogen dengan rumus: $RQ = \frac{I}{RfC}$ Penentuan risiko karsinogen dengan ECR = I x SF	Rasio	1. Memiliki risiko non karsinogenik 2. Tingkat risiko dapat diterima	1. Berisiko jika RQ > 1 2. Tidak berisiko jika RQ < 1

1.8 Tabel Sintesa

Tabel 1.2 Tabel Sintesa Penelitian

No	Nama Penulis dan Tahun	Judul Penelitian	Metodologi	Hasil Penelitian
1	Anwar Mallongi M.Najib Bhustan, Nur Juliana Herawati, 2018	Risk Assessment due to the exposure of Copper and Nitrogen Dioxide in the Goldsmith in Malimongan Makassar (Makassar-Indonesia)	Desain penelitian observasional analitik dengan pendekatan ARKL (Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan)	1. Hasil perhitungan konsentrasi tembaga seluruhnya dibawah 1 mg/m³ dan 23 responden (76,7%) diantaranya memiliki RQ>1 atau berisiko akibat terpapar Cu. 2. Waktu, frekuensi dan durasi pajanan sangat mempengaruhi dari ukuran asupan yang diperoleh oleh pengrajin emas 3. Hasil perhitungan risiko akibat pajanan NO₂ seluruhnya tidak beresiko dengan RQ < 1
2	Novita Sekarwati, Bardi Murachman, Sunarto, 2015	Dampak Logam Berat Cu (Tembaga Dan Ag (Perak) Pada Limbah Cair Industri Perak Terhadap Kualitas Air Sumur Dan Kesehatan Masyarakat Serta Upaya Pengendalian Nya Yogyakarta	Desain penelitian adalah Cross Sectional	1. Hasil penelitian menunjukkan untuk parameter pada air sumur Ag (< dari Baku Mutu yang ditetapkan melalui Peraturan Gubernur No. 7 Tahun 2010 (0,1) 2. Parameter Ag (84,9350) > dari ketentuan PerGub (0,6). 3. Hasil penelitian untuk upaya pengendalian menggunakan enceng gondong menunjukkan mengalami penurunan pada

No	Nama Penulis dan Tahun	Judul Penelitian	Metodologi	Hasil Penelitian
				hari ke -4 sebesar 0,82 mg/l menjadi 1.56 mg/l. Rata-rata penurunan pada hari ke -8 sebesar 1,003 mg/l menjadi 0.54 mg/kg
3	Vinda Agita Ediputri, Pertiwi Andarani, Irawan Wisnu Wardhana, 2017	Analisis Risiko Logam Berat (Pb Dan Cu) Dalam Total Suspended Particulate (TSP) Terhadap Kesehatan Siswa Dan Guru Di Sekolah Dasar (Studi Kasus : SDN Pandean Lamper 01 Dan SDN Srandol Wetan 03) (Semarang-Indonesia)	1. Desain penelitian adalah observasional analitik 2. Pengukuran konsentrasi logam berat pada TSP dengan metode Inductively Coupled Plasma (ICP)	1. CR _{ing} Pb tertinggi di SDN Pandean Lamper ($1,85 \times 10^{-6}$) dan berisiko kanker 2. CR _{inh} tertinggi di SDN Pandean Lamper $5,002 \times 10^{-10}$ dan tidak berisiko kanker 3. HI Cu tidak berisiko karena berada dibawah batas toleransi risiko
4	Alicia A.Taylor Joyce S.Tsuji Michael R, 2020	Critical Review of Exposure and Effects:Implication for setting regulatory Health Criteria for Ingested Copper	Critical Review	Nilai RfD kronik untuk Cu adalah 2.7 mg/hari atau 0.04 mg/kg/hari untuk kategori lifetime
5	Anggraini Farida, Andi Anwar ,	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan NonKarsinogenik Tembaga pada Ikan	Observasional dengan pendekatan ARKL	Kadar Cu dari 6 sampel ikan nila adalah lokasi I 240mg/L dan 80 mg/L, lokasi II 310 mg/L dan

No	Nama Penulis dan Tahun	Judul Penelitian	Metodologi	Hasil Penelitian
	Risva 2019	Nila Keramba yang dikonsumsi dan dibudidayakan Masyarakat di Desa Jembayan		130 mg/L, serta lokasi III 58 mg/L dan 67 mg/L, maka keseluruhan pengukuran Cu pada ikan nila melebihi Baku Mutu Lingkungan yang ditetapkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 yaitu sebesar 0,008 mg/L. Hasil perhitungan dengan metode ARKL adalah dari 30 responden sekitar 70% warga berpotensi mengalami gejala dari resiko penyakit non-karsinogenik dari Cu di masa konsumsi 30 tahun
6	<u>Sausan Dhiyya</u> <u>Ulhaq</u> 2021	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Nitrit (No ₂), Dan Tembaga (Cu) Pada Masyarakat Di Kelurahan Ciketing Udik, Bekasi Tahun 2020	Penelitian deskriptif dengan pendekatan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)	Rata-rata konsentrasi nitrit dan tembaga pada air permukaan di Kelurahan Ciketing Udik secara berturut-turut ialah 0,2175 mg/L dan 0,2075 mg/L. Intake nitrit dan tembaga non-karsinogenik (Lifetime) tertinggi secara berturut-turut terdapat pada Titik II yaitu sebesar 7×10^{-1} mg/Kg/hari dan 1×10^{-1} mg/Kg/hari. Nilai RQ > 1 berada pada titik I, II, dan III, dimana hal ini menyebabkan dibutuhkan manajemen risiko dengan melakukan pengendalian pencemaran air secara administrasi dan secara teknis

No	Nama Penulis dan Tahun	Judul Penelitian	Metodologi	Hasil Penelitian
7	Nuraina Fitriai, 2021	Estimasi Intake Logam Berat Pada Konsumsi Ikan Dari Sungai Code, Yogyakarta Dan Risiko Kesehatannya	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)	Estimasi intake pada ikan yang diperoleh yaitu admium (Cd) $9,04 \times 10^{-8}$, 66×10^{-8} – $1,25 \times 10^{-6}$ mg/kg/hari, timbal (Pb) $1,21$ – $6,81 \times 10^{-5}$ mg/kg/hari, tembaga (Cu) $3,57 \times 10^{-6}$ mg/kg/hari, mangan (Mn) $3,27 \times 10^{-4}$ mg/kg/hari, kromium (Cr) $6,15 \times 10^{-6}$ – $1,91 \times 10^{-4}$ – 5 – $2,38 \times 10^{-4}$ mg/kg/hari, dan besi (Fe) $3,97 \times 10^{-4}$ – $4,62 \times 10^{-3}$ mg/kg/hari. Karakteristik risiko pada Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) menunjukkan bahwa satu kondisi tidak aman dari hasil estimasi intake maksimum logam berat admium (Cd) pada sampel ikan
8	Sabiha Mawaddah Sopian <i>et al.</i> , 2023	Analisis risiko logam berat Cr dan Cu pada Cu pada daerah aliran sungai Cilamaya	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)	Risiko cemaran logam berat Cr yang berada pada titik 1-4 sebesar 0.010958904 sedangkan risiko cemaran logam berat Cu yang berada pada titik 1-4 sebesar 0.0109589. Nilai risiko kedua logam berat Cu dan Cr < 1 yang berarti daerah aliran sungai Cimalaya tidak berisiko.
9	Azizah Rika Nurul <i>et al.</i> , 2022	Analisis Risiko Logam Berat Cr dan Cu pada DAS Cileungsi	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan	Dosis intake logam berat Cr yang berada pada titik 1 – 8 pada segmen 4 dan 5 dengan nilai

No	Nama Penulis dan Tahun	Judul Penelitian	Metodologi	Hasil Penelitian
			(ARKL)	intake 0,00014 mg/kg/hari dan Dosis intake logam berat Cu yang berada pada titik 1-8 pada segmen 4 dan 5 dengan nilai intake 0,000438356 mg/kg/hari. Risiko cemaran logam berat Cr yang berada pada titik 1 – 8 pada segmen 4 dan 5 sebesar 0,046. Sedangkan Risiko cemaran logam berat Cu yang berada pada titik 1 – 8 pada segmen 4 dan 5 sebesar 0,01095
10	Harliyanti Safitri <i>et al.</i> , 2016	Analisis Risiko Logam Berat Fe, Cr Dan Cu Pada Aliran Sungai Garang	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)	Nilai risiko tertinggi logam berat Fe sebesar 0,711 mg/kg/hari, logam berat Cr sebesar 1,244 mg/kg/hari dan logam berat Cu sebesar 0,0008 mg/kg/hari yang diterima oleh 1 responden yang berada di titik sampling 6 segmen 5. Sedangkan untuk analisis nilai resiko cemaran logam berat Fe, Cr dan Cu, diperoleh logam berat Cr > 1 yang berarti responden berisiko terpapar logam berat

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian observasional menggunakan metode *Environmental Health Risk Assessment* (EHRA) atau Analisis Risiko dengan tujuan menilai atau memperkirakan besaran risiko kesehatan manusia yang disebabkan oleh paparan bahaya lingkungan (Mallongi, 2014).

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Februari 2024. Lokasi penelitian dan tempat pengambilan sampel berada di sekitar Tambang Emas PT. Citra Palu Mineral Provinsi Sulawesi Tengah. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada hasil observasi sebelumnya yang menemukan bahwa air sumur dari hasil kegiatan produksi penambangan emas berpotensi mencemari air sumur masyarakat dan mengandung logam berat tembaga (Cu) dan Arsen (As) yang sangat berbahaya bagi manusia apabila kontak langsung dan terpajan setiap harinya. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel air sumur secara langsung di sekitar Tambang Emas PT. Citra Palu Mineral Provinsi Sulawesi Tengah kemudian melakukan pemeriksaan sampel untuk mengetahui konsentrasi logam berat tembaga (Cu) dan Arsen (As).

2.3 Populasi dan Sampel

2.3.1 Populasi

1. Populasi Manusia

Populasi manusia dalam penelitian ini adalah masyarakat yang tinggal disekitar Tambang Emas PT.Citra Palu Mineral Provinsi Sulawesi Tengah.

2. Populasi Lingkungan

Populasi lingkungan dalam penelitian ini adalah air sumur di sekitar Tambang Emas PT.Citra Palu Mineral Provinsi Sulawesi Tengah.

2.3.2 Sampel

1. Sampel Manusia

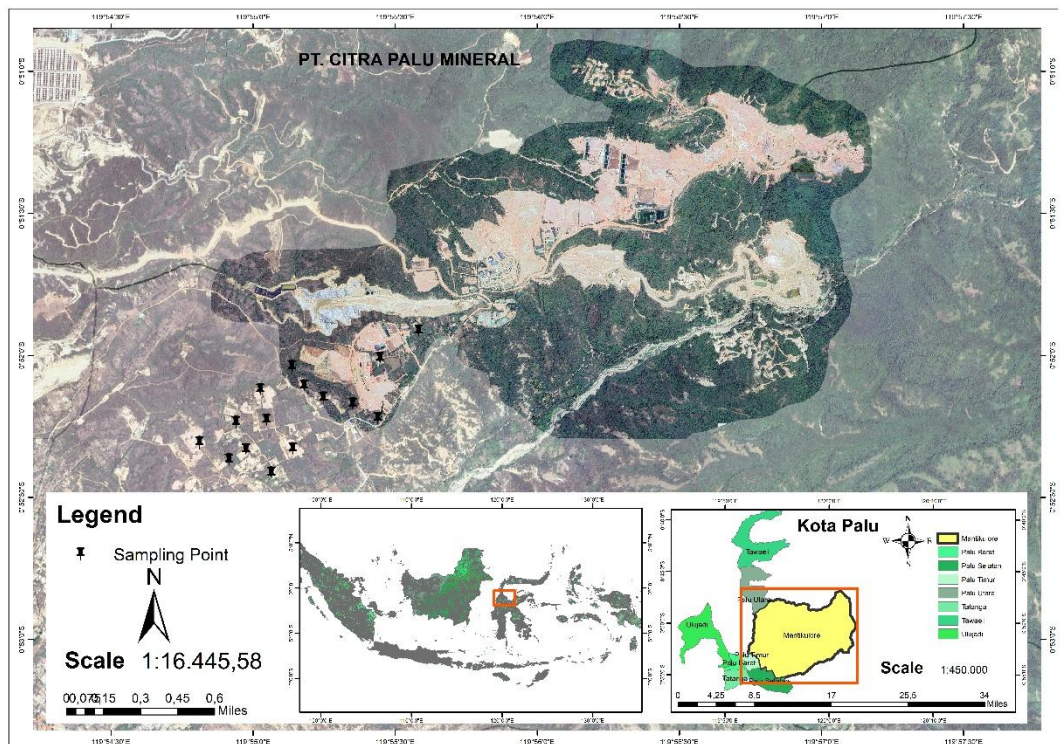
Pengambilan sampel subjek dilakukan dengan teknik purposive sampling. Menurut Sumantri (2011), pada teknik purposive sampling sampel ditentukan oleh orang yang telah mengenal betul populasi yang akan diteliti (seorang ahli di bidang yang akan diteliti). Cara ini lebih baik dari cara yang lain karena dilakukan berdasarkan pengalaman berbagai pihak (Budiarto, 2004). Besaran sampel diperoleh dengan menggunakan rumus lemeshow (1997) dikarenakan jumlah populasi tidak diketahui. Maka diperoleh hasil jumlah 30 sampel manusia. Alasan peneliti menggunakan rumus lemeshow (1997) karena populasi yang dituju terlalu besar dengan jumlah yang berubah ubah.

Sampel tersebut diambil berdasarkan kriteria kriteria sebagai berikut:

- 1) Berada disekitar Tambang Emas Pt.Citra Palu Mineral Provinsi Sulawesi Tengah
- 2) Masyarakat bersedia untuk dijadikan sebagai responden (diwawancarai)
- 3) Responden yang diwawancarai adalah anak anak (usia 5 – 12 tahun) dan dewasa (usia > 26 tahun).

2. Sampel Lingkungan

Sampel lingkungan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah air sumur yang diambil sebanyak 15 titik air sumur yang berdekatan dengan lokasi penambangan untuk pemeriksaan logam berat arsen (As) dan tembaga (Cu).



Gambar 2.1 Peta Titik Pengambilan Sampel

3. Persyaratan Pengambilan Sampel Air (SNI: SNI 6989.59:2008)

a. Persyaratan wadah sampel

Wadah yang digunakan untuk menyimpan sampel harus memenuhi persyaratan sebagai berikut: a) terbuat dari bahan gelas atau plastik poli etilen (PE) atau poli propilen (PP) atau teflon (Poli Tetra Fluoro Etilen, PTFE); b) dapat ditutup dengan kuat dan rapat; c) bersih dan bebas kontaminan; d) tidak mudah pecah; e) tidak berinteraksi dengan sampel.

b. Persiapan wadah sampel

Lakukan langkah-langkah persiapan wadah contoh, sebagai berikut: a) Untuk menghindari kontaminasi contoh di lapangan, seluruh wadah sampel harus benarbenar dibersihkan di laboratorium sebelum dilakukan pengambilan sampel. b) Wadah yang disiapkan jumlahnya harus selalu dilebihkan dari yang dibutuhkan, untuk jaminan mutu, pengendalian mutu dan cadangan. c) Jenis wadah sampel dan tingkat

pembersihan yang diperlukan tergantung dari jenis sampel yang akan diambil.

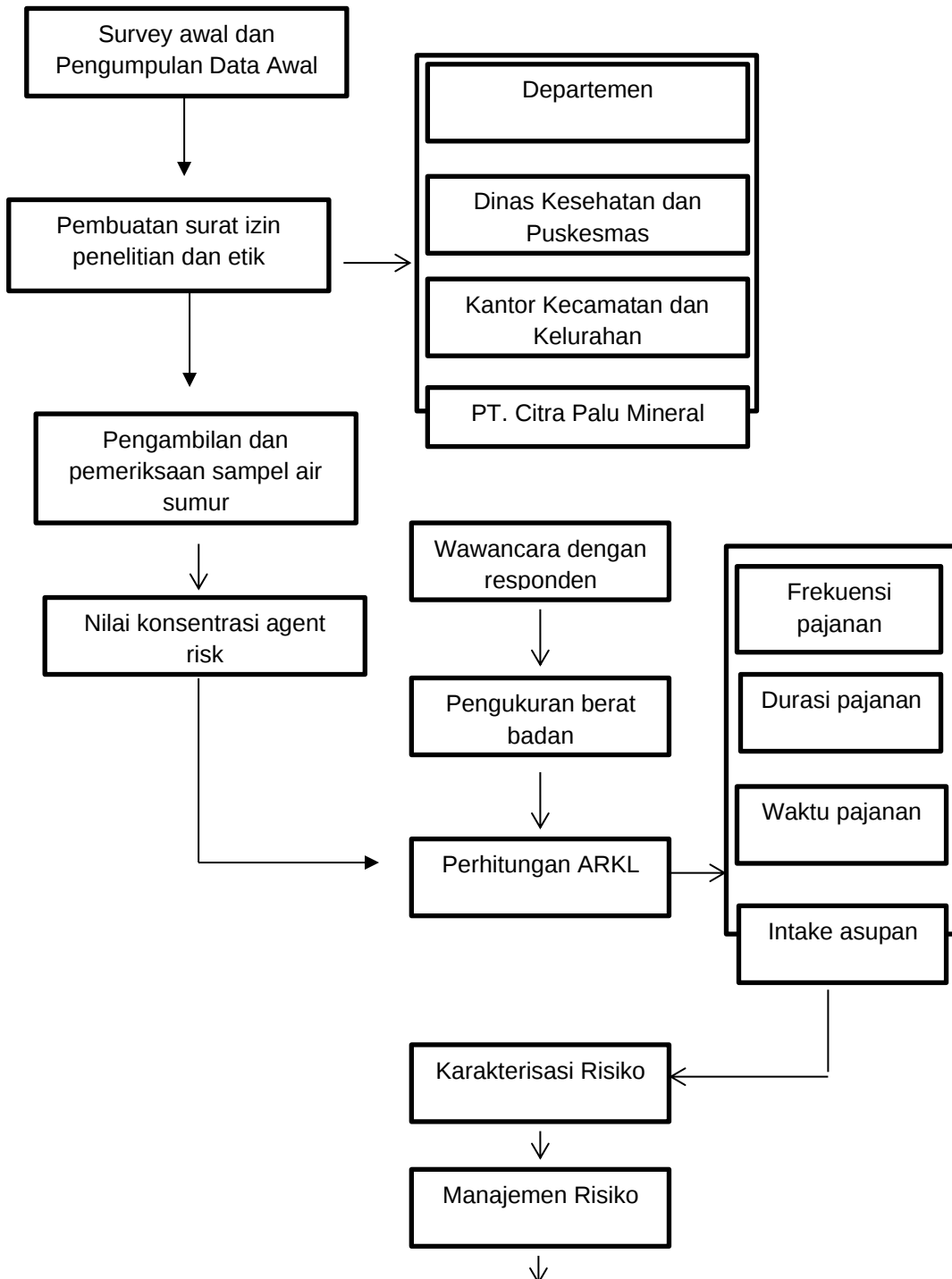
c. Teknik Pengambilan Sampel

Kualitas air sumur berfluktuasi atau sangat berfluktuasi akibat proses produksi, semua air sumur dari masing-masing proses disatukan dan dibuang melalui bak equalisasi, maka pengambilan contoh dilakukan dalam pengambilan sampel air sumur dengan cara sesaat (*grab sampling*)

d. Pengambilan Sampel

Pengambilan contoh untuk pengujian kualitas air a) siapkan alat pengambil contoh sesuai dengan saluran pembuangan; b) bilas alat dengan contoh yang akan diambil, sebanyak 3 (tiga) kali; c) ambil contoh sesuai dengan peruntukan analisis dan campurkan dalam penampung sementara, kemudian homogenkan; d) masukkan ke dalam wadah yang sesuai peruntukan analisis; e) lakukan segera pengujian untuk parameter suhu, kekeruhan dan daya hantar listrik, pH dan oksigen terlarut yang dapat berubah dengan cepat dan tidak dapat diawetkan; f) hasil pengujian parameter lapangan dicatat dalam buku catatan khusus; g) pengambilan contoh untuk parameter pengujian di laboratorium dilakukan pengawetan

2.4 Alur Penelitian



Komunikasi Risiko

2.5 Jenis dan Sumber Data Gambar 2.2 Bagan Alur Penelitian

2.5.1 Data Primer

Data primer yaitu data yang diperoleh dari hasil wawancara, observasi lapangan, hasil uji laboratorium pemeriksaan logam berat tembaga (Cu) dan Arsen (As) pada air sumur, hasil perhitungan analisis pajanan dan risiko kesehatan. Data primer meliputi:

1. Dokumentasi lapangan pada saat melaksanakan penelitian
2. Data hasil wawancara langsung terhadap responden
3. Data interpretasi hasil pengisian kuesioner oleh responden
4. Data hasil pemeriksaan sampel di laboratorium
5. Data riwayat kesehatan responden

Wawancara dengan responden menggunakan instrumen kuosioner (*Kobotoolbox*) dan pengukuran data antropometri terhadap responden yaitu:

1. Laju asupan masing-masing individu yang menjadi subjek penelitian;
2. Berat badan masing-masing individu yang menjadi subjek penelitian;
3. Durasi pajanan masing-masing individu yang menjadi subjek penelitian.

Sedangkan sumber data yang digunakan daKaralam penelitian ini diperoleh langsung dengan melakukan wawancara kepada masyarakat yang menggunakan air dari sumber air yang berdekatan dengan sumber pencemar dengan menggunakan kuesioner yang telah dibuat oleh peneliti untuk sampel subjek dengan menggunakan aplikasi *kobotoolbox*.

2.5.2 Data Sekunder

Data Sekunder, yaitu data pendukung yang diperoleh dari penelusuran kepustakaan berupa buku, artikel/jurnal serta media informasi yang dianggap memiliki keterkaitan dengan penelitian yang dijalankan.

2.6 Teknik Pengumpulan Data

1. Sampel air sumur yang diperoleh adalah air sumur di peroleh di sekitar industry pertambangan emas PT.Citra Palu Mineral Provinsi Sulawesi Tengah, sampel air kemudian dibawa ke laboratorium untuk dianalisa.

2. Data individu (responden) diperoleh dari hasil wawancara dengan responden yang bertempat tinggal di daerah PT.Citra Palu Mineral Provinsi Sulawesi Tengah. Selanjutnya data yang diperoleh digunakan untuk menghitung laju asupan (*intake*) dari pajanan logam berat tembaga (Cu) dan Arsen (As) yang terkandung dalam air sumur kemudian masuk ke dalam tubuh manusia melalui sistem pencernaan (*ingesti*) maupun dermal (Kulit). Data berat badan responden diukur menggunakan timbangan berat badan yang diambil langsung pada saat melakukan wawancara.

2.7 Pengolahan dan Analisa Data

2.7.1 Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan salah satu bagian dari rangkaian kegiatan penelitian setelah kegiatan pengumpulan data. Tahapan pengolahan data sebagai berikut:

1. *Editing*, kegiatan ini dilakukan untuk memeriksa kembali isian kuesioner apakah jawaban yang ada pada kuesioner mengenai data antropometrik, pola aktivitas responden sudah lengkap, jelas, relevan dan konsisten
2. *Coding*, kegiatan ini dilakukan untuk mempermudah pada saat analisis data dan juga mempercepat pada saat entry data.
3. *Tabulasi Data*, kegiatan ini dilakukan untuk mengelompokkan data kedalam tabel yang dibuat agar sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian
4. *Entry Data*, setelah semua isian kuesioner terisi dan benar, maka langkah selanjutnya adalah memproses data agar dapat dianalisa. Pemrosesan data dilakukan dengan cara meng-entry data dari kuesioner ke dalam program komputer.
5. *Cleaning*, kegiatan ini dilakukan untuk memeriksa kembali data yang sudah di entry apakah ada kesalahan atau tidak.

2.7.2 Analisa Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL), sedangkan tahapan analisis data dalam penelitian ini adalah

1. Identifikasi bahaya

Identifikasi bahaya kimia yaitu suatu cara untuk mempelajari karakteristik bahan tersebut dengan mengamati label bahan kimia kemudian bentuk, warna, bau dan sifatnya. Identifikasi bahan kimia dilakukan berkaitan dengan penanganan, penyimpanan, dan penggunaan bahan tersebut lebih lanjut, sehingga risiko bahaya dapat dicegah dan dihindari, serta dalam penggunaannya lebih efisien.

Cara mudah mengidentifikasi suatu bahan kimia dapat dilakukan dengan cara mempelajari informasi yang tertera pada label kemasan, jadi identifikasi bahaya adalah tahap awal analisis risiko kesehatan lingkungan untuk mengenali risiko. Tahap ini adalah suatu proses untuk menentukan bahan kimia yang berpengaruh terhadap kesehatan manusia, misalnya kanker dan cacat lahir.

2. Analisis dosis respon

Analisis dosis respon disebut juga *dose-response assessment* atau *toxicity assessment*, yaitu menetapkan nilai-nilai kuantitatif toksisitas risk agent untuk setiap bentuk spesi kimianya. Toksisitas dinyatakan sebagai dosis referensi (*reference dose, RfD*) untuk efek nonkarsinogenik dan *Cancer Slope Factor (CSF)* atau *Cancer Unit Risk (CCR)* untuk efek karsinogenik. Analisis dosis-respon merupakan tahap yang paling menentukan karena ARKL hanya bias dilakukan untuk risk agent yang sudah ada dosis-responnya, dosis referensi dibedakan untuk pajanan oral atau tertelan (ingesti, untuk makanan dan minuman), dosis yang digunakan untuk menetapkan *RfD* adalah yang menyebabkan efek paling rendah yang disebut *NOAEL (No Observed Adverse Effect Level)* atau *LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level)*. Berdasarkan standarisasi yang dikeluarkan oleh Badan US-EPA untuk nilai *RfD* Arsenic (As) yaitu 0.0003 mg/kg/day dan nilai *RfD* Tembaga (Cu) yaitu 0.04 mg/kg/day (US EPA 2017).

3. Analisis Pemajanan

Analisis pemajanan atau *exposure assessment* yang disebut juga penilaian kontak, bertujuan untuk mengenali jalur pajanan risk agent agar jumlah asupan yang diterima individu dalam populasi berisiko bisa dihitung, waktu pajanan (*tE*) harus digali dengan cara menanyakan berapa lama kebiasaan responden sehari-hari berada diluar rumah seperti ke pasar, mengantar dan menjemput anak sekolah

dalam hitungan jam. Demikian juga untuk frekuensi pajanan (f_E), kebiasaan apa yang dilakukan setiap tahun meninggalkan tempat mukim seperti pulang kampung, mengajak anak berlibur ke rumah orang tua, rekreasi dan sebagainya dalam hitungan hari. Untuk durasi pajanan (D_t), harus diketahui berapa lama sesungguhnya (real time) responden berada di tempat mukim sampai saat survey dilakukan dalam hitungan tahun. Selain durasi pajanan lifetime, durasi pajanan realtime penting untuk dikonfirmasi dengan studi epidemiologi kesehatan lingkungan (EKL) apakah estimasi risiko kesehatan sudah terindikasikan.

Data dan informasi yang dibutuhkan untuk menghitung asupan adalah semua variabel yang terdapat dalam persamaan (1) (ATSDR, 2005)

$$I = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

Keterangan:

- I Asupan (*intake*), mg/kg/hari
- C Konsentrasi risk agent, mg/m³ (udara), mg/L (air minum), mg/kg (pangan/makanan)
- R Laju asupan atau konsumsi, m³ / jam (inhalasi), L/hari (air minum), g/hari (makanan)
- t_E Waktu Pajanan
- f_E Frekuensi Pajanan
- D_t Durasi pajanan, tahun (real time atau default)
- W_b Berat Badan (Kg)
- t_{avg} Periode waktu rata-rata (30 x 365 hari /tahun untuk realtime, 70 tahun x 365 hari/ tahun untuk lifetime)

4. Karakterisasi Risiko

Karakterisasi risiko kesehatan dinyatakan sebagai *risk quotient* (RQ , tingkat risiko) untuk efek efek nonkarsinogenik dan *excess cancer risk* (ECR), RQ dihitung dengan membagi asupan nonkarsinogenik ($Intk$) risk agent dengan RfD atau RfC -nya.

Karakteristik risiko untuk non karsinogenik dilakukan dengan membandingkan atau membagi intake dengan dosis atau konsentrasi agen risiko tersebut. Variabel yang digunakan untuk menghitung

tingkat risiko adalah intake (yang didapatkan dari analisis pemajanan) dan dosis referensi (RfD) atau konsentrasi referensi (RfC) yang didapat dari literatur yang ada (dapat diakses di situs www.epa.gov/iris)

$$RQ = \frac{I}{RfD}$$

Keterangan :

RQ : Karakterisasi risiko (risk characterization)

RfD : Analisis konsentasi respon

I : Intake (paparan)

Karakteristik risiko untuk efek karsinogenik dilakukan perhitungan dengan mengkali intake dengan SF (slope factor). Nilai referensi agen risiko dengan efek karsinogenik didapatkan dari situs www.epa.gov/iris.

5. Manajemen Risiko

Berdasarkan karakteristik risiko, dapat dirumuskan pilihan-pilihan manajemen risiko untuk meminimalkan RQ dan efek risk agent dengan mengubah nilai faktor-faktor pemajanan yang tercakup dalam persamaan (1) sedemikian rupa sehingga asupan lebih kecil atau sama dengan dosis referensi toksisitasnya. Berikut manajemen risiko yang dapat dilakukan untuk meminimalisir pengaruh negatif dari pemajanan, yaitu :

- a. Menurunkan konsentrasi risk agent bila pola dan waktu konsumsi tidak dapat diubah. Cara ini menggunakan prinsip $Ink = RfD$, maka persamaan yang digunakan adalah:

$$C = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{R \times f_E \times D_t}$$

- b. Mengurangi pola (laju) konsumsi bila konsentrasi risk agent dan waktu konsumsi tidak dapat diubah. Persamaan yang digunakan untuk manajemen risiko cara ini adalah :

$$R = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{C \times f_E \times D_t}$$

- c. Mengurangi waktu kontak bila konsentrasi risk agent dan pola konsumsi tidak dapat di ubah. Cara ini juga sering digunakan dalam strategi studi epidemiologi kesehatan lingkungan. Persamaan yang digunakan adalah :

$$D_t = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg} \cdot L}{C \times R \times f_E \cdot \text{hari}}$$

Keterangan:

I	Asupan (<i>intake</i>), mg/kg/hari
C	Konsentrasi risk agent, mg/m ³ (udara), mg/L (air minum), mg/kg (pangan/makanan)
R	Laju asupan atau konsumsi, m ³ / jam (inhalasi), L/hari (air minum), g/hari (makanan)
t _E	Waktu Paparan
f _E	Frekuensi Paparan
D _t	Durasi paparan, tahun (real time atau default)
W _b	Berat Badan (Kg)
t _{avg}	Periode waktu rata-rata (30 x 365 hari /tahun untuk realtime, 70 tahun x 365 hari/ tahun untuk lifetime)
RfD	Reference of Doses

2.8 Penyajian Data

Cara penyajian data penelitian dilakukan melalui berbagai bentuk. Penyajian data umumnya dikelompokkan menjadi tiga, yaitu penyajian dalam bentuk narasi, penyajian dalam bentuk tabel dan penyajian dalam bentuk grafik (Notoatmodjo, 2010). Data pada penelitian ini diperoleh dari hasil pengambilan sampel dilapangan dan di laboratorium disajikan dalam bentuk narasi.