

**ANALISIS FAKTOR RISIKO KELUHAN KESEHATAN AKIBAT  
INDIKASI PAPARAN LOGAM BERAT MERKURI (Hg)  
DI WILAYAH KERJA PUSKESMAS BUNUT  
KABUPATEN PESAWARAN**

**Oleh:**

**MEGA ZULFATUS SORAYA  
2028021020**



**PROGRAM STUDI MAGISTER KESEHATAN MASYARAKAT  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
TAHUN 2023**

## **ABSTRAK**

### **ANALISIS FAKTOR RISIKO KELUHAN KESEHATAN AKIBAT INDIKASI PAPARAN LOGAM BERAT MERKURI (Hg) DI WILAYAH KERJA PUSKESMAS BUNUT KABUPATEN PESAWARAN**

**oleh**

**MEGA ZULFATUS SORAYA**

Pencemaran logam berat merkuri (Hg) di sekitar area pertambangan emas kerap kali menimbulkan permasalahan kesehatan bagi penduduk disekitarnya. Begitu juga yang terjadi di wilayah kerja Puskesmas Bunut Kabupaten Pesawaran dimana terdapat beberapa titik pengolahan emas utamanya di bantaran sungai Way Ratai. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor risiko keluhan kesehatan masyarakat akibat indikasi paparan merkuri di sekitaran pemurnian emas di wilayah kerja Puskesmas Bunut Way Ratai Kabupaten Pesawaran.

Penelitian menggunakan desain kuantitatif dengan pendekatan cross-sectional. Penelitian ini dilakukan pada bulan April-Juni 2023 di wilayah kerja Puskesmas Bunut Kabupaten Pesawaran. Sampel penelitian ditentukan secara *purposive sampling* dengan jumlah sampel 100 orang. Analisis data menggunakan analisis univariat, analisis bivariat, dan analisis multivariat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor risiko yang berhubungan dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg) yaitu usia, *p-Value* 0,018, pendidikan terakhir *p-Value* 0,000, pekerjaan *p-Value* 0,000, lama tinggal *p-Value* 0,000, jarak tempat tinggal *p-Value* 0,000, sumber air konsumsi *p-Value* 0,004, aktifitas masyarakat dalam penggunaan air sungai *p-Value* 0,000 dan pemeriksaan fisik *p-Value* 0,000. Secara bersama-sama variabel pendidikan terakhir (*p-Value* 0,025), pekerjaan (*p-Value* 0,001), status gizi (*p-Value* 0,041), lama tinggal (*p-Value* 0,000) dan pemeriksaan fisik (*p-Value* 0,018) menunjukkan hubungan yang bermakna dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg), dan variabel pekerjaan sebagai variabel yang paling dominan dengan OR 10,293.

**Kata Kunci:** Faktor Risiko, Keluhan Kesehatan, Paparan Merkuri

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF HEALTH COMPLAINTS' RISK FACTORS DUE TO HEAVY METAL MERCURY (Hg) EXPOSURE IN THE WORKING AREA OF BUNUT PUBLIC HEALTH CENTER, PESAWARAN REGENCY**

**By**

**MEGA ZULFATUS SORAYA**

Heavy metal mercury (Hg) pollution in the vicinity of gold mining areas often poses health problems for the surrounding population. This also occurs in the working area of Bunut Public Health Center Pesawaran, where there are several gold processing points, mainly along the banks of Way Ratai River. This study aims to analyze the risk factors for health complaints in the community due to mercury exposure around gold refining activities in the working area of Bunut Public Health Center, Way Ratai Pesawaran.

The study employed a quantitative design with a cross-sectional approach. It was conducted from April to June 2023 within the working area of Bunut Public Health Center Pesawaran. The study's sample was determined through purposive sampling, consisting of 100 individuals. Data analysis was performed using univariate, bivariate, and multivariate analyses.

The results of the study indicate that risk factors associated with health complaints due to heavy metal mercury (Hg) exposure are age p-Value 0,018, highest education level p-Value 0,000, occupation p-Value 0,000, length of residence p-Value 0,000, distance from residential area p-Value 0,000, source of drinking water p-Value 0,004, community activities involving river water usage p-Value 0,000, and physical examination p-Value 0,000. Together, the variables of highest education level (p-Value 0,025), occupation (p-Value 0,001), nutritional status (p-Value 0,041), length of residence (p-Value 0,000), and physical examination (p-Value 0,018) show a significant relationship with health complaints due to heavy metal mercury (Hg) exposure, with the occupation variable being the most dominant with an odds ratio (OR) of 10,293.

**Keywords:** Risk Factors, Health Complaints, Mercury Exposure

**ANALISIS FAKTOR RISIKO KELUHAN KESEHATAN AKIBAT  
INDIKASI PAPARAN LOGAM BERAT MERKURI (Hg)  
DI WILAYAH KERJA PUSKESMAS BUNUT  
KABUPATEN PESAWARAN**

**Oleh:**

**MEGA ZULFATUS SORAYA**

**TESIS**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
MAGISTER KESEHATAN MASYARAKAT**

**Pada**

**Program Studi Magister Kesehatan Masyarakat  
Fakultas Kedokteran Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI MAGISTER KESEHATAN MASYARAKAT  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
TAHUN 2023**

**Judul Tesis** : **ANALISIS FAKTOR RISIKO KELUHAN KESEHATAN AKIBAT INDIKASI PAPARAN LOGAM BERAT MERKURI (Hg) DI WILAYAH KERJA PUSKESMAS BUNUT KABUPATEN PESAWARAN**

**Nama Mahasiswa** : **Mega Zulfatus Soraya**

**Nomor Pokok Mahasiswa** : **2028021020**

**Program Studi** : **Magister Kesehatan Masyarakat**

**Fakultas** : **Kedokteran**



**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

**Dr. Ir. Endro Prasetyo W, S.T., M.Sc.**  
NIP 19700129 199512 1 001

**Dr. Suharmanto, S.Kep., MKM.**  
NIP 231811830710101

**2. Ketua Program Studi Magister Kesehatan Masyarakat**

**Dr. dr. Betta Kurniawan, S.Ked., M.Kes.**  
NIP 19781009 200501 1 001

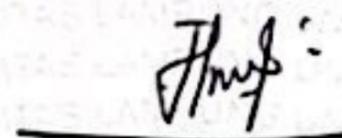
## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

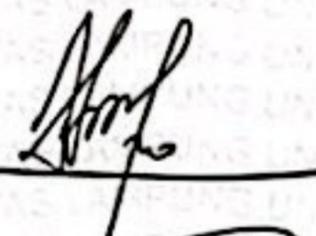
Ketua : **Dr. Ir. Endro Prasetyo W, S.T., M.Sc.**



Sekretaris : **Dr. Suharmanto, S.Kep., MKM.**



Anggota : **Dr. dr. Khairun Nisa, S.Ked., M.Kes., AIFO.**



Anggota : **Bayu Anggileo P., S.Kep., Ns., MMR., Ph.D.**



### 2. Dekan Fakultas Kedokteran



**Dr. Eng. Satripto Dwi Yuwono, S.Si., M.T.**  
NIP 19740705 200003 1 001

### 3. Direktur Pascasarjana Universitas Lampung



**Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.**  
NIP 19640326 198902 1 001

Tanggal Lulus Ujian Tesis : **31 Juli 2023**

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya, bahwa :

1. Tesis dengan judul “ANALISIS FAKTOR RISIKO KELUHAN KESEHATAN AKIBAT INDIKASI PAPARAN LOGAM BERAT MERKURI (Hg) DI WILAYAH KERJA PUSKESMAS BUNUT KABUPATEN PESAWARAN” adalah hasil karya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarism.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya.

Bandar Lampung, 31 Juli 2023

Pembuat pernyataan,



*Mega Zulfatus Soraya*  
Mega Zulfatus Soraya  
NPM. 2028021020

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis bernama lengkap Mega Zulfatus Soraya lahir di Metro pada tanggal 01 Juni 1994 merupakan anak ke-2 dari dua bersaudara. Penulis lahir dari pasangan suami istri, Bapak Sumardi dan Ibu Miarsih. Pekerjaan orang tua Pegawai Negri Sipil. Penulis bertempat tinggal di jalan Beruang No.10 RT 022/ RW 004 28 Purwosari Metro Utara. Peneliti menyelesaikan Pendidikan di Sekolah Dasar di SDN 4 Metro Utara dan tamat pada tahun 2006. Pada tahun itu juga peneliti melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 6 Metro dan tamat pada tahun 2009 kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMAN 5 Metro dan tamat pada tahun 2012. Selanjutnya penulis melanjutkan Pendidikan di Universitas Malahayati prodi Kedokteran Profesi dokter umum dan lulus serta di Sumpah Dokter pada tahun 2019.

## **MOTTO**

“Selalu libatkan Allah , maka jalanmu akan dipermudah”

## **PERSEMBAHAN**

Terimakasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu, terutama kepada  
kedua orang tua dan Suami

**(Bapak Sumardi dan Ibu Miarsih & Faishal Muhammad Hanun)**

Yang selalu mendoakan setiap langkahku dalam kehidupan ini.

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Esa, Karena atas Rahmat dan hidayah-Nya tesis ini dapat diselesaikan. Tesis dengan judul “Analisis Faktor Risiko Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg) Di Wilayah Kerja Puskesmas Bunut Kabupaten Pesawaran” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Kesehatan Masyarakat di Universitas Lampung. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M, selaku rektor Universitas Lampung.
2. Dr. Eng. Suripto Dwi Yuwono, S.Si., M.T, selaku Dekan Fakultas Kedokteran Kedokteran Universitas Lampung.
3. Dr. dr, Betta Kurniawan, S. Ked., M. Kes, selaku Ketua Program Studi Magister Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
4. Dr. Ir. Endro Prasetyo W, S.T., M.Sc, selaku Pembimbing Akademik sekaligus Ketua Penguji atas kesediaan waktunya untuk memberikan bimbingan dan saran dalam proses penyelesaian tesis ini.
5. Dr. Suharmanto, S.Kep., MKM, selaku Sekretaris Penguji atas kesediaan waktunya untuk memberikan bimbingan dan masukan dalam proses penyelesaian tesis ini.
6. Dr. dr. Khairun Nisa, S.Ked.,M.Kes., AIFO, selaku Penguji 1 yang telah banyak memberikan dukungan, saran dan kritik yang membangun dalam proses penyusunan tesis.
7. Bayu Anggileo Pramesona, S.Kep., Ns., MMR., Ph.D, selaku Penguji 2 yang telah banyak memberikan dukungan, saran dan kritik yang membangun dalam proses penyusunan tesis.
8. Seluruh dosen, staf dan karyawan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung atas ilmu, waktu, bantuan yang telah diberikan selama proses perkuliahan dan penyusunan tesis.

9. Kedua orangtuaku tercinta, Bapak Sumardi dan Ibu Miarsih yang sangat saya cintai dan sayangi. Terimakasih telah membesarkanku yang tiada henti selalu mendoakan, memberikan kasih sayang, perhatian, serta semangat sepanjang waktu. Tiada mungkin dapatku balas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata cinta dan persembahan, karena aku sadar belum bisa berbuat yang lebih untuk kalian. Terimakasihku tak terhingga untukmu kedua orang tuaku orang yang paling berharga dalam hidupku.
10. Suamiku Faishal Muhammad Hanun yang selalu memberi dukungan, perhatian, motivasi dan kasih sayangnya.
11. Kakakku Alfian Pahlevy dan kakak iparku Dita serta seluruh keluarga besar Mbah Uti Tersayang yang selalu memberikan semangat dan motivasi untuk menyelesaikan tesis ini.
12. Anakku Agatha Khaynan Hanun terimakasih atas kerjasamanya dan sudah menemani serta menjadi semangat Amma selama menyelesaikan tesis ini.
13. Mertuaku Ibu Dwi Lestari dan Bpk Ruspandi yang selalu memberikan dukungan serta semangat dalam menyelesaikan tesis ini.
14. Teman- teman angkatan 2020 yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terimakasih atas bantuan dan dukungan selama proses perkuliahan.
15. Sahabat sahabatku dan adik-adikku Aprianisa Nurwinda W, Intan Amalia, kak Rika, Shella Fitra N, Arla Erit Siktia Cana, Clara Sylvia Agustin, Milantika Kristanti dan Yulita yang selalu memberikan keceriaan, motivasi dan juga bantuan kepada penulis.

Bandar Lampung, Juli 2023

Penulis

**Mega Zulfatus Soraya**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	v
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	vii
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	viii
<b>MOTTO</b> .....	ix
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	x
<b>SANWACANA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	7
1.3 Tujuan Penelitian .....	8
1.3.1 Tujuan Umum.....	8
1.3.2 Tujuan Khusus.....	8
1.4 Manfaat Penelitian .....	9
1.4.1 Manfaat ilmiah .....	9
1.4.2 Manfaat Institusi.....	9
1.4.3 Manfaat Praktis .....	9
1.4.4 Manfaat bagi Penulis.....	9
1.4.5 Manfaat bagi Peneliti selanjutnya .....	10
1.4.6 Manfaat bagi Dinas Kesehatan.....	10
1.4.7 Manfaat bagi Puskesmas.....	10
1.4.8 Manfaat bagi Masyarakat .....	10
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	11
2.1 Landasan Teori .....	11
2.1.1 Logam Berat .....	11
2.1.2 Merkuri (Hg) .....	12
2.1.3 Paparan Merkuri (Hg) .....	13
2.1.4 Biomarker Paparan Merkuri .....	15
2.1.5 Keluhan Kesehatan terkait Merkuri dan Pemeriksaan Fisik .....	16
2.1.6 Uji Kualitas Air .....	19
2.1.7 Faktor Risiko Keluhan Kesehatan oleh Merkuri (Hg) .....	20
2.1.8 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan .....	26
2.1.9 Wilayah Kerja Puskesmas Bunut .....	28

2.2 Penelitian Terdahulu .....	29
2.3 Kerangka Teori.....	32
2.4 Kerangka Konsep.....	33
2.5 Hipotesis .....	33
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>36</b>
3.1 Jenis Penelitian.....	36
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	36
3.2.1 Waktu Penelitian .....	36
3.2.2 Tempat Penelitian.....	36
3.3 Variabel Penelitian.....	36
3.3.1 Variabel Bebas .....	36
3.3.2 Variabel Terikat.....	37
3.4 Definisi Operasional .....	37
3.5 Populasi dan Sampel.....	39
3.5.1 Populasi.....	39
3.5.2 Sampel .....	39
3.6 Teknik Pengambilan Sampel.....	40
3.7 Teknik Pengumpulan Data .....	40
3.8 Instrumen Pengambilan Sampel.....	41
3.9 Validitas dan Reabilitas .....	43
3.10 Tahapan Pengolahan Data dan Analisis Data .....	43
3.11 <i>Ethical Clearance</i> .....	44
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>46</b>
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	46
4.2 Hasil Penelitian .....	47
4.2.1 Analisis Univariat.....	47
4.2.2 Analisis Bivariat.....	49
4.2.3 Analisis Multivariat .....	55
5.1 Pembahasan.....	49
5.1.1 Hubungan Faktor Risiko (Usia) dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg) .....	59
5.1.2 Hubungan Faktor Risiko (Pendidikan) dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg) .....	60
5.1.3 Hubungan Faktor Risiko (Pekerjaan) dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg) .....	62
5.1.4 Hubungan Faktor Risiko (Status Gizi) dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg) .....	63
5.1.5 Hubungan Faktor Risiko (Lama Tinggal) dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg) .....	65
5.1.6 Hubungan Faktor Risiko (Jarak Tempat Tinggal) dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg) .....	66
5.1.7 Hubungan Faktor Risiko (Sumber Air Konsumsi untuk Masak dan Minum) dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg) .....	66

5.1.8 Hubungan Faktor Risiko (Aktifitas Masyarakat dalam Penggunaan Air Sungai) dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg).....	69
5.1.9 Hubungan Faktor Risiko (Pemeriksaan Fisik) dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg)	70
5.1.10 Hubungan Faktor Risiko dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg).....	71
5.2 Keterbatasan Penelitian .....	72
<b>BAB VI PENUTUP</b> .....	73
6.1 Kesimpulan.....	73
6.2 Saran .....	74

**DAFTAR PUSTAKA**  
**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu .....	29
Tabel 3.1	Definisi Operasional .....	37
Tabel 4.1	Distribusi Data Faktor Risiko Keluhan Kesehatan Masyarakat Akibat Indikasi Paparan Merkuri (Hg).....	47
Tabel 4.2	Hubungan Faktor Usia dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg) .....	49
Tabel 4.3	Hubungan Faktor Pendidikan Terakhir dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg).....	50
Tabel 4.4	Hubungan Faktor Pekerjaan dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg) .....	50
Tabel 4.5	Hubungan Faktor Status Gizi dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg) .....	51
Tabel 4.6	Hubungan Faktor Lama Tinggal dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg).....	52
Tabel 4.7	Hubungan Faktor Jarak Tempat Tinggal dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg).....	52
Tabel 4.8	Hubungan Faktor Sumber Air dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg) .....	53
Tabel 4.9	Hubungan Faktor Aktifitas Masyarakat dalam Penggunaan Air Sungai dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg) .....	54
Tabel 4.10	Hubungan Faktor Pemeriksaan Fisik dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg).....	55
Tabel 4.11	Kandidat Model Regresi Logistik Ganda Berdasarkan keluhan Kesehatan dengan Usia, Pendidikan Terakhir, Pekerjaan,	

Status Gizi, Lama Tinggal, Jarak Tempat Tinggal, Sumber Air, Aktifitas Masyarakat dalam Penggunaan Air, dan Pemeriksaan Fisik .....	56
Tabel 4.12 Pemodelan Regresi Logistik .....	56

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peta Wilayah Bunut, Way Ratai .....	23
Gambar 2.2	Kerangka Teori modifikasi Dirjen P2PL Kemenkes (2012), ATSDR (2004), NRC (1986) dan Mallongi (2014) .....	32
Gambar 2.3	Kerangka Konsep.....	33

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Air adalah suatu senyawa kimia yang begitu penting untuk kehidupan manusia dan seluruh makhluk hidup lainnya, yang fungsinya tidak dapat digantikan oleh senyawa lainnya dan juga komponen utama, baik untuk tanaman, hewan, dan manusia. Pada tubuh manusia sendiri 60-70% terdiri dari air/cairan. Air digunakan oleh manusia dalam kelangsungan hidup oleh karena itu air merupakan suatu kebutuhan pokok utama yang sangat berperan penting. Kualitas air yang sesuai dengan kadar di dalam tubuh manusia merupakan suatu hal penting yang perlu diperhatikan (Irawati et al., 2016).

Usaha pertambangan sering dianggap sebagai suatu penyebab kerusakan biota air dan pencemaran lingkungan. Pada kegiatan pemurnian emas skala kecil, pengolahan bijih dilakukan dengan proses amalgamasi yang dimana merkuri (Hg) dipergunakan untuk media pengikat emas (Klubi et al., 2018). Menurut WHO, saat ini lebih dari 1,2 miliar penduduk dunia tidak memiliki akses air bersih dan 2,4 miliar penduduk dunia tidak memiliki fasilitas sanitasi dasar yang memadai (Ichwani et al., 2022). Penggunaan air yang tidak aman, sanitasi yang kurang baik menjadi penyebab utama kematian. Perkiraan 871.000 terkait angka terjadinya kematian tahun 2012 dan diperkirakan 108.000 kematian tersebut disebabkan oleh zat yang tercemar di dalam air. Upaya penanggulangan bahaya pencemaran yang diakibatkan oleh merkuri (Hg) telah banyak dilakukan diberbagai sektor (Limbong, 2019).

Berdasarkan Peraturan pemerintah RI No. 101 tahun 2014 tentang Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, Pasal 31 Ayat 1 menyebutkan Setiap orang yang menghasilkan limbah berbahaya wajib melakukan pengumpulan limbah berbahaya tersebut. Namun pada kenyataannya, usaha pengolahan emas dengan cara amalgamasi telah membuang limbah hasil pengolahannya di

lingkungan sekitar saja dan pencemaran merkuri (Hg) tersebut terjadi ketika proses pengolahan berlangsung yang mengakibatkan sisa *tailing* tercecer pada saat pemindahan dan saat kondisi bak penampungan penuh. Sehingga *tailing* meluap mengalir ke perairan sungai. Terutama jika hujan, maka angka kontaminasi merkuri ke sekitar aliran sungai tersebut semakin tinggi (Kusuma et al., 2017).

Udara merupakan suatu campuran gas yang terdapat didalam lapisan yang mengelilingi bumi (atmosfir), dimana komposisi udara tersebut tidak selalu sama. Udara itu sendiri menurut para ahli merupakan komponen sangat penting dalam kehidupan, sehingga perlu dipelihara dan ditingkatkan kualitasnya. Kualitas udara bebas suatu wilayah ditentukan oleh daya dukung alam serta jumlah sumber paparan pencemaran yang berada di wilayah atau daerah tersebut. Komposisi udara bersih sendiri terdiri atas nitrogen (78%), oksigen (21%), argon (0,9%), neon (0,002%), helium (0,001%), karbon dioksida (0,03%), metana (0,0002%), dan krypton (0,0001%) (Arifin & Sukoco, 2015). Udara yang setiap saat kita hirup merupakan udara bebas yaitu udara ambien yang berada dilingkungan sekitar. Udara ambien ini merupakan udara bebas dipermukaan bumi yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia atau makhluk hidup dan juga perubahan iklim global baik secara langsung maupun tidak langsung. Pencemaran udara sendiri diartikan sebagai masuknya paparan zat, energi, ataupun komponen lain kedalam udara ambien yang berasal dari aktifitas manusia, sehingga mutu dari udara ambien tersebut turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara tersebut tidak dapat memenuhi fungsinya (Wardoyo, 2016).

Air maupun udara memiliki peran yang penting dalam kehidupan makhluk hidup, dan pencemaran merkuri ini terjadi tidak hanya melalui air konsumsi namun juga dapat melalui udara yang terserap di sekitaran lingkungan sekitar, misalnya melalui pohon yang multiguna. Merkuri yang telah terbawa udara karena adanya penguapan dapat mengakibatkan beberapa kemungkinan yang terjadi yaitu pengaruh di dalam pertumbuhan pohon sekitar sungai yang tercemar atau dapat juga mempengaruhi berat jenis pohon multiguna yang dikonsumsi manusia di sekitar pertambangan emas tersebut (Puspasari, 2017).

Kondisi air tanah pada aliran sungai Pesawaran tepatnya di Desa Bunut saat ini mendapat sambungan aliran dari beberapa titik salah satunya merupakan tempat

dari pengolahan pemurnian emas yaitu di sekitaran bantaran sungai Way Ratai, sehingga besar kemungkinan aliran sungai tersebut mengandung beberapa komponen logam berat merkuri (Hg) yang mempengaruhi karakteristik air dalam kehidupan masyarakat sekitarnya. Desa Bunut Seberang merupakan salah satu dari 22 desa di wilayah Way Ratai yang terletak kurang lebih 3 km ke arah barat kota kecamatan. Sebelah barat yang berbatasan dengan Desa Wates. Desa Bunut Seberang memiliki luas wilayah 1.800 hektar (Monografi Desa Bunut Seberang, 2020). Pada Desa Bunut Seberang tersebutlah proses pengolahan pencucian pertambangan emas dilakukan, tepatnya dialiran sungai sekitar Bunut seberang tersebut, yang aliran airnya menyebar hingga ke wilayah Way Ratai.

Pada tahun 2016 lalu telah diberitakan terdapat beberapa penemuan penambang emas ilegal di wilayah Gunung Bunder dan Gunung Kurnia Kabupaten Pesawaran, dimana bongkahan batu tersebut kemudian diolah di aliran sungai Bunut seberang, yang dalam pengolahan pertambangan emas tersebut pastinya menggunakan zat merkuri (Hg). Puluhan tempat pengolahan emas tersebut terlihat pada beberapa titik sekitaran bantaran sungai Way Ratai dimana disekitar daerah tersebut merupakan daerah yang padat penduduk (Amri, 2017). Pada tahun 2020 warga memberikan keterangan bahwa banyak sumur yang tercemar dampak dari pertambangan emas tersebut. Pada tahun 2021 pertambangan emas tersebut dinyatakan ilegal dan diberhentikan, namun dampak merkuri (Hg) yang tersebar di perairan sungai Way Ratai terus menjadi suatu topik penelitian yang perlu dikaji dan perlu diawasi. Dikarenakan unsur merkuri tersebut merupakan logam berat merkuri (Hg) yang dapat berdampak jangka panjang terhadap kelangsungan hidup masyarakat sekitarnya.

Beberapa faktor risiko yang akan diulas pada karya ilmiah ini berhubungan dengan keluhan kesehatan masyarakat yang didapat melalui air dan udara, dengan faktor risiko berupa usia, pendidikan terakhir, pekerjaan, status gizi, lama tinggal di daerah tersebut, jarak tempat tinggal, sumber air yang digunakan, aktifitas penggunaan air, dan pemeriksaan fisik secara langsung. Pada risiko disebutkan tersebut, akan diulas mengenai hubungan masing masing faktor risiko dengan keluhan kesehatan yang terindikasi disebabkan paparan merkuri di wilayah tersebut. Untuk wilayah yang akan ditunjuk pada pemetaan literatur sebelumnya

yang telah terbukti bahwa wilayah itu memiliki potensi paparan terhadap merkuri dengan tingkatan yang berbahaya. Wilayah yang diteliti melingkup wilayah sekitar aliran sungai way ratai tepatnya di wilayah Desa Bunut dan sekitarnya yang masih berjarak + 1,5 km dari titik yang ditentukan. Titik yang ditentukan tersebut diambil dari literatur sebelumnya yang telah meneliti kadar merkuri pada air dan udara di wilayah tersebut. (S.B. Yuwono *et al.*, 2023).

Paparan logam berat merupakan suatu kontaminasi dari zat berbahaya yang dapat masuk melalui air, udara dan tanah. Lembaga *Codex Alimentarius* (CAC) dan Badan Pengawasan Obat dan Makanan Indonesia telah menetapkan batas maksimum untuk 5 jenis logam berat yang sering didapatkan berbahaya bagi kesehatan manusia yaitu timbal (Pb), merkuri (Hg), cadmium (Cd), timah (Sn) dan arsen (As) (Efanny, 2018). Paparan logam berat ini paling sering didapatkan melalui kontaminasi air yang digunakan untuk pertambangan. Namun juga dapat diperoleh melalui beberapa paparan lain misalnya melalui udara yang terdampak pada tumbuhan yang dapat dikonsumsi manusia. Air limbah yang tercemar menjadi suatu tempat yang sering ditemukannya logam berat tersebut yang dapat menimbulkan risiko bagi kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. Pencemaran yang terjadi pada aliran sungai merupakan suatu peristiwa masuknya zat, energi, senyawa, unsur, atau komponen lainnya didalam air sehingga mengakibatkan penurunan kualitas air. Logam berat pada perairan adalah suatu ancaman untuk makhluk hidup baik terhadap biota di dalam air maupun diluar air juga termasuk mengancam kesehatan manusia yang sangat tergantung oleh sumber air tersebut (Azizah, 2022). Tingginya angka keluhan kesehatan pada masyarakat sekitar pertambangan emas khususnya mengacu pada permasalahan air dan udara yang tercemar oleh logam berat jenis merkuri (Hg). Logam berat sendiri merupakan polutan lingkungan yang signifikan dan toksisitas mereka adalah masalah peningkatan signifikansi untuk alasan ekologi, evolusi, gizi, dan lingkungan (Adhani & Husaini, 2017).

Logam berat merkuri (Hg) sering menjadi suatu permasalahan yang cenderung terjadi di wilayah penambangan emas dapat mengakibatkan suatu gangguan kesehatan bagi masyarakat setempat (Lestaris, 2019). Logam berat Merkuri (Hg) merupakan unsur logam yang memiliki masa jenis lebih besar dari

5g/cm<sup>3</sup>. Faktor yang dapat menyebabkan logam berat Merkuri (Hg) masuk dalam zat pencemar adalah karena logam berat Merkuri (Hg) tidak dapat terurai sehingga dapat tersebar jauh dari sumber pencemaran namun mudah diabsorpsi. Merkuri (Hg) merupakan unsur utama logam berat yang menduduki urutan pertama dalam jenis berbahaya (Sudarmaji & Prasasti, 2016). Merkuri (Hg) tersebut tersebar melalui air dimana dalam proses pertambangan emas biasanya merkuri (Hg) memiliki peranan besar untuk bahan pengikat emas tersebut.

Merkuri juga dapat tercemar melalui udara dan juga tanah. Paparan merkuri (Hg) dalam jangka panjang dapat mengakibatkan gangguan kesehatan bagi manusia, juga komunitas air seperti ikan yang menjadi sumber pakan masyarakat sekitar. Dan hal tersebut paling banyak dialami oleh masyarakat yang hidup disekitar penambangan tersebut, dikarenakan kondisi air, udara maupun lingkungan yang berada di dalam kehidupan sehari-hari memiliki kandungan yang telah terkontaminasi merkuri (Hg) tersebut. Beberapa faktor risiko yang diteliti oleh peneliti sebelumnya terkait akan masalah dari merkuri (Hg) dan masih belum banyak penanganan lanjutan.

Tubuh manusia tidak dapat mengolah bentuk dari metil merkuri sehingga logam berat tersebut dapat berada tetap dalam tubuh dalam waktu yang relatif panjang sehingga kejadian tersebut dapat mengakibatkan gangguan dalam kesehatan manusia. Pemaparan merkuri dalam waktu singkat dalam kadar merkuri yang tinggi dapat mengakibatkan kerusakan paru-paru, muntah, peningkatan tekanan darah dan denyut jantung.

Beberapa dampak yang terjadi akibat dari paparan merkuri terhadap kesehatan ini dapat dilihat dari berbagai aspek. Paling banyak ditemukan selama ini yaitu uap merkuri dapat berikatan disaat penyerapan dari alveolar udara karena difusi cepat uap merkuri melalui saluran membran alveolar dan kaputasi sel darah merah untuk mengoksidasi merkuri untuk merkuri. Oksidasi tersebut terjadi setidaknya sebagian, dibawah pengaruh katalase. Oksidasi ini bisa dihambat oleh alkohol dan *aminotriazole*, dimana penyerapan dan retensi terhirup telah berkurang. Efek dari *deadspace* yaitu penyerapan uap merkuri di tingkat menengah akan mencapai sekitar 80% pada konsentrasi lingkungan kerja. Tingkat penyerapan yang sama yaitu diperoleh setelah paparan sejumlah kecil radioaktif dari uap merkuri.

Selain uap merkuri ada juga berdampak pada oral apabila dikonsumsi atau tertelan di dalam pencernaan yaitu diserap tubuh melalui proses metabolisme pencernaan. Uap merkuri secara perlahan dilepaskan dari permukaan logam merkuri pada tingkatan terkait oleh luas permukaan. Kecenderungan logam merkuri untuk berikatan dengan sulfida akan semakin membatasi jumlah dari uap merkuri itu yang dapat diserap. Hal ini juga mempengaruhi toksisitas merkuri yang dapat diserap oleh tubuh. Atau melalui topical yaitu kulit. Sekitar Sebagian atau setengah dari jumlah merkuri yang diserap terjebak di kulit dan kemudian disimpan dalam jaringan di bawah kulit. Melalui suatu sistem serapan di daerah kulit dapat menyimpan atau menyerap sekitar 1% dari suatu paparan merkuri (Hg). Paparan merkuri ini sendiri banyak berdampak bagi kesehatan baik secara langsung maupun tidak langsung dan secara cepat ataupun lambat (Sudarmaji & Prasasti, 2016).

Pemeriksaan fisik dapat membantu pencarian penyebab keluhan kesehatan pada pasien yang dirasa diakibatkan oleh paparan merkuri tersebut. Sehingga pemeriksaan fisik *head toe toe* atau yang sering dilakukan dengan cara inspeksi yaitu melihat keadaan pasien dengan sembari palpasi yaitu menyentuh bagian yang diperiksa, dengan perkusi yaitu dengan memeriksa suara pada organ organ tertentu seperti jantung dan paru-paru di bagian *thorax* lalu di bagian abdomen dapat didengar suara timpani/tidak atau dengan kategori normal atau tidak normal agar dapat diolah perhitungannya (Widyah, 2018).

Berdasarkan hasil penelitian Azizah et al. (2021) logam berat dianggap sebagai sumber pencemar pada air sumur atau air konsumsi yang digunakan masyarakat yang pada akhirnya dapat menyebabkan risiko gangguan kesehatan. Penelitiannya yang menggunakan *cross sectional* dengan desain analisis risiko kesehatan lingkungan dengan sampel lingkungan sebanyak 6 sampel dan sampel manusia 68 responden didapatkan bahwa pejanan pada responden tersebut masih dibawah nilai berbahaya yang artinya apabila pencemaran merkuri (Hg) tersebut di atas nilai aman maka akan berpengaruh tinggi pada keluhan kesehatan masyarakat setempat.

Berdasarkan hasil penelitian Rendra (2021) ditemukan kadar merkuri 1 ppm yang terabsorpsi di dalam kandungan pohon yang multiguna. Hal ini berarti dapat mengganggu kesehatan bagi manusia yang mengkonsumsi hasil dari pohon

tersebut. Pohon tersebut umumnya tercemar dari udara yang telah tercemar merkuri yang kemudian terbawa melalui angin. Mekanisme keluhan kesehatan masyarakat bermula dari pencemaran merkuri yang masuk dalam tubuhnya. Mekanisme daya racun merkuri dalam tubuh meliputi kerusakan tubuh yang permanen. Komponen merkuri mempunyai karakteristik yang berbeda beda untuk daya racun yang dimilikinya, distribusi, dan akumulasi serta pengumpulan dan waktu resistensinya di dalam tubuh. Oleh karena logam berat merkuri ini sangatlah toksis sehingga tidak dapat dihancurkan oleh organisme di lingkungan hidup (Sudarmaji & Prasasti, 2016).

Berdasarkan hasil penelitian Niwele et al. (2021) masih banyak temuan penambangan emas ilegal yang belum ditangani penegak hukum dan juga masih kurangnya kesadaran masyarakat akan dampak dari paparan merkuri (Hg) yang mencemari air dalam kesehatan manusia. Toksisitas merkuri (Hg) pada umumnya secara akut dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan saluran pernapasan, pencernaan, gangguan kardiovaskuler, gagal ginjal akut, maupun kanker.

Selain itu, masyarakat sekitar memiliki banyak tanaman *Multi Purpose Trees Species* (MPTS). MPTS merupakan pohon yang dimanfaatkan hasil kayu dan non kayunya (Ayuningtyas et al., 2017). Masyarakat memanfaatkan hasil dari pohon MPTS untuk dapat dikonsumsi atau sebagai bahan pangan dan dijual untuk menambah penghasilan, sehingga interaksi masyarakat dengan pohon MPTS yang terkena paparan merkuri lebih intens baik pada daun, kulit dan buah pohon tersebut. Merkuri yang menempel pada pohon dapat menjadi suatu indikator pencemaran lingkungan (Rimondi et al., 2020).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas perlu analisis kajian lebih lanjut untuk menganalisis faktor risiko yang berhubungan dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

#### **1.3.1 Tujuan Umum**

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor risiko keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.

#### **1.3.2 Tujuan Khusus**

1. Menganalisis hubungan faktor risiko usia dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
2. Menganalisis hubungan faktor risiko pendidikan terakhir dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
3. Menganalisis hubungan faktor risiko pekerjaan responden dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
4. Menganalisis hubungan faktor risiko status gizi dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
5. Menganalisis hubungan faktor risiko jarak tempat tinggal dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
6. Menganalisis hubungan faktor risiko lama tinggal dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
7. Menganalisis hubungan faktor risiko sumber air konsumsi dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
8. Menganalisis hubungan faktor risiko aktifitas penggunaan air sungai dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.

9. Menganalisis hubungan faktor risiko pemeriksaan fisik dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
10. Menganalisis hubungan secara simultan faktor risiko dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Manfaat ilmiah**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang Faktor risiko keluhan kesehatan di wilayah puskesmas Bunut, Way Ratai tentang akibat dari paparan merkuri (Hg) pada masyarakat Bunut serta upaya manajemen yang dapat dilakukan untuk penanggulangan maupun pencegahan keluhan kesehatan tersebut.

### **1.4.2 Manfaat Institusi**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan masukan bagi pemerintah dan masyarakat daerah sungai Bunut, Way Ratai dalam rangka peningkatan kualitas kesehatan serta dapat menjadi salah satu referensi bahan bacaan yang bermanfaat bagi mahasiswa FK Unila.

### **1.4.3 Manfaat Praktis**

Menambah wawasan dan pengetahuan bagi pembaca. Selain itu penelitian ini merupakan salah satu syarat kelulusan di Fakultas Kedokteran Pasca Sarjana Jurusan Megister Kesehatan Masyarakat Universitas Lampung.

### **1.4.4 Manfaat bagi Penulis**

Hasil penelitian ini merupakan pengalaman berharga bagi peneliti dalam aktifitas pengaplikasian ilmu yang diperoleh selama mengikuti pendidikan serta memperluas wawasan pengetahuan tentang keluhan kesehatan yang disebabkan oleh paparan merkuri (Hg) di wilayah sungai Bunut, Way Ratai.

#### **1.4.5 Manfaat bagi Peneliti selanjutnya**

Sebagai informasi dasar untuk penelitian selanjutnya mengenai faktor risiko keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) yang terjadi di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai.

#### **1.4.6 Manfaat bagi Dinas Kesehatan**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi kebijakan untuk mempertahankan dan meningkatkan kelangsungan program pelayanan kesehatan dalam mengatasi keluhan akibat paparan merkuri (Hg) yang terjadi di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai, Pesawaran Lampung.

#### **1.4.7 Manfaat bagi Puskesmas**

Penelitian ini diharapkan dapat memberi masukan dalam meningkatkan kinerja suatu program pelayanan kesehatan khususnya bagian kesehatan lingkungan dalam menangani permasalahan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) yang terjadi di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai.

#### **1.4.8 Manfaat bagi Masyarakat**

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi dan pengetahuan serta kewaspadaan terkait keluhan yang diakibatkan oleh paparan merkuri (Hg) yang terjadi di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Landasan Teori**

##### **2.1.1 Logam Berat**

Logam adalah zat dengan konduktivitas tinggi listrik, kelenturan, dan kilau, secara sukarela kehilangan elektron mereka untuk membuat kation. Distribusi logam di atmosfer dipantau oleh sifat dari logam yang diberikan dan oleh berbagai faktor lingkungan. Logam berat merupakan logam yang mempunyai berat jenis 5,0 atau lebih, dengan nomor atom antara 21 dan 92 dari sistem periodik bahan kimia (Adhani & Husaini, 2017). Terdapat 80 jenis dari 109 unsur kimia di muka bumi ini yang telah teridentifikasi sebagai logam berat. Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat dapat dibedakan menjadi logam berat esensial dan logam berat non esensial. Logam berat termasuk unsur penting yang diperlukan makhluk hidup, dalam kadar yang tidak berlebihan sebagai *trace element*, logam berat esensial seperti Tembaga (Cu), Selenium (Se), Besi (Fe), dan Zink (Zn) dibutuhkan untuk menjaga metabolisme tubuh manusia. Sebaliknya logam berat *non essential* (elemen mikro) tidak memiliki fungsi di dalam tubuh manusia, bahkan dapat menjadi berbahaya hingga dapat menyebabkan keracunan dan kerusakan kesehatan manusia, diantaranya yaitu Merkuri (Hg), Timbal (Pb), Arsenik (As), Cadmium (Cd).

Logam berat merupakan komponen alami yang terdapat di muka bumi yang tidak dapat didegradasi ataupun dihancurkan dan merupakan zat yang dapat menjadi berbahaya karena dapat terjadi bioakumulasi. Bioakumulasi merupakan peningkatan konsentrasi zat kimia dalam makhluk hidup dalam waktu yang cukup lama, dibandingkan konsentrasi zat kimia yang terdapat di alam. Logam berat adalah terminologi yang umumnya digunakan untuk menjelaskan sekelompok elemen logam yang tergolong berbahaya bila masuk di dalam tubuh makhluk hidup. Sedangkan logam berat yang baik di lingkungan maupun di dalam tubuh manusia

dalam konsentrasi yang sangat rendah disebut sebagai *trace metals*. *Trace metals* seperti cadmium (Cd), timbal (Pb), dan merkuri (Hg) memiliki berat jenis yang sedikitnya 5 kali lebih besar daripada air. Salah satu logam berat yang sering dijumpai dalam lingkungan perairan yang tercemar limbah industri maupun pertambangan adalah merkuri (Hg). Logam berat merupakan golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaannya terletak pada pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan atau masuk di dalam tubuh makhluk hidup. Air yang baik seharusnya tidak mengandung garam atau ion-ion logam apapun termasuk merkuri (Hg) yang banyak menjadi perhatian masyarakat agar terhindar dari paparan logam tersebut yang dapat membahayakan kesehatan dalam jangka Panjang (Gundo et al., 2020).

### 2.1.2 Merkuri (Hg)

Merkuri merupakan logam berat yang memiliki nomor atom 80, dengan bobot atom 200,59 dan bobot jenis  $13,55\text{g/cm}^3$ , titik leleh  $-38,9^\circ\text{C}$  dan titik didih  $357,3^\circ\text{C}$ . merkuri merupakan satu satunya logam yang berbentuk cairan pada temperatur normal. Merkuri kadang juga disebut sebagai *quicksilver*. Jenis logam ini berat dengan wujud berupa cairan berwarna putih keperakan mengkilap, tidak berbau, dan mudah menguap pada suhu ruangan. Logam ini merupakan konduktor panas yang lemah dibandingkan logam lain, tetapi masih dapat berfungsi untuk konduktor listrik yang sesuai. Logam merkuri (Hg) mudah tercampur dengan banyak logam seperti emas, perak, dan timah. Campuran logam tersebut sebagai amalgam. Garam merkuri terpenting adalah merkuri II klorida atau  $\text{HgCl}_2$ , merkuri I klorida atau  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ , merkuri fulminat atau  $\text{Hg}(\text{ONC})_2$  dan merkuri sulfid atau  $\text{HgS}$ . Merkuri berada pada 3 bentuk utama, yaitu elemen metalik, garam anorganik dan senyawa organik. Masing-masing bentuk merkuri memiliki toksisitas dan bioavailabilitas berbeda. Bentuk tersebut tersedia secara luas di sumber daya air seperti danau, sungai, dan laut. Senyawa merkuri tersebut kemudian diambil oleh mikroorganisme dan berubah dalam bentuk metil merkuri di dalam tubuh. Pada akhirnya, senyawa merkuri mengalami perubahan biologis (*biomagnification*) (Lestaris, 2019). Senyawa merkuri dapat menyebabkan suatu gangguan yang signifikan pada kehidupan biota air. Sehingga mengkonsumsi hewan air yang telah terkontaminasi logam tersebut adalah menjadi sumber jalur utama dari paparan metil merkuri pada

manusia. Pada lingkungan laut logam ini memberikan dampak kerugian sehingga banyak penelitian yang ditunjukkan terhadap distribusi merkuri di suatu lingkungan air. Menurut pakar, merkuri dibagi menjadi 2 jenis yaitu :

1. Merkuri anorganik

Merkuri ini merupakan jenis logam murni berbentuk cair pada suhu 25°C dan sangat mudah menguap uap merkuri ini dapat menimbulkan efek samping yang sangat merugikan bagi kesehatan. Diantara sesama senyawa merkuri anorganik, uap logam merkuri merupakan yang paling berbahaya. ini disebabkan karena uap merkuri tidak terlihat dan sangat mudah terhisap oleh pernapasan.

2. Merkuri Organik

Contoh senyawa jenis ini adalah alkil merkuri. Sekitar 80% peristiwa keracunan merkuri bersumber dari alkil-merkuri. Senyawa ini memiliki rantai yang pendek dan juga sangat mudah menguap. Dengan begitu uap dapat masuk kedalam saluran pernapasan. Metal merkuri klorida dan etil klorida banyak digunakan di wilayah negara yang berkembang. Dalam bentuk pupuk peptisida.

Logam merkuri memiliki banyak kegunaan antara lain sebagai barometer dan manometer. Penggunaan merkuri secara luas pada thermometer dikarenakan ekspansi panas tingkat tinggi yang cukup konstan pada rentang temperatur luas. Selain itu kemudahan pencampuran merkuri dengan emas menyebabkan merkuri digunakan dalam pemulihan emas dari bijinya(Adhani & Husaini, 2017).

### **2.1.3 Paparan Merkuri (Hg)**

Merkuri merupakan komponen alami di lingkungan. Senyawa ini dapat ditemukan dalam bentuk logam, sebagai garam merkuri atau merkuri organik. Merkuri masuk di dalam alam atau lingkungan sebagai hasil dari pembongkaran alami mineral di batu dan tanah melalui paparan angin atau udara dan juga melalui air. Produksi merkuri dunia kurang lebih sebesar 8.000 ton per tahun. Jumlah cadangan merkuri yang dapat ditambang berkisar 600.000 ton. Pelepasan merkuri dari sumber alami tetap sama selama bertahun-tahun. Namun, konsentrasi merkuri pada lingkungan mengalami peningkatan aktifitas manusia. Sebagian besar merkuri dari aktifitas manusia dilepaskan ke udara melalui pembakaran bahan bakar fosil,

pertambangan, peleburan dan pembakaran limbah padat. Beberapa aktifitas manusia penyebab lepasnya merkuri secara langsung ke tanah atau air, misalnya menggunakan pupuk juga limbah industri. Semua merkuri yang dilepaskan di lingkungan akan berakhir mencemari tanah dan permukaan air. Pencemaran merkuri tersebut dapat sering terjadi melalui paparan wilayah penambangan emas. Pencemaran merkuri tersebut dapat mengakibatkan dampak yang signifikan. Paparan zat tersebut melalui udara maupun air. Oleh udara molekul merkuri akan terabsorpsi pepohonan juga tanah, begitu juga akar tanah yang mendapat asupan air yang tercemar. Merkuri terdapat di Sebagian besar makanan dan minuman didalam kisaran <1 sampai dengan 50 mg/kg. dan di dalam makanan laut lebih tinggi. Merkuri jenis organik lebih mudah menyerap seluruh biomembranes dan karena mereka lipofilik di alam, merkuri hadir dalam konsentrasi yang dapat lebih tinggi pada sebagian spesies ikan dan hati ikan (Petasule, 2013).

Mikroorganisme yang mengkonversi adanya merkuri dalam tanah dan juga air menjadi metil merkuri, racun yang dapat terakumulasi dengan usia ikan dan dengan meningkatnya tingkat tropik. EPA telah memberi pernyataan bahwa merkuri klorida dan metil merkuri menjadi sangat karsinogen, dan sistem saraf sangat sensitif terhadap semua jenis dari merkuri. Peningkatan suatu paparan merkuri dapat mengubah fungsi otak dan menyebabkan rasa malu, tremor atau gemetar, permasalahan memori, tidak stabilnya emisonal, dan perubahan pendengaran juga penglihatan. Paparan uap merkuri melalui udara juga berpengaruh terhadap tingginya risiko keluhan kesehatan masyarakat. Paparan yang tinggi tersebut dapat menyebabkan kelainan seperti cacat janin pada ibu yang sedang hamil, kerusakan paru-paru, mual, diare, ruam, peningkatan detak jantung, dan peningkatan tekanan darah. Paparan logam berat merkuri dapat menjadi salah satu penyebab keluhan kesehatan oleh masyarakat, pada umumnya paparan pada udara dapat diteliti dengan pengambilan beberapa sampel udara ambien/ udara bebas dipermukaan bumi. Pada riset yang dilakukan sebelumnya diketahui bahwa lama pajanan diudara bebas terhadap manusia berpengaruh pada keluhan manusia yang terpapar udara yang tercemar tersebut (US EPA, 2015).

Pencemaran merkuri saat ini terjadi di Indonesia merupakan masalah yang serius dan banyak ditemui, dan menjadi permasalahan yang serius untuk diberikan

solusi dikarenakan emisi dari merkuri yang dibakar di Indonesia akan berjalan dan tersebar ke seluruh bagian dunia. Pencemaran merkuri yang berada di udara juga dapat terus meningkatkan perubahan suhu menjadi cepat dan lebih tinggi dari perhitungan atau perkiraan sebelumnya. Selain itu paparan di udara juga dapat mengakibatkan perubahan iklim yang ditandai dengan peningkatan suhu global. Sehingga kejadian itu dapat memberikan dampak pada peningkatan pencairan permafrost yang berada di kutub utara dan selatan dan pencairan dari permafrost dan juga emisi merkuri yang terbawa uap terbawa awan kemudian terjatuh ke lautan sehingga mengganggu ekosistem biota laut maupun tumbuhan sekitarnya yang kemudian hewan, air maupun tanaman yang dikonsumsi dapat mengandung logam berat merkuri dan menyebabkan keluhan keluhan pada masyarakat (Hidayat, 2020).

#### **2.1.4 Biomarker Paparan Merkuri**

Salah satu biomarker yang digunakan untuk mengetahui kadar merkuri pada manusia adalah melalui rambut. Kadar merkuri pada rambut cukup persisten sehingga tidak akan hilang karena pencucian dengan *shampoo* maupun pengecatan rambut, namun dapat menurun sebanyak 30-50% bila rambut diluruskan atau dikeriting karena pelurus rambut mengandung unsur *thyoglycolic acid* yang mempunyai efek mengurangi kadar merkuri pada rambut. Umumnya konsentrasi merkuri pada rambut memberikan informasi terhadap paparan merkuri (Rosmiati & Silvia, 2021).

Analisis merkuri menggunakan rambut mempunyai kelebihan dibanding dengan biomarker lain seperti darah, urin, dan kuku. Biomarker untuk mengetahui kadar merkuri melalui darah hanya dapat mengukur komponen yang terserap sementara dalam sirkulasi sebelum pembuangan dan penyimpanan sedangkan, urin hanya mencerminkan kadar logam berat yang dilepaskan oleh ginjal dari darah untuk jangka pendek yaitu beberapa jam saja (Rahayu & Solihat, 2018).

Nilai ambang batas kadar merkuri pada sampel rambut yaitu sebesar 1-2 mg/kg (ppm). Berdasarkan hasil penelitian Sumantri et al. (2014), terhadap pekerja pertambangan emas tanpa izin menunjukkan bahwa rata-rata akumulasi logam merkuri dalam sampel rambut pekerja PETI di Desa Cisarua tahun 2013 adalah 2,03 ppm sampai dengan 9,04 ppm atau terdapat 24 orang (60%) yang mengalami keracunan merkuri lebih dari 2 ppm.

### 2.1.5 Keluhan Kesehatan terkait Merkuri dan Pemeriksaan Fisik

Merkuri memasuki tubuh dapat melalui beberapa cara diantaranya yaitu melalui udara, air ataupun juga melalui makanan yang terserap zat merkuri dengan jumlah yang bervariasi. Adapun proses masuknya merkuri itu sendiri di dalam tubuh melalui beberapa tahapan diantaranya:

#### 1. Penyerapan inhalasi

Uap merkuri dapat berikatan disaat penyerapan dari alveolar udara karena difusi cepat uap merkuri melalui saluran membrane alveolar dan kaputasi sel darah merah untuk mengoksidasi merkuri untuk merkuri. Oksidasi tersebut terjadi setidaknya Sebagian, dibawah pengaruh katalase. Oksidasi ini bisa dihambat oleh alkohol dan *aminotriazole*, dimana penyerapan dan retensi terhirup telah berkurang. Efek dari *deadspace* yaitu penyerapan uap merkuri di tingkat menengah akan mencapai sekitar 80% pada konsentrasi lingkungan kerja. Tingkat penyerapan yang sama yaitu diperoleh setelah paparan sejumlah kecil radioaktif dari uap merkuri.

#### 2. Penelanan / melalui oral

Logam merkuri juga dapat diserap tubuh melalui proses metabolisme pencernaan. Uap merkuri secara perlahan dilepaskan dari permukaan logam merkuri pada tingkatan terkait oleh luas permukaan. Kecenderungan logam merkuri untuk berikatan dengan sulfida akan semakin membatasi jumlah dari uap merkuri itu yang dapat diserap. Hal ini juga mempengaruhi toksisitas merkuri yang dapat diserap oleh tubuh.

#### 3. Kulit/ Topikal

Sekitar Sebagian atau setengah dari jumlah merkuri yang diserap terjebak di kulit dan kemudian disimpan dalam jaringan di bawah kulit. Melalui suatu sistem serapan di daerah kulit dapat menyimpan atau menyerap sekitar 1% dari suatu paparan merkuri (Hg).

Sementara itu tubuh manusia tidak dapat mengolah bentuk dari metil merkuri sehingga logam berat tersebut dapat berada tetap dalam tubuh dalam waktu yang relatif panjang sehingga kejadian tersebut dapat mengakibatkan gangguan dalam kesehatan manusia. Paparan merkuri dalam waktu singkat dalam kadar merkuri yang tinggi dapat mengakibatkan kerusakan paru-paru, muntah, peningkatan

tekanan darah dan denyut jantung. Keracunan akut yang disebabkan oleh logam merkuri umumnya terjadi pada orang-orang yang bekerja dalam industri pertambangan, pertanian, dan juga masyarakat yang bertempat tinggal di wilayah pemurnian dimana penggunaan merkuri berperan dalam kehidupan sehari-hari. Mekanisme keluhan kesehatan masyarakat bermula dari pencemaran merkuri yang masuk dalam tubuhnya. Mekanisme daya racun merkuri dalam tubuh meliputi kerusakan tubuh yang permanen. Komponen merkuri mempunyai karakteristik yang berbeda-beda untuk daya racun yang dimilikinya, distribusi, dan akumulasi serta pengumpulan dan waktu resistensinya didalam tubuh. Oleh karena logam berat merkuri ini sangatlah toksis sehingga tidak dapat dihancurkan oleh organisme di lingkungan hidup (Sudarmaji & Prasasti, 2016).

Pada penelitian sebelumnya diketahui bahwa logam berat merkuri merupakan satu-satunya logam yang mengalami transformasi organik melalui rantai makanan dalam bentuk organik yang lebih toksik yaitu berupa metil merkuri, dimetil merkuri, etil merkuri. Dalam segi toksisitasnya kadar dalam darah merupakan indikator yang sesuai dosis yang diserap didalam tubuh secara sistemik. Apabila suatu kadar merkuri berkisar 50-100% akan mulai menunjukkan beberapa gejala keluhan keracunan. Kadar toksik merkuri itu sendiri dibagi menjadi dua yaitu organik dan anorganik. Keracunan anorganik Hg dengan gejala tremor pada orang dewasa dan disebut dengan istilah *hatter's shakes*, karena pada saat itu diketahui banyak orang yang mengeluhkan gejala tremor tersebut. Keluhan tersebut berlanjut pada gejala tremor pada otot muka, yang kemudian merambat ke jari-jari dan tangan. Bila keracunan berlanjut pada tahap yang lebih berat bisa menimbulkan gejala lain seperti tremor pada lidah yang membuat kesulitan berbicara, kaki yang membuat kesulitan berdiri dan berjalan serta kehilangan keseimbangan. Indikator toksisitas ini sendiri hanya dapat didiagnosa dengan kadar Hg dalam darah, urin atau rambut. Pada unsur merkuri yang tertelan ternyata tidak semuanya dapat menyebabkan efek toksik dikarenakan absorpsinya yang rendah kecuali apabila terdapat suatu fistula atau penyakit inflamasi gastrointestinal atau jika merkuri tersimpan dalam waktu yang lama di saluran gastrointestinal (Petasule, 2013).

Kandungan logam berat merkuri yang masuk didalam tubuh melalui intravena dapat menyebabkan terjadinya emboli paru. Selain itu, pemanasan logam

berat jenis merkuri membentuk uap merkuri oksida yang bersifat korosif untuk kulit, selaput mukosa pada mata, mulut dan juga saluran pernafasan. Pemaparan dalam jangka yang singkat dengan kadar yang tinggi dapat menyebabkan gangguan gagal ginjal sedangkan pada pemaparan jangka panjang dengan dosis yang rendah dapat menyebabkan proteinuri, sindroma nefrotik dan juga nefropati yang semuanya berhubungan dengan gangguan imunologis. Sedangkan merkuri jenis organik, terutama dengan bentuk rantai pendek alkil (metil merkuri) dapat menimbulkan degenerasi neuron di korteks cerebri dan cerebellum sehingga dapat mengakibatkan parestesi distal, ataksia, disartria, tuli dan penyempitan lapang pandang. Metil merkuri dapat dengan mudah melalui plasenta dan berakumulasi dalam fetus yang dapat mengakibatkan kematian dalam kandungan atau kecacatan *cerebral palsy*.

Berdasarkan penelitian (Bernhoft, 2013) menyebutkan bahwa pada paparan merkuri tingkat rendah (*low exposure level*), gejala yang dirasakan nonspesifik seperti kelemahan, kelelahan, anoreksia, penurunan berat badan, dan gangguan pencernaan sedangkan, paparan merkuri tingkat tinggi (*higher exposure level*) dikaitkan dengan tremor. Fasikulasi otot halus diselingi setiap beberapa menit oleh getaran kasar, erithisme seperti perubahan perilaku dan kepribadian yang parah, rangsangan emosional, kehilangan ingatan, insomnia, depresi, kelelahan, dan dalam kasus yang parah delirium dan halusinasi, gingivitis dan air liur berlebihan, serta, penurunan sistem kekebalan tubuh.

Pemeriksaan fisik dapat dilakukan dalam membantu penegakan diagnosa penyebab atau etiologi dari keluhan kesehatan tersebut berkaitan dengan paparan logam berat merkuri (Hg) atau tidak. Pemeriksaan fisik itu sendiri didasarkan dengan beberapa indikasi tertentu, pada pasien yang masuk pada kriteria inklusi akan di lakukan pemeriksaan fisik dengan beberapa tahapan seperti inspeksi yaitu dengan melihat secara keseluruhan *head toe toe* dari kepala sampai kaki, dengan palpasi meraba atau menyentuh bagian yang perlu untuk diperiksa yaitu bagian seperti mata hidung telinga mulut dan kulit apakah ada kelainan atau normal. Pemeriksaan selanjutnya yaitu auskultasi dengan stetoskop dilakukan pemeriksaan pada anggota tubuh tertentu seperti *cardiovascular, thorax*, dan abdomen untuk melihat bunyi normal atau abnormal. Pemeriksaan terakhir yaitu perkusi dengan

mengetuk bagian abdomen apabila terdapat beberapa temuan yang bisa menjadi satu faktor dalam kelainan pada pasien tersebut.

### **2.1.6 Uji Kualitas Air**

Kualitas air dapat diukur dengan melakukan pengujian tertentu terhadap air tersebut. Pengujian yang biasa dilakukan antara lain yaitu uji kimia, fisik, biologi, atau kenampakan bau dan juga warna pada air tersebut. Air yang keruh sulit teridentifikasi dikarenakan mikroba yang terlindung oleh zat yang tersuspensi tersebut. Sehingga akan mengakibatkan dampak pada gangguan kesehatan, apabila mikroba terlindung atas patogen.

#### **1. Kualitas fisik**

Parameter fisik merupakan parameter yang dapat diidentifikasi dari kondisi fisik air. Contohnya bau, warna, tingkat kekeruhan, TDS dan TSS.

- a. Tidak berwarna artinya air terlihat bening transparan, jika air memiliki warna maka tersimpulkan bahwa air memiliki kandungan bahan kimia yang mungkin bisa berbahaya bagi kesehatan manusia. Air minum maupun air yang digunakan mencuci sebaiknya tidak mengandung warna yang kemungkinan tercemar dari bahan kimia lain. Warna pada air dapat oleh zat tanin dan asam humat atau zat organik, sehingga bila terbentuk bersama dengan klor akan membentuk senyawa kloroform yang beracun, dan berdampak terhadap kesehatan konsumen air tersebut.
- b. Tidak berbau artinya air yang baik tidak memiliki bau apapun, dari jarak jauh maupun jarak dekat. Air yang berbau busuk atau berbau tidak sedap bertanda air tersebut memiliki kandungan zat yang tidak baik dikonsumsi dan digunakan oleh manusia.
- c. Rasa air yang tawar dengan rasa air yang sebenarnya adalah tawar atau diak berasa apapun, air yang memiliki rasa asam ataupun asin pahit atau manis berarti air tersebut menunjukkan kualitas air yang tidak baik. Air dengan rasa yang tidak tawar dapat menjadi suatu indikasi adanya beberapa kandungan zat yang tidak baik termasuk logam.
- d. Kekeruhan sama seperti halnya tidak berwarna air yang keruh dan tidak jernih memiliki indikasi pencemaran. Air yang keruh diakibatkan oleh kandungan partikel bahan yang tersuspensi sehingga zat tersebut

memberikan warna atau rupa yang berlumpur dan keruh kotor. Untuk standar air bersih ditetapkan oleh Permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV2010, yang artinya kekeruhan yang dianjurkan maksimum adalah 5 NTU. Kekeruhan pada air dapat disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, dapat yang bersifat organik, maupun anorganik. Zat anorganik biasanya berasal dari lapukan tanaman ataupun hewan, dan buangan hasil industri juga dapat berdampak pada kekeruhan air, sedangkan zat organik dapat menjadi suatu konsumsi bagi bakteri, sehingga mendukung pembiakkannya dan zat tersebut kemudian dapat tersuspensi juga menambah kekeruhan air. Air yang keruh akan sulit didisinfeksi karena mikroba dilindungi oleh zat tersuspensi tersebut, sehingga mengakibatkan dampak terhadap kesehatan, bila mikroba terlindung menjadi patogen.

## 2. Kualitas kimia

Kualitas kimia pada penelitian sebelumnya didapatkan standar pH air yang dinyatakan aman digunakan manusia adalah angka 7 atau netral. Biasanya pH air ini diukur dengan indeks pH air yang bernilai 0-4. Pada pH air yang baik sebaiknya tidak mengandung asam ataupun basa.

- a. Pada kualitas air yang baik sebaiknya tidak mengandung zat zat kandungan yang beracun. Contohnya sianida, maupun fenolik dan lain-lain.
- b. Pada air yang baik seharusnya tidak mengandung suatu ion ion logam yang dapat memicu terjadinya kerusakan maupun dampak buruk bagi kesehatan makhluk hidup yang menggunakan air tersebut (Astika et al., 2017).

### **2.1.7 Faktor Risiko Keluhan Kesehatan oleh Merkuri (Hg)**

Berbagai faktor risiko dari merkuri yang mempengaruhi kesehatan manusia atau makhluk hidup. Adapun faktor-faktor risiko yang kerap diteliti oleh banyak peneliti di Indonesia diantara lain:

#### 1. Usia

Pada faktor risiko ini akan dilakukan pada usia lebih diatas 18 tahun yang artinya pada responden tersebut sudah dapat dideteksi dengan wawancara terhadap keluhan kesehatan yang dialaminya. Pada usia ini sendiri akan di

Analisa apakah ada kaitannya sebagai faktor risiko yang pengaruh signifikan terhadap gangguan kesehatan akibat dari paparan merkuri (Hg). Menurut penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Mahmud dkk. (2018) mengungkapkan bahwa usia tidak mendapat perbedaan bermakna terhadap keracunan merkuri. Begitu juga hasil penelitian yang diteliti oleh Junita (2013) menunjukkan bahwa rata-rata pekerja berumur 34,05 tahun, masa kerja 8,7 tahun, jam kerja 8.30 jam. Tidak terdapat perbedaan bermakna antara umur dan keracunan merkuri. Namun pada penelitian ini akan dianalisis kembali keterkaitan faktor risiko usia terhadap keluhan kesehatan masyarakat akibat indikasi paparan merkuri (Hg).

## 2. Pendidikan

Pada faktor risiko yang akan dianalisis ini akan dilakukan pada responden yang dipilih dan setuju di wawancarai, faktor risiko Pendidikan ini sendiri dapat di katagorikan dengan SD, SMP, SMA dan S1. Pada faktor risiko Pendidikan ini bertujuan untuk mencari keterkaitan antara pengetahuan responden dengan tingkat Pendidikan tersebut. artinya apakah semakin tinggi Pendidikan yang didapat oleh responden akan mempengaruhi pengetahuan tentang paparan merkuri yang berdampak pada kesehatan. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Novrianti (2013) diketahui bahwa keterkaitan paparan logam berat merkuri terhadap risiko kesehatan tidak begitu signifikan yang artinya belum ditemukan ada keterkaitan pendidikan dengan risiko paparan merkuri.

## 3. Pekerjaan

Pada faktor risiko yang ditanyakan tentang pekerjaan bertujuan untuk mencari keterkaitan jenis pekerjaan yang berisiko tinggi oleh paparan merkuri. misalnya pekerjaan responden adalah penambang emas, atau pencari ikan di wilayah Bunut, atau yang lainnya yang bisa dianalisis berisiko pada kesehatan responden karena paparan logam berat merkuri secara langsung oleh responden. Pada pekerja tambang misalnya responden dulunya merupakan pekerja tambang emas di wilayah penelitian, maka bisa sangat berisiko besar oleh paparan merkuri terhadap kesehatan seperti hasil dari penelitian sebelumnya oleh Prihatini (2018) yang membahas tentang keterkaitan risiko

pekerja tambang dengan kesehatan. Pada faktor risiko ini tidak dapat dikategorikan dengan tingkatan risiko. (Agung, 2013)

4. Sumber Air Konsumsi

Sumber air konsumsi yang digunakan oleh masyarakat sekitar pemurnian emas Bunut, Way Ratai berpotensi mengandung merkuri dari pembuangan limbah pengolahan emas sekitar wilayah tersebut. Pada survei beberapa artikel sebelumnya didapatkan bahwa sumber air konsumsi masyarakat sekitar tempat penelitian mayoritas bersumber dari sumur gali dan juga sumber mata air baik yang terlindungi maupun tidak terlindungi. Dalam aktifitas konsumsi air biasanya masyarakat menggunakan air sumur maupun mata air yang dimasak. Sehingga faktor risiko sumber air akan berhubungan pada kesehatan masyarakat Bunut, Way Ratai terkait dari paparan merkuri (Hg) yang terkandung pada air sungai Way Ratai di literatur sebelumnya yang menyatakan adanya kandungan merkuri yang dapat membahayakan kesehatan.

5. Aktifitas Masyarakat dalam penggunaan air sungai

Aktifitas merupakan suatu kegiatan yang dilakukan sehari-hari oleh masyarakat. Aktifitas yang dimaksud pada penelitian ini yaitu aktifitas responden dalam berkegiatan di sungai Bunut Way Ratai yang dilakukan secara langsung dan tidak langsung, yakni dengan cara mengalirkan air sungai ke tempat penampungan air yang terdapat di rumah dengan sarana pompa air atau bisa juga dengan menimba air sungai atau melakukan kegiatan seperti mandi, mencuci, dan kakus secara langsung di sungai. Menurut penelitian yang dilakukan (Grishela & Tamba, 2017) terdapat adanya hubungan antara kebiasaan mandi di sungai pada masyarakat di sekitar aliran Sungai Behe dengan keluhan kulit dan adanya keluhan saraf, hal ini diduga karena kebiasaan masyarakat mandi di sungai akan berisiko masuknya merkuri ke dalam tubuh. Masuknya merkuri ke dalam tubuh dapat melalui pencernaan pada saat menggosok gigi, melalui pernapasan akibat reaksi fisika merkuri yang mudah menguap, dan juga dapat melalui kulit atau luka.

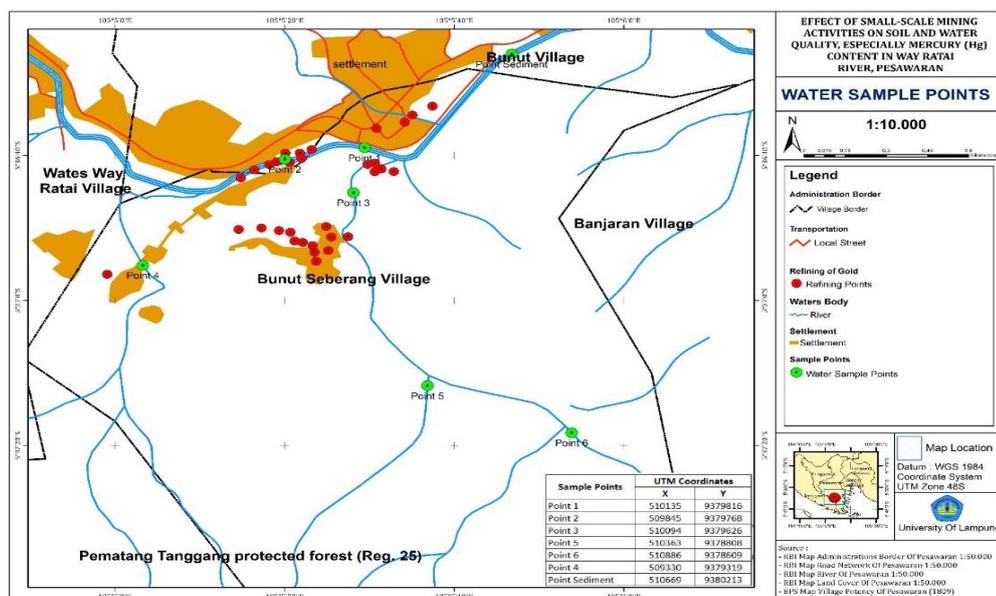
6. Lama Tinggal

Lamanya tinggal atau hidup di wilayah penelitian merupakan suatu hal yang perlu digali lebih dalam karena dapat mempengaruhi faktor risiko keluhan

kesehatan akibat dari indikasi paparan merkuri (Hg). Semakin Panjang waktu yang didapat untuk tempat tinggal dan hidup di wilayah penelitian, maka akan semakin besar kemungkinan adanya efek dari toksisitas responden tersebut, karena paparan yang diperolehnya akan semakin meningkat dan berjangka Panjang. Oleh sebab itu penelitian ini juga berfokus pada faktor risiko dari lamanya tinggal responden di wilayah penelitian.

## 7. Jarak Tempat Tinggal

Jarak yang digunakan pada penelitian ini akan diukur, yang artinya nilai jarak yang semakin dekat dengan wilayah pemurnian akan memiliki faktor risiko tertinggi yang dapat berdampak ke keluhan kesehatan responden. Jarak yang digunakan dalam hal ini minimal 500 meter jarak tambang emas dengan pemukiman warga. Namun melalui survey yang terjadi dilapangan, bahwa jarak tempat tinggal masyarakat masih banyak disekitar pertambangan dengan jarak yang dekat. Sehingga perlu dikaji apakah faktor jarak tempat tinggal ini memiliki keterkaitan yang signifikan terhadap keluhan kesehatan masyarakat wilayah Bunut, Way Ratai. Pada jarak ini sendiri berpatokan pada peta yang diteliti sebelumnya sehingga akan diukur jarak alamat responden dengan titik wilayah dipeta yang sudah ditandai yang artinya wilayah tersebut berisiko tinggi terpapar oleh merkuri. Berikut merupakan peta yang telah diteliti oleh peneliti sebelumnya:



**Gambar 2.1 Peta Wilayah Bunut, Way Ratai**

## 8. Status Gizi

Pada faktor risiko ini peneliti akan membahas mengenai keterkaitan berat badan responden terhadap keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg). Penilaian status gizi ini dapat diperoleh dengan antropometri (ukuran tubuh) seseorang. Indeks Massa Tubuh (IMT) berikut ini:

$$IMT = \frac{\text{Berat badan (kg)}}{\text{Tinggi Badan (m)}^2}$$

Pada status gizi ini mendukung aktifitas fisik maupun mental, sehingga manusia tidak akan cepat lelah di dalam bekerja dan juga mampu berfikir secara optimal. melalui beberapa kesimpulan literatur terdahulu ditemukan bahwa badap berat badan yang besar cenderung terdapat kadar racun yang rendah, dan sebaliknya pada tubuh dengan berat yang kecil maka akan ditemukan kadar racun yang mungkin diterima tubuhnya lebih besar. Namun perihal itu juga dibantah oleh beberapa literatur lainnya, melalui penelitian sebelumnya tidak didapatkan hasil signifikan antara IMB dengan merkuri.

## 9. Pemeriksaan Fisik

Pemeriksaan fisik yang dilakukan pada pasien yang memiliki indikasi paparan merkuri ini dapat dibuktikan secara objektif dan subjektif. Pada pemeriksaan fisik dilakukan sejalan dengan manifestasi klinis yang didapatkan, sehingga manifestasi klinis atau gejala klinis yang disebutkan pasien dapat secara langsung dikonfirmasi kebenarannya dengan pemeriksaan fisik maupun anamnesa keluhan yang berhubungan dengan poin-poin akibat paparan merkuri. Pada penelitian maupun literatur yang didapatkan disebutkan bahwa terdapat dua katagori pengelompokkan level paparan merkuri yaitu paparan *low* atau rendah dan paparan *high* atau tinggi. Paparan ini kemudian diberikan beberapa ciri khas masing-masing yang selanjutnya diverifikasi dengan pemeriksaan fisik (US EPA, 2014).

*Low exposure level* atau paparan dengan tingkat rendah dibagi menjadi beberapa manifestasi klinis yang didapatkan baik dari paparan udara maupun paparan air yaitu kurangnya nafsu makan, gusi yang terkadang bisa berdarah atau sariawan, penurunan berat badan non spesifik, pegal-pegal dan kelelahan, nyeri perut kembung, nyeri kepala atau pusing non spesifik. Selanjutnya adalah

lemah atau lelah non spesifik. Gejala yang dimaksudkan non spesifik pada manifestasi ini adalah tidak dapat dikonfirmasi secara objektif dan juga menekankan nyeri perut yang memang disebutkan oleh beberapa alasan misalnya karena pasien memakan makanan pedas, atau karena telat makan. Pusing atau nyeri kepala non spesifik yang dimaksudkan juga tidak dapat dikelompokkan sebagai pemberat karena pasien sedang terkena flu, pasien sedang memiliki banyak masalah ataupun pasien kurang istirahat.

*High exposure level* atau paparan dengan tingkat tinggi dibagi menjadi beberapa manifestasi klinis yang nantinya dikonfirmasi dengan pemeriksaan fisik secara langsung terhadap pasien antaranya yaitu gangguan penglihatan pada gangguan penglihatan didapatkan secara pemeriksaan fisik yaitu *snellen chart* dengan nilai normal 6/6, atau hitung jari dengan nilai normal 5/60. Selanjutnya penurunan indra peraba dengan konfirmasi pengujian rangsang nyeri dengan cara mencubit sedikit dan juga memberikan rangsang nyeri seperti panas, dingin, tumpul, tajam. Penurunan kekuatan otot yang diverifikasi dengan uji kekuatan otot yaitu dengan cara menguji kekuatan otot pasien dengan nilai normalnya yaitu 5/5 pada ekstremitas atas dan 5/5 pada ekstremitas bawah. Gangguan pencernaan secara spesifik pada manifestasi ini ditekankan kembali untuk dilakukan anamnesa yang jelas seperti adanya diare, mual muntah dengan waktu yang sering atau lama kemudian dikonfirmasi dengan pemeriksaan fisik berupa inspeksi auskultasi dan palpasi perkusi pada abdomen. Temuan pada pemeriksaan ini berupa peristaltik abnormal atau hiperperistaltik, nyeri tekan abdomen, dan bisik usus abnormal. Ingatan dan emosional dapat dibuktikan secara subjektif dengan memperhatikan pasien saat wawancara dan juga penilaian secara inspeksi dengan pasien secara langsung dengan menguji pasien mengenai tanggal bulan hari tempat dan sebagainya untuk mengkonfirmasi memori atau daya ingat yang dalam *high exposure* terjadi gejala melemah bukan dikarenakan oleh faktor usia juga pertanyaan yang berhubungan dengan pola tidur apakah pasien mengalami *insomnia* atau kesulitan tidur atau tidak.

Tremor atau gemetar dibuktikan dengan uji tremor caranya dengan memberikan kertas satu lembar pada kedua tangan pasien yang diangkat sejajar

dengan dada pasien, jika terispeksi secara visual gemetar atau terdapat getaran pada kertas tersebut artinya pasien terbukti mengalami tremor, kemudian pasien ditanyai apakah sudah makan atau belum dan apakah pasien memiliki rasa ketakutan saat diwawancarai maupun diperiksa, hal ini bertujuan untuk menyingkirkan kemungkinan tremor akibat lainnya dan dapat ditarik kesimpulan bahwa tremor yang dikonfirmasi memang benar dari keluhan ataupun ciri khas paparan merkuri secara *high exposure level*. Selanjutnya depresi masuk dalam penilaian subjektif sikap maupun perilaku pasien yang datang dan diwawancarai.

Ruam atau benjolan, ruam merah biasanya ditemukan pada gejala *high exposure level* karena adanya paparan air secara terus menerus terlebih bagi pasien yang memang terkonfirmasi dengan faktor risiko penggunaan air, aktivitas air sungai, maupun pasien yang jarak rumah dekat dengan sumber paparan dan pekerjaan pengolah emas. Keluhan pada kulit ini umumnya menjadi sebuah pertanyaan yang umum dan banyak didapatkan namun harus dikonfirmasi ulang dengan pemeriksaan fisik berupa inspeksi terhadap lesi, ditemukannya lesi kemerahan seperti dermatitis atopik maupun ruam dermatitis kontak allergen, kemudian bisa juga ditemukan benjolan yang bukan dikelompokkan sebagai atheroma maupun benjolan tumor ganas dan sebagainya, edema atau pembengkakan juga bisa terjadi pada kasus paparan *high exposure level* bisa dikarenakan kerusakan ginjal maupun bisa karena suatu penyakit lainnya dan hal tersebut harus dikonfirmasi dengan pemeriksaan lanjutan lainnya agar dapat dipastikan, dan juga dapat dilakukan anamnesa lebih dalam untuk mengkonfirmasi penyebab edema tersebut, sebab edema karena kerusakan ginjal dapat terjadi pada pasien dengan *high exposure level*.

### **2.1.8 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan**

Analisis risiko dapat diartikan sebagai proses untuk menghitung atau memprakirakan risiko pada suatu organisme sasaran, sistem atau subpopulasi, termasuk identifikasi ketidakpastian-ketidakpastian yang menyertainya, setelah terpajan oleh *agent* tertentu, dengan memerhatikan karakteristik yang melekat pada penyebab (*agent*) yang menjadi perhatian dan karakteristik sistem sasaran yang spesifik (WHO, 2004).

Analisis risiko terbagi menjadi empat langkah yakni (1) identifikasi bahaya (*hazard identification*), (2) analisis dosis-respon (*dose-response assessment*), (3) analisis pemajanan (*exposure assessment*) dan (4) karakterisasi risiko (*risk characterization*) (Daud, 2013). Karakterisasi risiko merupakan tahapan ARKL yang terakhir yang dilakukan untuk menetapkan tingkat risiko atau dengan kata lain menentukan apakah agen risiko pada konsentrasi tertentu yang dianalisis pada ARKL berisiko menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat (dengan karakteristik seperti berat badan, laju inhalasi/konsumsi, waktu, frekuensi, durasi pajanan yang tertentu) atau tidak (P2-PL, 2012).

#### 1. Perhitungan Risiko Non Karsinogenik

Tingkat risiko untuk efek non karsinogenik dinyatakan dalam notasi Risk Quotien (RQ). Guna melakukan karakterisasi risiko untuk efek non karsinogenik dilakukan perhitungan dengan membandingkan /membagi *intake* dengan RfC atau RfD. Rumus untuk menentukan RQ adalah sebagai berikut (Pedoman ARKL, 2012):

$$\text{Besar Risiko (RQ)} = \frac{\text{Intake} \left( \frac{\text{mg}}{\text{kg} \cdot \text{hari}} \right)}{\text{RfD} \left( \frac{\text{mg}}{\text{kg} \cdot \text{hari}} \right)}$$

Keterangan:

$$I (\text{intake}) = \text{Intake}$$

RfD (*reference dose*) = Nilai referensi agen risiko pada pemajanan ingesti

Tingkat risiko ini dinyatakan dalam angka atau bilangan desimal tanpa satuan. tingkat risiko dikatakan aman / tidak berisiko jika *intake* (I) ≤ RfD atau dinyatakan dengan angka RQ ≤ 1. Tingkat risiko dinyatakan Tidak Aman jika Intake (I) > RfD atau dinyatakan dengan RQ > 1.

#### 2. Perhitungan Risiko Karsinogenik

Penentuan tingkat risiko untuk efek karsinogenik dapat dinyatakan dalam notasi Excess Cancer Risk (ECR). Rumus untuk menentukan ECR adalah sebagai berikut:

$$\text{ECR} = I \times \text{SF}$$

Keterangan :

I (*Intake*) = *Intake* yang telah dihitung (mg/kg/hari)

SF (*slope factor*) = Nilai referensi agen risiko dengan efek karsinogenik

Tingkat risiko dinyatakan dalam bilangan *exponen* tanpa satuan (contohnya.  $1,3E-4$ ). Tingkat risiko dikatakan *acceptable* atau aman bilamana  $ECR \leq E-4$  ( $10^{-4}$ ) atau dinyatakan dengan  $ECR \leq 1/10.000$ . Tingkat risiko dikatakan *unacceptable* atau tidak aman bilamana  $ECR > E-4$  ( $10^{-4}$ ) atau dinyatakan dengan  $ECR > 1/10.000$ .

### 2.1.9 Wilayah Kerja Puskesmas Bunut

Wilayah bunut merupakan perbatasan wilayah Kecamatan Way Ratai. Way Ratai sendiri merupakan wilayah hasil pemekaran dari padang cermin. Desa Bunut sendiri merupakan bagian dari Kecamatan Way Ratai Kabupaten pesawaran. Pada wilayah inilah berdirinya Puskesmas Bunut. Puskesmas sendiri memiliki pengertian sebagai Unit Pelaksana Teknis Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota yang bertanggung jawab terhadap pembangunan kesehatan di wilayah kerjanya.

Puskesmas Bunut adalah salah satu dari 13 Puskesmas di Kabupaten Pesawaran, terletak di Jl.Way Ratai Desa Kecamatan Way Ratai. Kecamatan Way Ratai merupakan pemekaran dari Kecamatan Padang Cermin. Kecamatan Way Ratai diresmikan sebagai kecamatan definitif di wilayah Kabupaten Pesawaran pada tanggal 20 Oktober 2015, yang diresmikan oleh Bupati Pesawaran berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Pesawaran No.12 Tahun 2014.

Berdasarkan data di atas wilayah kerja UPTD Puskesmas Bunut terdiri dari 10 desa diantaranya, Desa Bunut, Desa Bunut Seberang, Desa Wates, Desa Caringin Asri Desa Sumber Jaya, Desa Gunung Rejo, Desa Ponco Rejo, Desa Mulyo Sari, Desa Pesawaran Indah, dan Desa Harapan Jaya. Pada wilayah kerja Puskesmas Bunut memiliki 2 desa terpencil yaitu Desa Sumber Jaya dengan jumlah KK 1186 orang dan Desa Harapan Jaya dengan jumlah KK 651 orang. Luas wilayah Puskesmas Bunut adalah 16.319 km<sup>2</sup>. Adapun wilayah yang terluas adalah Desa Wates dengan luas 4.271 km<sup>2</sup>, sedangkan dengan wilayah terkecil adalah Desa Mulyo Sari dengan luas 979 km<sup>2</sup>. Berdasarkan data di atas dapat dilihat bahwa desa terjauh dari puskesmas adalah desa Harapan Jaya dengan jarak 25 km dan waktu tempuh 1 jam, dan desa terdekat adalah Desa Bunut dengan jarak 500 m dan waktu

tempuh 5 Menit. Jumlah RT/RW yang paling banyak dimiliki di Desa Wates dengan jumlah RT 36 dan RW 38 karena wilayah desanya yang juga luas sedangkan desa dengan jumlah RT/RW terkecil adalah Desa Caringin Asri yaitu dengan jumlah 6 RT dan 3 RW.

## 2.2 Penelitian Terdahulu

**Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu**

No	Judul	Penulis	Desain Penelitian	Tempat dan Tahun	Hasil
1.	Pemetaan Atmosfer Merkuri Provinsi Lampung, Indonesia Menggunakan Kulit Pohon Serbaguna	Tedy rendra, di dkk	<i>Purposive Sampling</i>	Bunut seberang village, Way Ratai pesawaran. 2022	Bahwa terdapat 10 jenis Pohon MPTS yang kulitnya bisa menumpuk merkuri. Berdasarkan penelitian ini ditemukan bahwa kulit tanaman MPTS di Desa Bunut Seberang dapat mengakumulasi merkuri dengan konsentrasi hingga 1 ppm. Tanaman MPTS yang paling banyak mengakumulasi merkuri adalah <i>P. americana</i> , <i>T. indica</i> , <i>G. gnemon</i> , dan <i>A. muricata</i> . Tingkat penyerapan merkuri kulit pohon di desa berkisar antara 0,81 hingga 74,4 µg
2.	Tingkat Hg atmosfer pada kulit pohon karena artisanal Kegiatan Penambangan Emas Skala Kecil di Desa Bunut Seberang di Indonesia	Azhary Taufiq, Melya Riniarti, <i>et.al</i>	<i>Purposive sampling</i>	Bunut Seberang Village, Pesawaran, 2021	Semua spesies yang diteliti menunjukkan Tingkat Hg di kulit pohon pada ketinggian 30 hingga 320 m di atas permukaan laut. Jumlah Hg yang ditemukan dalam kulit kayu sampel menunjukkan dispersi Hg di seluruh area ASGM, yang menandakan kondisi atmosfer berbahaya di daerah tersebut.
3.	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pada Air Minum Masyarakat Di Pulau Kodangareng dan Barrang Lompo Kota Makassar	Askiah Azizah	<i>Cross Sectional</i>	Pulau Kodangareng Barang Lompo Makassar 2022	Konsentrasi logam berat kadmium (Cd) dalam sumber air minum responden sebesar 0.00019 mg/L, Pb 0.0011 mg/L, CrVI 0.0090 mg/L dan Ni 0.0018 mg/L. Seluruh konsentrasi logam berat masih berada di bawah ambang batas yang diperbolehkan berdasarkan Permenkes

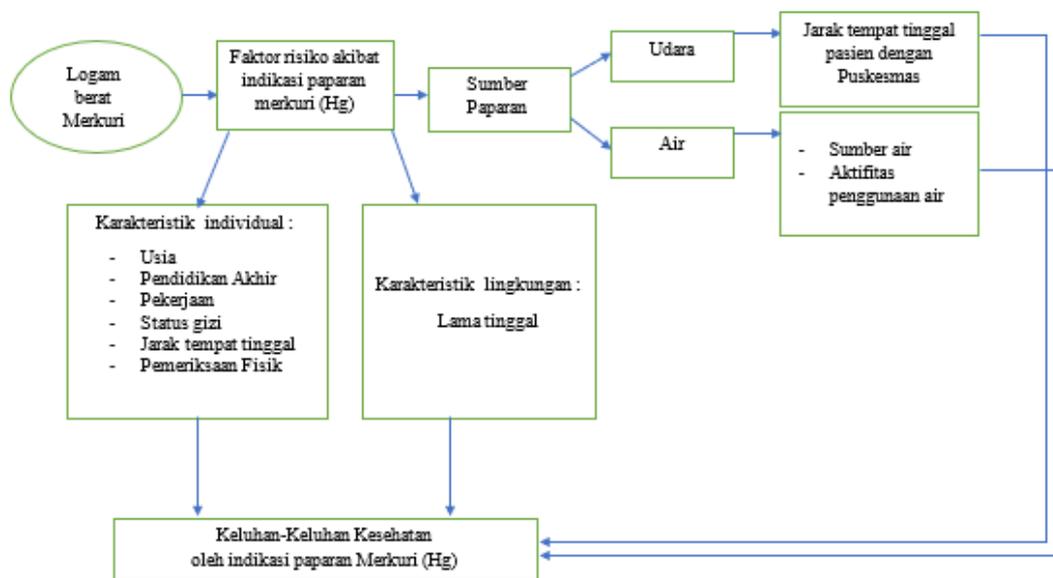
No	Judul	Penulis	Desain Penelitian	Tempat dan Tahun	Hasil
4.	Polusi merkuri di tanah dan air sungai di DAS Ratai oleh kegiatan penambangan emas skala kecil dan artisanal di Kabupaten Pesawaran, Lampung, Indonesia	Slamet Budi Yuwono, Irwan Sukri Banuwa, <i>et.al</i>	<i>Purposive sampling</i>	Bunut Seberang Desa, Kecamatan Teluk Ratai, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung, 2020	No. 492 tahun 2010 untuk Persyaratan Air Bersih. Pencemaran merkuri (Hg) di tanah dan air sungai DAS Ratai oleh kegiatan ASGM di Pesawaran Kabupaten, Lampung, Indonesia, tinggi. Isi Hg di tanah dan air sungai sampel telah melebihi baku mutu untuk kriteria polusi Hg Indonesia. Selain itu, polusi Hg di DAS Ratai oleh Kegiatan ASGM terkait dengan erosi yang tinggi karena limpasan permukaan tinggi dan lereng curam dalam daerah penelitian.
5.	Analisis Sebaran Pencemaran Merkuri (Hg) Pada Air Sungai Di Lokasi Pertambangan Desa Sango Kulon Progo	M.Rifqi Hidayat	Penelitian survei	Desa Sangon, Kalirejo, Kulon Progo, Yogyakarta Tahun 2020	Hasil menunjukkan besaran nilai kandungan merkuri pada sampel berkisar antara <0,07-0,27, sedangkan baku mutu yang digunakan yaitu PERGUB DIY tahun 2008 No.20 menyatakan bahwa 2. Hasil dari pemetaan sebaran kandungan merkuri pada penelitian ini menyatakan bahwa semua area penelitian kandungan merkurnya dibawah nilai baku mutu.
6.	<i>Neuropsychological Effects of Mercury Exposure in Children and Adolescents of the Amazon Region, Brazil</i>	Cassio dos Santos-Lima, <i>et.al</i>	<i>cross-sectional</i>	Brazil, 2020	Penelitian ini bertujuan untuk memantau status kesehatan dan konsentrasi total merkuri dalam sampel rambut warga masyarakat di dekat Sungai Madeira. Hasil penelitian ini menunjukkan konsentrasi total Hg yang tinggi pada rambut dikaitkan dengan kinerja yang lebih rendah dalam tes fungsi neuropsikologis.
7.	<i>Human exposure to mercury and its hematological effects: a systematic review</i>	Angelica dos Santos Vianna, <i>et.al</i>	<i>systematic review</i>	USA, 2018	Hasil studi terkait paparan merkuri pada manusia dan efek hematologisnya. 80 studi diambil, semuanya <i>observational</i> (48 laporan kasus, 24 <i>cross-sectional</i> , 6 seri kasus dan 2 <i>kohort</i> ), yang terdiri dari 9.284

No	Judul	Penulis	Desain Penelitian	Tempat dan Tahun	Hasil
8.	Kajian kandungan Logam Berat di Lokasi Penambangan Emas Tradisional di Desa sangon, Kecamatan Kokap, Kulon Progo	Ratih Chandra Kusuma, Wawan Budianta Arifudin	Geologis, survei lapangan	Desa Sangon, kec. Kokap Kulon Progo Tahun 2017	orang. Terlepas dari kenyataan bahwa sebagian besar yang terpapar (6.012) memiliki jumlah sel darah normal dan efek hematologis merkuri tampaknya tidak biasa (1.914 kasus: 14 parah dan 29 kematian), tiga penelitian melaporkan hubungan ( $\beta$ ) untuk anemia, limfopenia, neutrofilia, dan basofilia. Hg atau merkuri adalah Logam Berat yang paling berbahaya. Nilai Hg untuk air permukaan dilokasi penelitian adalah dibawah detektif limit atau masih berada dalam kondisi lingkungan yang baik. Namun pada sedimen sungai berkisar 7,57-8,43 ppb dengan lokasi kandungan merkuri paling tinggi adalah area upstream.
9.	<i>Human health risk assessment of mercury vapor around artisanal small-scale gold mining area, Palu city, Central Sulawesi, Indonesia</i>	Koyomi nakazawa, et.al	<i>Cross-sectional</i>	Kota Palu, Sulawesi Tengah, Indonesia, 2016	Rata-rata konsentrasi titik-sampel Hg(0) pada siang hari, yang diukur dengan <i>handheld mercury analyzer</i> selama 3 hari pada bulan Juli 2011, berkisar antara 2096 hingga 3299 ng m <sup>-3</sup> . Sebagai perbandingan, ratarata konsentrasi Hg(0) siang hari di area pengolahan emas Poboya adalah 12.782 ng m <sup>-3</sup> . Semua konsentrasi ini secara substansial lebih tinggi dari pedoman kualitas udara Organisasi Kesehatan Dunia untuk paparan Hg rata-rata tahunan (1000 ng m <sup>-3</sup> ). Hasilnya menunjukkan bahwa 93% populasi sampel secara keseluruhan berisiko toksisitas merkuri, yaitu kerusakan pada sistem saraf pusat akibat paparan kronis. Persentase yang sesuai untuk wilayah utara,

No	Judul	Penulis	Desain Penelitian	Tempat dan Tahun	Hasil
10.	Analisis faktor yang berhubungan dengan keracunan merkuri (Hg) dengan aktifitas penambang emas di desa jendi, wonogiri.	Rianto, <i>et.al</i>	<i>Cross sectional</i>	Desa jendi, kabupaten Wonogiri, 2012.	tengah, selatan, dan barat kota masing-masing adalah 83%, 84%, 95%, dan 95%. Hasil ini menunjukkan bahwa penduduk kota Palu berada pada risiko serius dari paparan konsentrasi Hg(0) atmosfer yang tinggi. Ada hubungan lama kerja / jam kerja ( $p=0,047$ ) dan jumlah hari kerja ( $p=0,021$ ) dengan keracunan merkuri pada penambang emas.

### 2.3 Kerangka Teori

Hasil tinjauan teori analisis keluhan kesehatan masyarakat warga di wilayah kerja puskesmas bunut way ratai terkait dengan indikasi paparan logam berat merkuri pada udara dan air melalui beberapa sampel penelitian yang akan dilakukan di Bunut Way Ratai, Pesawaran Lampung 2023. Dengan skema yang akan disajikan pada gambar berikut:



**Gambar 2.2 Kerangka Teori modifikasi Dirjen P2PL Kemenkes (2012), ATSDR (2004), NRC (1986) dan Mallongi (2014)**

## 2.4 Kerangka Konsep

Kerangka konsep terdiri dari variabel dependen dan variabel independen. Hubungan antara variabel tersebut digambarkan pada bagan dibawah ini:



**Gambar 2.3 Kerangka Konsep**

Mengidentifikasi jenis, sifat dan juga konsentrasi logam berat serta kemampuan yang terdapat pada suatu agen risiko yang menyebabkan dampak buruk pada makhluk hidup/manusia. Setelah melakukan identifikasi bahaya selanjutnya melakukan analisis respon yaitu mencari nilai dari RfD dan atau SF dari agen sumber paparan yang menjadi kajian peneliti. Serta memahami efek yang ditimbulkannya. Perhitungan analisis pajanan menghasilkan nilai intake (I) minimal dan maksimal untuk mencari nilai tingkat risiko kesehatan yang ditimbulkannya. Pengelolaan risiko dilakukan apabila hasil karakteristik risiko menunjukkan hasil yang tidak aman atau  $RQ > 1$ . Nilai RQ dapat dihitung dengan membandingkan antara *intake* (I) atau jumlah paparan yang masuk dalam tubuh manusia dengan perantara air maupun udara. pada kerangka konsep ini juga di jelaskan faktor-faktor risiko apa saja yang akan dijadikan variabel untuk diukur dalam penelitian selanjutnya agar mengetahui hubungan yang spesifik dari keluhan kesehatan masyarakat Bunut, Way Ratai akibat indikasi paparan merkuri (Hg).

## 2.5 Hipotesis

H<sub>0.1</sub> : Tidak terdapat hubungan faktor risiko usia dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.

- H<sub>1.1</sub> : Terdapat hubungan faktor risiko usia dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
- H<sub>0.2</sub> : Tidak terdapat hubungan faktor risiko pendidikan terakhir dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
- H<sub>1.2</sub> : Terdapat hubungan faktor risiko pendidikan terakhir dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
- H<sub>0.3</sub> : Tidak terdapat hubungan faktor risiko pekerjaan responden dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
- H<sub>1.3</sub> : Terdapat hubungan faktor risiko pekerjaan responden dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
- H<sub>0.4</sub> : Tidak terdapat hubungan faktor risiko status gizi dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
- H<sub>1.4</sub> : Terdapat hubungan faktor risiko status gizi dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
- H<sub>0.5</sub> : Tidak terdapat hubungan faktor risiko jarak tempat tinggal dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
- H<sub>1.5</sub> : Terdapat hubungan faktor risiko jarak tempat tinggal dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
- H<sub>0.6</sub> : Tidak terdapat hubungan faktor risiko lama tinggal dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.

- H<sub>1.6</sub> : Terdapat hubungan faktor risiko lama tinggal dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
- H<sub>0.7</sub> : Tidak terdapat hubungan faktor risiko sumber air konsumsi dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
- H<sub>1.7</sub> : Terdapat hubungan faktor risiko sumber air konsumsi dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
- H<sub>0.8</sub> : Tidak terdapat hubungan faktor risiko aktifitas penggunaan air sungai dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
- H<sub>1.8</sub> : Terdapat hubungan faktor risiko aktifitas penggunaan air sungai dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
- H<sub>0.9</sub> : Tidak terdapat hubungan faktor risiko pemeriksaan fisik dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
- H<sub>1.9</sub> : Terdapat hubungan faktor risiko pemeriksaan fisik dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
- H<sub>0.10</sub> : Tidak terdapat hubungan secara simultan faktor risiko dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.
- H<sub>1.10</sub> : Terdapat hubungan secara simultan faktor risiko dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Way Ratai Kabupaten Pesawaran.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Penelitian ini menggunakan desain kuantitatif yang menekankan analisisnya pada data-data numerikal (angka) yang diperoleh dengan metode statistika. Pada penelitian ini digunakan pendekatan *cross-sectional*. Penelitian ini dilakukan dengan metode survei pada literatur terdahulu yang terkait dengan judul dan melalui wawancara dengan pengisian kuesioner pada responden. Melalui metode ini diharapkan peneliti akan mendapat data yang akan dianalisis dan dapat mencari apakah ada keterkaitan faktor risiko berupa usia, pendidikan terakhir, pekerjaan, status gizi, lama tinggal, jarak tempat tinggal, sumber air, aktifitas penggunaan air, serta pemeriksaan fisik secara langsung terhadap keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri pada responden.

#### **3.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

##### **3.2.1 Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan April-Juni 2023.

##### **3.2.2 Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di sekitar wilayah Bunut yang merupakan wilayah kerja Puskesmas Bunut Way Ratai Padang Cermin Pesawaran, Lampung.

#### **3.3 Variabel Penelitian**

##### **3.3.1 Variabel Bebas**

Variabel bebas pada penelitian ini adalah faktor-faktor risiko paparan logam berat merkuri (Hg). Faktor risiko yang dilihat yaitu usia (tahun), pendidikan terakhir (SD, SMP, SMA, PT), pekerjaan, status gizi (IMT), lama tinggal (tahun), jarak tempat tinggal dengan pemurnian emas (km), sumber air, aktifitas penggunaan air sungai (mandi, memasak, kakus), dan pemeriksaan fisik.

### 3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah keluhan kesehatan.

### 3.4 Definisi Operasional

Dasar dari definisi operasional ini adalah berbagai literatur penelitian terkait dengan bahasan yang telah di teliti sebelumnya. Usia di teliti berdasarkan literatur yang ditulis oleh Prihantini dan Patar (2018). Pendidikan terakhir dan pekerjaan di teliti oleh Zaharani dan Rachmatinah (2015). Status gizi diteliti oleh Puspita et al. (2020). Lama tinggal, jarak tempat tinggal dan sumber air di teliti oleh Yuwono et al. (2022). Aktifitas penggunaan air di teliti oleh Hacon (2020).

**Tabel 3.1 Definisi Operasional**

No.	Variabel	Definisi Operasional	Pengukuran dan Satuan	Skala	Parameter	Kriteria Objektif
1.	Usia.	Usia responden saat dilakukannya penelitian tersebut dengan syarat usia $\geq 20$ tahun.	Wawancara dan kuesioner (dalam tahun).	Rasio.	1. 20-35 tahun. 2. 36-45 tahun. 3. > 45 tahun.	1. 25-35 tahun. 2. 36-45 tahun. 3. > 45 tahun.
2.	Pendidikan terakhir.	Pendidikan akhir responden dilakukan dengan menanyakan Pendidikan terakhir SD,SMP,SMA, atau Perguruan Tinggi.	Wawancara dan kuesioner.	Ordinal.	1. Sekolah Dasar (SD). 2. Sekolah Menengah Pertama (SMP). 3. Sekolah Menengah Atas (SMA). 4. Perguruan Tinggi (PT).	1. Sekolah Dasar (SD). 2. Sekolah Menengah Pertama (SMP). 3. Sekolah Menengah Atas (SMA). 4. Perguruan Tinggi (PT).
3.	Pekerjaan.	Jenis pekerjaan responden untuk mendapatkan penghasilan.	Wawancara dan kuesioner.	Ordinal.	1. Pengolah emas (2). 2. Non Pengolah emas (1,3,4,5, 6).	1. PNS. 2. Buruh. 3. Petani. 4. Pedagang. 5. TNI/Polri. 6. Lainnya, .....
4.	Status Gizi.	Status gizi dalam penelitian ini adalah keadaan gizi responden yang dihitung	Pegukuran dengan timbangan berat badan (kg) dan <i>microtoa</i> (cm).	Ordinal.	1. Baik (IMT 18,5-25,0). 2. Tidak Baik (IMT < 18,5 dan > 25,0).	1. IMT < 18,5. 2. IMT 18,5-25,0. 3. IMT > 25,0.

No.	Variabel	Definisi Operasional	Pengukuran dan Satuan	Skala	Parameter	Kriteria Objektif
		dengan menggunakan rumus Indeks Massa Tubuh.				
5.	Lama tinggal.	Lama atau jumlah (tahun) tinggal responden di wilayah Bunut, Way Ratai.	Wawancara dan kuesioner.	Rasio.	1. <5 tahun. 2. 5-10 tahun. 3. > 10 tahun.	1. <5 tahun. 2. 5-10 tahun. 3. > 10 tahun.
6.	Jarak tempat tinggal dengan Puskesmas.	Merupakan jarak antara rumah pasien berdasarkan alamat dengan puskesmas.	Pengukuran dan sampel data dilakukan Dengan <i>google earth</i> dimana akan dihitung jarak antara rumah pasien dengan titik Puskesmas.	Ordinal.	1. < 1 km. 2. 1-5 km. 3. > 5 km.	Km.
7.	Sumber air.	Sumber air bersih yang digunakan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan konsumsi sehari-hari.	Wawancara dan kuesioner.	Ordinal.	1. Sumber air terlindungi (1,2,3,4,5). 2. Sumber air tidak terlindungi (6).	1. Sumur gali. 2. Mata air. 3. Penampung air hujan. 4. Air kemasan. 5. Truk tangki air. 6. Air permukaan (sungai, waduk, danau, kolam). 7. Lainnya.
8.	Aktifitas masyarakat dalam penggunaan air.	Aktifitas yang dilakukan responden terhadap penggunaan air sungai untuk mandi, mencuci dan kakus.	Wawancara dan kuesioner.	Ordinal.	1. Ya. 2. Tidak.	Menggunakan air sungai baik secara langsung maupun tidak langsung untuk mandi, mencuci dan kakus.

No.	Variabel	Definisi Operasional	Pengukuran dan Satuan	Skala	Parameter	Kriteria Objektif
9.	Pemeriksaan fisik.	Pemeriksaan fisik terhadap responden secara langsung.	Periksaan fisik responden.	Ordinal.	1. Normal. 2. Tidak Normal.	Normal apabila <i>tidak ditemukan</i> kelainan pada pemeriksaan fisik. Tidak normal apabila <i>ditemukan</i> kelainan pada pemeriksaan fisik.
10.	Keluhan kesehatan.	Keadaan yang dirasakan responden terkait gangguan kesehatan.	Wawancara dan kuesioner.	Nominal	1. <i>Low Exposure Level</i> . 2. <i>High Exposure Level</i> .	1. Kulit. 2. Kepala. 3. Wajah.

### 3.5 Populasi dan Sampel

#### 3.5.1 Populasi

Populasi penelitian ini adalah seluruh masyarakat yang ada di wilayah kerja di Puskesmas Bunut Way Ratai, Pesawaran yaitu 3514.

#### 3.5.2 Sampel

Besar sampel pada penelitian ini dihitung dengan menggunakan rumus (Slovin) perhitungan besar sampel untuk desain *cross sectional* yaitu:

$$n = \frac{N}{(1+N(e)^2)}$$

$$n = \frac{3514}{(1+3514(0,1)^2)}$$

$$n = \frac{3514}{36,14} = 97,23 \text{ dibulatkan } 100.$$

Keterangan:

n : Jumlah Sampel

N : Ukuran populasi

e : Persen kelongaran ketidakteelitian karena kesalahan pengambilan sampel yang masih dapat ditolerir atau diinginkan, e= 0,1 (10%) untuk sampel populasi besar.

Berdasarkan perhitungan rumus diatas bahwa jumlah sampel sebesar 100 orang.

### **3.6 Teknik Pengambilan Sampel**

Metode penentuan sampel dalam penelitian ini ditentukan secara *purposive sampling*, yaitu teknik pengambilan sampel dengan menentukan kriteria-kriteria tertentu (Sugiyono, 2016). Kriteria-kriteria yang ditetapkan peneliti sebagai berikut:

1. Kriteria Inklusi
  - a. Pasien dewasa yang datang ke Poli Umum di Puskesmas Bunut Way Ratai dan bersedia menjadi responden penelitian.
  - b. Pasien yang datang ke Poli Umum di Puskesmas Bunut Way Ratai dengan keluhan utama pusing mual demam dan gangguan indera.
2. Kriteria Eksklusi  
Tinggal di luar wilayah kerja Puskesmas Bunut Way Ratai

### **3.7 Teknik Pengumpulan Data**

Pengumpulan data pada penelitian ini melalui beberapa tahap sebagai berikut:

1. Tahap Pertama  
Tahap pertama peneliti akan melakukan pengumpulan data sekunder dengan cara mengumpulkan data paparan merkuri terhadap air dengan data yang didapatkan dari uji kualitas air yaitu bersumber dari penelitian sebelumnya maupun literatur terdahulu, dengan sampel air pada lokasi penelitian tersebut serta pengumpulan data maupun informasi dari Puskesmas Bunut Way Ratai, Pesawaran.
2. Tahap Kedua  
Tahap kedua peneliti akan melakukan pengumpulan data primer dengan cara mewawancarai dan melakukan pengisian kuesioner penelitian dengan tujuan mengumpulkan keterangan informasi secara lisan dan tulisan dari responden. Proses wawancara serta pengisian kuesioner akan dilakukan oleh peneliti beserta rekan puskesmas yang bekerjasama dalam penelitian tersebut. Proses wawancara dengan pengisian kuesioner tersebut diperkirakan akan dilakukan terhadap 100 responden dengan kriteria dewasa ( $\geq 20$  tahun) dan keluhan yang mengacu pada beberapa poin. Waktu yang digunakan dalam setiap responden

diperkirakan sekitar 10 menit dalam proses wawancara berupa tanya jawab serta pengisian kuesioner. Proses ini berlangsung sekitar 1 bulan dengan harapan memenuhi kuota responden yang dibutuhkan oleh peneliti yang dilakukan di lingkungan Poli Umum Puskesmas Bunut Way Ratai Padang Cermin, Pesawaran.

### **3.8 Instrumen Pengambilan Sampel**

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini yaitu kuesioner dengan melakukan wawancara pada responden. Pada pelaksanaan wawancara dan pengisian kuesioner, peneliti menggunakan pedoman wawancara dan juga lembar kuesioner yang telah dicetak peneliti disertai dengan pertanyaan-pertanyaan yang berhubungan dengan materi yang disampaikan. Alat bantu yang digunakan adalah formulir kuesioner dan alat tulis untuk mencatat hasil dari jawaban kuesioner tersebut. Pengukuran, jumlah pertanyaan, cara skoring, dan hasil ukur setiap variabel sebagai berikut:

1. Usia, diukur menggunakan kuesioner dengan menanyakan usia responden. Skoring dan hasil ukur usia responden menggunakan parameter: 1. Usia 20-35 tahun, 2. Usia 36-45 tahun, dan 3. Usia  $\geq 45$  tahun.
2. Pendidikan terakhir, diukur dengan kuesioner dengan pertanyaan apa pendidikan terakhir responden. Skoring dan hasil ukur pendidikan terakhir menggunakan parameter: 1. SD, 2. SMP, 3. SMA, dan 4. PT.
3. Pekerjaan, diukur melalui wawancara dan kuesioner dengan menanyakan pekerjaan responden. Skoring pekerjaan meliputi 1. PNS, 2. Buruh, 3. Petani, 4. Pedagang, 5. TNI/Polri, 6. Lainnya. Hasil ukur menggunakan parameter: 1. Pengolah emas (Buruh) dan 2. Non-pengolah emas (PNS, buruh, petani, pedagang, TNI/Polri, lainnya). Apabila responden merupakan non-pengolah emas maka responden diminta menyebutkan pekerjaannya.
4. Status Gizi, diukur dengan cara penimbangan berat badan (kg) dan pengukuran tinggi badan (cm) dengan microtoa kemudian dihitung menggunakan rumus Indeks Massa Tubuh (IMT). Skoring status gizi menggunakan: 1. Kurus jika  $IMT < 18,5$ , 2. Sedang jika  $IMT 18,5-25,0$ , dan 3. Gemuk jika  $IMT > 25,0$ . Hasil ukur menggunakan parameter: 1. Baik ( $IMT 18,5-25,0$ ), 2. Tidak baik ( $< 18,5$  dan  $> 25,0$ ).

5. Lama tinggal, diukur menggunakan kuesioner dengan menanyakan sudah berapa lama responden tinggal di Desa Bunut. Skoring dan hasil ukur menggunakan parameter sebagai berikut: 1. Responden tinggal <5 tahun, 2. Responden tinggal 5-10, dan 3. Responden tinggal <10 tahun.
6. Jarak tempat tinggal, diukur menggunakan bantuan perhitungan titik koordinat *google earth* dengan mengambil alamat lengkap responden dihitung jaraknya dengan titik peta yang tersedia yang merupakan titik lokasi puskesmas. Skoring dan hasil ukur menggunakan parameter sebagai berikut: 1. < 1 km, 2. 1-5 km, 3. > 5 km.
7. Sumber air konsumsi, diukur menggunakan kuesioner dengan menanyakan sumber air untuk konsumsi (memasak dan minum) yang digunakan responden dalam kegiatan sehari-hari. Skoring sumber air dikategorikan sebagai berikut: 1. Sumur gali, 2. Mata air, 3. Penampung air hujan, 4. Air kemasan, 5. Truk tangki air, 6. Air permukaan (sungai, waduk, danau, kolam), dan 7. Lainnya sumber air yang sesuai dengan responden. Hasil ukur menggunakan parameter 1. Sumber air terlindungi (sumur gali, mata air, penampung air hujan, air kemasan, truk tangki air) 2. Sumber air tidak terlindungi (air permukaan seperti sungai, waduk, danau, kolam)
8. Aktifitas masyarakat dalam penggunaan air, diukur menggunakan kuesioner dengan menanyakan kegiatan sehari-hari masyarakat terhadap aktifitas penggunaan air sungai untuk mandi, mencuci dan kakus. Skoring dan hasil ukur menggunakan parameter: 1. Ya, jika masyarakat melakukan satu atau lebih aktifitas menggunakan air sungai (mandi, mencuci dan kakus) baik secara langsung maupun tidak langsung dan 2. Tidak, jika masyarakat tidak menggunakan air sungai untuk kegiatan sehari-hari (mandi, mencuci dan kakus).
9. Pemeriksaan fisik terhadap responden langsung, diukur melalui pemeriksaan fisik secara langsung .parameter yang digunakan berjumlah 13 pemeriksaan organ anggota tubuh dengan skor nilai normal dan tidak normal. Skoring dan hasil ukur menggunakan parameter: 1. Normal jika tidak terdapat temuan kelainan, 2. Tidak normal apabila terdapat atau ditemukan kelainan pada anggota tubuh yang diperiksa tersebut.

10. Keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg), diukur melalui wawancara dan kuesioner menggunakan sejumlah 15 pertanyaan terkait keluhan kesehatan. Skoring yang 1. Ya, jika responden pernah mengalami gangguan kesehatan berupa gangguan panca indra, pusing berat jangka panjang, gangguan pernapasan, gangguan bicara, gangguan saluran kencing, keluhan perut, tremor dan oedem ekstremitas. 2. Tidak, jika responden tidak mengalami gangguan kesehatan berupa gangguan panca indra, pusing berat jangka Panjang, gangguan pernapasan, gangguan bicara, gangguan saluran kencing, keluhan perut, tremor dan oedem ekstremitas. Hasil ukur menggunakan parameter: 1. *Low exposure level* apabila semua keluhan tergolong dalam *low exposure level*, 2. *High exposure level* apabila terdapat 1 atau lebih keluhan yang tergolong *high exposure level*.

### **3.9 Validitas dan Reabilitas**

Kuesioner yang digunakan merupakan kuesioner yang dibuat oleh peneliti kemudian dilakukan pengujian validitas dan reliabilitas. Upaya yang dilakukan dalam menjaga validitas pada penelitian ini yaitu dengan *Credibility Test* yang digunakan untuk uji validitas, pada penelitian ini merupakan metode triangulasi data, dimana pengecekan data dari berbagai sumber dengan berbagai cara dan berbagai waktu (Sugiyono, 2016). Di dalam hal ini peneliti menggunakan triangulasi sumber, triangulasi sumber dilakukan dengan suatu cara yaitu mencari data dari sumber beragam yang saling berkaitan satu sama lain dan berkaitan dengan topik penelitian, dan peneliti melakukan eksplorasi untuk mengecek kredibilitas dari beragam sumber tersebut (Satori, dkk, 2014). Dalam penelitian ini triangulasi bersumber dari data primer yaitu wawancara dan pengisian kuesioner dengan pasien dan dari data sekunder yaitu data dari penelitian yang terkait dengan variabel judul tersebut.

### **3.10 Tahapan Pengolahan Data dan Analisis Data**

Tahapan pengolahan data penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data dan informasi yang di dapat dari hasil wawancara tanya jawab dan pengisian kuesioner.
2. Membuat transkrip catatan dan kesimpulan dari hasil pengisian kuesioner.

3. Melakukan klasifikasi data dengan mengkategorikan data yang mempunyai karakteristik juga skor yang sama dengan mengelompokkan dalam memudahkan interpretasi data.
4. Membuat matriks untuk mengklasifikasikan data yang sesuai dengan data yang kita inginkan.
5. Menganalisa data yang telah didapatkan dengan melakukan kajian data untuk membuat suatu kesimpulan, melalui usaha menentukan karakteristik skor yang dilakukan secara objektif dan sistematis.

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan 3 jenis analisis yaitu analisis univariat, analisis bivariat, dan analisis multivariat. Analisis univariat adalah suatu teknik analisis data terhadap satu variabel secara mandiri, tiap variabel dianalisis tanpa dikaitkan dengan variabel lainnya. Analisis bivariat bertujuan untuk melihat hubungan antara variabel terikat menggunakan uji *Chi Square* sedangkan, analisis multivariat adalah metode pengolahan variabel dalam jumlah yang banyak, dimana tujuannya adalah untuk mencari pengaruh variabel - variabel tersebut terhadap suatu obyek secara simultan atau serentak dilakukan menggunakan *Regresi Logistic*.

### **3.11 Ethical Clearance**

*Ethical clearance* akan didapatkan melalui Komite Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dengan mempertimbangkan:

1. Keselamatan  
Peneliti akan menghormati otonomi partisipan, penjelasan kepada partisipan tentang derajat dan lama keterlibatan tanpa konsekuensi negatif dari peneliti. Akan keikutsertaan subjek bersifat sukarela yang dinyatakan secara tertulis setelah subjek mendapat penjelasan. Subjek berhak mengundurkan keikutsertaannya dalam penelitian yang dilakukan.
2. Kesehatan  
Akan mencegah, meminimalkan kerugian dan atau meningkatkan manfaat bagi semua partisipan atau respondensi yang ikut serta.
3. Kesejahteraan  
Akan menghormati kepribadian partisipan, keluarga dan nilai yang diindahkan oleh partisipan atau respondensi yang ikut serta.

4. Keadilan

Akan memastikan bahwa keuntungan dan akibat dari penelitian terdistribusi secara seimbang dan adil.

5. *Informed consent*

*Informed consent* akan diperoleh ketika calon responden akan menyetujui penelitian yang dilakukan.

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN**

#### **4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian**

Bunut adalah salah satu desa di kecamatan Way Ratai, Kabupaten Pesawaran, Lampung, Indonesia. Penduduk Desa Bunut mayoritas bersukukan Sunda dan Jawa, mata pencaharian masyarakat berdasarkan petani, pedagang, buruh, dan Aparatur negara.

Iklm Desa Bunut sebagaimana desa-desa lain diwilayah Indonesia mempunyai iklim kemarau dan penghujan, hal tersebut mempunyai pengaruh langsung terhadap pola tanam yang ada di desa Bunut Kecamatan Way Ratai Kabupaten Pesawaran. Curah hujan rata-rata 1500-2000 mdl. Jumlah bulan hujan rata-rata 7 bulan/tahun dan suhu rata-rata 30-34 °C.

Puskesmas Bunut adalah salah satu dari 13 Puskesmas di Kabupaten Pesawaran, terletak di Jl.Way Ratai Desa Kecamatan Way Ratai. Berdasarkan data di atas wilayah kerja UPTD Puskesmas Bunut terdiri dari 10 desa diantaranya, Desa Bunut, Desa Bunut Seberang, Desa Wates, Desa Caringin Asri Desa Sumber Jaya, Desa Gunung Rejo, Desa Ponco Rejo, Desa Mulyo Sari, Desa Pesawaran Indah, dan Desa Harapan Jaya.

Pada wilayah kerja Puskesmas Bunut memiliki 2 desa terpencil yaitu Desa Sumber Jaya dengan jumlah KK 1186 orang dan Desa Harapan Jaya dengan jumlah KK 651 orang. Luas wilayah Puskesmas Bunut adalah 16.319 km<sup>2</sup>. Dengan wilayah yang terluas adalah Desa Wates dengan luas 4.271 km<sup>2</sup>, sedangkan dengan wilayah terkecil adalah Desa Mulyo Sari dengan luas 979 km<sup>2</sup>. Berdasarkan data di atas dapat dilihat bahwa desa terjauh dari puskesmas adalah desa Harapan Jaya dengan jarak 25 km dan waktu tempuh 1 jam, dan desa terdekat adalah Desa Bunut dengan jarak 500 m dan waktu tempuh 5 Menit. Jumlah RT/RW yang paling banyak dimiliki di Desa Wates dengan jumlah RT 36 dan RW 38 karena wilayah desanya

yang juga luas sedangkan desa dengan jumlah RT/RW terkecil adalah Desa Caringin Asri yaitu dengan jumlah 6 RT dan 3 RW.

## 4.2 Hasil Penelitian

### 4.2.1 Analisis Univariat

Analisis univariat dimaksudkan untuk menganalisis data masing-masing variabel penelitian berupa kemunculan suatu kategori sekaligus memeriksa apakah ada nilai yang hilang atau tidak lengkap dalam data. Berikut adalah hasil analisis univariat yang dilakukan:

**Tabel 4.1 Distribusi Data Faktor Risiko Keluhan Kesehatan Masyarakat Akibat Indikasi Paparan Merkuri (Hg)**

Variabel	Frekuensi	%
<b>Usia</b>		
20-35 tahun	31	31,0
36-45 tahun	45	45,0
>45 tahun	24	24,0
<b>Pendidikan Terakhir</b>		
SD	12	12,0
SMP	29	29,0
SMA	42	42,0
PT	17	17,0
<b>Pekerjaan</b>		
Pengolah emas	45	45,0
Non pengolah emas	55	55,0
<b>Status Gizi</b>		
Baik	66	66,0
Tidak Baik	34	34,0
<b>Lama Tinggal</b>		
1-5 tahun	8	8,0
6-10 tahun	21	21,0
>10 tahun	71	71,0
<b>Jarak dari Tinggal</b>		
< 1 km	65	65,0
1-5 km	27	27,0
>5 km	8	8,0
<b>Sumber Air Konsumsi</b>		
Sumber air terlindungi	90	90,0
Sumber air tidak terlindungi	10	10,0
<b>Aktifitas Penggunaan Air Sungai</b>		
Ya	60	60,0
Tidak	40	40,0
<b>Pemeriksaan Fisik</b>		
Normal	34	34,0
Tidak Normal	66	66,0

<b>Variabel</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>%</b>
<b>Keluhan Kesehatan</b>		
<i>High exposure level</i>	64	64,0
<i>Low Exposure Level</i>	36	36,0

Berdasarkan hasil uji univariat, dapat diketahui bahwa dari 100 responden sebagian besar berada pada rentang usia 36-45 tahun yaitu sebanyak 45,0%, sedangkan 31% lainnya berada pada rentang usia 20-35 tahun dan 24,0% berikutnya berada pada rentang usia >45 tahun. Jika dilihat dari tingkat pendidikan terakhirnya, maka mayoritas responden berpendidikan terakhir adalah SMA yaitu sebanyak 42,0%, diikuti dengan jenjang SMP sebanyak 29,0%, perguruan tinggi sebanyak 17,0% dan SD sebanyak 12,0%.

Pada aspek pekerjaan, dari 100 responden sebanyak 45,0% diantaranya memiliki pekerjaan sebagai pengolah emas (buruh pertambangan) dan 55,0% lainnya memiliki pekerjaan bukan pengolah emas, baik itu sebagai petani, pedagang, PNS, TNI/Polri dan lainnya. Selanjutnya, pada aspek gizi sebagian besar 66,0% responden memiliki status gizi yang tergolong baik, dan sisanya sebanyak 34,0% memiliki status gizi yang masuk dalam kategori tidak baik.

Lebih lanjut, hasil analisis juga menunjukkan bahwa sebagian besar responden telah lama bermukim di daerah penelitian, hal ini terlihat dari 71% memiliki lama tinggal lebih dari 10 tahun, 21,0% dengan lama tinggal 6-10 tahun dan sisanya sebanyak 8,0% baru tinggal di daerah tersebut antara 1-5 tahun. Terkait dengan jarak tinggal dengan puskesmas, terdapat 65,0% responden yang memiliki jarak dengan puskesmas < 1 km, 27,0% lainnya memiliki jarak tempat tinggal 1-5 km dan sisanya 8,0% memiliki jarak tinggal >5 km.

Selanjutnya, pada analisis pemanfaatan sumber air untuk konsumsi, baik itu memasak atau minum sebanyak 90,0% menggunakan sumber air yang terlindungi dan sisanya sebanyak 10,0% menggunakan sumber air yang tidak terlindungi. Masih berkaitan dengan air, yakni aktifitas penggunaan air sungai untuk MCK, maka 60,0% responden ternyata masih beraktifitas MCK dengan memanfaatkan air sungai, sedangkan sisanya sebanyak 40,0% tidak melakukan aktifitas tersebut.

Berdasarkan hasil pemeriksaan fisik yang dilakukan, hanya sebanyak 34,0% saja yang tergolong memiliki fisik normal, sedangkan 66,0% lainnya masuk dalam kategori tidak normal. Adapun pada keluhan kesehatan, terdapat 64,0% responden

yang memiliki keluhan kesehatan pada kategori *high exposure level* dan selebihnya sebanyak 36,0% memiliki keluhan kesehatan yang berkategori *low exposure level*.

#### 4.2.2 Analisis Bivariat

Analisis bivariat merupakan cara untuk mengetahui hubungan antara variabel independen yaitu faktor risiko yaitu usia, pendidikan terakhir, pekerjaan, status gizi, lama tinggal, jarak tempat tinggal, sumber air, aktifitas masyarakat dalam penggunaan air, dan pemeriksaan fisik terhadap responden langsung dengan variabel dependen yaitu keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg). Adanya hubungan antara variabel independen terhadap variabel dependen yang ditunjukkan dengan nilai  $p < 0,05$ .

##### 4.2.2.1 Hubungan Faktor Usia dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg)

Hasil pengujian faktor usia dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg) adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.2 Hubungan Faktor Usia dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg)**

	Keluhan Kesehatan				Total	<i>p-Value</i>
	<i>High Exposure Level</i>	(%)	<i>Low Exposure Level</i>	(%)		
20-35	19	61,3	12	38,7	31	0,018
36-45	24	53,3	21	46,7	45	
>45	21	87,5	3	12,5	24	
Total	64		36		100	

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa responden pada semua rentang usia, baik itu 20-35 tahun, 36-45 tahun dan >45 tahun mayoritas cenderung mengalami keluhan kesehatan yang tergolong pada *high exposure level*. Pada pengujian *chi-square* dihasilkan nilai  $p\text{-value} = 0,018$  ( $p\text{ value} < 0,05$ ) yang berarti ada hubungan antara faktor risiko berupa usia dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg).

##### 4.2.2.2 Hubungan Faktor Pendidikan Terakhir dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg)

Hasil Pengujian faktor pendidikan terakhir dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg) adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.3 Hubungan Faktor Pendidikan Terakhir dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg)**

	Keluhan Kesehatan				Total	<i>p-Value</i>
	<i>High Exposure Level</i>	(%)	<i>Low Exposure Level</i>	(%)		
SD	8	66,7	4	33,3	12	0,000
SMP	15	51,7	14	48,3	29	
SMA	37	88,1	5	11,9	42	
PT	4	23,5	13	76,5	17	
Total	64	64,0	36	36,0	100	

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa responden dengan jenjang pendidikan terakhir SD, SMP dan SMA, mayoritas cenderung mengalami keluhan kesehatan yang tergolong pada *high exposure level*. Sebaliknya, responden dengan jenjang pendidikan terakhir Perguruan Tinggi (PT) mayoritas cenderung mengalami keluhan kesehatan yang tergolong pada *low exposure level*. Pengujian *chi-square* menghasilkan nilai *p-value* = 0,000 (*p value* < 0,05) yang berarti ada hubungan antara faktor risiko berupa pendidikan terakhir dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg).

#### 4.2.2.3 Hubungan Faktor Pekerjaan dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg)

Hasil pengujian faktor pekerjaan dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg) adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.4 Hubungan Faktor Pekerjaan dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg)**

	Keluhan Kesehatan				Total	<i>p-Value</i>	OR; 95% CI
	<i>High Exposure Level</i>	(%)	<i>Low Exposure Level</i>	(%)			
Pengolah emas	40	88,9	5	11,1	45	0,000	10,333 (3,539-30,174)
Non pengolah emas	24	43,6	31	56,4	55		
Total	64		36		100		

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa responden yang memiliki pekerjaan pengolah emas mayoritas memiliki keluhan kesehatan yang tergolong pada *high exposure level*. Sebaliknya, pada responden dengan pekerjaan selain pengolah emas mayoritas memiliki keluhan kesehatan yang tergolong pada *low exposure level*. Pada pengujian *chi-square* dihasilkan nilai *p-value* = 0,000 (*p value* < 0,05) yang berarti ada hubungan antara faktor risiko berupa jenis pekerjaan dengan keluhan

kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg). *Odd Ratio* (OR) sebesar 10,333 yang artinya responden dengan jenis pekerjaan pengolah emas cenderung berisiko 10,333 menderita keluhan kesehatan pada *high exposure level* akibat paparan logam berat merkuri (Hg) dibandingkan responden dengan jenis pekerjaan non pengolah emas. Pada 95% CI (3,539-30,174) tidak mengandung nilai 1 yang artinya terdapat hubungan yang bermakna/presisi antara jenis pekerjaan dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg).

#### 4.2.2.4 Hubungan Faktor Status Gizi dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg)

Hasil pengujian faktor status gizi dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg) adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.5 Hubungan Faktor Status Gizi dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg)**

	Keluhan Kesehatan				Total	P-Value	OR; 95% CI
	<i>High Exposure Level</i>	(%)	<i>Low Exposure Level</i>	(%)			
Baik	39	59,1	27	40,9	66	0,228	0,520
Tidak Baik	25	73,5	9	26,5	34		0,210-1,287
Total	64		36		100		

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa responden dengan status gizi baik maupun status gizi tidak baik, mayoritas memiliki keluhan kesehatan yang tergolong pada *high exposure level*. Pada pengujian *chi-square* dihasilkan nilai *p-value* = 0,228 (*p value* < 0,05) yang berarti tidak terdapat hubungan antara faktor status gizi dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg). *Odd Ratio* (OR) sebesar 0,520 yang artinya responden dengan jenis status gizi baik cenderung berisiko 0,520 menderita keluhan kesehatan pada *high exposure level* akibat paparan logam berat merkuri (Hg) dibandingkan responden dengan jenis status gizi tidak baik. Namun demikian, pada 95% CI (0,210-1,287) mengandung nilai 1 yang artinya tidak terdapat kebermaknaan hubungan antara status gizi dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg).

#### 4.2.2.5 Hubungan Faktor Lama Tinggal dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg)

Hasil pengujian faktor lama tinggal dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg) adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.6 Hubungan Faktor Lama Tinggal dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg)**

	Keluhan Kesehatan				Total	P-Value
	<i>High Exposure Level</i>	(%)	<i>Low Exposure Level</i>	(%)		
1-5 tahun	1	12,5	7	87,5	8	0,000
6-10 tahun	7	33,3	14	66,7	21	
>10 tahun	56	78,9	15	21,1	71	
Total	64		36		100	

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa responden dengan lama tinggal 1-5 tahun dan 6-10 tahun mayoritas memiliki keluhan kesehatan yang tergolong pada *low exposure level*. Adapun responden dengan lama tinggal >10 tahun mayoritas memiliki keluhan kesehatan yang tergolong pada *high exposure level*. Pada pengujian *chi-square* dihasilkan nilai *p-value* = 0,000 (*p value* < 0,05) yang berarti ada hubungan antara faktor risiko berupa lama tinggal dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg).

#### 4.2.2.6 Hubungan Faktor Jarak Tempat Tinggal dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg)

Hasil pengujian faktor jarak tempat tinggal dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg) adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.7 Hubungan Faktor Jarak Tempat Tinggal dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg)**

	Keluhan Kesehatan				Total	P-Value
	<i>High Exposure Level</i>	(%)	<i>Low Exposure Level</i>	(%)		
< 1 km	51	78,5	14	21,5	65	0,000
1- 5 km	11	40,7	16	59,3	27	
> 5 km	2	25,0	6	75,0	8	
Total	64		36		100	

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa responden dengan jarak tinggal < 1 km mayoritas memiliki keluhan kesehatan yang tergolong pada *high exposure level*. Sedangkan responden dengan jarak tinggal 1-5 km dan >5 km mayoritas memiliki keluhan kesehatan yang tergolong pada *low exposure level*. Pada pengujian *chi-square* dihasilkan nilai *p-value* = 0,000 (*p value* < 0,05) yang berarti

ada hubungan antara faktor risiko berupa jarak tempat tinggal dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg).

#### 4.2.2.7 Hubungan Faktor Sumber Air dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg)

Hasil pengujian faktor sumber air dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg) adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.8 Hubungan Faktor Sumber Air dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg)**

	Keluhan Kesehatan				Total	P-Value	OR; 95% CI
	<i>High Exposure Level</i>	(%)	<i>Low Exposure Level</i>	(%)			
Sumber air Terlindungi	62	68,9	28	31,1	90	0,004	8,857 (1,766-44,420)
Sumber air tidak terlindungi	2	20,0	8	80,0	10		
Total	64		36		100		

Berdasarkan Tabel 4.8 dapat diketahui bahwa responden dengan sumber air untuk konsumsi yang terlindungi mayoritas memiliki keluhan kesehatan yang tergolong pada *high exposure level*. Sedangkan responden dengan sumber air untuk konsumsi yang tidak terlindungi mayoritas memiliki keluhan kesehatan yang tergolong pada *low exposure level*. Pada pengujian *chi-square* dihasilkan nilai *p-value* = 0,004 (*p value* < 0,05) yang berarti ada hubungan antara faktor risiko sumber air untuk konsumsi dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg). *Odd Ratio* (OR) sebesar 8,857 yang artinya responden dengan sumber air untuk konsumsi yang terlindungi cenderung berisiko 8,857 menderita keluhan kesehatan pada *high exposure level* akibat paparan logam berat merkuri (Hg) dibandingkan responden dengan sumber air untuk konsumsi yang tidak terlindungi. Pada 95% CI (1,766-44,420) tidak mengandung nilai 1 yang artinya terdapat hubungan yang bermakna/presisi antara sumber air untuk konsumsi dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg).

#### 4.2.2.8 Hubungan Faktor Aktifitas Masyarakat dalam Penggunaan Air Sungai dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg)

Hasil pengujian faktor aktifitas masyarakat dalam penggunaan air dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg) adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.9 Hubungan Faktor Aktifitas Masyarakat dalam Penggunaan Air Sungai dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg)**

	Keluhan Kesehatan				Total	P-Value	OR; 95% CI
	High Exposure Level	(%)	Low Exposure Level	(%)			
Ya	49	81,7	11	18,3	60	0,000	7,424 (2,973-18,538)
Tidak	15	37,5	25	62,5	40		
Total	64		36		100		

Berdasarkan Tabel 4.9 dapat diketahui bahwa responden yang beraktifitas dengan menggunakan air sungai mayoritas memiliki keluhan kesehatan yang tergolong pada *high exposure level*. Sedangkan responden yang tidak beraktifitas dengan menggunakan air sungai mayoritas memiliki keluhan kesehatan yang tergolong pada *low exposure level*.

Pada pengujian *chi-square* dihasilkan nilai *p-value* = 0,000 (*p value* < 0,05) yang berarti ada hubungan antara faktor aktifitas menggunakan air sungai dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg). *Odd Ratio* (OR) sebesar 7,424 yang artinya responden yang beraktifitas dengan menggunakan air sungai cenderung berisiko 7,424 menderita keluhan kesehatan pada *high exposure level* akibat paparan logam berat merkuri (Hg) dibandingkan responden yang beraktifitas dengan tidak menggunakan air sungai. Pada 95% CI (2,973-18,538) tidak mengandung nilai 1 yang artinya terdapat hubungan yang bermakna/presisi antara aktifitas menggunakan air sungai untuk MCK dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg).

#### 4.2.2.9 Hubungan Faktor Pemeriksaan Fisik dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg)

Hasil pengujian faktor pemeriksaan fisik dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg) adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.10 Hubungan Faktor Pemeriksaan Fisik dengan Keluhan Kesehatan Akibat Indikasi Paparan Logam Berat Merkuri (Hg)**

	Keluhan Kesehatan				Total	P-Value	OR; 95% CI
	High Exposure Level	(%)	Low Exposure Level	(%)			
Normal	13	38,2	21	61,8	34	0,000	0,182 (0,074-0,448)
Tidak normal	51	77,3	15	22,7	66		
Total	64		36		100		

Berdasarkan Tabel 4.10 dapat diketahui bahwa responden dengan hasil pemeriksaan fisik normal mayoritas memiliki keluhan kesehatan yang tergolong pada *low exposure level*. Adapun responden dengan hasil pemeriksaan fisik tidak normal mayoritas memiliki keluhan kesehatan yang tergolong pada *high exposure level*.

Pada pengujian *chi-square* dihasilkan nilai *p-value* = 0,000 (*p value* < 0,05) yang berarti ada hubungan antara hasil pemeriksaan fisik dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg). *Odd Ratio* (OR) sebesar 0,182 yang artinya responden dengan hasil pemeriksaan fisik normal cenderung berisiko 0,182 menderita keluhan kesehatan pada *low exposure level* akibat paparan logam berat merkuri (Hg) dibandingkan responden dengan hasil pemeriksaan fisik normal. Pada 95% CI (0,074-0,448) tidak mengandung nilai 1 yang artinya terdapat hubungan yang bermakna/presisi antara hasil pemeriksaan fisik dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg).

#### 4.2.3 Analisis Multivariat

Analisis multivariat regresi logistik ganda, bertujuan mencari variabel paling dominan dan melihat peran variabel dependen ketika melakukan interaksi bersama-sama. Analisis multivariat diawali dengan melakukan analisis bivariat terhadap masing-masing variabel independen dengan variabel dependen dimana terdapat syarat untuk variabel dependen dapat dimasukkan kedalam pemodelan yaitu apabila hasil analisis bivariat menunjukkan nilai *p-Value* (sig.)  $\leq 0,25$ .

Analisis Multivariat ini dilakukan dengan Model Determinan. Pemodelan ini bertujuan untuk memperoleh model yang terdiri dari beberapa variabel independen yang dianggap terbaik untuk memprediksi kejadian variabel dependen. Variabel independen yaitu usia, pendidikan terakhir, pekerjaan, status gizi, lama tinggal, jarak tempat tinggal, sumber air, aktifitas masyarakat dalam penggunaan

air, dan pemeriksaan fisik terhadap responden langsung dengan variabel dependen yaitu keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg)

**Tabel 4.11 Kandidat Model Regresi Logistik Ganda Berdasarkan keluhan Kesehatan dengan Usia, Pendidikan Terakhir, Pekerjaan, Status Gizi, Lama Tinggal, Jarak Tempat Tinggal, Sumber Air, Aktifitas Masyarakat dalam Penggunaan Air, dan Pemeriksaan Fisik**

No	Variabel	<i>p-Value</i>	Keterangan
1	Usia	0,018	Kandidat Model
2	Pendidikan Terakhir	0,000	Kandidat Model
3	Pekerjaan	0,000	Kandidat Model
4	Status Gizi	0,228	Kandidat Model
5	Lama Tinggal	0,000	Kandidat Model
6	Jarak Tinggal	0,000	Kandidat Model
7	Sumber Air	0,004	Kandidat Model
8	Aktifitas Penggunaan Air Sungai	0,000	Kandidat Model
9	Pemeriksaan Fisik	0,000	Kandidat Model

Tabel 4.11 menunjukkan bahwa semua variabel masuk dalam kandidat model ( $p\text{-Value} < 0,25$ ) yaitu variabel usia ( $p\text{-Value}$  0,018), pendidikan terakhir ( $p\text{-Value}$  0,000), pekerjaan ( $p\text{-Value}$  0,000), status gizi ( $p\text{-Value}$  0,228), lama tinggal ( $p\text{-Value}$  0,000), jarak tempat tinggal ( $p\text{-Value}$  0,000), sumber air ( $p\text{-Value}$  0,004), aktifitas masyarakat dalam penggunaan air ( $p\text{-Value}$  0,000), dan pemeriksaan fisik terhadap responden langsung ( $p\text{-Value}$  0,000).

**Tabel 4.12 Pemodelan Regresi Logistik**

		B	<i>p-Value</i>	OR	95,0% C.I.for EXP(B)	
					<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
Step 1 <sup>a</sup>	Usia	-.249	.598	.779	.309	1.967
	Pendidikan Terakhir	.533	.125	1.704	.863	3.364
	Pekerjaan	1.588	.097	4.894	.752	31.841
	Status Gizi	-1.585	.037	.205	.046	.911
	Lama Tinggal	-2.211	.001	.110	.031	.389
	Jarak Tinggal	.922	.142	2.515	.735	8.605
	Sumber Air	.928	.419	2.530	.267	23.999
	Aktifitas	-.138	.862	.871	.184	4.126
	Pemeriksaan Fisik	-1.227	.074	.293	.076	1.124
	Constant	3.475	.357	32.283		
Step 2 <sup>a</sup>	Usia	-.252	.594	.778	.308	1.964
	Pendidikan Terakhir	.530	.127	1.698	.860	3.353
	Pekerjaan	1.522	.084	4.583	.817	25.699
	Status Gizi	-1.563	.037	.210	.048	.907
	Lama Tinggal	-2.187	.001	.112	.033	.385
	Jarak Tinggal	.901	.144	2.461	.735	8.240
	Sumber Air	.906	.426	2.476	.266	23.069
	Pemeriksaan Fisik	-1.202	.073	.301	.081	1.120
		Constant	3.317	.366	27.586	
Step 3 <sup>a</sup>	Pendidikan Terakhir	.582	.079	1.790	.934	3.432
	Pekerjaan	1.614	.062	5.025	.923	27.372
	Status Gizi	-1.549	.037	.213	.049	.912

	B	p-Value	OR	95,0% C.I.for EXP(B)	
				Lower	Upper
Lama Tinggal	-2.204	.000	.110	.032	.375
Jarak Tinggal	.839	.158	2.315	.723	7.417
Sumber Air	.977	.394	2.657	.282	25.079
Pemeriksaan Fisik	-1.177	.078	.308	.083	1.141
Constant	2.555	.446	12.874		
Step 4 <sup>a</sup>					
Pendidikan Terakhir	.559	.088	1.750	.919	3.331
Pekerjaan	1.601	.064	4.958	.911	26.989
Status Gizi	-1.581	.031	.206	.049	.868
Lama Tinggal	-2.299	.000	.100	.030	.334
Jarak Tinggal	.914	.117	2.495	.795	7.829
Pemeriksaan Fisik	-1.285	.048	.277	.077	.989
Constant	4.050	.164	57.389		
Step 5 <sup>a</sup>					
Pendidikan Terakhir	.705	.025	2.024	1.094	3.743
Pekerjaan	2.331	.001	10.293	2.528	41.906
Status Gizi	-1.476	.041	.229	.055	.944
Lama Tinggal	-2.105	.000	.122	.039	.384
Pemeriksaan Fisik	-1.491	.018	.225	.065	.776
Constant	3.520	.211	33.769		

Tabel 4.12 menunjukkan bahwa pemodelan multivariat yang dilakukan dengan menggunakan regresi logistik didapatkan model akhir dengan 5 langkah pemodelan. Pada pemodelan awal terdapat terdapat dua variabel independen yang paling bermakna/signifikan, karena memiliki nilai *p-Value* < 0,05 yaitu status gizi dan lama tinggal. Adapun terdapat tujuh variabel lainnya memiliki nilai *p-Value* > 0,05 dimana yang terbesar adalah variabel aktifitas penggunaan air sungai dengan *p-Value* 0,862 sehingga pada pemodelan selanjutnya variabel aktifitas penggunaan air sungai dikeluarkan.

Pada pemodelan ke dua, status gizi, dan lama tinggal masih menjadi dua variabel independen yang paling bermakna/signifikan, karena memiliki nilai *p-Value* < 0,05. Adapun enam variabel selainnya memiliki nilai *p-Value* > 0,05 dimana yang terbesar adalah variabel usia dengan *p-Value* 0,594 sehingga pada pemodelan selanjutnya variabel usia dikeluarkan.

Pada pemodelan ke tiga, variabel status gizi, dan lama tinggal masih tetap menjadi dua variabel independen yang paling bermakna/signifikan, karena memiliki nilai *p-Value* < 0,05 yaitu. Adapun lima variabel lainnya memiliki nilai *p-Value* > 0,05 dimana yang terbesar adalah variabel sumber air dengan *p-Value* 0,394 sehingga selanjutnya pada pemodelan ke empat variabel sumber air dikeluarkan.

Pada pemodelan ke empat terdapat terdapat tiga variabel independen yang paling bermakna/signifikan, karena nilai *p-Value* < 0,05 yaitu status gizi, lama

tinggal dan pemeriksaan fisik. Adapun tiga variabel lainnya memiliki nilai *p-Value*  $> 0,05$  dimana yang terbesar adalah variabel jarak tinggal dengan *p-Value* 0,117 sehingga pada pemodelan selanjutnya variabel jarak tinggal dikeluarkan.

Pada pemodelan terakhir, seluruh variabel yaitu pendidikan terakhir (*p-Value* 0,025), pekerjaan (*p-Value* 0,001), status gizi (*p-Value* 0,041), lama tinggal (*p-Value* 0,000) dan pemeriksaan fisik (*p-Value* 0,018) secara bersama-sama telah menunjukkan hubungan yang bermakna dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg), karena nilai *p-Value*  $< 0,05$ . Hasil analisis didapatkan *Odds Ratio* (OR) tertinggi adalah dari variabel pekerjaan yaitu 10,293 artinya variabel pekerjaan merupakan variabel yang paling dominan dimana responden dengan pekerjaan mengolah emas mempunyai risiko 10,293 kali untuk mengalami kejadian keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg) dibandingkan orang pekerjaannya bukan pengolah emas, atau dengan tidak melakukan pekerjaan mengolah emas maka keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg) akan diturunkan sebanyak 10,293 kali.

## **BAB VI**

### **PENUTUP**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan faktor risiko keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut Kabupaten Pesawaran dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat hubungan yang bermakna antara faktor risiko (usia, *p-Value* = 0,018) dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut Kabupaten Pesawaran.
2. Terdapat hubungan yang bermakna antara faktor risiko (pendidikan terakhir, *p-Value* = 0,000) dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut Kabupaten Pesawaran.
3. Terdapat hubungan yang bermakna antara faktor risiko (pekerjaan, *p-Value* = 0,000) dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut Kabupaten Pesawaran.
4. Tidak terdapat hubungan yang bermakna antara faktor risiko (status gizi, *p-Value* = 0,228) dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut Kabupaten Pesawaran.
5. Terdapat hubungan yang bermakna antara faktor risiko (lama tinggal, *p-Value* = 0,000) dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut Kabupaten Pesawaran.
6. Terdapat hubungan yang bermakna antara faktor risiko (jarak tempat tinggal, *p-Value* = 0,000) dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut Kabupaten Pesawaran.
7. Terdapat hubungan yang bermakna antara faktor risiko (Sumber air konsumsi memasak dan minum, *p-Value* = 0,004) dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut Kabupaten Pesawaran.

8. Terdapat hubungan yang bermakna antara faktor risiko (Aktifitas Masyarakat dalam Penggunaan Air Sungai,  $p\text{-Value} = 0,000$ ) dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut Kabupaten Pesawaran.
9. Terdapat hubungan yang bermakna antara faktor risiko (Pemeriksaan Fisik,  $p\text{-Value} = 0,000$ ) dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg) di wilayah kerja Puskesmas Bunut Kabupaten Pesawaran.
10. Secara bersama-sama variabel pendidikan terakhir ( $p\text{-Value} 0,025$ ), pekerjaan ( $p\text{-Value} 0,001$ ), status gizi ( $p\text{-Value} 0,041$ ), lama tinggal ( $p\text{-Value} 0,000$ ) dan pemeriksaan fisik ( $p\text{-Value} 0,018$ ) menunjukkan hubungan yang bermakna dengan keluhan kesehatan akibat indikasi paparan logam berat merkuri (Hg), dengan variabel pekerjaan sebagai variabel yang paling dominan.

## 6.2 Saran

1. Bagi Pemerintah Kabupaten Pesawaran.  
Hendaknya lebih aktif dan ketat dalam mengawasi setiap kegiatan pertambangan utamanya yang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan melalui kegiatan pengawasan rutin dan melakukan sosialisasi kepada masyarakat dan penambang emas tentang dampak yang ditimbulkan terhadap kerusakan lingkungan serta melakukan tindakan tegas terhadap praktik penambangan emas ilegal.
2. Bagi Puskesmas Bunut Kabupaten Pesawaran.
  - a. Hendaknya melakukan kegiatan pemeriksaan terhadap status persebaran kontaminasi merkuri di wilayah kerja puskesmas (air, tanah, udara, dan makanan/pangan) secara berkala.
  - b. Bersama pemerintah setempat melakukan penyuluhan terkait bahaya paparan logam berat merkuri (Hg).
  - c. Berkoordinasi dengan pemerintah setempat untuk mengupayakan tindakan pencegahan penggunaan merkuri (Hg) secara berlebihan.
3. Bagi Masyarakat di Desa Bunut.
  - a. Pekerjaan menjadi faktor risiko paling dominan terhadap terjadinya keluhan kesehatan akibat indikasi paparan merkuri (Hg), oleh karena itu disarankan agar masyarakat yang memiliki pekerjaan sebagai pengolah

emas untuk mulai beralih kepada jenis pekerjaan lainnya, karena kesehatan adalah yang utama. Bisa jadi hasil dari bekerja mengolah emas tidak akan menutupi biaya pemulihan kesehatan akibat terkena paparan merkuri (Hg).

b. Bagi masyarakat yang memiliki pekerjaan berkaitan dengan pengolahan emas hendaknya saat bekerja melengkapi diri dengan APD yang baik.

4. Bagi Universitas.

Dapat memberikan dukungan dan memfasilitasi kepada peneliti/mahasiswa tingkat lanjut agar dapat melakukan penelitian dengan topik yang serupa secara lebih mendalam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, R., & Husaini. (2017). *Logam Berat Sekitar Manusia* (S. Kholistunnisa & ed), Eds.; Vol. 21). Lambung Mangkurat University Press.
- Agustina, T. (2014). Kontaminasi Logam Berat Pada Makanan dan Dampaknya pada Kesehatan. *Jurnal Teknologi Busana dan Boga*, 1(1), 53–65.
- Amri, A. (2017). Aktivitas Tambang Emas ilegal di Way Ratai Masih Berlangsung. *Artikel. Lampost*.
- Arifin, Z., & Sukoco. (2015). *Buku Pengendalian Polusi Kendaraan.pdf*. Alfabeta.
- Astika, P., Jati, D. R., & Kadaria, U. (2017). Analisis Kadar Merkuri Pada Komponen Ekosistem Akibat Peti Di Sungai Tebaung Kabupaten Kapuas Hulu. *Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 5(1), 1–10.
- Ayuningtyas, V. K., Tahir, M., & Same, M. (2017). Pengaruh Waktu Perendaman dan Konsentrasi Giberelin (GA3) pada Pertumbuhan Benih Cemara Laut (*Casuarina equisetifolia* L. *Jurnal AIP*, 5(1), 29–38.
- Azizah, A. (2022). *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pada Air Minum Masyarakat Di Pulau Kodingareng Dan Barrang Lompo Kota Makassar Tahun 2022*. Unhas.
- Azizah, M., & Maslahat, M. (2021). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb). *LIMNOTEK Perairan Darat Tropis di Indonesia*, 28(2), 83–93.
- Bernhoft, R. A. (2012). Mercury toxicity and treatment: A review of the literature. *Journal of Environmental and Public Health*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/460508>
- Bernhoft, R. A. (2013). Mercury toxicity and treatment: A review of the literature. *Journal of Environmental and Public Health*. <https://doi.org/10.1155/2012/460508>
- D., P., P., D., Sella., & P, D. (2020). Review : Risiko Stunting pada Anak yang Tinggal di Area Pertambangan Emas Skala Kecil. *Borneo Journal of Medical Laboratory Technology*, 3(1), 161–167.
- Edward. (2018). *Pengamatan Kadar Merkuri di Perairan Teluk Kao (Halmahera) dan Perairan Anggai (Pulau Obi) Maluku Utara, Makara Sains* (Vol. 12, Issue 2, pp. 97–101).

- Efanny, M. (2018). Kajian Paparan Logam Berat Dari Pangan di Indonesia. In *Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. IPB.*
- Grishela, V. V., & Tamba, E. (2017a). Gambaran Pencemaran Merkuri Terhadap Masalah Kesehatan Penambang dan Masyarakat di Sekitar Aliran Sungai Behe Bulan Juni-Agustus 2016. *Jurnal Kedokteran Meditek*, 23(61), 48–59.
- Grishela, V. V., & Tamba, E. (2017b). Gambaran Pencemaran Merkuri Terhadap Masalah Kesehatan Penambang dan Masyarakat di Sekitar Aliran Sungai Behe Bulan Juni-Agustus 2016. *Jurnal Kedokteran Meditek*, 23(61), 48–59.
- Gundo, S. D., Indracris, J. V. P., Bobby, M.L, U., & Jootje. (2020). Kandungan Merkuri pada Penambang Emas Rakyat. *Indonesian Journal of Public Health and Community Medicine University Sam Ratulangi*, 1(3), 13–18.
- Habibia. A. M., Ferry. Y., Hen. S., Karimah. P. S. P., & Wia. B. R. (2021). Penyakit Parkinson Akibat Merkuri pada Pekerja Penambangan Skala Kecil. , 1 (3), 170-176. *CoMPHIJournal: Community Medicine and Public Health of Indonesia Journal*, 1(3), 170–176.
- Halid, I., & Aini. (2019). Gambaran Efek Penggunaan Mercury (Hg) Terhadap Kesehatan Kulit Penambang Emas Tanpa Izin (PETI) di Desa Kedaro Kecamatan Sekotong Lombok Barat. *Media of Mediiacal Laboratory Science*, 3(1), 25–32.
- Hartono, W. (2015). *Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Kadar Merkuri dalam Rambut pada Pekerja Laboratorium di Balai Laboratorium Kesehatan Bandar Lampung.*
- Hidayat, M. R. (2020). *Analisis Sebaran Pencemaran Merkuri (Hg) Pada Air Sungai Di Lokasi Pertambangan Desa Sangon Kulon Progo.* Tugas Akhir Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Ichwani, A., Gunawan, H., Setiawan, I., Martaseli, E., Sekti, B. A., & Erzed, N. (2022). Penyuluhan dan Pembangunan Sanitasi Air Bersih untuk Meningkatkan Kesehatan Warga Desa Ciwangi Kabupaten Garut. *Jurnal Media Abdimas*, 1(2), 29–33.
- Irawati, I. W., & Citra, F. W. (2016). Analisis Kualitas Air Akibat Bongkar Muat Batu Bara Di Sungai Ketahun Desa Pasar Ketahun Kecamatan Ketahun Kabupaten Bengkulu Utara. *Jurnal Georaflesia*, 1(2), 66–78.
- Klubi, E., Abril, J. M., Nyarko, E., & Delgado, A. (2018). Impact of gold-mining activity on trace elements enrichment in the West African estuaries: The case of Pra and Ankobra rivers with the Volta estuary (Ghana) as the reference. *Journal of Geochemical Exploration*, 190. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2018.03.014>
- Kusuma, R. C., Budianta, W., & Arifudin. (2017). Kajian Kandungan Logam Berat di Lokasi Penambangan Emas Tradisional di Desa Sangon, Kecamatan Kokap,

- Kabupaten Kulon Progo. In *Prosiding Seminar Nasional XII. Sekolah Tinggi Teknologi Nasional. Yogyakarta* (pp. 322–327). STTN.
- Lestaris, T. (2019). Faktor-faktor Yang Berhubungan Dengan Keracunan Merkuri (Hg) Pada Penambang Emas Tanpa Ijin (Peti) Di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas. *Kalimantan Tengah, 1*.
- Limbong, E. (2019). *Analisis Risiko Kesehatan Paparan Merkuri (Hg) Dan Sianida (Cn) Pada Masyarakat Desa Kayeli Kecamatan Teluk Kayeli Kabupaten Buru*. Unhas.
- Masruddin, & M, S. A. (2021). Gangguan Kesehatan Akibat Pencemaran Merkuri (Hg) pada Penambangan Emas. *Jurnal Kesehatan Terpadu, 12*(1), 8–15.
- Niwele, A. V., Mataheru, F., & Taufik, I. (2021). Penanggulangan Penambangan Emas Illegal. *SANISA: Jurnal Kreativitas Mahasiswa Hukum, 1*(2), 54–64.
- Petasule, S. (2013). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Keracunan Merkuri pada Pemijar dan Pengolah Emas di Tambang Emas Desa Hulawa Kecamatan Sumalata Timur Kabupaten Gorontalo Utara Tahun 2012. *Public Health Journal, 1*(1), 1–10.
- Prihantini, N. N. dan H., & Patar. (2018). *Paparan Merkuri Pada Pekerja Di Industri Kosmetik Dalam Kaitan Dengan Gangguan Kesehatan*.
- Puspasari, R. (2017). Logam Dalam Ekosistem Perairan. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap, 1*(2), 43. <https://doi.org/10.15578/bawal.1.2.2006.43-47>
- Rahayu, M., & Solihat, M. F. (2018). *Toksikologi Klinik*. Jakarta.
- Rendra, T. (2021). *Cemaran Merkuri Di Udara Pada Kulit Pohon Tanaman Mpts Di Desa Bunut Seberang, Kecamatan Way Ratai, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung*.
- Reza, K., & Fachlevy, A. F. (2016). Analisis Perbedaan Potensi Risiko Keterpaparan Merkuri Pada Masyarakat Di Desa Tahi Ite Kecamatan Rarowatu Kabupaten Bombana Tahun 2016. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kesehatan Masyarakat, 1*(4), 250–731.
- Rimondi, V., Costagliola, P., Benesperi, R., Benvenuti, M., Beutel, M. W., Buccianti, A., Chiarantini, L., Lattanzi, P., Medas, D., & Parrini, P. (2020). Black pine (pinus nigra) barks: a critical evaluation of some sampling and analysis parameters for mercury biomonitoring purposes. *Journal of Ecological Indicators, 112*, 1–8.
- Rosmiati, K., & Silvia, D. (2021). Analisis Kadar Merkuri ( Hg ) Pada Rambut Pekerja Tambang Di Pertambangan Emas Tanpa Izin ( PETI ) Di Kabupaten Kuansing. *Jurnal Kesehatan Saemakers Perdana, 4*(2), 398–402. <https://doi.org/10.32524/jksp.v4i2.285>

- Sofia, & H, A. H. (2016). Kontaminasi Merkuri pada Sampel Lingkungan dan Faktor Risiko Pada Masyarakat Dari Kegoatan Penambangan Emas Skala Kecil Krueng Sabee Provinsi Aceh. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 23(3), 310–318.
- Subanri. (2018). *Kajian Beban Pencemaran Merkuri (Hg) Terhadap Air Sungai Menyuke dan Gangguan Kesehatan Pada Penambang Sebagai Akibat Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) di Kecamatan Menyuke Kabupaten Landak Kalimantan Barat*. Universitas Diponegoro.
- Sudarmaji., A. H. S., & S, A. (2014). Kadar Merkuri dalam Rambut dan Kesehatan Nelayan di Pantai Kenjeran Surabaya. *BPPT*, 5(1), 17–24.
- Sudarmaji, J. M., & Prasasti, C. I. (2016). Toksikologi Logam Berat B3 Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 2(23), 129–142.
- Sumantri, A., Laelasari, E., Junita, N. R., & Nasrudin. (2014). Logam Merkuri pada Pekerja Penambangan Emas Tanpa Izin. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 8(8), 398–403.
- US, E. P. A. (2014). Resource Adequacy Implications of Forthcoming EPA Air Quality Regulations. *Annals of Neurology*, 70(6), 10– 11. <https://doi.org/10.1002/ana.22675>
- US, E. P. A. (2015). *Health Effects of Exposures to Mercury*. <https://www.epa.gov/mercury/health-effects-exposures-mercury>
- Wardoyo, A. Y. P. (2016). *Emisi Partikulat Kendaraan Bermotor Dan Dampak Kesehatan*. Universitas Brawijaya Press.