

ABSTRAK

Air tanah yang banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia sebagai sumber air minum dan untuk memasak umumnya mengandung logam-logam dengan kadar yang tinggi, yang bisa disebabkan dari alam maupun akibat pencemaran dari kegiatan manusia. Salah satunya adalah logam merkuri (Hg) yang merupakan salah satu cemaran dari kegiatan pertambangan emas. Jumlah merkuri yang masuk ke dalam tubuh melalui air pada dosis yang tinggi dapat membahayakan kesehatan, terutama sistem saraf dan ginjal.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis risiko kandungan merkuri pada air minum dari sumur di Kecamatan Huta Bargout Kabupaten Mandailing Natal. Metode penelitian adalah penelitian observasional dengan disain *cross sectional*. Sampel subyek dalam penelitian ini sebanyak 43 orang yang sehari-hari mengkonsumsi air sumur yang dimasak, sedangkan sampel obyek adalah sumur yang digunakan masyarakat dengan besar sampel sebanyak 15 sumur.

Dari 15 air sumur yang dianalisa, terdapat 4 sumur (26.66%) yang mempunyai kadar merkuri melebihi nilai ambang batas, dan dari 43 orang responden, terdapat 13 orang responden (30.23%) yang mengkonsumsi air sumur dengan kadar merkuri melebihi nilai ambang batas. Dari analisis risiko yang dilakukan terhadap 43 orang responden, keseluruhan responden masih berada pada kondisi yang aman dari paparan merkuri sepanjang hayatnya (besaran risiko, $RQ < 1$) dengan mengasumsikan tidak ada perubahan signifikan pada konsentrasi merkuri dari air sumur yang dikonsumsi dan data-data antropometri responden. Dari survey penyakit yang dilakukan, ditemukan 5 orang (11,6%) sudah merasakan gejala penyakit degeneratif yang disebabkan oleh paparan merkuri berupa gejala gangguan ginjal.

Disarankan kepada Dinas Kesehatan Kabupaten Mandailing Natal untuk memberikan informasi kondisi air sumur kepada masyarakat, dan kepada masyarakat disarankan untuk mengganti konsumsi air sumur yang kandungan merkurnya tinggi dengan air dari sumber lain yang kandungan merkurnya rendah, atau melakukan pengolahan terlebih dahulu terhadap air sumur yang konsentrasi merkurnya tinggi.

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|----------------|
| ABSTRAK | 1 |
| DAFTAR ISI | 2 |
| BAB 1 PENDAHULUAN..... | 3 |
| 1.1 Latar Belakang | 3 |
| 1.2 Dasar Hukum | 4 |
| 1.3 Tujuan | 4 |
| 1.4 Manfaat | 4 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Air..... | 5 |
| 2.2 Pencemaran | 5 |
| 2.2 Merkuri..... | 8 |
| 2.3 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan | 14 |
| BAB 3 METODOLOGI | 19 |
| 3.1 Jenis Penelitian..... | 19 |
| 3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian | 19 |
| 3.3 Sampel | 19 |
| 3.4 Metode Pengukuran | 20 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | 21 |
| 4.1. Gambaran Umum Wilayah | 21 |
| 4.2. Hasil Analisa Merkuri | 23 |
| 4.3. Analisis Univariat | 34 |
| 4.4. Analisis Bivariat | 38 |
| 4.5. Analisis Risiko | 42 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | 49 |
| 5.1. Kesimpulan | 49 |
| 5.2. Saran | 49 |
| DAFTAR PUSTAKA | 50 |
| LAMPIRAN | |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air tanah masih banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia sebagai air baku untuk air minum maupun untuk memasak, walaupun air tanah di sebagian besar wilayah Indonesia belum memenuhi standar kualitas fisik, kimiawi dan biologis sehingga apabila tidak dilakukan pengolahan, tidak layak untuk diminum. Seringkali ditemukan air tanah mengandung logam-logam yang masih tinggi kadarnya, yang bisa disebabkan oleh pencemaran yang bersumber dari kegiatan-kegiatan yang dilakukan manusia, salah satunya adalah kegiatan pertambangan emas yang dapat menyebabkan pencemaran merkuri (Hg) pada perairan.

Kegiatan pertambangan emas tradisional di Kabupaten Mandailing Natal dilakukan dengan proses yang relatif sederhana. Untuk pekerjaan penambangan digunakan cangkul, linggis, palu, dan peralatan-peralatan sederhana lainnya. Batuan yang mengandung emas atau bijih ditumbuk sampai berukuran 1-2 cm, selanjutnya digiling dengan alat gelundung (trommel, berbentuk bulat dengan alat penggiling 3-5 batang besi). Proses pengolahan emasnya biasanya menggunakan teknik amalgamasi, dengan mencampur bijih dengan merkuri untuk membentuk amalgam dengan media air. Limbah dari sisa proses amalgamasi tersebut jika tidak dikelola dengan baik akan mencemari air permukaan dan dapat meresap ke sumur-sumur penduduk.

Konsumsi dari air sumur yang tercemar merkuri akan membahayakan kesehatan, karena dapat bercampur dengan enzyme di dalam tubuh manusia menyebabkan hilangnya kemampuan enzyme untuk bertindak sebagai katalisator untuk fungsi tubuh yang penting, terutama pada sistem syaraf.

Merkuri bersifat racun yang kumulatif, dalam arti walaupun hanya sejumlah kecil merkuri yang terserap oleh tubuh, dalam jangka waktu lama akan berakumulasi menimbulkan bahaya bagi kesehatan.

Terkait dengan lokasi pertambangan emas yang tersebar di beberapa kecamatan di Kabupaten Mandailing Natal, air sumur gali masyarakat berpotensi mengandung merkuri yang sudah melewati nilai ambang batas berdasarkan Permenkes No.492 Tahun 2010 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Air Minum yaitu 0,001 mg/L. Karena masyarakat mengkonsumsi air sumur tersebut sebagai air minum, maka terdapat potensi untuk terjadinya gangguan kesehatan akibat paparan merkuri.

1.2. Dasar Hukum

1. Undang-Undang No. 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup
2. Undang-Undang No. 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan
3. Permenkes 2349/Menkes/Per/XI/2011 tentang Organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis di Bidang Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit
4. Permenkes Nomor 492 Tahun 2010 tentang Standar Baku Mutu Air Minum

1.3. Tujuan

1. Memberikan gambaran parameter merkuri pada air sumur masyarakat di Kabupaten Mandailing Natal.
2. Melihat gambaran penyakit degeneratif yang disebabkan oleh paparan Merkuri pada masyarakat di Kabupaten Mandailing Natal.
3. Menganalisis besaran tingkat risiko secara kuantitatif gangguan kesehatan masyarakat di Kabupaten Mandailing Natal terhadap efek non-karsinogen merkuri akibat mengkonsumsi air dari sumur yang mengandung merkuri.

4. Meramalkan secara kuantitatif kemungkinan kapan dampak mulai muncul

1.4. Manfaat

1. Memberikan informasi kepada instansi terkait mengenai gambaran kualitas air sumur masyarakat Kabupaten Mandailing Natal khususnya parameter merkuri.
2. Sebagai informasi awal kepada instansi terkait maupun pengambil kebijakan untuk merumuskan kebijakan dalam rangka pencegahan dampak kesehatan yang ditimbulkan paparan merkuri akibat kegiatan Pertambangan Emas Tanpa Izin di Kabupaten Mandailing Natal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air

Air merupakan molekul kimia yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini. Penggunaan air yang utama dan sangat vital bagi kehidupan adalah sebagai air minum yang berfungsi untuk mencukupi kebutuhan air didalam tubuh manusia itu sendiri. Air di dalam tubuh manusia berkisar antara 50 – 70% dari seluruh berat badan. Kehilangan air untuk 15% dari berat badan dapat mengakibatkan kematian yang diakibatkan oleh dehidrasi. Karenanya orang dewasa perlu meminum minimal sebanyak 1,5 – 2 liter air sehari untuk keseimbangan dalam tubuh dan membantu proses metabolisme. Di dalam tubuh manusia, air diperlukan untuk transportasi zat-zat makanan dalam bentuk larutan dan melarutkan berbagai jenis zat yang diperlukan tubuh. Misalnya untuk melarutkan oksigen sebelum memasuki pembuluh-pembuluh darah yang ada di sekitar alveoli (Slamet,2009).

Pengklasifikasian mutu air badan air menurut PP Nomor 82 Tahun 2001 adalah :

1. Kelas Satu : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
2. Kelas Dua : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas Tiga : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut

4. Kelas Empat : air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.2. Pencemaran

Polusi atau pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Undang-Undang Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 1982).

Peristiwa pencemaran lingkungan disebut polusi. Zat atau bahan yang dapat mengakibatkan pencemaran disebut polutan. Syarat-syarat suatu zat disebut polutan bila keberadaannya dapat menyebabkan kerugian terhadap makhluk hidup. Contohnya karbon dioksida dengan kadar 0,033% di udara berfaedah bagi tumbuhan, tapi bila lebih tinggi dari 0,033% dapat memberikan efek merusak.

Suatu zat dapat disebut polutan apabila (1) Jumlahnya melebihi jumlah normal (2) Berada pada waktu yang tidak tepat (3) Berada pada tempat yang tidak tepat. Sedangkan sifat polutan adalah (1) Merusak untuk sementara, tetapi bila telah bereaksi dengan zat lingkungan tidak merusak lagi (2) Merusak dalam jangka waktu lama, contohnya timbal tidak merusak bila konsentrasinya rendah, tapi dalam jangka waktu yang lama, timbal dapat terakumulasi dalam tubuh sampai ke tingkat yang merusak.

Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau akibat aktivitas manusia. Danau adalah bagian penting dalam siklus kehidupan manusia dan merupakan salah satu bagian penting dari siklus hidrologi. Selain mengalirkan air juga mengalirkan sedimen dan polutan. Berbagai macam fungsinya sangat membantu kehidupan manusia.

2.3. Merkuri

A. Definisi Merkuri

Raksa (nama lama: air raksa) atau merkuri atau hydrargyrum (bahasa Latin: Hydrargyrum, air/cairan perak) adalah unsur kimia pada tabel periodik dengan simbol Hg dan nomor atom 80. Memiliki sifat konduktor listrik yang cukup baik, tetapi sebaliknya memiliki sifat konduktor panas yang kurang baik. Merkuri membeku pada temperatur -38.9°C dan mendidih pada temperatur 357°C .

Unsur golongan logam transisi ini berwarna keperakan dan merupakan satu dari lima unsur (bersama cesium, francium, galium, dan brom) yang berbentuk cair dalam suhu kamar, serta mudah menguap. Hg akan memadat pada tekanan 7.640 Atm. Kelimpahan Hg di bumi menempati di urutan ke-67 di antara elemen lainnya pada kerak bumi. Di alam, merkuri (Hg) ditemukan dalam bentuk unsur merkuri (Hg_0), merkuri monovalen (Hg_{1+}), dan bivalen (Hg_{2+}).

Raksa banyak digunakan sebagai bahan amalgam gigi, termometer, barometer, dan peralatan ilmiah lain, walaupun penggunaannya untuk bahan pengisi termometer telah digantikan (oleh termometer alkohol, digital, atau termistor) dengan alasan kesehatan dan keamanan karena sifat toksik yang dimilikinya. Unsur ini diperoleh terutama melalui proses reduksi dari cinnabar mineral.

B. Sifat Kimia dan Fisika Merkuri

Merkuri merupakan logam yang dalam keadaan normal berbentuk cairan berwarna abu-abu, tidak berbau dengan berat molekul 200,59. Tidak larut dalam air, alkohol, eter, asam hidroklorida, hidrogen bromida dan hidrogen iodide; Larut dalam asam nitrat, asam sulfurik panas dan lipid. Tidak tercampurkan dengan oksidator, halogen, bahan-bahan yang mudah terbakar, logam, asam, logam carbide dan amine.

Berdasarkan daya hantar panas dan listriknya, merkuri (Hg) dimasukkan dalam golongan logam. Sedangkan berdasarkan densitasnya, dimasukkan kedalam golongan logam berat.

Merkuri memiliki sifat-sifat :

1. Kelarutan rendah
2. Sifat kimia yang stabil terutama di lingkungan sedimen
3. Mempunyai sifat yang mengikat protein
4. Menguap dan mudah mengemisi atau melepaskan uap merkuri beracun walaupun pada suhu ruang
5. Logam merkuri merupakan satu-satunya unsur logam berbentuk cair pada suhu ruang 25°C
6. Pada fase padat berwarna abu-abu dan pada fase cair berwarna putih perak
7. Uap merkuri di atmosfer dapat bertahan selama 3 (tiga) bulan sampai 3 (tiga) tahun sedangkan bentuk yang melarut dalam air hanya bertahan beberapa minggu.

Toksisitas merkuri berbeda sesuai bentuk kimianya, misalnya merkuri inorganik bersifat toksik pada ginjal, sedangkan merkuri organik seperti metil merkuri bersifat toksis pada sistem syaraf pusat.

Dikenal 3 bentuk merkuri, yaitu:

1. Merkuri elemental (Hg): terdapat dalam gelas termometer, tensimeter air raksa, amalgam gigi, alat elektrik, batu baterai dan cat. Juga digunakan sebagai katalisator dalam produksi soda kaustik dan desinfektan serta untuk produksi klorin dari sodium klorida.
2. Merkuri inorganik: dalam bentuk Hg^{++} (Mercuric) dan Hg^+ (Mercurous)
Misalnya:
 - $HgCl_2$ termasuk bentuk Hg inorganik yang sangat toksik dan digunakan sebagai desinfektan
 - $HgCl$ yang digunakan untuk teething powder dan laknasia
 - Mercurous fulminate yang bersifat mudah terbakar.

3. Merkuri organik: terdapat dalam beberapa bentuk, antara lain :
 - Metil merkuri dan etil merkuri yang keduanya termasuk bentuk alkil rantai pendek dijumpai sebagai kontaminan logam di lingkungan. Misalnya memakan ikan yang tercemar zat tsb. dapat menyebabkan gangguan neurologis dan kongenital.
 - Merkuri dalam bentuk alkil dan aryl rantai panjang dijumpai sebagai antiseptik dan fungisida.

C. Keberadaan Logam Merkuri di Alam

1. Merkuri dalam batuan

Merkuri sangat jarang dijumpai sebagai logam murni (native mercury) di alam dan biasanya membentuk mineral sinabar (cinnabar) atau merkuri sulfida (HgS). Merkuri sulfida terbentuk dari larutan hidrothermal pada temperatur rendah dengan cara pengisian rongga (cavity filling) dan penggantian (replacement). Merkuri sering berasosiasi dengan endapan logam sulfida lainnya, diantaranya Au, Ag, Sb, As, Cu, Pb dan Zn, sehingga di daerah mineralisasi emas tipe urat biasanya kandungan merkuri dan beberapa logam berat lainnya cukup tinggi.

2. Merkuri dalam sediment sungai

Kontaminasi merkuri dalam sediment sungai terjadi karena proses alamiah (pelapukan batuan termineralisasi), proses pengolahan emas secara tradisional (amalgamasi), maupun proses industri yang menggunakan bahan baku mengandung merkuri. Untuk mengetahui sumbernya, kontaminasi merkuri ini perlu diperhatikan dengan cermat karena tidak adanya standar baku mutu untuk kadar merkuri dalam sedimen sungai. Berdasarkan PP No. 18 Tahun 1999 baku mutu zat pencemar dalam limbah untuk parameter merkuri adalah 0,01 mg/L atau 10 ppb. Nilai ambang batas ini sangat rendah jika dipakai untuk mengevaluasi hasil analisa Hg dalam sedimen sungai.

3. Merkuri dalam tanah

Berdasarkan pengamatan lapangan, banyak proses pengolahan bijih emas dengan gelundung dilakukan di lokasi pemukiman, di halaman rumah atau kebun pemiliknya. Hal ini tentu menjadi perhatian, khususnya dalam melihat kemungkinan kontaminasi Hg di lingkungan tempat tinggal masyarakat, sehingga pengetahuan tentang konsentrasi merkuri dalam tanah menjadi cukup penting. Meskipun di beberapa tempat, limbah tailing yang diperkirakan masih mengandung emas dan merkuri diangkut dan dijual keluar desa, tetapi masih ada sisa tailing tercecer dan sebagian kolam tailing yang penuh, sehingga masih ada kemungkinan terjadinya kontaminasi merkuri di sekitar lokasi gelundung. Selain itu proses penggarangan yang dilakukan disamping rumah juga memiliki dampak negatif terhadap lingkungan, karena uap merkuri yang bebas akan mengkontaminasi lahan di sekelilingnya. Seperti halnya dengan conto sedimen sungai, sampai saat ini belum tersedia standar nilai baku mutu Hg dalam tanah.

4. Merkuri dalam air permukaan

Konsentrasi merkuri dapat disebabkan oleh partikel halus yang terbawa bersama limbah akibat proses amalgamasi dan pelarutan dari sedimen sungai yang mengandung merkuri. Dalam jangka waktu yang cukup lama logam merkuri dapat teroksidasi dan terlarut dalam air permukaan. Dari penelitian konsentrasi Hg dalam air dari lokasi tambang di daerah Jawa Barat, pada umumnya kadar merkuri dalam air sangat kecil dan berada dibawah nilai ambang batas, kecuali di beberapa lokasi yang berhubungan dengan kegiatan pertambangan emas rakyat.

D. Toksisitas Merkuri Masuk ke Dalam Tubuh Manusia

Keracunan kronis oleh merkuri dapat terjadi akibat kontak kulit, makanan, minuman, dan pernafasan. Secara alamiah, pencemaran Hg berasal dari kegiatan gunung api atau rembesan air tanah yang melewati deposit Hg. Apabila masuk ke dalam perairan, merkuri mudah berkaitan dengan klor yang ada dalam air laut dan

membentuk ikatan HgCl. Dalam bentuk ini, Hg mudah masuk ke dalam plankton dan bisa berpindah ke biota laut lain. Merkuri anorganik (HgCl) akan berubah menjadi merkuri organik (metil merkuri) oleh peran mikroorganisme yang terjadi pada sedimen dasar perairan. Merkuri dapat pula bersenyawa dengan karbon membentuk senyawa organo-merkuri. Senyawa organo-merkuri yang paling umum adalah metil merkuri yang dihasilkan oleh mikroorganisme dalam air dan tanah. Mikroorganisme kemudian termakan oleh ikan sehingga konsentrasi merkuri dalam ikan meningkat. Metil Hg memiliki kelarutan tinggi dalam tubuh hewan air sehingga Hg terakumulasi melalui proses bioakumulasi dan biomagnifikasi dalam jaringan tubuh hewan air, dikarenakan pengambilan Hg oleh organisme air yang lebih cepat dibandingkan proses ekskresi.

Berikut ini adalah gambaran bagaimana perjalanan metil-merkuri dari air hingga masuk ke dalam tubuh manusia dan binatang :

1. Metil-merkuri di dalam air dan sedimen dimakan oleh bakteri, binatang kecil dan tumbuhan kecil yang dikenal sebagai plankton;
2. Ikan kecil dan sedang kemudian memakan bakteri dan plankton tersebut dalam jumlah yang sangat besar sepanjang waktu;
3. Ikan besar kemudian memakan ikan kecil tersebut, dan terjadilah akumulasi metil-merkuri di dalam jaringan. Ikan yang lebih tua dan besar mempunyai potensi yang lebih besar untuk terjadinya akumulasi kadar merkuri yang tinggi di dalam tubuhnya
4. Ikan tersebut kemudian ditangkap dan dimakan oleh manusia dan binatang, menyebabkan metil-merkuri berakumulasi di dalam jaringannya.

Beberapa ketentuan/peraturan tentang batasan nilai kandungan merkuri pada suatu bahan dari berbagai lembaga maupun instansi yang berwenang sebagai berikut :

- 1) Nilai batas kandungan merkuri untuk Daerah Aliran Sungai (DAS) yang diijinkan adalah 0,001 mg/liter air.
- 2) Berdasar pada Pedoman Baku Mutu Lingkungan, kandungan merkuri dalam makanan yang tanpa diolah maksimum 0,001 ppm (*part per millions*)
- 3) Kandungan merkuri dalam darah yang aman maksimum 0,04 ppm (*part per millions*)
- 4) Untuk bahan kosmetik, Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) melarang penggunaan merkuri meskipun dengan konsentrasi kecil.

Beberapa catatan diketahui bahwa kadar merkuri dalam jaringan sebesar 0,1 – 1 ppm sudah dapat menyebabkan gangguan fungsi tubuh sedangkan kadar merkuri dalam darah para pekerja tambang rakyat mencapai 0,16 ppm.

E. Sumber Pencemaran dan Dampak Merkuri Terhadap Kesehatan

- 1) Merkuri elemental (Hg)
 - Inhalasi: paling sering menyebabkan keracunan
 - Tertelan ternyata tidak menyebabkan efek toksik karena absorpsinya yang rendah kecuali jika ada fistula atau penyakit inflamasi gastrointestinal atau jika merkuri tersimpan untuk waktu lama di saluran gastrointestinal.
 - Intravena dapat menyebabkan emboli paru. Karena bersifat larut dalam lemak, bentuk merkuri ini mudah melalui sawar otak dan plasenta. Di otak ia akan berakumulasi di korteks cerebrum dan cerebellum dimana ia akan teroksidasi menjadi bentuk merkurik (Hg^{++}) ion merkurik ini akan berikatan dengan sulfhidril dari protein enzim dan protein seluler sehingga mengganggu fungsi enzim dan transport sel. Pemanasan logam merkuri membentuk uap merkuri oksida yang bersifat korosif pada kulit, selaput mukosa mata, mulut, dan saluran pernafasan.
- 2) Merkuri inorganik: Sering diabsorpsi melalui gastrointestinal, paru-paru dan kulit. Pemaparan akut dan kadar tinggi dapat menyebabkan gagal ginjal

sedangkan pada pemaparan kronis dengan dosis rendah dapat menyebabkan proteinuri, sindroma nefrotik dan nefropati yang berhubungan dengan gangguan imunologis.

3) Merkuri organik: terutama bentuk rantai pendek alkil (metil merkuri) dapat menimbulkan degenerasi neuron di korteks cerebri dan cerebellum dan mengakibatkan parestesi distal, ataksia, disartria, tuli dan penyempitan lapang pandang. Metil merkuri mudah pula melalui plasenta dan berakumulasi dalam fetus yang mengakibatkan kematian dalam kandungan dan cerebral palsy.

Gambaran Klinis

a) Merkuri elemental

Pemaparan akut

Inhalasi gas merkuri dapat menyebabkan bronkhitis korosif yang disertai febris, menggigil, dispnea, hemoptisis, pneumonia, edema paru (Adult Respiratory Distress Syndrome), sianosis bahkan fibrosis paru. Keluhan gastrointestinal berupa: mual, muntah, gingivitis, keram perut dan diare. Kerusakan sistim syaraf pusat berupa kelainan neuropsikiatrik (erethism), tremor, iritabilitas, emosi yang labil, hilang ingatan, cemas, depresi. sakit kepala, reflek abnormal dan perubahan EEG. Rash kemerahan dengan deskuamasi kulit terutama pada tangan dan kaki dijumpai terutama pada anak-anak. Kelainan pada ginjal dapat berupa proteinuria, kelainan elektrolit urine, disuria dan sakit ejakulasi. Efek psikiatri berupa depresi, perasaan malu, marah, iritabilitas, cemas, nafsu makan menurun atau agresif. Pemaparan merkuri melalui intravena dapat menyebabkan emboli paru-paru dengan hemoptysis dan pada foto thorax dijumpai densitas metalik. Granulomas dapat terbentuk setelah injeksi merkuri elemen.

Pemaparan kronis

Menimbulkan triad yang klasik, yaitu: gingivitis dan salivasi, tremor dan perubahan neuropsikiatri. Gangguan psikiatri berupa depresi, perasaan malu, marah, cemas, iritabilitas, agresif, hilang ingatan, hilangnya kepercayaan diri,

sukar tidur, tidak nafsu makan atau tremor ringan. Selain itu dapat dijumpai kelainan pada ginjal berupa proteinuri.

b) Merkuri Inorganik

Pemaparan akut

Setelah menelan zat ini timbul gejala iritasi mukosa berupa stomatitis, rasa logam, rasa panas, hipersalivasi, edema laring, erosi oesofagus, mual, muntah, hematemesis, hematokhezia, keram perut, ARDS, shock dan gangguan ginjal berupa proteinuri, hematuri dan glikosuri. Gagal ginjal akut dapat terjadi dalam 24 jam. Perdarahan gastrointestinal dapat menyebabkan anemia dan syok hipovolemi. Kontak pada kulit akibat penggunaan krem yang mengandung garam merkuri dapat menimbulkan pigmentasi, rasa terbakar dan dapat menyebabkan toksisitas sistemik. HgCl₂ dapat menyebabkan iritasi kulit sedangkan merkuri fulminat dan merkuri sulfida menyebabkan dermatitis kontak. Penggunaan calomel (HgCl) dapat menyebabkan Pink's disease pada anak-anak yang ditandai: rash eritematosus, febris, splenomegali, iritabilitas dan hipotonia.

Pemaparan kronis

Menimbulkan triad yang klasik, yaitu: ginggivitis dan salivasi, tremor dan perubahan neuropsikiatri Aplikasi garam merkuri pada kulit dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan neuropati perifer, nefropati, eritema, dan pigmentasi.

c) Merkuri Organik

Pemaparan akut

Menyebabkan iritasi gastrointestinal berupa mual, muntah, sakit perut dan diare. Keracunan Phenyl mercury (merkuri aromatis) menimbulkan gejala-gejala gastrointestinal, malaise, mialgia dan syndrome mimic viral. Keracunan metil merkuri menyebabkan efek pada gastrointestinal yang lebih ringan tetapi menimbulkan toksisitas neurologis yang berat berupa: rasa sakit pada bibir, lidah

dan pergerakan (kaki dan tangan), konfusi, halusinasi, iritabilitas, gangguan tidur, ataxia, hilang ingatan, sulit bicara, kemunduran cara berpikir, reflek tendon yang abnormal, pendengaran rusak, lapangan penglihatan mendekati konsentris, emosi tidak stabil, tidak mampu berpikir, stupor, coma dan kematian.

Pemaparan kronis

Menyebabkan suatu sindroma yang kronis. Penelanan kronik bentuk alkil yantai pendek (metil merkuri) menyebabkan disartria, parestesi, ataxia dan tuli. Dapat pula terjadi Tunnel vision dan skotoma multipel atau erethism. Keracunan Fenil merkuri dan methoxyethyl merkuri menimbulkan gangguan yang sama dengan pemaparan kronis merkuri inorganik.

Sebagian besar merkuri yang terdapat di alam ini dihasilkan oleh sisa industry dalam jumlah + 10.000 ton setiap tahunnya. Penggunaan merkuri sangat luas dimana+ 3.000 jenis kegunaan dalam industri pengelolaan bahan-bahan kimia ,proses pembuatan obat-obatan yang digunakan oleh manusia serta sebagai bahan dasar pembuatan insektisida untuk pertanian. Semua komponen merkuri baik dalam bentuk yang masuk ke dalam tubuh manusia secara terus menerus menyebabkan kerusakan permanen pada otak ,hati ,dan ginjal Tragedi “minamata disease“ (penyakit minamata) ,berdasarkan penelitian ditemukan penduduk di sekitar kawasan tersebut memakan ikan yang berasal dari buangan sisa indutri plastik. Gejala keanehan mental dan cacat saraf mulai tampak terutama pada anak-anak. Namun baru sekitar 25 tahun kemudian sejak gejala penyakit tersebut tampak (ditemukan) ,pemerintah Jepang menghentikan pembuangan Hg .Untuk menghilangkan sisa-sisa bahan pencemar dan melakukan rehabilitasi penduduk yang terkena dampak menahun (kronik) ,Negara ini telah membayar sangat mahal jauh melebihi keuntungan yang diperoleh dari hasil pengeoperasian perusahaan Chisso Corporation Gejala yang timbul oleh merkuri sebagai berikut :

Gangguan saraf sensoris : Paraesthesia, kepekaan menurun dan sulit menggerakkan jari tangan dan kaki ,penglihatan menyempit, daya pendengaran menurun serta rasa nyeri pada lengan dan paha.

Gangguan saraf motorik : lemah, sulit berdiri, mudah jatuh, ataksia, tremor, gerakan lambat ,dan sulit berbicara.

Gangguan lain : gangguan mental, sakit kepala dan hipersalivas.

Pengaruh Hg terhadap kesehatan manusia dapat diurai sebagai berikut :

1. Pengaruh terhadap Fisiologis

Pengaruh toksisitas Hg terutama pada Sistem Saluran Pencernaan (SSP) dan ginjal terutama akibat merkuri terakumulasi. Jangka waktu, intensitas dan jalur paparan serta bentuk Hg sangat berpengaruh terhadap sistim yang dipengaruhi. Organ utama yang terkena pada paparan kronik oleh elemen Hg dan organo merkuri adalah SSP sedang garam merkuri akan berpengaruh terhadap kerusakan ginjal. Keracunan akut oleh elemen merkuri yang terhisap mempunyai efek terhadap sistim pernafasan sedang garam merkuri yang tertelan akan berpengaruh terhadap SSP, efek terhadap sistim kardiovaskuler merupakan efek sekunder.

2. Pengaruh terhadap Sistim Syaraf

Hg yang berpengaruh terhadap sistim syaraf merupakan akibat promer dari pemajanan uap elemen Hg dan MeHg karena senyawa ini mampu menembus "bloodbrain barier" dan dapat mengakibatkan kerusakan otak yang "irreversible" sehingga mengakibatkan kelumpuhan permanen. MeHg yang masuk dalam pencernaan akan memperlambat SSP yang mungkin tidak dirasakan pada pemajanan setelah beberapa bulan sebagai gejala pertama sering tidak spesifik seperti malaes, pandangan kabur atau pendengaran hilang (ketulian). Hasil uji sampel terhadap 300 produk tuna kalengan pada tiga besar merek di Amerika Serikat menunjukkan, lebih dari separuhnya mengandung kadar merkuri yang tinggi melebihi kadar aman yang disyaratkan Environmental Protection Agency(EPA). Para peneliti dari University of Nevada, Las Vegas, AS, menemukan 55 persen sampel mengandung kadar merkuri lebih tinggi dari standar EPA, yakni 0,5 ppm dan sekitar 5 persen dari seluruh sampel memiliki kandungan lebih dari 1.0 ppm lebih tinggi dari kadar aman untuk ikan kalengan yang disyaratkan Food and Drug Administration. Kadar merkuri yang berlebihan bisa berpengaruh pada kerusakan sistem saraf pusat serta gangguan pendengaran dan penglihatan.

3. Pengaruh terhadap Ginjal

Apabila terjadi akumulasi pada ginjal yang diakibatkan oleh masuknya garam inorganik Hg atau phenylmercury melalui SSP akan menyebabkan naiknya permeabilitas epitel tubulus sehingga akan menurunkan kemampuan fungsi ginjal (disfungsi ginjal). Paparan melalui uap merkuri atau garam merkuri melalui saluran pernafasan juga dapat mengakibatkan kegagalan ginjal karena terjadinya proteinuria atau nephrotik sindrom dan tubular nekrosis akut.

4. Pengaruh terhadap Pertumbuhan

Terutama terhadap Bayi dari ibu yang terpajan oleh MeHg, dari hasil studi membuktikan ada kaitan yang signifikan bayi yang dilahirkan dari ibu yang makan gandum yang diberi fungisida, maka bayi yang dilahirkan mengalami gangguan kerusakan otak yaitu retardasi mental, tuli, penciutan lapangan pandang, microcephaly, cerebral palsy, ataxia, buta dan gangguan menelan di antara semua unsur logam berat, Merkuri (Hg) menduduki urutan pertama dalam hal sifat racunnya, kemudian diikuti oleh logam berat antara lain Cd, Ag, Ni, Pb, As, Cr, Sn, dan Zn. Merkuri walaupun mengambil bentuk cairan sebenarnya masuk dalam kategori logam. Merkuri sama sekali tidak dibutuhkan kehadirannya dalam tubuh kita. Oleh sebab itu, kehadiran merkuri dalam tubuh walaupun sedikit atau berada di bawah ambang batas toleransi tetap membahayakan kesehatan. Ketika akumulasi merkuri dalam tubuh sudah melewati ambang batas toleransi yang bisa diterima oleh kesehatan tubuh akan timbul gejala keracunan merkuri dalam bentuk kerusakan ginjal dan gangguan kerja syaraf baik otak maupun tulang belakang. Pada gilirannya gejala ini akan menimbulkan kematian bagi yang mengalaminya. Bahkan senyawa merkuri tertentu seperti metil merkuri dalam dosis dua tetes saja yang jatuh mengenai kulit sudah cukup untuk membawa kita kepada kematian dalam jangka waktu 2 hari saja.

2.4. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)

A. Konsep dan Definisi

Analisis risiko didefinisikan sebagai proses yang dimaksudkan untuk menghitung atau memperkirakan risiko pada suatu organisme sasaran, sistem atau

(sub) populasi, termasuk identifikasi ketidakpastian-ketidakpastian yang menyertainya, setelah terpajan oleh *agent* tertentu, dengan memperhatikan karakteristik yang melekat pada *agent* yang menjadi perhatian dan karakteristik sistem sasaran yang spesifik. Risiko itu sendiri didefinisikan sebagai probabilitas suatu efek yang merugikan pada suatu organisme, sistem atau (sub)populasi yang disebabkan oleh pemajanan suatu *agent* dalam keadaan tertentu (Rahman, 2005).

Analisis risiko digunakan untuk menilai dan menaksir risiko kesehatan manusia yang disebabkan oleh pajanan bahaya lingkungan. Bahaya adalah sifat yang melekat pada suatu *risk agent* atau situasi yang memiliki potensi menimbulkan efek merugikan jika suatu organisme, sistem atau (sub) populasi terpajan oleh *risk agent* itu. Bahaya lingkungan terdiri dari tiga *risk agent* yaitu *chemical agents* (bahan-bahan kimia), *physical agents* (energi berbahaya), dan *biological agents* (makhluk hidup atau organisme). Analisis risiko bisa dilakukan untuk pemajanan bahaya lingkungan yang telah lampau (*post exposure*), dengan efek yang merugikan sudah atau belum terjadi, bisa juga dilakukan sebagai suatu prediksi risiko untuk pemajanan yang akan datang (Rahman, 2005).

Ada dua kemungkinan kajian Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) yang dapat dilakukan yaitu :

1. Evaluasi di atas meja (*Desktop Evaluation*), selanjutnya disebut ARKL Meja
2. Kajian lapangan (*Field Study*), selanjutnya disebut ARKL Lengkap

ARKL meja dilakukan untuk menghitung estimasi risiko dengan segera tanpa harus mengumpulkan data dan informasi baru dari lapangan. Kajian ini biasanya dilakukan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan khalayak ramai yang bisa menimbulkan kepanikan meluas, mencegah provokasi yang dapat memicu ketegangan sosial, atau dalam situasi kecelakaan dan bencana. ARKL lengkap biasanya berlangsung dalam suasana normal, tidak ada tuntutan mendesak namun

perlu dilakukan sebagai tindakan proaktif untuk melindungi dan meningkatkan kesehatan masyarakat (Rahman, 2005).

B. Model Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan

Louvar (1998) dan Kolluru (1996) menggambarkan analisis risiko kesehatan terdiri dari 4 langkah utama yaitu Identifikasi bahaya (*Hazard Identification*), Analisis Pemajanan (*Exposure Assesment*), Analisis Dosis Respon (*Dose Respont Assesment*), dan Karakteristik Risiko (*Risk Characterization*).

B.1. Identifikasi Bahaya

Identifikasi bahaya adalah tahap awal ARKL untuk mengenali sumber risiko. Informasinya bisa ditelusuri dari sumber dan penggunaan *risk agent* memakai pendekatan *agent oriented*, bisa juga dilakukan dengan mengamati gejala dan penyakit yang berhubungan dengan toksisitas *risk agent* di masyarakat yang telah terkumpul dalam studi-studi sebelumnya, baik di wilayah kajian atau di tempat-tempat lain. Pendekatan seperti ini dikenal sebagai pendekatan *disease oriented* (WHO, 1981). ARKL biasanya dilakukan karena adanya peristiwa yang menjadi perhatian umum, bisa juga karena kebutuhan tertentu meskipun tidak atau belum menjadi perhatian umum. Kasus-kasus muncul karena dua masalah utama, yaitu indikasi pencemaran atau indikasi gangguan kesehatan. Masyarakat awam biasanya memakai identifikasi inderawi sebagai dasar kepedulian mereka maka kalangan professional atau akademisi harus menggunakan data dan informasi ilmiah sebagai basis untuk menilai keberadaan masalah lingkungan dan kesehatan. Morbiditas dan mortalitas penyakit-penyakit berbasis lingkungan, insiden, dan prevalen, hasil-hasil monitoring kualitas lingkungan atau studi epidemiologi kesehatan lingkungan, merupakan sumber data yang lazim dipakai

untuk merumuskan masalah. Jadi, keberadaan *risk agent* dapat disimpulkan dari gangguan kesehatan yang teramati (*disease oriented*), tingkat pencemaran (*agent oriented*, misalnya yang melampaui baku mutu), atau keduanya (Rahman, 2005).

B.2. Analisis Pemajanan

Analisis pemajanan yang disebut juga penialaian kontak, bertujuan untuk mengenali jalur-jalur pejanan *risk agent* agar jumlah asupan yang diterima individu dalam populasi berisiko bisa dihitung. Pemajanan adalah proses yang menyebabkan organisme kontak dengan bahaya, pemajanan adalah penghubung antara bahaya dan risiko. Pemajanan dapat terjadi karena *risk agent* terhirup dalam udara, tertelan bersama air atau makanan, terserap melalui kulit atau kontak langsung dalam kasus radiasi (Kolluru, 1996).

B.3. Analisis Dosis Respon

Analisis dosis respon menetapkan nilai-nilai kuantitatif toksisitas *risk agent* untuk setiap bentuk spesi kimianya. Toksisitas dinyatakan sebagai dosis referensi (*reference dose, RfD*) untuk efek-efek nonkarsinogenik dan *Cancer Slope Factor (CSF)* atau *Cancer Unit Risk (CCR)* untuk efek-efek karsinogenik. Analisis dosis respon merupakan tahap paling menentukan karena ARKL hanya bisa dilakukan untuk *risk agent* yang sudah ada dosis responnya (Kolluru, 1996).

RfD adalah toksisitas kuantitatif nonkarsinogenik, menyatakan estimasi dosis pajanan harian yang diperkirakan tidak menimbulkan efek merugikan kesehatan meskipun pajanan berlanjut sepanjang hayat. Dosis referensi dibedakan untuk pajanan oral atau tertelan (ingesti, untuk makanan dan minuman) yang disebut *RfD* dan untuk pajanan inhalasi (udara) yang disebut *Reference Concentration (RfC)*.

Hubungan dosis respon yang berbeda dapat diamati pada bahan yang sama, karena efek toksis yang dipengaruhi oleh jumlah asupan bahan kimia atau dosis yang diabsorpsi, frekuensi pajanan dan waktu. Pada analisis risiko kesehatan manusia, risiko yang dikaji hanya terpusat pada manusia. Oleh karena itu

ketidakpastian dalam analisi risiko manusia hanya terbatas pada variasi jalur pajanan dan perbedaan sensitifitas setiap individu. Sehingga konsep risiko mengandung pengertian probabilitas yang disebut dengan RfD (*reference dose*). RfD bukan dosis yang *acceptable* melainkan hanya acuan saja, jika dosis yang diterima manusia melebihi RfD maka probabilitas mendapatkan risiko juga bertambah (Rahman, 2005).

Dosis respon atau efek dosis suatu zat toksik menunjukkan tingkat toksisitas zat tersebut dan dinyatakan sebagai :

- 1) Tingkat pajanan paling tinggi yang efek biologinya tidak teramati (NOAEL),
- 2) Tingkat pajanan paling rendah yang efek biologinya teramati (LOAEL)
- 3) Efek-efek temporer dan permanen atau dosis efektif, seperti iritasi mata atau saluran pernafasan
- 4) Luka permanen
- 5) Efek fungsional kronik
- 6) Efek mematikan.

RfD ditetapkan dengan membagi NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*) dengan UF (*Uncertainty Factor*) x MF (*Modifying Factor*) (Kolluru , 1996).

$$RfD = \frac{N}{U \times M}$$

Menentukan dosis respon suatu *risk agent* sangat sulit, membutuhka data dan informasi studi toksisitas yang asli dan lengkap, ahli-ahli kimia, toksikologi, farmakologi, biologi, epidemiologi dan spesialis-spesialis lain yang berhubungan dengan toksisitas dan farmakologi zat (Kolluru, 1996).

B.4. Karakterisasi Risiko (*Risk Characterization*)

Karakterisasi risiko adalah penghubung antara analisis risiko dengan manajemen risiko. Asupan pada manusia (intake) dibandingkan dengan dosis acuan (RfD). Rasio asupan dengan RfD dikenal dengan bilangan risiko (*Risk Quotients*), disingkat RQ. Dalam ARKL, RQ menyatakan kemungkinan risiko yang potensial terjadi. Semakin besar nilai RQ di atas 1, semakin besar kemungkinan risiko itu terjadi. Dan sebaliknya jika nilai RQ kurang dari 1, maka semakin kecil kemungkinan risiko kesehatan itu untuk terjadi (Kolluru, 1996).

B.5. Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah upaya yang didasarkan pada informasi tentang risiko kesehatan yang diperoleh melalui suatu analisis risiko, untuk mencegah, menanggulangi, atau memulihkan efek yang merugikan kesehatan oleh pajanan zat toksik. Hasil dari karakterisasi risiko kemudian digunakan untuk memutuskan upaya-upaya pengendalian dengan memperhatikan faktor-faktor lain seperti ketersediaan teknologi, perangkat hukum dan perundangan, sosial, ekonomi dan informasi politik.

Formula untuk manajemen risiko adalah membuat berbagai macam skenario sedemikian rupa sehingga *intake* suatu *risk agent* sama dengan RfD-nya. Caranya adalah dengan mengurangi masa pajanan atau waktu kontak atau dengan menurunkan konsentrasinya (Rahman, 2005).

BAB III

METODOLOGI

4.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian observasional dengan disain *cross sectional* yang dilanjutkan dengan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan untuk melihat besaran risiko paparan merkuri pada masyarakat yang mengkonsumsi air sumur di Kabupaten Mandailing Natal.

4.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2018 di Kecamatan Huta Bargot, Kabupaten Mandailing Natal. Alasan pemilihan lokasi tersebut adalah :

1. Kecamatan Huta Bargot merupakan lokasi dengan jumlah penambang emas tradisional tertinggi di Kabupaten Mandailing Natal
2. Mayoritas masyarakat Huta Bargot masih menggunakan air sumur sebagai sumber air minum

4.3. Sampel

A. Sampel Subyek

Sampel dalam penelitian ini adalah masyarakat berusia 15 tahun yang mengkonsumsi air yang berasal dari sumur yang berada di lingkungan Kecamatan Huta Bargot, Kabupaten Mandailing Natal. Besar sampel subyek adalah sebanyak 46 orang.

Kriteria Inklusi :

1. Berusia 15 tahun
2. Mengkonsumsi air minum yang berasal dari air sumur tanpa pengolahan dengan jumlah 1 liter per hari.

Kriteria Eksklusi:

1. Berusia < 15 tahun
2. Tidak menggunakan air sumur di lokasi penelitian sebagai sumber air minum
3. Mengonsumsi air minum yang berasal dari sumur dengan jumlah kurang dari 1 liter per hari
4. Mengonsumsi air minum yang berasal dari sumur yang telah diolah.

B. Sampel Obyek

Sampel sumur yang akan diambil adalah sumur gali atau sumur bor yang airnya dikonsumsi oleh masyarakat di lingkungan Kecamatan Huta Bargot, Kabupaten Mandailing Natal. Besar sampel obyek adalah sebanyak 15 sumur.

4.4. Variabel dan Definisi Operasional

4.4.1. Variabel

Terdapat dua variabel dalam penelitian ini yaitu :

1. Variabel bebas yaitu konsentrasi Merkuri dalam air sumur yang digunakan sebagai bahan baku air minum, laju asupan, durasi pajanan, frekuensi pajanan, berat badan, dan jenis kelamin dari responden di Kecamatan Huta Bargot Kabupaten Mandailing Natal.
2. Variabel terikat, yaitu gangguan kesehatan akibat paparan Merkuri pada masyarakat di Kecamatan Huta Bargot Kabupaten Mandailing Natal berupa gejala gangguan ginjal.

4.4.2. Definisi Operasional

1. Konsentrasi Merkuri adalah besarnya jumlah Merkuri dengan satuan mg/L dalam air sumur yang digunakan sebagai bahan baku air minum di Kecamatan Huta Bargot Kabupaten Mandailing Natal.
2. Laju asupan adalah banyaknya konsumsi air responden dalam waktu 24 jam

3. Durasi pajanan adalah lamanya waktu responden mengkonsumsi air yang berasal dari sumur di Kecamatan Huta Bargot Kabupaten Mandailing Natal.
4. Frekuensi pajanan adalah banyaknya hari dalam satu tahun dimana responden mengkonsumsi air yang berasal dari sumur di Kecamatan Huta Bargot Kabupaten Mandailing Natal.
5. Berat badan adalah berat badan responden pada saat dilakukan penelitian.
6. Jenis Kelamin adalah jenis kelamin responden di lokasi penelitian
7. Gejala gangguan ginjal adalah gejala-gejala yang timbul akibat toksisitas Merkuri yang bisa diketahui dari hasil wawancara.
8. *Risk Quotient (RQ)* adalah nilai kuantitatif dari besarnya risiko yang mungkin muncul akibat pajanan suatu zat (*agent*) yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan.

4.5. Metode Pengukuran

4.5.1. Variabel Bebas

Terdapat enam variabel bebas pada penelitian ini, yaitu :

a. Konsentrasi Merkuri

Konsentrasi Merkuri didapat dari hasil pemeriksaan laboratorium setelah sampel diambil dan diawetkan.

Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel air sumur mengacu kepada SNI 6989.58-2008 tentang pengambilan sampel air tanah.

Pengawetan Sampel

Setelah dilakukan pengambilan sampel, dilakukan pengawetan sampel yang mengacu kepada tata cara pengawetan menurut SNI 6989.58-2008 berupa pendinginan dan penambahan HNO_3 sampai pH sampel di bawah 2.

Pemeriksaan Laboratorium

Sampel yang sudah diawetkan dibawa ke laboratorium untuk dianalisa. Pemeriksaan parameter Merkuri dilakukan di Laboratorium Baristan Medan dengan menggunakan instrument Mercury Analyzer. Penggunaan laboratorium eksternal tersebut disebabkan instrument pemeriksaan merkuri yang ada di Laboratorium Kimia BTKLPP Medan, yaitu instrument Inductively Couple Plasma (ICP) dalam kondisi rusak.

b. Laju Asupan

| | |
|---------------------|-------------|
| Alat Ukur | : Kuesioner |
| Cara Ukur | : Wawancara |
| Kategori hasil ukur | : L/hari |
| Skala Ukur | : Rasio |

c. Durasi Paparan

| | |
|---------------------|-------------|
| Alat Ukur | : Kuesioner |
| Cara Ukur | : Wawancara |
| Kategori Hasil Ukur | : Tahun |
| Skala Ukur | : Rasio |

d. Frekuensi Paparan

| | |
|---------------------|--------------|
| Alat Ukur | : Kuesioner |
| Cara Ukur | : Wawancara |
| Kategori Hasil Ukur | : Hari/tahun |
| Skala Ukur | : Rasio |

e. Berat Badan

| | |
|-----------|---------------------------------------|
| Alat Ukur | : Timbangan badan (ketelitian 0.5 kg) |
| Cara Ukur | : Penimbangan |

Kategori Hasil Ukur : Kilogram
Skala Ukur : Rasio

f. Jenis Kelamin

Alat Ukur : Kuesioner
Cara Ukur : Wawancara
Kategori Hasil Ukur : Laki-laki/perempuan
Skala Ukur : Nominal

4.5.2. Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah gangguan ginjal. Untuk mendapatkan hasil, dilakukan wawancara dan observasi terhadap responden yang mengkonsumsi air sumur sebagai air minum, untuk mengetahui apakah sudah muncul penyakit-penyakit degeneratif yang disebabkan oleh paparan Merkuri berupa gangguan ginjal.

4.6. Analisis Data

4.6.1. Analisis Univariat

Dilakukan untuk memperoleh gambaran pada masing-masing variabel. Dalam analisis ini digunakan ukuran nilai tengah *mean*, *median*, nilai-nilai minimal-maksimal, simpangan baku (*standard deviation*) untuk data numerik. Yang merupakan variabel dengan data numerik adalah :

- a. Konsentrasi Merkuri
- b. Laju asupan konsumsi air
- c. Durasi atau lama pajanan
- a. Frekuensi pajanan
- d. Berat badan
- e. Besar risiko (nilai RQ)

Untuk menilai normalitas data numerik digunakan uji *Komolgorov-Smirnov*. Jika diperoleh distribusi data yang tidak normal maka nilai ukuran tengah variabel tersebut adalah *median*, sedangkan data yang normal maka nilai ukuran tengah variabel tersebut adalah *mean* (Hastono, 2001).

4.6.2. Analisis Bivariat

Analisis bivariat ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara 2 variabel. Dalam penelitian ini terdapat dua jenis variabel yaitu variabel bebas (konsentrasi Merkuri dalam air sumur, laju asupan, durasi pajanan, frekuensi pajanan, jenis kelamin dan berat badan), dan variabel terikat (gejala gangguan ginjal). Kedua variabel tersebut ingin diketahui hubungannya.

Dalam penelitian ini uji yang digunakan adalah uji *chi-square* karena baik variabel bebas maupun variabel terikat merupakan data kategorik (data numerik yang sudah diubah menjadi dua kelompok).

4.6.3. Analisis Risiko

Pendekatan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) digunakan untuk menghitung tingkat risiko, terdiri atas empat langkah sebagai berikut :

1. Identifikasi Bahaya

Identifikasi bahaya dilakukan terhadap kandungan Merkuri yang terdapat dalam air sumur yang dikonsumsi oleh masyarakat Kecamatan Huta Bargot Kabupaten Mandailing Natal, dengan melakukan analisis konsentrasi Merkuri dalam air sumur di laboratorium.

2. Analisis Dosis Respon

Dosis respon Merkuri diperoleh dari US EPA (2003) yang menyatakan dosis acuan (RfD) untuk pajanan kronik Merkuri dalam air minum adalah 0.001 mg/kg-hari.

3. Analisis Paparan

Analisis paparan dilakukan dengan pengukuran besarnya paparan, yaitu dengan mengestimasi jumlah asupan (*intake*) air yang dikonsumsi setiap harinya dengan memperhitungkan konsentrasi Merkuri dalam air, laju asupan, frekuensi paparan, durasi paparan, berat badan, dan periode waktu rata-rata, dengan menggunakan persamaan berikut :

$$I = \frac{C \times R \times f_e \times D_t}{W_b \times t_a}$$

Keterangan :

I = asupan (*intake*), jumlah *risk agent* yang masuk ke dalam tubuh manusia (mg/kg x hari)

C = konsentrasi *risk agent* (mg/L)

R = laju asupan (L/hari)

f_e = frekuensi paparan (hari/tahun)

D_t = durasi paparan, *real time* atau 30 tahun untuk paparan yang terjadi di tempat tinggal

W_b = berat badan responden (kg)

t_{avg} = periode waktu rata-rata (30 tahun x 365 hari/tahun untuk zat non karsinogen, 70 tahun x 365 hari/tahun untuk zat karsinogen)

4. Karakterisasi Risiko (*Risk Characterization*)

Karakterisasi risiko adalah perkiraan risiko secara numerik, melalui estimasi risiko dengan menghitung rasio antara asupan (*intake*) dengan dosis acuan (RfD). Tingkat risiko dinyatakan dengan bilangan risiko, *Risk Quotient* (RQ). Perhitungan RQ dilakukan sesuai dengan persamaan berikut :

$$R \quad Q \quad (R) = \frac{I: \left(\frac{m}{k \text{ } \overline{h\overline{a}}}\right)}{R \quad \left(= \frac{0.001m}{k \text{ } \overline{h\overline{a}}}\right)}$$

Hasil perhitungan RQ dapat menunjukkan tingkat risiko kesehatan masyarakat akibat mengkonsumsi air minum yang mengandung Merkuri. Apabila $RQ \leq 1$ menunjukkan pajanan masih berada di bawah batas normal dan penduduk yang mengkonsumsi air tersebut aman dari risiko kesehatan oleh Merkuri sepanjang hidupnya. Sedangkan bila $RQ > 1$, menunjukkan pajanan berada di atas batas normal dan penduduk yang mengkonsumsi air tersebut memiliki risiko kesehatan oleh Merkuri sepanjang hidupnya.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum Wilayah Mandailing Natal

Dalam Konstelasi regional, Kabupaten Mandailing Natal berada di bagian selatan wilayah Propinsi Sumatera Utara yang secara geografis terletak pada $0^{\circ}10' - 1^{\circ}50'$ Lintang Utara dan $98^{\circ}10' - 100^{\circ}10'$ Bujur Timur dengan rentang ketinggian 0-2.145 m di atas permukaan laut (dpl).

Batas-batas wilayah Kabupaten Mandailing Natal adalah sebagai berikut:

- Utara – Kabupaten Tapanuli Selatan
- Selatan – Provinsi Sumatera Barat
- Barat – Samudera Indonesia
- Timur – Kabupaten Padang Lawas dan Provinsi Sumatera Barat

Kabupaten yang ber-Ibukota di Panyabungan ini terdiri dari 23 Kecamatan dan 407 desa/ kelurahan. Luas wilayah Kabupaten Mandailing Natal adalah 662.070 ha atau 9,24% dari wilayah Provinsi Sumatera Utara. Wilayah kecamatan yang terluas adalah Kecamatan Muara Batang Gadis, yakni 143.502 ha (21,67%) sedangkan wilayah yang terkecil yaitu Kecamatan Lembah Sorik Merapi seluas 3.472,57 ha (0,52%).

Secara topografis Kabupaten Mandailing Natal terbagi atas wilayah dataran rendah dan wilayah dataran tinggi dan daerah pegunungan yang masing-masing daerah memiliki karakteristik yang berbeda-beda baik dari topografi, kontur maupun iklim. Pembagian wilayah secara administratif, sampai dengan tahun 2016 wilayah Kabupaten Mandailing Natal terbagi atas 23 kecamatan yang terdiri dari 407 desa/kelurahan yang masing-masing merupakan 380 desa dan 27 kelurahan.

Keadaan Penduduk

Pada Tahun 2016 jumlah penduduk Kabupaten Mandailing Natal 435.303

jiwa, jumlah ini meningkat dari tahun 2015 yaitu 430.894 jiwa. Sedangkan jumlah Rumah Tangga (RT) pada tahun 2016 sebanyak 101.910 RT, jumlah ini juga meningkat dari tahun 2015 yang mencapai 100.878 RT.

Keadaan Lingkungan

Masalah kesehatan lingkungan merupakan masalah kompleks yang harus diatasi bersama. Untuk menggambarkan keadaan lingkungan terdapat indikator indikator seperti : akses air minum berkualitas, akses terhadap sanitasi layak, rumah tangga kumuh dan rumah sehat. Tahun 2016 tidak diperoleh data tentang penduduk dengan akses berkelanjutan terhadap air minum berkualitas (layak) dan data tentang akses terhadap fasilitas sanitasi yang layak (jamban sehat) sedangkan data tentang rumah tangga sehat tahun 2016 diperoleh bahwa persentase rumah sehat di Kabupaten Mandailing Natal hanya 1,61%. Data tersebut diperoleh hanya dari 4 kecamatan dari 23 kecamatan yang ada.

Kondisi ketidaktersediaan data tentang kesehatan lingkungan disebabkan karena kurangnya perhatian dan komitmen dari petugas kesehatan untuk mengumpulkan data terkait kesehatan lingkungan baik yang ada di Dinas Kesehatan maupun di Puskesmas. Kondisi ini diakibatkan karena kurangnya tenaga kesehatan lingkungan (sanitarian) di Puskesmas sehingga petugas yang menangani tentang kesehatan lingkungan dilaksanakan oleh tenaga seperti bidan dan perawat. Dari data yang ada tenaga kesehatan lingkungan (sanitarian) di Puskesmas hanya 7 orang dan berada di 6 Puskesmas dari 26 Puskesmas yang ada, sedangkan yang menjadi penanggung jawab kegiatan kesehatan lingkungan di 20 Puskesmas lainnya adalah tenaga kesehatan seperti bidan dan perawat. Hal ini menyebabkan kurang maksimalnya pelaksanaan kegiatan kesehatan lingkungan.

Derajat Kesehatan

Sepuluh penyakit terbesar di kabupaten mandailing natal tahun 2016 (Sumber : Profil Kesehatan Dinas Kesehatan Kabupaten Mandailing Natal Tahun 2016) :

- 1 Infeksi Akut lain pada Saluran Pernafasan Bag. Atas (ISPA)
- 2 Penyakit pada sistim otot & jaringan pengikat (peny.tulang belulang, radang sendi termasuk reumatik)
- 3 Penyakit tekanan darah tinggi
- 4 Diare (termasuk tersangka kolera)
- 5 Penyakit kulit alergi
- 6 Asma
- 7 Malaria dengan pemeriksaan sediaan darah
- 8 TB Paru
- 9 Disentri
- 10 Penyakit Kecacangan

Dapat dilihat bahwa penyakit ISPA menduduki urutan pertama diikuti Penyakit pada sistem otot dengan pemeriksaan sediaan darah. Belum ditemukan penyakit-penyakit degenerative yang berhubungan dengan paparan merkuri, seperti gangguan syaraf, gangguan ginjal maupun gangguan kelainan kromosom.

4.2. Hasil Analisa Merkuri

Sampel air sumur yang diambil dari 15 sumur penduduk Kecamatan Huta Bargot Kabupaten Mandailing Natal dianalisa kadar Merkurinya dengan menggunakan instrument Mercury Analyzer, didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 4.1. Konsentrasi Merkuri pada Air Sumur Masyarakat Kecamatan Huta Bargot Kabupaten Mandailing Natal Tahun 2018

| No | Keterangan Sampel | Merkuri (mg/L) |
|----|---|----------------|
| 1 | Sumur Ibu Herlina, Desa Hutabargot Nauli, Kec. Hutabargot, Kab. Mandailing Natal, Prop. Sumatera Utara | <0.0008 |
| 2 | Sumur Ibu Ernawati, Desa Hutabargot Nauli, Kec. Hutabargot, Kab. Mandailing Natal, Prop. Sumatera Utara | <0.0008 |
| 3 | Sumur Ibu Yusriani, Desa Hutabargot Nauli, Kec. Hutabargot, Kab. Mandailing Natal, Prop. Sumut | <0.0008 |

| | | |
|----|--|--------------|
| 4 | Sumur Bapak Abd. Wahid, Desa Hutabargot Nauli, Kec. Hutabargot, Kab. Mandailing Natal, Prop. Sumatera Utara | <0.0008 |
| 5 | Sumur Ibu Robiah, Desa Hutabargot Nauli, Kec. Hutabargot, Kab. Mandailing Natal, Prop. Sumatera Utara | <0.0008 |
| 6 | Sumur Ibu Sofiah Nst, Desa Hutabargot Nauli, Kec. Hutabargot, Kab. Mandailing Natal, Sumatera Utara | <0.0008 |
| 7 | Sumur Bapak Muyasir, Desa Hutabargot Nauli, Kec. Hutabargot, Kab. Mandailing Natal, Prop. Sumatera Utara | <0.0008 |
| 8 | Sumur Ibu Rosmidah, Desa Hutabargot Nauli, Kec. Hutabargot, Kab. Mandailing Natal, Prop. Sumatera Utara | <0.0008 |
| 9 | Sumur Bapak Yudi Arlan, Desa Hutabargot Nauli, Kec. Hutabargot, Kab. Mandailing Natal, Prop. Sumatera Utara | <0.0008 |
| 10 | Sumur Bapak Abd. Rahman Harahap, Desa Hutabargot Nauli, Kec. Hutabargot, Kab. Mandailing Natal, Prop. Sumatera Utara | <0.0008 |
| 11 | Sumur Ibu Mesra Nst, Desa Hutabargot Nauli, Kec. Hutabargot, Kab. Mandailing Natal, Prop. Sumatera Utara | 0.006 |
| 12 | Sumur Bapak Mhd. Aditya, Desa Hutabargot Nauli, Kec. Hutabargot, Kab. Mandailing Natal, Prop. Sumatera Utara | 0.007 |
| 13 | Sumur Ibu Lisna Hayati, Desa Hutabargot Nauli, Kec. Hutabargot, Kab. Mandailing Natal, Prop. Sumatera Utara | 0.006 |
| 14 | Sumur Bapak Marhot, Desa Hutabargot Nauli, Kec. Hutabargot, Kab. Mandailing Natal, Prop. Sumatera Utara | 0.0009 |
| 15 | Sumur Ibu Maslena, Desa Hutabargot Nauli, Kec. Hutabargot, Kab. Mandailing Natal, Prop. Sumatera Utara | 0.006 |

Catatan : Nilai Ambang Batas Merkuri pada Air Sumur = 0.001 mg/L (Permenkes 492 Tahun 2010)

Berdasarkan hasil analisa di atas, terlihat bahwa terdapat 4 sumur yang memiliki nilai konsentrasi Merkuri melewati nilai ambang batas yaitu sumur nomor 11 (Sumur Ibu Mesra Nst), sumur nomor 12 (Sumur Bapak Mhd. Aditya), sumur nomor 13 (sumur Ibu Lisna Hayati) dan sumur nomor 15 (Sumur Ibu Maslena).

4.3. Hasil Analisis Univariat

Pada penelitian ini, karakteristik responden yang dilihat distribusinya meliputi konsentrasi Merkuri, jenis kelamin, laju asupan, durasi pajanan, berat badan, dan besar risiko (RQ). Untuk melihat normalitas data, dilakukan uji normalitas Komolgorov-Smirnov. Distribusi yang meliputi nilai *mean*, *median*, nilai minimum – maksimum, dan nilai *p-value Komolgorov-Smirnov* untuk data-data numerik ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Distribusi Frekuensi Konsentrasi Merkuri (Hg) dalam Air Sumur, Laju Asupan, Durasi Pajanan, Berat Badan, Besar Risiko (RQ), dan Frekuensi Pajanan pada Masyarakat Kecamatan Huta Bargot Kabupaten Mandailing Natal Tahun 2018

| No | Variabel | Mean | Median | Min-Maks | S.D. | p-value |
|----|-------------------|--|--------|-----------------|--------|---------|
| 1. | Konsentrasi Hg | 0,0024 | 0,0008 | 0,0008 - 0,0070 | 0,0024 | 0,000 |
| 2. | Laju asupan | 1,9530 | 2 | 1,0000 - 2,5000 | 0,3050 | 0,000 |
| 3. | Durasi pajanan | 5,91 | 6 | 2,0000 - 7,0000 | 1,2690 | 0,000 |
| 4. | Berat badan | 56,19 | 55 | 37,000 - 75,000 | 9,2950 | 0,057 |
| 5. | Besar risiko (RQ) | 0,1688 | 0,06 | 0,0200 - 0,5990 | 0,1915 | 0,000 |
| 6. | Frekuensi pajanan | Data tidak dapat diolah karena homogen:365hari/tahun | | | | |

Ket : *p-value* merupakan *p-value* pada uji normalitas Komolgorov-Smirnov

4.3.1. Distribusi Konsentrasi Merkuri pada Air Sumur

Hasil analisis pada tabel di atas menunjukkan bahwa uji Komolgorov-Smirnov untuk variabel konsentrasi Merkuri menghasilkan nilai *p* sebesar 0,000 (<0,050) yang menunjukkan bahwa distribusi data tidak normal, sehingga yang dijadikan nilai tengah adalah *median*. Rata-rata (*median*) konsentrasi Merkuri dalam air sumur di lokasi penelitian adalah 0,0008 mg/L, dengan simpangan baku 0,0024 mg/L. Konsentrasi terendah adalah 0,0008 mg/L dan konsentrasi tertinggi mencapai 0,007 mg/L.

Distribusi variabel konsentrasi Merkuri setelah dikategorikan berdasarkan nilai standar baku mutunya (0,001 mg/L) dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Distribusi Frekuensi Konsentrasi Merkuri dalam Air Sumur

| No. | Konsentrasi Merkuri, mg/L | Jumlah | Persentase |
|--------------|---------------------------|------------|--------------|
| 1. | 0,001 | 30 | 69,8 |
| 2. | > 0,001 | 13 | 30,2 |
| Total | | 104 | 100,0 |

Dari tabel terlihat bahwa terdapat 13 orang responden (30,2%) yang mempunyai sumur dengan konsentrasi Merkuri di atas 0,001 mg/L, dan 30 orang responden (69,8%) yang mempunyai sumur dengan konsentrasi Merkuri di bawah atau sama dengan 0,001 mg/L.

4.3.2. Distribusi Jenis Kelamin Responden

Distribusi variabel jenis kelamin dapat dilihat pada tabel 4.4. Dari tabel terlihat bahwa 20 orang responden (46,5%) berjenis kelamin laki-laki, dan 23 orang responden (53,5%) berjenis kelamin perempuan.

Tabel 4.4. Distribusi Frekuensi Jenis Kelamin Responden

| No. | Jenis Kelamin | Jumlah | Persentase |
|--------------|---------------|-----------|--------------|
| 1. | Laki-laki | 20 | 46,5 |
| 2. | Perempuan | 23 | 53,5 |
| Total | | 43 | 100,0 |

4.3.3. Distribusi Laju Asupan Konsumsi Air Perhari

Uji Komolgorov-Smirnov untuk variabel laju asupan menghasilkan nilai p sebesar 0,000 ($<0,050$) yang menunjukkan bahwa distribusi data tidak normal, sehingga yang dijadikan nilai tengah adalah *median*. Rata-rata (*median*) laju asupan responden di lokasi penelitian adalah 2 liter/hari, dengan simpangan baku 0,305 liter/hari. Laju asupan konsumsi air terendah adalah 1 liter/hari dan tertinggi mencapai 2,5 liter/hari.

Pengkategorian variabel laju asupan konsumsi air perhari adalah berdasarkan nilai *mediannya* (2 liter/hari) yang dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. Distribusi Frekuensi Laju Asupan Konsumsi Air Perhari

| No. | Laju Asupan, liter/hari | Jumlah | Persentase |
|--------------|-------------------------|-----------|--------------|
| 1. | 2 | 40 | 93 |
| 2. | > 2 | 3 | 7 |
| Total | | 43 | 100,0 |

Dari tabel terlihat bahwa terdapat 40 orang responden (93%) yang mengkonsumsi air sumur dalam jumlah 2 liter/hari, dan hanya 3 orang responden (7%) mengkonsumsi dalam jumlah di atas 2 liter/hari.

4.3.4. Distribusi Durasi Paparan

Dengan nilai p sebesar 0,000 (<0,050) pada uji normalitas *Komolgorov-Smirnov* yang menunjukkan bahwa data tidak terdistribusi normal, maka yang dijadikan nilai tengah pada variabel durasi paparan adalah *median*. Rata-rata (*median*) durasi paparan responden di lokasi penelitian adalah 6 tahun, dengan simpangan baku 1,269 tahun. Durasi paparan terendah adalah 2 tahun dan tertinggi mencapai 7 tahun.

Variabel durasi paparan setelah dikategorikan berdasarkan nilai *median*-nya (6 tahun) dapat dilihat distribusi frekuensinya pada tabel 4.6.

Tabel 4.6. Distribusi Frekuensi Durasi Paparan

| No. | Durasi Paparan, Tahun | Jumlah | Persentase |
|--------------|-----------------------|-----------|--------------|
| 1. | 6 | 22 | 51,2 |
| 2. | > 6 | 21 | 48,8 |
| Total | | 43 | 100,0 |

Dari tabel terlihat bahwa terdapat 22 orang responden (51,2%) memiliki durasi pajanan 6 tahun, dan 21 orang responden (48,8%) memiliki durasi pajanan di atas 6 tahun.

4.3.5. Distribusi Berat Badan Responden

Hasil analisis pada tabel 4.2. menunjukkan bahwa uji Komolgorov-Smirnov untuk variabel berat badan menghasilkan nilai p sebesar 0,057 ($>0,050$) yang menunjukkan bahwa data terdistribusi normal, sehingga yang dijadikan nilai tengah adalah *mean*. Rata-rata (*mean*) berat badan responden di lokasi penelitian adalah 56 kilogram, dengan simpangan baku 9,295 kilogram. Berat badan terendah adalah 37 kilogram dan tertinggi mencapai 75 kilogram.

Distribusi variabel berat badan setelah dikategorikan berdasarkan nilai *mean*-nya (56 kilogram) dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7. Distribusi Frekuensi Berat Badan Responden

| No. | Berat Badan, kilogram | Jumlah | Persentase |
|--------------|-----------------------|-----------|--------------|
| 1. | 56 | 26 | 60,5 |
| 2. | >56 | 17 | 39,5 |
| Total | | 43 | 100,0 |

Dari tabel terlihat bahwa terdapat 26 orang responden (60,5%) memiliki berat badan 56 kilogram, dan 17 orang responden (39,5%) dengan berat badan di atas 56 kilogram.

4.3.6. Distribusi Besar Risiko (RQ)

Uji Komolgorov-Smirnov untuk variabel besar risiko (RQ) menghasilkan nilai p sebesar 0,000 yang menunjukkan bahwa data tidak terdistribusi normal, sehingga yang dijadikan nilai tengah adalah *median*. Rata-rata (*median*) besar risiko (RQ) terhadap responden di lokasi penelitian adalah 0,06, dengan simpangan baku 0,1915. Besar risiko (RQ) terendah adalah 0,02 dan tertinggi mencapai 0,599.

Kategorisasi variabel besar risiko (RQ) adalah berdasarkan nilai referensi, dimana nilai RQ = 1 menunjukkan belum adanya risiko, dan nilai RQ >1 menunjukkan sudah munculnya risiko, yang distribusinya tergambar pada tabel 4.8.

Tabel 4.8. Distribusi Frekuensi Besar Risiko (RQ)

| No. | Besar Risiko, RQ | Jumlah | Persentase |
|--------------|------------------|-----------|--------------|
| 1. | 1 | 43 | 100 |
| 2. | >1 | 0 | 0 |
| Total | | 43 | 100,0 |

Pada tabel terlihat bahwa dari 43 orang responden yang diteliti, keseluruhan responden (100%) memiliki nilai RQ = 1..

4.3.7. Distribusi Gejala Gangguan Ginjal

Gejala gangguan ginjal ditentukan dari wawancara menggunakan kuesioner. Distribusinya dapat terlihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9. Distribusi Frekuensi Gejala Gangguan Ginjal

| No. | Gejala Gangguan Ginjal | Jumlah | Persentase |
|--------------|------------------------|-----------|--------------|
| 1. | Tidak Ada | 38 | 88,4 |
| 2. | Ada | 5 | 11,6 |
| Total | | 43 | 100,0 |

Dari tabel terlihat bahwa terdapat 38 orang responden (81,7%) yang belum memiliki gejala gangguan ginjal, dan 5 orang responden (11,6%) sudah memiliki gejala gangguan ginjal

4.4. Analisis Bivariat

Analisis bivariat antara variabel bebas dengan variabel terikat dilakukan dengan uji *Chi-Square*, karena variabel-variabel yang diuji baik variabel bebas

maupun variabel terikat merupakan data kategorik, atau data numerik yang sudah dikategorikan.

4.4.1. Hubungan Konsentrasi Merkuri pada Air Sumur dengan Gejala Gangguan Ginjal

Hasil uji *Chi-Square* yang dilakukan untuk melihat hubungan konsentrasi Merkuri dengan gejala gangguan ginjal ditampilkan pada tabel 4.10.

Tabel 4.10. Hubungan Konsentrasi Merkuri pada Air Sumur dengan Gejala Gangguan Ginjal

| No | Konsentrasi Merkuri | Gejala Gangguan Ginjal | | n | p-value |
|----|---------------------|------------------------|-----------|----|---------|
| | | Ada | Tidak Ada | | |
| 1. | > 0,001 mg/L | 4 | 26 | 30 | 1,000 |
| 2. | 0,001 mg/L | 1 | 12 | 13 | |

Hasil pada tabel menunjukkan bahwa dari 30 orang responden yang mengkonsumsi air dari sumur dengan konsentrasi Merkuri di atas 0,001 mg/L (melebihi nilai ambang batas yang dipersyaratkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum yaitu 0,001 mg/L) terdapat 4 orang yang mengalami Gejala Gangguan Ginjal, sedangkan dari 13 orang yang mengkonsumsi air yang tidak melebihi nilai ambang batas (0,001 mg/L) hanya 1 responden yang mengalami Gejala Gangguan Ginjal.

Dari hasil uji statistik diperoleh nilai $p = 1,000 (>0,050)$, yang menunjukkan tidak adanya hubungan antara besarnya konsentrasi Merkuri pada air sumur dengan timbulnya Gejala Gangguan Ginjal. Belum munculnya hubungan antara kedua variabel tersebut diperkirakan disebabkan karena waktu paparan merkuri yang belum terlalu lama sehingga akumulasi dari paparan merkuri terhadap responden belum mencapai batas yang menyebabkan timbulnya gangguan yang berdampak serius.

4.4.2. Hubungan Jenis Kelamin Responden dengan Gejala Gangguan Ginjal

Hasil uji *Chi-Square* yang dilakukan untuk melihat hubungan jenis kelamin responden dengan gejala gangguan ginjal ditampilkan pada tabel 4.11.

Tabel 4.11. Hubungan Jenis Kelamin Responden dengan Gejala Gangguan Ginjal

| No | Jenis Kelamin | Gejala Gangguan Ginjal | | n | p-value |
|----|---------------|------------------------|-----------|----|---------|
| | | Ada | Tidak Ada | | |
| 1. | Laki-laki | 1 | 19 | 20 | 0,351 |
| 2. | Perempuan | 4 | 19 | 23 | |

Dengan menggunakan uji *Chi-Square* didapatkan data pada tabel 4.11 yang menunjukkan bahwa dari 20 orang responden dengan jenis kelamin laki-laki, terdapat 1 orang yang mengalami Gejala Gangguan Ginjal, sedangkan dari 23 orang responden dengan jenis kelamin perempuan, terdapat 4 responden yang mengalami Gejala Gangguan Ginjal.

Nilai $p = 0,351 (> 0,050)$ menunjukkan tidak terdapatnya hubungan antara jenis kelamin responden dengan timbulnya Gejala Gangguan Ginjal.

4.4.3. Hubungan Laju Asupan dengan Gejala Gangguan Ginjal

Hasil uji *Chi-Square* yang dilakukan untuk melihat hubungan laju asupan dengan gejala gangguan ginjal ditampilkan pada tabel 4.12.

Tabel 4.12. Hubungan Laju Asupan dengan Gejala Gangguan Ginjal

| No | Laju Asupan | Gejala Gangguan Ginjal | | n | p-value |
|----|-------------|------------------------|-----------|----|---------|
| | | Ada | Tidak Ada | | |
| 1. | 2 L/hari | 4 | 36 | 40 | 0,316 |
| 2. | > 2 L/hari | 1 | 2 | 3 | |

Dari tabel 4.12. terlihat bahwa dari 40 orang responden yang mengkonsumsi air dari sumur dengan jumlah tidak melebihi 2 liter per hari, terdapat 4 orang yang mengalami Gejala Gangguan Ginjal, sedangkan dari 3

orang yang mengkonsumsi air dengan jumlah di atas 2 liter per hari, hanya 1 orang responden yang mengalami Gejala Gangguan Ginjal.

Dengan nilai $p = 0,316 (> 0,050)$ menunjukkan tidak adanya hubungan antara laju asupan konsumsi air sumur per hari dengan timbulnya Gejala Gangguan Ginjal.

4.4.4. Hubungan Durasi Pajanan dengan Gejala Gangguan Ginjal

Hasil uji *Chi-Square* yang dilakukan untuk melihat hubungan durasi pajanan dengan gejala gangguan ginjal ditampilkan pada tabel 4.13.

Tabel 4.13. Hubungan Durasi Pajanan dengan Gejala Gangguan Ginjal

| No | Durasi Pajanan | Gejala Gangguan Ginjal | | n | p-value |
|----|----------------|------------------------|-----------|----|---------|
| | | Ada | Tidak Ada | | |
| 1. | 6 tahun | 2 | 20 | 22 | 0,664 |
| 2. | > 6 tahun | 3 | 18 | 21 | |

Hasil uji *Chi-Square* seperti yang ditampilkan pada tabel 4.13. menunjukkan bahwa hanya 2 dari 22 orang responden yang mengkonsumsi air sumur tidak lebih dari 6 tahun yang mengalami Gejala Gangguan Ginjal, sedangkan dari 21 orang responden yang mengkonsumsi air sumur lebih dari 6 tahun, terdapat 3 responden yang mengalami Gejala Gangguan Ginjal.

Dari hasil uji statistik diperoleh nilai $p = 0,664 (> 0,050)$ yang menunjukkan tidak terdapatnya hubungan antara durasi pajanan dengan timbulnya Gejala Gangguan Ginjal.

4.4.5. Hubungan Berat Badan Responden dengan Gejala Gangguan Ginjal

Hasil uji *Chi-Square* yang dilakukan untuk melihat hubungan berat badan responden dengan gejala gangguan ginjal ditampilkan pada tabel 4.14.

Tabel 4.14. Hubungan Berat Badan dengan Gejala Gangguan Ginjal

| No | Berat Badan | Gejala Gangguan Ginjal | | n | p-value |
|----|-------------|------------------------|-----------|----|---------|
| | | Ada | Tidak Ada | | |
| 1. | 56 kg | 3 | 23 | 26 | 1,000 |
| 2. | > 56 kg | 2 | 15 | 17 | |

Dari data yang ditampilkan pada tabel 4.14. terlihat bahwa dari 26 orang responden yang mempunyai berat badan tidak melebihi 56 kg, terdapat 3 orang yang mengalami Gejala Gangguan Ginjal, sedangkan dari 17 orang yang mempunyai berat badan di atas 56 kg, terdapat 2 responden yang mengalami Gejala Gangguan Ginjal.

Dengan nilai $p = 1,000 (> 0,050)$ menunjukkan tidak adanya hubungan antara berat badan responden dengan timbulnya Gejala Gangguan Ginjal.

Untuk variabel Frekuensi pajanan dan besar risiko (RQ) tidak bisa dilihat hubungannya dengan gejala gangguan ginjal karena data yang homogen.

Untuk kelima variabel bebas (konsentrasi merkuri, laju asupan, durasi pajanan, berat badan dan jenis kelamin) yang diuji secara chi square hubungannya dengan variabel terikat (gejala gangguan ginjal), tidak terlihat adanya hubungan. Belum munculnya hubungan tersebut diperkirakan disebabkan oleh waktu paparan merkuri yang belum terlalu lama, sehingga dampak yang signifikan dari paparan merkuri tersebut belum terlalu bermakna. Untuk meramalkan kapan risiko tersebut akan muncul, dapat dilakukan dengan Analisis Risiko.

4.5. Analisis Risiko

Dari 43 orang sampel subyek yang diwawancarai, didapatkan ikhtisar hasil analisis risiko seperti pada tabel berikut :

| No | Nama Responden | C _{Hg} (mg/l) | R (L/hari) | fe(hr/th) | Dt(thn) | W(kg) | tavg | I | RQ | Estimasi Risiko (thn) |
|----|--------------------|------------------------|---------------|-----------|---------|-------|-------|-------------|-------|-----------------------------|
| 1 | Hotnida Rangkuti | 0.0008 | 2 | 350 | 7 | 60 | 10950 | 5.96651E-06 | 0.060 | 117.32 |
| 2 | Abd. Rahman Hrp | 0.0008 | 2 | 350 | 7 | 61 | 10950 | 5.8687E-06 | 0.059 | 119.28 |
| 3 | Rosna | 0.0008 | 2 | 350 | 7 | 60 | 10950 | 5.96651E-06 | 0.060 | 117.32 |
| 4 | Rinasari | 0.0008 | 2.5 | 350 | 7 | 68 | 10950 | 6.58071E-06 | 0.066 | 106.37 |
| 5 | Yudi Arlan | 0.0008 | 2 | 350 | 6 | 70 | 10950 | 4.38356E-06 | 0.044 | 136.88 |
| 6 | Rodiah | 0.0008 | 2 | 350 | 7 | 45 | 10950 | 7.95535E-06 | 0.080 | 87.99 |
| 7 | Masraini | 0.0008 | 2 | 350 | 7 | 47 | 10950 | 7.61683E-06 | 0.076 | 91.90 |
| 8 | Safdani | 0.0008 | 2 | 350 | 7 | 55 | 10950 | 6.50892E-06 | 0.065 | 107.54 |
| 9 | Rosmidah | 0.0008 | 2 | 350 | 5 | 65 | 10950 | 3.93397E-06 | 0.039 | 127.10 |
| 10 | Askuri | 0.0008 | 2 | 350 | 5 | 75 | 10950 | 3.40944E-06 | 0.034 | 146.65 |
| 11 | Muyasir | 0.0008 | 2 | 350 | 6 | 55 | 10950 | 5.57908E-06 | 0.056 | 107.54 |
| 12 | Ibu Riski | 0.0008 | 2.5 | 350 | 6 | 44 | 10950 | 8.71731E-06 | 0.087 | 68.83 |
| 13 | Sofiah Nst | 0.0008 | 2 | 350 | 7 | 50 | 10950 | 7.15982E-06 | 0.072 | 97.77 |
| 14 | A.Rosadi Tambunan | 0.0008 | 2 | 350 | 7 | 75 | 10950 | 4.77321E-06 | 0.048 | 146.65 |
| 15 | Nurjannah | 0.0008 | 2 | 350 | 4 | 60 | 10950 | 3.40944E-06 | 0.034 | 117.32 |
| 16 | Robiah | 0.0008 | 2 | 350 | 7 | 60 | 10950 | 5.96651E-06 | 0.060 | 117.32 |
| 17 | Aminah | 0.0008 | 2 | 350 | 4 | 60 | 10950 | 3.40944E-06 | 0.034 | 117.32 |
| 18 | Zulkarnain | 0.0008 | 2 | 350 | 7 | 53 | 10950 | 6.75454E-06 | 0.068 | 103.63 |
| 19 | Abd. Wahid | 0.0008 | 2 | 350 | 5 | 50 | 10950 | 5.11416E-06 | 0.051 | 97.77 |
| 20 | Rosidah Nst | 0.0008 | 2 | 350 | 5 | 45 | 10950 | 5.68239E-06 | 0.057 | 87.99 |
| 21 | Mhd. Ihsan | 0.0008 | 2 | 350 | 5 | 55 | 10950 | 4.64923E-06 | 0.046 | 107.54 |
| 22 | Hamzah | 0.0008 | 2 | 350 | 5 | 48 | 10950 | 5.32725E-06 | 0.053 | 93.86 |
| 23 | Yusriani | 0.0008 | 1 | 350 | 5 | 63 | 10950 | 2.02943E-06 | 0.020 | 246.38 |
| 24 | Ernawati | 0.0008 | 1 | 350 | 5 | 37 | 10950 | 3.45551E-06 | 0.035 | 144.70 |
| 25 | Pangiutan Pulungan | 0.0008 | 2 | 350 | 5 | 67 | 10950 | 3.81653E-06 | 0.038 | 131.01 |
| 26 | Lukman Pulungan | 0.0008 | 2 | 350 | 5 | 55 | 10950 | 4.64923E-06 | 0.046 | 107.54 |

| | | | | | | | | | | |
|----|-----------------|--------------|-----|-----|---|----|-------|-------------|-------|-------|
| 27 | Herlina | 0.0008 | 2 | 350 | 4 | 50 | 10950 | 4.09132E-06 | 0.041 | 97.77 |
| 28 | Abd. Rahim Hrp | 0.0008 | 2 | 350 | 4 | 50 | 10950 | 4.09132E-06 | 0.041 | 97.77 |
| 29 | Fitriani | 0.0009 | 2 | 350 | 5 | 50 | 10950 | 5.75342E-06 | 0.058 | 86.90 |
| 30 | Marhot Martua | 0.0009 | 2 | 350 | 4 | 57 | 10950 | 4.03749E-06 | 0.040 | 99.07 |
| 31 | Maslana | 0.006 | 2 | 350 | 7 | 70 | 10950 | 3.83562E-05 | 0.384 | 18.25 |
| 32 | Amron | 0.006 | 1 | 350 | 7 | 50 | 10950 | 2.68493E-05 | 0.268 | 26.07 |
| 33 | Novi Lestari | 0.006 | 2 | 350 | 2 | 42 | 10950 | 1.82648E-05 | 0.183 | 10.95 |
| 34 | Syahrin | 0.006 | 2 | 350 | 7 | 50 | 10950 | 5.36986E-05 | 0.537 | 13.04 |
| 35 | Lisna Hayati | 0.006 | 2 | 350 | 7 | 70 | 10950 | 3.83562E-05 | 0.384 | 18.25 |
| 36 | Dirman Pulungan | 0.006 | 2 | 350 | 7 | 52 | 10950 | 5.16333E-05 | 0.516 | 13.56 |
| 37 | Mhd. Aditya | 0.007 | 2.5 | 350 | 6 | 56 | 10950 | 5.99315E-05 | 0.599 | 10.01 |
| 38 | Sukriah | 0.007 | 1.5 | 350 | 6 | 55 | 10950 | 3.66127E-05 | 0.366 | 16.39 |
| 39 | Mesra Nst | 0.006 | 2 | 350 | 7 | 55 | 10950 | 4.88169E-05 | 0.488 | 14.34 |
| 40 | Arman | 0.006 | 2 | 350 | 7 | 74 | 10950 | 3.62829E-05 | 0.363 | 19.29 |
| 41 | Rizki Ananda | 0.006 | 2 | 350 | 7 | 53 | 10950 | 5.06591E-05 | 0.507 | 13.82 |
| 42 | Ali Walpapa | 0.006 | 2 | 350 | 7 | 51 | 10950 | 5.26457E-05 | 0.526 | 13.30 |
| 43 | Armina Saputri | 0.006 | 2 | 350 | 7 | 47 | 10950 | 5.71262E-05 | 0.571 | 12.25 |

Keterangan :

- C_{Hg} = Konsentrasi merkuri pada air sumur (mg/L)
 R = Laju asupan / banyaknya konsumsi air minum per-hari (L/hari)
 fe = Jumlah hari mengkonsumsi air dalam satu tahun
 Dt = Durasi pajanan (tahun)
 Wb = Berat badan responden (kg)
 t_{avg} = Nilai referensi (= 30 th x 365 hari = 10950)
 I = Intake
 RQ = Risk Quotient, besaran risiko

Dari 43 responden terdapat 13 responden yang mengkonsumsi air sumur dengan kadar merkuri yang sudah melewati nilai ambang batas, yaitu responden No. 31 sampai 43, sedangkan 30 responden lainnya mengkonsumsi air dengan

kadar merkuri yang masih di bawah nilai ambang batas. Semua responden dihitung nilai RQ-nya. Dalam penghitungan besar risiko atau *Risk Quotient* (RQ), terlebih dahulu dihitung besar jumlah asupan atau *intake* (I), untuk selanjutnya dibandingkan dengan nilai referensi atau *Reference of Dose* (RfD).

Jumlah asupan atau *intake* (I) dihitung dengan persamaan berikut :

$$I = \frac{C \times R \times f_e \times D_t}{W_b \times t_a}$$

Dimana nilai C, R, f_e , D_t , dan W_b didapatkan dari kuesioner, sedangkan nilai t_{avg} didapatkan dari referensi dimana untuk zat non karsinogenik adalah 30 tahun x 365 hari/tahun = 10950 hari. Selanjutnya untuk penghitungan nilai RQ, tinggal dibandingkan nilai *intake* di atas dengan nilai RfD untuk merkuri yaitu 0,001.

Besaran Risiko (RQ = Risk Quotient)

Dari penelitian yang dilakukan terhadap 43 orang responden, ternyata keseluruhan responden mempunyai nilai RQ di bawah 1, yang menunjukkan bahwa kondisi yang ada saat ini masih aman.

Terdapat 13 orang responden yang mengkonsumsi air dengan kadar merkuri yang sudah melebihi nilai ambang batas (0.001mg/L). Tapi dari ke 13 orang responden tersebut, tidak satupun yang mempunyai nilai $RQ > 1$, yang menunjukkan ke 13 responden tersebut masih aman dari risiko dampak yang ditimbulkan oleh paparan merkuri.

Sebagai contoh perhitungan, kita ambil data dari responden yang mengkonsumsi air sumur dengan kadar merkuri yang masih di bawah nilai ambang batas yaitu responden No. 1. Responden no. 1 dengan berat badan (W_b) 60 kilogram telah mengkonsumsi air sumur dengan konsentrasi merkuri (C) 0.0008 mg/L selama (D_t) 7 tahun dengan jumlah konsumsi perhari (R) 2 liter. Waktu tinggal responden tersebut dalam setahun (frekuensi pajanan, f_e) nya adalah 350 hari/tahun. Jika diketahui nilai t_{avg} untuk zat non karsinogenik adalah

10950 hari, maka dengan perhitungan di atas didapatkan nilai RQ untuk responden tersebut adalah 0,060.

Nilai RQ yang tidak melebihi 1 menunjukkan bahwa responden tersebut belum mempunyai risiko mengalami dampak keracunan merkuri. Tapi dengan pemaparan terus menerus, suatu saat responden tersebut akan mendapatkan dampak keracunan merkuri. Dengan perhitungan analisis risiko kita dapat meramalkan berapa tahun lagi responden tersebut akan mengalami dampak.

Sebagai perbandingan, kita ambil data dari responden yang mengkonsumsi air sumur dengan kadar merkuri yang sudah melewati nilai ambang batas yaitu responden No. 43. Responden no. 43 dengan berat badan (W_b) 47 kilogram telah mengkonsumsi air sumur dengan konsentrasi merkuri (C) 0.006 mg/L selama (D_t) 7 tahun dengan jumlah konsumsi perhari (R) 2 liter. Waktu tinggal responden tersebut dalam setahun (frekuensi pajanan, f_e) nya adalah 350 hari/tahun. Jika diketahui nilai t_{avg} untuk zat non karsinogenik adalah 10950 hari, maka dengan perhitungan di atas didapatkan nilai RQ untuk responden tersebut adalah 0,571.

Nilai RQ yang ternyata belum melebihi 1 menunjukkan bahwa responden tersebut belum mempunyai risiko mengalami dampak keracunan merkuri. Tapi dengan pemaparan terus menerus, suatu saat responden tersebut akan mendapatkan dampak keracunan merkuri. Dengan perhitungan analisis risiko kita dapat meramalkan berapa tahun lagi responden tersebut akan mengalami dampak.

Estimasi Risiko

Estimasi (peramalan) kapan risiko akan muncul dapat dilakukan dengan menggunakan rumus perhitungan berikut.

$$Dt = \frac{R}{C} \frac{W_b \times t_a}{f_e}$$

Sebagai contoh, kita lihat responden no. 1 dengan nilai RQ 0.060. Kita mencoba melihat berapa tahun lagi responden tersebut akan mengalami dampak dari paparan merkuri dengan menggunakan persamaan berikut.

$$Dt = \frac{R}{C} \frac{W_b x t_a}{f_e}$$

$$= \frac{0,001 \times 60 \times 10950}{0.0008 \times 2 \times 350} = \mathbf{1 \quad t}$$

Ini berarti, efek dari paparan merkuri baru akan muncul setelah paparan 117 tahun. Karena responden nomor 43 telah mengkonsumsi air sumur selama 7 tahun, berarti dampak kesehatan akibat paparan merkuri akan dialami oleh responden tersebut dalam **110 tahun ke depan**. Karena waktu tersebut sudah jauh melewati kemungkinan batas umur, dapat disimpulkan bahwa responden no. 1 tersebut masih aman dari efek keracunan merkuri sepanjang hayatnya.

Sebagai perbandingan, kita lihat responden no. 43 dengan nilai RQ 0.571. Kita mencoba melihat berapa tahun lagi responden tersebut akan mengalami dampak dari paparan merkuri dengan menggunakan persamaan berikut.

$$Dt = \frac{R}{C} \frac{W_b x t_a}{f_e}$$

$$= \frac{0,001 \times 47 \times 10950}{0.006 \times 2 \times 350} = \mathbf{1,2 \quad t}$$

Ini berarti, efek dari paparan merkuri akan muncul setelah paparan selama 12,25 tahun. Karena responden nomor 43 telah mengkonsumsi air sumur selama 7 tahun, berarti dampak kesehatan akibat paparan merkuri akan dialami oleh responden tersebut dalam **5,25 tahun ke depan**. Untuk mengantisipasi jangan sampai efek tersebut muncul, harus dilakukan manajemen risiko, dengan cara mengganti asupan air minum dengan air yang mengandung merkuri dengan kadar merkuri normal.

4.6. Survey Penyakit Degeneratif

Pada survey penyakit degeneratif yang dilakukan terhadap 43 orang responden yang mengkonsumsi air sumur yang ada di sekitar daerah pertambangan emas, didapatkan hasil sebagai berikut :

1. **Gangguan Ginjal**

Dari 43 orang responden yang diwawancarai, terdapat 5 orang (4,65%) yang mengalami gangguan ginjal, sedangkan 38 orang lainnya (95,35%) tidak mengalami keluhan.

2. **Gangguan Syaraf**

Dari 43 orang responden yang diwawancarai, keseluruhan responden menyatakan tidak adanya keluhan mengenai gangguan syaraf.

3. **Autisme dan Down Syndrome**

Dari 15 rumah yang diamati / diobservasi, tidak ditemukan adanya kasus autisme dan/atau down syndrome.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di kecamatan Huta Bargot, Kabupaten Mandailing Natal, dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari 15 air sumur yang dianalisa, terdapat 4 sumur (26,66%) yang mempunyai kadar merkuri melebihi nilai ambang batas.
2. Dari 43 orang responden, terdapat 13 orang responden (30,23%) yang mengkonsumsi air sumur dengan kadar merkuri melebihi nilai ambang batas.
3. Dari analisis risiko yang dilakukan terhadap 43 orang responden, keseluruhan responden masih berada pada kondisi yang aman dari paparan merkuri (nilai besar risiko, $RQ < 1$), dengan mengasumsikan tidak ada perubahan signifikan pada konsentrasi merkuri dari air sumur yang dikonsumsi dan data-data antropometri responden.
4. Dari survey penyakit degeneratif yang dilakukan terhadap 43 orang responden, terdapat 5 orang (11,6%) yang memiliki gejala penyakit degeneratif akibat paparan merkuri berupa gejala gangguan ginjal.

5.2. Saran

1. Untuk kesempurnaan penelitian, diharapkan dapat dilakukan penelitian lanjutan yang memperhitungkan sumber-sumber asupan merkuri lainnya selain dari air minum, seperti paparan merkuri dari udara atau dari makanan.
2. Pengelolaan penggunaan merkuri oleh Pemda setempat untuk mengurangi risiko penyakit akibat merkuri pada masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Depkes RI, 2010. Permenkes R.I. No. 492/Menkes/IV/2010, Persyaratan Kualitas Air Minum, Jakarta.
2. Hastono, 2001. Analisis Data, Modul, Jakarta, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia
3. Kolluru, R.V., Bartel, Pitblado,R., 1996. Risk Assesment and Management Handbook for Environmental, Health, and Safety professional, New York, McGraw-Hill.
4. Louvar, F.L.; Louvar, B.D., 1998, Health and Environmental Risk Analysis : Fundamental with Application, volume 2, New Jersey, Prentice Hall PTR.
5. Rahman, A., 2005. Prinsip-Prinsip Dasar, Metode, Teknik, dan Prosedur Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan, Bahan Ajar Pelatihan Aspek-Aspek Kesehatan Masyarakat dalam AMDAL (Purwokerto, 23-26 November 2005), Jakarta, Pusat Kajian Kesehatan Lingkungan dan Industri Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
6. Slamet, J.S., 2009. Kesehatan Lingkungan, Yogyakarta, Gajah Mada University Press.

Medan, April 2018
Diketahui Oleh
Kepala Seksi ADKL

Pembuat Laporan

Yukresna Ivo, N., SKM, M.Kes
NIP. 196501291995022001

Noviandi, S.Si., M.Kes
NIP. 197411182003121003

Lampiran 1

SPSS

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | Berat Badan Responden | Durasi Pajanan | Laju Asupan Harian | Konsentrasi Merkuri | RQ |
|----------------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|
| N | | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 |
| Normal Parameters ^{a,b} | Mean | 56.19 | 5.91 | 1.953 | .002423 | .16884 |
| | Std. Deviation | 9.295 | 1.269 | .3050 | .0024930 | .19152 2 |
| Most Extreme Differences | Absolute | .132 | .294 | .468 | .427 | .363 |
| | Positive | .132 | .195 | .370 | .427 | .363 |
| | Negative | -.071 | -.294 | -.468 | -.257 | -.219 |
| Test Statistic | | .132 | .294 | .468 | .427 | .363 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | .057 ^c | .000 ^c | .000 ^c | .000 ^c | .000 ^c |

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

ANALISIS UNIVARIAT

| | | Jenis Kelamin | Berat Badan | Durasi Pajanan | Laju Asupan | Konsentrasi Merkuri | Besar Risiko (RQ) |
|----------------|---------|------------------|----------------|-------------------|----------------|------------------------|----------------------|
| N | Valid | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 |
| | Missing | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mean | | 1.53 | 56.19 | 5.91 | 1.953 | .002423 | 1.00 |
| Median | | 2.00 | 55.00 | 6.00 | 2.000 | .000800 | 1.00 |
| Std. Deviation | | .505 | 9.295 | 1.269 | .3050 | .0024930 | .000 |
| Minimum | | 1 | 37 | 2 | 1.0 | .0008 | 1 |
| Maximum | | 2 | 75 | 7 | 2.5 | .0070 | 1 |

Jenis Kelamin

| | | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|-----------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | Laki laki | 20 | 46.5 | 46.5 | 46.5 |
| | Perempuan | 23 | 53.5 | 53.5 | 100.0 |
| | Total | 43 | 100.0 | 100.0 | |

Laju Asupan Harian

| | | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|-------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | 0-2 | 40 | 93.0 | 93.0 | 93.0 |
| | 2,1-3 | 3 | 7.0 | 7.0 | 100.0 |
| | Total | 43 | 100.0 | 100.0 | |

Durasi Pajanan

| | | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|-------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | 0-6 | 22 | 51.2 | 51.2 | 51.2 |
| | 6,1-7 | 21 | 48.8 | 48.8 | 100.0 |
| | Total | 43 | 100.0 | 100.0 | |

Berat Badan Responden

| | | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|-------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | 0-56 | 26 | 60.5 | 60.5 | 60.5 |
| | 57-70 | 17 | 39.5 | 39.5 | 100.0 |
| | Total | 43 | 100.0 | 100.0 | |

Konsentrasi Merkuri

| | | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|-------------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | 0-0.00099 | 30 | 69.8 | 69.8 | 69.8 |
| | 0.001-0.099 | 13 | 30.2 | 30.2 | 100.0 |
| | Total | 43 | 100.0 | 100.0 | |

ANALISIS BIVARIAT

Konsentrasi Merkuri * Gangguan Ginjal

| | | Gangguan Ginjal | | Total |
|---------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-------|
| | | Ada Gangguan Ginjal | Tidak Ada Gangguan Ginjal | |
| Konsentrasi Merkuri | 0-0.00099 | 4 | 26 | 30 |
| | 0.001-0.099 | 1 | 12 | 13 |
| | Total | 5 | 38 | 43 |

Chi-Square Tests

| | Value | df | Asymptotic Significance (2-sided) | Exact Sig. (2-sided) | Exact Sig. (1-sided) |
|------------------------------------|-------------------|----|-----------------------------------|----------------------|----------------------|
| Pearson Chi-Square | .281 ^a | 1 | .596 | | |
| Continuity Correction ^b | .000 | 1 | .990 | | |
| Likelihood Ratio | .301 | 1 | .583 | | |
| Fisher's Exact Test | | | | 1.000 | .518 |
| Linear-by-Linear Association | .274 | 1 | .600 | | |
| N of Valid Cases | 43 | | | | |

a. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.51.

b. Computed only for a 2x2 table

Berat Badan Responden * Gangguan Ginjal

| | | Gangguan Ginjal | | Total |
|-----------------------|-------|---------------------|---------------------------|-------|
| | | Ada Gangguan Ginjal | Tidak Ada Gangguan Ginjal | |
| Berat Badan Responden | 0-56 | 3 | 23 | 26 |
| | 57-70 | 2 | 15 | 17 |
| Total | | 5 | 38 | 43 |

Chi-Square Tests

| | Value | df | Asymptotic Significance (2-sided) | Exact Sig. (2-sided) | Exact Sig. (1-sided) |
|------------------------------------|-------------------|----|-----------------------------------|----------------------|----------------------|
| Pearson Chi-Square | .001 ^a | 1 | .982 | | |
| Continuity Correction ^b | .000 | 1 | 1.000 | | |
| Likelihood Ratio | .001 | 1 | .982 | | |
| Fisher's Exact Test | | | | 1.000 | .668 |
| Linear-by-Linear Association | .001 | 1 | .982 | | |
| N of Valid Cases | 43 | | | | |

a. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.98.

b. Computed only for a 2x2 table

Durasi Pajanan * Gangguan Ginjal

| | | Gangguan Ginjal | | Total |
|----------------|-------|---------------------|---------------------------|-------|
| | | Ada Gangguan Ginjal | Tidak Ada Gangguan Ginjal | |
| Durasi Pajanan | 0-6 | 2 | 20 | 22 |
| | 6,1-7 | 3 | 18 | 21 |
| Total | | 5 | 38 | 43 |

Chi-Square Tests

| | Value | df | Asymptotic Significance (2-sided) | Exact Sig. (2-sided) | Exact Sig. (1-sided) |
|------------------------------------|-------------------|----|-----------------------------------|----------------------|----------------------|
| Pearson Chi-Square | .282 ^a | 1 | .595 | | |
| Continuity Correction ^b | .003 | 1 | .956 | | |
| Likelihood Ratio | .283 | 1 | .594 | | |
| Fisher's Exact Test | | | | .664 | .477 |
| Linear-by-Linear Association | .276 | 1 | .600 | | |
| N of Valid Cases | 43 | | | | |

a. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.44.

b. Computed only for a 2x2 table

Laju Asupan Harian * Gangguan Ginjal

| | | Gangguan Ginjal | | Total |
|--------------------|-------|---------------------|---------------------------|-------|
| | | Ada Gangguan Ginjal | Tidak Ada Gangguan Ginjal | |
| Laju Asupan Harian | 0-2 | 4 | 36 | 40 |
| | 2,1-3 | 1 | 2 | 3 |
| Total | | 5 | 38 | 43 |

Chi-Square Tests

| | Value | df | Asymptotic Significance (2-sided) | Exact Sig. (2-sided) | Exact Sig. (1-sided) |
|------------------------------------|--------------------|----|-----------------------------------|----------------------|----------------------|
| Pearson Chi-Square | 1.479 ^a | 1 | .224 | | |
| Continuity Correction ^b | .080 | 1 | .778 | | |
| Likelihood Ratio | 1.087 | 1 | .297 | | |
| Fisher's Exact Test | | | | .316 | .316 |
| Linear-by-Linear Association | 1.444 | 1 | .229 | | |
| N of Valid Cases | 43 | | | | |

a. 3 cells (75.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .35.

b. Computed only for a 2x2 table

Jenis Kelamin * Gangguan Ginjal

| | | Gangguan Ginjal | | Total |
|---------------|-----------|---------------------|---------------------------|-------|
| | | Ada Gangguan Ginjal | Tidak Ada Gangguan Ginjal | |
| Jenis Kelamin | Laki laki | 1 | 19 | 20 |
| | Perempuan | 4 | 19 | 23 |
| Total | | 5 | 38 | 43 |

Chi-Square Tests

| | Value | df | Asymptotic Significance (2-sided) | Exact Sig. (2-sided) | Exact Sig. (1-sided) |
|------------------------------------|--------------------|----|-----------------------------------|----------------------|----------------------|
| Pearson Chi-Square | 1.598 ^a | 1 | .206 | | |
| Continuity Correction ^b | .620 | 1 | .431 | | |
| Likelihood Ratio | 1.718 | 1 | .190 | | |
| Fisher's Exact Test | | | | .351 | .219 |
| Linear-by-Linear Association | 1.561 | 1 | .211 | | |
| N of Valid Cases | 43 | | | | |

a. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.33.

b. Computed only for a 2x2 table

Lampiran 2

KUESIONER ANALISIS RISIKO PAPARAN MERKURI PADA AIR SUMUR TERHADAP PENYAKIT DEGERATIF PADA MASYARAKAT DI SEKITAR PETI

Tanggal Wawancara :
Lokasi Wawancara :

A. KARAKTERISTIK RESPONDEN

Nama Responden :
Alamat Responden :
Jenis Kelamin :
Umur :
Berat Badan :

B. DATA KONSUMSI AIR

1. Apakah anda melakukan pengolahan terhadap air sumur anda ?
(1) Ya (2) Tidak
2. Apakah anda menggunakan air sumur yang dimasak untuk keperluan minum sehari-hari ? (1) Ya (2) Tidak
3. Jika ya, sudah berapa lama anda mengkonsumsinya : tahun
4. Berapa banyak anda mengkonsumsi air minum yang berasal dari air sumur dalam satu hari : gelas (= Liter)

C. DATA PENYAKIT DEGENERATIF

Apakah ada anggota keluarga yang mengalami keluhan kesehatan sebagai berikut

- a. Gangguan ginjal
 - Apakah anda mengalami sakit/nyeri pada pinggang
(1) Ya (2) Tidak
 - Apakah anda mengalami kesulitan untuk buang air kecil
(1) Ya (2) Tidak
 - Apakah terdapat pembengkakan di pergelangan kaki
(1) Ya (2) Tidak
 - Pernahkah anda didiagnosa secara medis sebagai penderita gangguan ginjal (1) Pernah (2) Tidak

Jika ada keluhan, sudah berapa lamakah dirasakan tahun
Jika ada keluhan, kapan terakhir diperiksa/dikonsultasikan secara medis
.....
- b. Gangguan Syaraf
 - Apakah tangan anda sering bergetar (tremor) (1) Ya (2) Tidak
 - Apakah anda sering merasakan kebas pada tangan/kaki
(1) Ya (2) Tidak
 - Apakah anda sering lupa pada hal yang baru terjadi
(1) Ya (2) Tidak
 - Apakah anda sulit berkonsentrasi (1) Ya (2) Tidak

- Apakah anda sering sedih/depresi tanpa alasan yang jelas
(1) Ya (2) Tidak
- Apakah anda berkeringat tanpa alasan yang jelas
(1) Ya (2) Tidak
- Pernahkah anda didiagnosa secara medis sebagai penderita gangguan syaraf
(1) Pernah (2) Tidak

Jika ada keluhan, sudah berapa lamakah dirasakan tahun
 Jika ada keluhan, kapan terakhir diperiksa/dikonsultasikan secara medis

c. Autisme (**Lakukan dengan observasi / pengamatan**)

- Adakah anggota keluarga yg mengalami gangguan komunikasi
Ada/Tidak
- Adakah anggota keluarga dengan nada bicara yang datar
Ada/Tidak
- Adakah anggota keluarga yang selalu berjalan berjinjit
Ada/Tidak
- Adakah anggota keluarga yang sangat aktif (hiperaktif)
Ada/Tidak

d. Down syndrome (kelainan genetik) (**Lakukan dengan observasi / pengamatan**)

- Adakah anggota keluarga yg mengalami kelainan kromosom
Ada/Tidak
- Jika ada, bagaimana ciri-ciri fisik kelainan tersebut

e. Gangguan kesehatan lainnya jika ada

