

**FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN
KERACUNAN MERKURI (Hg) PADA PENAMBANG EMAS
TANPA IJIN (PETI) DI KECAMATAN KURUN, KABUPATEN
GUNUNG MAS, KALIMANTAN TENGAH**



TESIS

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-2**

Magister Kesehatan Lingkungan

TRILIAN TY LESTARISA

E4B 008 019

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2010**

**FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN
KERACUNAN MERKURI (Hg) PADA PENAMBANG EMAS
TANPA IJIN (PETI) DI KECAMATAN KURUN, KABUPATEN
GUNUNG MAS, KALIMANTAN TENGAH**



TESIS
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-2

Magister Kesehatan Lingkungan

TRILIANTY LESTARISA
E4B 008 019

PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2010

PENGESAHAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan bahwa tesis yang berjudul :

**FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KERACUNAN MERKURI (Hg)
PADA PENAMBANG EMAS TANPA IJIN (PETI) DI KECAMATAN KURUN,
KABUPATEN GUNUNG MAS, KALIMANTAN TENGAH**

Dipersiapkan dan disusun oleh

Nama : Trilianty Lestarisa

NIM : E4B 008 019

Telah dipertahankan di depan dewan penguji pada tanggal 22 Maret 2010 dan
Dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Pembimbing I

dr. Onny Setiani, Ph.D
NIP. 131 958 807

Penguji

Dra. Sulistyani, M.Kes
NIP. 132 062 253

Pembimbing II

Nurjazuli, SKM, M.Kes
NIP. 132 139 521

Penguji

Sudarwin, ST, M.Kes
NIP. 140 227 828

Semarang, Maret 2010
Universitas Diponegoro
Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan
Ketua Program

dr. Onny Setiani, Ph.D
NIP. 131 958 807

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan di dalamnya tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan lembaga pendidikan lainnya. Pengetahuan yang diperoleh dari hasil penerbitan maupun yang belum /tidak diterbitkan, sumbernya dijelaskan dalam tulisan dan daftar pustaka.

Semarang, Maret 2010

Trilianty Lestarisa

PERSEMBAHAN

Tak terbatas kuasaMu Tuhan, semua dapat kaulakukan.

Apa yang kelihatan, mustahil bagiku.

Itu sangat mungkin bagiMu

Di saat kutakberdaya kuasamu sempurna.

Ketika kupercaya Mujizat itu nyata.

Bukan karena kekuatan namun rohmumu ya Tuhan.

Ketika kuberdoa mujizat itu nyata.

*"Karya ini kupersembahkan buat kedua orang
tuaku, kakak-kakakku, keluarga besarku dan yg
terkasih Berry Pasti*

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

I. Identitas

Nama : Trilianty Lestarisa
Tempat, tanggal lahir : Palangka Raya, 15 April 1985
Alamat : Jl. H. Timang No.18, UNPAR, Palangka Raya

II. Riwayat Pendidikan

1. SDN Langkai 12 Palangka Raya, Kalimantan Tengah, tahun 1992.
2. SMPN 2 Palangka Raya, Kalimantan Tengah tahun 1997.
3. SMA Kristen Satya Wacana Salatiga, Jawa Tengah, tahun 2000.
4. Fakultas Biologi Jurusan Biologi Lingkungan, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta tahun 2003.
5. Program Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang, tahun 2008.

TRILIANITY LESTARISA

ABSTRAK

FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KERACUNAN MERKURI (Hg) PADA PENAMBANG EMAS TANPA IJIN(PETI) DI KECAMATAN KURUN KABUPATEN GUNUNG MAS

xvi+104+15 tabel +3 gambar + 14 lampiran

Kegiatan Penambangan emas tanpa ijin (PETI) di Kecamatan Kurun merupakan kegiatan yang telah dilakukan selama berpuluh tahun oleh masyarakat sekitar. Kegiatan PETI di Kecamatan Kurun pada umumnya dilakukan di tengah-tengah sungai. Penentuan lokasi PETI biasanya dilakukan secara coba-coba (*trial and error*). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian keracunan merkuri pada penambang emas tanpa ijin (PETI) di Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas.

Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan pendekatan *Cross Sectional*. Teknik yang digunakan dalam pengumpulan sampel adalah proporsional random sampling. Sampel yang digunakan adalah penambang yang masih aktif bekerja. Jumlah sampel dalam penelitian ini adalah 41 orang. Data penelitian diambil melalui panduan wawancara dengan kuisisioner dan pemeriksaan laboratorium kadar merkuri dalam air dan rambut. Dianalisis dengan uji *chi-square* dan regresi logistik. Faktor-faktor yang diteliti dalam penelitian ini adalah jenis aktivitas penambang, lama kerja/hari, masa kerja/tahun, kelengkapan alat pelindung diri (APD), kontinuitas penggunaan alat pelindung diri (APD), dan jumlah pemakaian merkuri/hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan merkuri dalam penambangan ini relatif tinggi yaitu berkisar antara 0.25 ons s/d 1 ons. Hal tersebut dapat menurunkan kualitas lingkungan terutama sungai yang digunakan sebagai tempat pembuangan limbah merkuri. Selain berdampak pada lingkungan, berdampak pula bagi kesehatan penambang maupun masyarakat sekitar karena air sungai masih digunakan sebagai sumber air bersih dan minum.

Karakteristik penambang emas yang menjadi sampel penelitian ini adalah berumur rata-rata 32.5366 tahun. Rata-rata kadar merkuri dalam air pada sampel pada 6 titik penelitian adalah 0.0039150 mg/l yaitu telah melebihi nilai ambang batas sesuai Permenkes tahun 1990 mengenai air bersih dan tahun 2002 mengenai air minum. Rata-rata kadar merkuri yang ditemukan pada rambut penambang 3.37649 $\mu\text{g}/\text{gr}$, telah melebihi nilai ambang batas yang diperbolehkan WHO yaitu 1-2 mg/kg. Persentase jumlah penambang yang mengalami keracunan adalah 80.5 %. Hasil analisis *chi-square* menunjukkan bahwa 2 variabel bebas yaitu lama kerja/hari ($p= 0.002$), dan kontinuitas penggunaan APD (0.000) memiliki hubungan bermakna dengan keracunan merkuri pada penambang emas tanpa ijin (PETI). Ditemukan gejala penyakit yang timbul dari penambang emas tanpa izin (PETI) adalah mudah lelah, sakit kepala, gemetar/menggigil, dan sendi-sendi kaku.

Kata Kunci : Keracunan merkuri, PETI, Kecamatan Kurun.

Kepustakaan : 36 (1986-2008)

TRILIANTY LESTARISA

ABSTRACT

FACTORS RELATED TO MERCURY POISONING(Hg) ON ILLEGAL GOLD MINER (PETI) AT KURUN SUB DISTRICT IN GUNUNG MAS DISTRICT.

xvi+104+15 table +3 figures + 14 attachments

Gold mining activities without a license (illegal miners) in Sub Period is an activity that has been done for decades by the local community. Period of illegal activities in the district is generally carried out in the middle of a river. Mined location determination is usually done by trial and error (trial and error). The aim of this study was to determine the factors associated with the occurrence of mercury poisoning in miners of gold without a license (illegal miners) in the District of Gunung Mas Regency Period.

This study was an observational research with cross sectional approach. Techniques used in collecting the sample is proportional random sampling. The sample used was the miners who are still actively working. Number of samples in this study was 41 people. The research data collected by questionnaire and interview guide with a laboratory examination of water and mercury in the hair. Analyzed with chi-square and logistic regression. Factors examined in this study was the type of activity miners, working period per day, working period / year, the completeness of the personal protective equipment (PPE), the continuity of the use of personal protective equipment (PPE), and total consumption of mercury / day.

The results showed that the use of mercury in mining was relatively high, ranging from 0:25-ounce to 1 ounce. This could reduce the environmental quality of the river mainly used as a mercury waste disposal. In addition to impacts on the environment, also affect the health of miners and the community because the river is still used as a source of clean water and drinking.

Characteristics of gold miners in this research sample was in the average age of 32.5366 years. Average levels of mercury in water samples at 6 points on study was 0.0039150 mg / l which exceeds the threshold value according to the 1990 Ministerial Regulation on water and the year 2002 concerning the drinking water. Average levels of mercury found in hair miners 3.37649 tg / g, has exceeded the threshold value that allowed the WHO is 1-2 mg / kg. Percentage number of miners who suffered poisoning was 80.5%. Results of chi-square analysis showed that 2 independent variable length of work / day ($p = 0.002$), and the continuity of the use of PPE (0000) has a significant correlation with mercury poisoning in miners of gold without a permit (PETI). In conclusion, symptoms of the disease arising from the gold miners without permission (PETI) was lethasia, malise, headache, shivering / chills, and stiff joints.

Keywords : *Mercury poisoning, PETI*, Kurun Subdistrict.

Bibliography : 36 (1986-2008)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih anugerahNya seingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan di magister ilmu kesehatan lingkungan UNDIP Semarang. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya

kepada :

1. Prof.Dr.dr. Susilo Wibowo, MS.ed., Sp.And selaku Rektor Universitas Diponegoro yang telah memberikan kesempatan menempuh pendidikan.
2. Prof. Drs. Y. Warella., MPA., Ph.D selaku Direktur Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro yang telah memberikan kesempatan menempuh pendidikan di program pasca sarjana.
3. dr. Onny Setiani, P.hD selaku Ketua Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan dan Pembimbing yang telah memberikan dukungan dan bimbingan penyusunan tesis ini dengan sangat simpatik, telaten, sabar dan bijaksana.
4. Bapak Nurjazuli, SKM, M.Kes yang telah memberikan bimbingan penyusunan tesis ini dengan sangat simpatik, telaten, sabar dan bijaksana.
5. Ibu Dra. Sulistiyani, M.Kes selaku penguji atas saran dan masukan.
6. Bapak Sudarwin, ST, M.Kes selaku penguji atas saran dan masukan.
7. Para staf pengajar Dosen Kesehatan Lingkungan yang telah banyak memberikan bimbingan selama perkuliahan.
8. Badan Lingkungan Hidup, Pemerintah Kecamatan Kurun dan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Gunung Mas Kabupaten Gunung Mas yang telah memberikan ijin untuk penelitian.

9. Staf administrasi Program Magister Kesehatan Lingkungan yang telah membantu kelancaran pendidikan.
10. Bapak Ahim S. Rusan dan Ibu Hosiana Y. Pahoe yang selalu memberi nasehat dan dukungan doa untuk keberhasilan putrinya.
11. Berry Pasti yang terkasih. Terima kasih atas cinta kasih, kesetiaan dan pengorbanannya.
12. Saudara-saudara dan keluarga tercinta : Sandik, Indri, Aditya, Harry dan seluruh keluarga besar serta sahabat-sahabat terkasih di Palangka Raya, Yogyakarta dan Semarang atas semua dukungan dan doanya yang selalu memberikan dukungan dan doa.
13. Bpk. Drs. Djoko Rahardjo, M.Kes dan Bpk. Mujianto yang telah memberikan masukan dan bantuannya selama penulisan tesis ini.
14. Responden penelitian yang telah memberikan informasi dan bantuan yang berharga sehingga tesis ini dapat selesai.

Di dalam tesis ini masih terdapat banyak kelemahan sehingga kritik dan koreksi sangat diharapkan. Walau demikian semoga tesis ini dapat berguna bagi yang membutuhkannya.

Semarang, Maret 2010

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Perumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	7
1. Tujuan Umum	7
2. Tujuan Khusus	7
D. Manfaat Penelitian	9
E. Ruang Lingkup.....	10
F. Keaslian Penelitian	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Penambangan emas tanpa izin (PETI) di Kabupaten Gunung Mas.....	14
B. Merkuri (Hg).....	16
C. Kegunaan Merkuri	22
D. Pencemaran Sungai oleh merkuri	23
E. Toksikokinetik Merkuri	27
F. Biomarker Paparan Merkuri.....	31
G. Toksisitas Merkuri (Hg).....	34
H. Dampak Merkuri terhadap Kesehatan Manusia.....	37
a. Keracunan akut.....	41
b. Keracunan kronis	42
I. Kadar Batas Aman Merkuri	43
J. Gejala, Gangguan kesehatan dan status pekerja.	44
K. Kerangka Teori	48
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Kerangka Konsep.....	49
B. Hipotesis Penelitian	50
C. Jenis dan Rancangan Penelitian	50
D. Populasi dan sampel.....	51
E. Definisi operasional variabel penelitian dan skala penelitian.....	54
F. Pengendalian variabel pengganggu.....	58

G. Alat dan cara penelitian	59
H. Teknik pengolahan dan analisis data	60
BAB IV HASIL PENELITIAN	
A. Gambaran Umum Kabupaten Gunung Mas.....	62
1. Kondisi geografis daerah,batas administrasi daerah, luas wilayah dan topografis	62
B. Gambaran Umum Kecamatan Kurun.	64
1. Iklim.....	65
C. Hasil Analisis Univariat.....	66
D. Hasil Analisis Bivariat	73
E. Hasil Analisis Multivariat	81
BAB V PEMBAHASAN	
A. Pembahasan.....	82
B. Keterbatasan Penelitian.....	97
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Simpulan	99
B. Saran.....	100
DAFTAR PUSTAKA.....	102
Lampiran.....	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Keaslian Penelitian.....	11
Tabel 2.1	Peraturan Kadar Hg Menurut Peraturan Di Indonesia.....	44
Tabel 4.1	Kecamatan, kelurahan, dan jumlah desa di Kabupaten Gunung Mas...	63
Tabel 4.2	Distribusi frekuensi Umur Penambang emas tanpa ijin (PETI) di Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas tahun 2009.....	66
Tabel 4.3	Hasil Pemeriksaan kadar merkuri (Hg) pada air di Lokasi Penambangan Emas dan Sungai di sekitar penambangan emas di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas....	67
Tabel 4.4	Distribusi gejala penyakit yang dirasakan penambang emas tanpa ijin (PETI)di Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas.....	72
Tabel 4.5	Distribusi frekuensi dan data hasil analisis statistik bivariat kejadian keracunan merkuri berdasarkan faktor jenis aktivitas penambang.....	74
Tabel 4.6	Distribusi frekuensi dan data hasil analisis statistik bivariat kejadian keracunan merkuri berdasarkan lama kerja/hari..	75
Tabel 4.7	Distribusi frekuensi dan data hasil analisis statistik bivariat kejadian keracunan merkuri berdasarkan faktor masa kerja/tahun.....	76
Tabel 4.8	Distribusi frekuensi dan data hasil analisis statistik bivariat kejadian keracunan merkuri berdasarkan kelengkapan alat pelindung diri (APD).....	77
Tabel 4.9	Distribusi frekuensi dan data hasil analisis statistik bivariat kejadian keracunan merkuri berdasarkan kontinuitas penggunaan alat pelindung diri (APD).....	77
Tabel 4.10	Distribusi frekuensi dan data hasil analisis statistik bivariat kejadian keracunan merkuri berdasarkan jumlah pemakaian merkuri/hari	78
Tabel 4.11	Analisis Anova Jenis aktivitas Penambang dan Kadar Merkuri.....	80

Tabel 4.12	Nilai p yang diperoleh dari uji <i>chi-square</i> dari beberapa faktor yang berhubungan dengan variabel independen.....	80
Tabel 4.13	Hasil Uji Multivariat Keracunan Merkuri Pada Penambang Emas Tanpa Ijin (PETI) di Kecamatan Kurun.....	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema pendauran merkuri hasil kerja bakteri.....	24
Gambar 2.2	Pergerakan lokal merkuri di perairan umum	25
Gambar 2.3	Jalur penguatan Biologis Merkuri pada Rantai Makanan.....	30

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Aktivitas manusia, berazaskan manfaat dan ekonomi serta konservasi lingkungan merupakan suatu hal yang memiliki peranan penting terhadap pembangunan berkelanjutan. Di satu sisi, pembangunan akan meningkatkan kualitas hidup manusia dengan meningkatnya pendapatan masyarakat. Disisi lain, pembangunan juga bisa menurunkan kesehatan masyarakat di sebabkan pencemaran yang berasal dari limbah industri dan rumah tangga. Sebagai contoh, pesatnya pembangunan dan penggunaan bahan baku logam berat bisa berdampak negatif, yaitu munculnya kasus pencemaran yang melebihi batas sehingga mengakibatkan kerugian dan keresahan masyarakat. Hal itu terjadi karena sangat besarnya resiko terpapar logam berat maupun logam transisi yang bersifat toksik dalam dosis dan konsentrasi tertentu.

Sejak kasus kecelakaan merkuri di Minamata Jepang tahun 1953 yang secara intensif dilaporkan, isu pencemaran logam berat meningkat sejalan dengan pengembangan berbagai penelitian yang mulai diarahkan pada berbagai aplikasi teknologi untuk menangani pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh logam berat. Pada konsentrasi yang sangat rendah efek logam berat dapat berpengaruh langsung dan terakumulasi pada rantai makanan sehingga dikhawatirkan berdampak pada kesehatan manusia. Seperti halnya sumber-sumber pencemaran lingkungan lainnya, logam berat tersebut dapat ditransfer dalam jangkauan yang sangat jauh di lingkungan, selanjutnya berpotensi mengganggu kehidupan biota lingkungan dan akhirnya berpengaruh terhadap

kesehatan manusia walaupun dalam jangka waktu yang lama dan jauh dari sumber pencemar utamanya.

Beberapa logam berat, seperti arsenik, timbal, kadmium dan merkuri sangat berbahaya bagi kesehatan manusia dan kelangsungan kehidupan di lingkungan. Pencemaran logam berat dalam lingkungan dapat menimbulkan bahaya bagi kesehatan, baik pada manusia, hewan, tanaman maupun lingkungan. Salah satu logam berat yang berbahaya adalah merkuri. Secara alamiah, pencemaran merkuri berasal dari kegiatan gunung berapi atau rembesan tanah yang melewati deposit merkuri. Keberadaan merkuri dari alam dan masuk ke suatu tatanan lingkungan tidak akan menimbulkan efek¹.

Di Indonesia, pencemaran logam berat cenderung meningkat sejalan dengan meningkatnya proses industrialisasi. Sejak era industrialisasi, merkuri menjadi bahan pencemar penggalian karena merkuri dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin. Salah satu penyebab pencemaran lingkungan oleh merkuri adalah pembuangan tailing pengolahan emas yang diolah secara amalgamasi².

Usaha pertambangan, oleh sebagian masyarakat sering dianggap sebagai penyebab kerusakan dan pencemaran lingkungan. Sebagai contoh, pada kegiatan usaha pertambangan emas skala kecil, pengolahan bijih dilakukan dengan proses amalgamasi dimana merkuri (Hg) digunakan sebagai media untuk mengikat emas.

Pencemaran merkuri banyak sekali ditemukan pada penambang emas tradisional. Penambangan emas tanpa ijin (PETI) ditemukan di berbagai tempat di Indonesia antara lain di Pongkor, Jawa Barat, Kulo, Sulawesi Utara dan Kalimantan Tengah. Sebagian besar wilayah di Kalimantan Tengah terdapat kandungan emas yang tinggi. Emas yang terkandung dalam tanah menarik minat para penambang skala kecil/penambang artisanal

yang berasal dari Jawa dan Kalimantan Selatan. Komunitas-komunitas ini melakukan penambangan emas di sepanjang area studi dengan cara menggali lubang tambang yang dalam, dengan menggunakan merkuri yang berdampak pada pencemaran logam berat yang bersifat toksik dan akan menurunkan kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat. Para penambang tradisional Dayak biasanya menambang di sepanjang alur sungai. Mereka mencari emas menggunakan mesin sedot dengan demikian mengganggu hamparan kanal dan alur sungai, serta meningkatkan jumlah tumpukan sedimen. Kedua jenis komunitas ini menggunakan peralatan yang sama untuk mencari emas, dan keduanya juga menggunakan merkuri untuk memisahkan emas dalam proses amalgamasi³.

Penelitian mengenai merkuri telah banyak dilakukan di Indonesia, beberapa penelitian tersebut yaitu yang pertama adalah penelitian Konsumsi Ikan Laut, Kadar Merkuri dalam rambut, dan kesehatan nelayan di Pantai Kenjeran Surabaya tahun 2004 oleh Sudarmaji, Adi Heru Sutomo dan Agus Suwarni. Variabel yang diteliti adalah konsumsi ikan laut, kadar merkuri di rambut, dan gejala kesehatan. Responden yang mengkonsumsi ikan sebanyak rata-rata 99,11 gram/hark mempunyai kadar dalam rambutnya sebesar 0,511 ppb. Penelitian ini mengindikasikan gejala-gejala penyakit yang terjadi pada mereka yang mengkonsumsi ikan antara lain ginjal, pusing-pusing, tumor, pendarahan gusi, dan gangguan penglihatan⁴.

Penelitian kedua yaitu mengenai keluhan gangguan kesehatan pada penambang emas tanpa izin dan masyarakat dalam kaitan dengan paparan merkuri di sekitar Sungai Kapuas Kecamatan Nangan Sepauk Kabupaten Sintang, Kalimantan Barat oleh Rudolf, (2004). Variabel yang diteliti adalah kadar merkuri di rambut. Hasil penelitian

menunjukkan ada perbedaan penderitaan penyakit akibat kadar Hg antara kelompok penambang dan kelompok non penambang, (p) = 0,030 ($p < 0,05$). Tidak ada perbedaan kadar Hg rambut kelompok penambang dan kelompok non penambang, (p) = 0,084 ($p > 0,05$). Tidak ada perbedaan kadar Hg rambut berdasarkan umur kelompok penambang dan kelompok non penambang, (p) = 0,360 ($p > 0,05$). Tidak ada perbedaan kadar Hg rambut berdasarkan lama bermukim kelompok penambang dan kelompok non penambang, (p) = 0,236 ($p > 0,05$). Tidak ada perbedaan kadar Hg rambut berdasarkan masa bekerja kelompok penambang dan kelompok non penambang, (p) = 0,278 ($p > 0,05$)⁵.

Data Badan Pengelolaan dan Pelestarian Lingkungan Hidup tahun 2002, melaporkan bahwa setiap tahun diperkirakan 10 ton Hg sisa penambangan emas tradisional di buang ke sungai. Provinsi Kalimantan Tengah terdapat 65.000 penambang emas tradisional yang menggunakan merkuri sebagai pelebur butir emas. Sekitar 25.000 penambang emas bekerja di 11 aliran sungai besar di Kalteng, sehingga limbah langsung mencemari sungai. Sungai dengan kondisi terparah adalah Sungai Kahayan yang mengalir di Kabupaten Gunung Mas, dengan jumlah raksa yang terbuang mencapai 1,5 ton dalam waktu tiga bulan. Sekitar 500 penambang emas bekerja di sepanjang sungai Kahayan, dan sekitar 70 penambang emas bekerja di kecamatan Kurun. Masalah pencemaran raksa (merkuri) di Kalimantan Tengah semakin meningkat, karena limbah dari kegiatan tambang tradisional yang tidak diolah terus menerus mengalir ke sungai-sungai besar^{6,7}.

Sebagian besar kandungan merkuri yang terlepas dari proses penambangan melekat pada sedimen dan sebagian lagi berubah menjadi metil merkuri yang bersifat

sangat membahayakan fungsi pernafasan dan sistem metabolisme. Jenis siput dan udang kecil akan menyerap metil merkuri ini dari endapan dan air. Ikan yang memakan udang dan siput atau ikan yang terkontaminasi akan mengakumulasi raksa organik dalam tingkat yang tinggi.

Para penambang pada umumnya tercemar merkuri melalui kontak langsung dengan kulit, menghirup uap merkuri, dan memakan ikan yang telah tercemar merkuri. Untuk masyarakat umum, pencemaran biasanya terjadi karena memakan ikan yang telah tercemar dan menghisap uap merkuri yang berasal dari toko emas di sekitarnya ketika amalgam dibakar. Masalah kesehatan utama akibat uap raksa terjadi pada otak, paru-paru, sistem syaraf pusat dan ginjal. Ibu yang sedang hamil dapat menularkan raksa organik pada janin melalui plasenta sehingga merusak otak dan organ tubuh janin dan menyebabkan keterbelakangan, bahkan kematian. Bayi dan anak kecil yang terkontaminasi raksa dapat mengalami kesulitan belajar atau tingkat kecerdasan yang rendah⁸.

Penelitian ini didasarkan dari berbagai masalah masalah kesehatan lingkungan yang terjadi akibat penggunaan merkuri pada penambangan emas. Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang berhubungan dengan keracunan merkuri (Hg) pada penambang emas tanpa ijin (PETI) di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas.

B. Perumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut diatas, maka permasalahan yang ditemukan sebagai berikut :

1. Kegiatan penambang emas tanpa izin masih marak di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas.
2. Penambang emas tanpa izin menggunakan bahan kimia yaitu merkuri (Hg) sebagai bahan untuk mencampur dan digunakan dalam proses pembakaran amalgam (merkuri dan emas).

Berdasarkan permasalahan tersebut diatas, maka rumusan masalah yang perlu diteliti dan dapat dirumuskan sebagai berikut :

Apakah faktor-faktor yang berhubungan dengan keracunan merkuri (Hg) pada penambang emas tanpa izin (PETI) di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas, Kalimantan Tengah ?

C. Tujuan

1. Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor yang berhubungan dengan keracunan merkuri (Hg) pada penambang emas tanpa izin (PETI) di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas.

2. Tujuan Khusus

- a. Mengukur kadar merkuri dalam air sungai, di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas.
- b. Mengukur kadar merkuri pada rambut penambang emas di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas.

- c. Mengidentifikasi jumlah pemakaian merkuri (Hg) oleh penambang emas di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas.
- d. Mengukur jenis aktivitas di penambangan emas, lama kerja/hari, masa kerja/tahun, kontinuitas penggunaan Alat Pelindung diri (APD), kelengkapan Alat Pelindung Diri (APD), dan jumlah pemakaian merkuri yang digunakan pada penambang emas di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas.
- e. Menganalisis hubungan jenis aktivitas di penambangan emas dengan keracunan merkuri pada penambang emas di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas.
- f. Menganalisis hubungan lama kerja/hari penambang dengan keracunan merkuri pada penambang emas di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas.
- g. Menganalisis hubungan masa kerja/tahun penambang dengan keracunan merkuri pada penambang emas di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas.
- h. Menganalisis hubungan kontinuitas penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dengan keracunan merkuri pada penambang di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas.
- i. Menganalisis hubungan kelengkapan Alat Pelindung Diri (APD) dengan keracunan merkuri pada penambang di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas.
- j. Menganalisis hubungan jumlah pemakaian merkuri yang digunakan dengan keracunan merkuri pada penambang di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas.
- k. Menganalisis secara bersama-sama jenis aktivitas di penambangan emas, lama kerja/hari, masa kerja/tahun, kontinuitas Alat Pelindung Diri (APD), kelengkapan

Alat Pelindung Diri (APD), dan jumlah pemakaian merkuri yang digunakan dengan keracunan merkuri pada penambang emas tanpa ijin di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas.

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi program Kesehatan Lingkungan
 - a. Memberikan sumbangan pemikiran secara teoritis bagi penerapan dan perkembangan substansi disiplin ilmu di bidang kesehatan lingkungan.
 - b. Sebagai sumbangan pemikiran dan bahan informasi bagi peminat dan peneliti selanjutnya untuk mengembangkan penelitian lebih mendalam.

2. Bagi Pemerintah Daerah

Sebagai bahan informasi dan pertimbangan kepada pemerintah daerah propinsi khususnya Badan Lingkungan Hidup (BLH), Dinas Kesehatan Propinsi/Kabupaten dalam perencanaan, pemantauan dan pengendalian Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) serta Analisis Dampak Kesehatan Lingkungan (ADKL).

3. Pengusaha

Sebagai bahan informasi kepada pengusaha PETI dalam mengambil kebijakan pengaturan manajemen lingkungan khususnya dalam proses pengelolaan biji emas dengan menggunakan bahan merkuri.

4. Bagi Penambang Emas dan Masyarakat

Menambah pengetahuan bagi penambang dan masyarakat dalam upaya melindungi dan mencegah gangguan kesehatan akibat adanya pencemaran merkuri (Hg) di wilayah penambangan emas.

E. Ruang Lingkup

1. Lingkup Keilmuan

Penelitian ini merupakan penelitian bidang ilmu kesehatan lingkungan.

2. Lingkup Masalah

Masalah ini dibatasi pada keracunan merkuri (Hg) pada penambang emas tanpa ijin (PETI) di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas.

3. Lingkup Sasaran

Sasaran pada penelitian ini adalah penambang emas tanpa ijin (PETI) di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas.

4. Lingkup Metode

Penelitian ini digunakan dengan menggunakan rancangan study cross sectional dengan metode survei analitik dengan tujuan untuk mengetahui kadar logam berat merkuri (Hg) pada penambang emas tanpa ijin (PETI) Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas.

5. Lingkup Lokasi

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas.

6. Lingkup Waktu

Penelitian ini dilaksanakan selama 5 bulan Mei sampai Oktober 2009.

F. Keaslian Penelitian

Belum ada penelitian tentang Faktor-faktor Yang Berhubungan Dengan Kadar Merkuri (Hg) Pada Penambang Emas Tradisional Di Kecamatan Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas. Beberapa penelitian yang pernah dilakukan dan hampir sama dengan penelitian ini adalah :

Tabel 1.1 Keaslian Penelitian

No.	Judul, Peneliti, (Tahun)	Variabel yang diteliti	Ringkasan
1.	Analisis tingkat toksisitas merkuri pada penambang emas tanpa izin, Ruyani et al, 1977	Jumlah penambang, lama operasional, kadar Hg	Ada hubungan antara gangguan kesehatan dengan kadar Hg, lama operasional.
2.	Akumulasi Merkuri Pada Ikan Baung (<i>Mytus Nemurus</i>) Di Sungai Kahayan Kalimantan Tengah, Adventus Panda, Kamiso Handoyo, Tjut Sugandawaty Djohan, 2003	Kadar merkuri (Hg) dalam ikan <i>Mytus nemurus</i> . sedimen dan air	Sampel yang diukur, akumulasi tertinggi masing-masing berada dalam sedimen sungai (0.336 gr.) dikutip dengan daging <i>M. numerus</i> (0.303-0.342 mg/g). dan air (0.058 mg/l).
3.	Konsumsi Ikan Laut, Kadar Merkuri dalam rambut, dan kesehatan nelayan di Pantai Kenjeran Surabaya, Sudarmaji, Adi Heru	Konsumsi ikan laut, kadar merkuri di rambut, dan gejala kesehatan.	Responden yang mengkonsumsi ikan sebanyak rata-rata 99,11 gram/hark mempunyai kadar dalam rambutnya

Sutomo dan Agus Suwarni, 2004	sebesar 0,511 ppb. Penelitian ini mengindikasikan gejala-gejala penyakit yang terjadi pada mereka yang rnengkonsumsi ikan antara lain ginjal, pusing-pusing, tumor, pendarahan gusi, dan gangguan penglihatan.
4. Keluhan gangguan kesehatan pada penambang emas tanpa izin dan masyarakat dalam kaitan dengan paparan merkuri di sekitar Sungai Kapuas Kecamatan Nangan Sepauk Kabupaten Sintang, Kalimantan Barat , Rudolf, 2004	Kadar merkuri di rambut Ada perbedaan penderitaan penyakit akibat kadar Hg antara kelompok petambang dan kelompok non petambang, (p) = 0,030 (p<0,05).(2). Tidak ada perbedaan kadar Hg rambut kelompok petambang dan kelompok non petambang, (p) = 0,084 (p > 0,05).(3). Tidak ada perbedaan kadar Hg rambut berdasarkan umur kelompok petambang dan kelompok non petambang, (p) = 0,360 (p > 0,05). (4). Tidak ada perbedaaan kadar Hg rambut berdasarkan lama bermukim kelompok petambang dan kelompok non petambang, (p) = 0,236 (p > 0,05). (5). Tidak ada perbedaan kadar Hg rambut berdasarkan masa bekerja kelompok petambang

		dan kelompok non petambang, (p) = 0,278 (p > 0,05).
5.	<p>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, Subandri, 2008</p>	<p>Jarak aliran sungai, kadar merkuri (Hg) di air dan sedimen.</p> <p>Kadar Hg dalam air rata – rata sebesar 0,5334 ppb sedangkan rata – rata kadar sedimen di Sungai Menyuke adalah 3,1417 ppb.</p> <p>Ada hubungan yang signifikan antara jarak dengan kadar Hg dalam sedimen dengan nilai P = 0,005. Dari hasil uji korelasi <i>spearman</i> diperoleh nilai koefisien korelasi sebesar 0,350 dan P value 0,062. Karena nilai P value >0,05 maka dapat disimpulkan tidak korelasi antara jarak dengan kadar Hg dalam air Sungai Menyuke. Ada perbedaan yang signifikan kadar Hg dalam air dan kadar Hg sedimen.</p>

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) di Kabupaten Gunung Mas

Kegiatan penambangan emas tanpa ijin (PETI) dilakukan oleh pihak swasta di wilayah Kabupaten Gunung Mas umumnya dilakukan dalam 3 (tiga) tahapan yaitu (a). Tahapan persiapan penambangan, (b). Tahapan operasi/penambangan yang dibagi dalam dua sistem penambangan yaitu sistem sedot (kegiatan penambangan emas di sungai) dan sistem semprot (kegiatan penambangan emas di daratan), dan (c). Tahap akhir kegiatan penambangan³.

Beberapa rangkaian kegiatan PETI secara keseluruhan mulai tahap pra operasi/persiapan meliputi : (1) penyediaan bahan dan pembuatan rakit; (2) pengadaan peralatan dan mesin. Kemudian tahap penambangan/operasi meliputi : (3) perekrutan tenaga kerja; (4) penyediaan bahan bakar minyak dan pelumas; (5) penentuan lokasi penambangan; (6) proses penambangan; (7) proses pengolahan dan pemurnian emas; (8) pemasaran dan distribusi hasil. Tahap pasca operasi atau setelah penambangan berakhir adalah pemindahan rakit ke lokasi-lokasi baru karena lokasi sebelumnya dinilai tidak menguntungkan lagi³.

Penentuan lokasi kegiatan PETI biasanya dilakukan secara coba-coba (*try and error*). Dalam hal ini umumnya penambang mencoba terlebih dahulu menyedot endapan pasir dan lumpur di dasar sungai selama 1 – 2 jam. Apabila dalam kurun waktu tersebut ditemukan bahan endapan (sedimen) yang diperkirakan mengandung bijih/butiran emas, maka kegiatan pada lokasi tersebut akan diteruskan. Sebaliknya jika selama kegiatan

coba-coba tersebut tidak ditemukan endapan yang mengandung bijih/butiran emas, maka kegiatan penambangan harus berhenti dan penambang harus pindah guna mencari lokasi baru ke tempat lain³

Lahan yang digunakan sebagai tempat kegiatan PETI dapat dibedakan menjadi dua, yaitu dari tebing sungai dan tengah sungai. Namun demikian kegiatan PETI lebih banyak dilakukan di tengah sungai, hal ini berarti bahan sedimen yang disedot berasal dari dasar sungai.

Proses penambangan dilakukan dengan cara menyedot sedimen dasar sungai yang terdiri dari lumpur, pasir, batuan kerikil, dan batuan kecil atau campurannya menggunakan alat penghisap/pompa yang disebut KATO yang digerakkan oleh mesin penggerak diesel. Pompa KATO tersebut mempunyai diameter input (*water intake*) maupun output 4 sampai 6 inci. Pada proses berikutnya akumulasi air, pasir, batu dan lumpur yang tersedot dialirkan melalui pipa paralon (PVC) ke *cash box* pertama yang letaknya lebih tinggi (dibagian atas rakit), untuk kemudian diteruskan mengalir dan melewati *cash box* kedua di bagian bawah. *Cash box* terbuat dari kayu yang di dalamnya dilapisi dengan karpet beledru atau sejenisnya yang berfungsi sebagai penangkap endapan yang diyakini mengandung bijih/butiran emas yang disebut "*puya*", sedangkan komponen pasir, batu, dan lumpur akan mengalir terbawa oleh air ke badan sungai. Hal tersebut disebabkan butiran emas dan komponen logam lain (*puya*) mempunyai berat jenis yang lebih besar namun mempunyai luas permukaan kecil sehingga lebih dapat bertahan dibandingkan lumpur, pasir maupun batuan kecil, yang mempunyai sifat sebaliknya. Kumpulan *puya* tersebut selanjutnya *didulang* secara manual untuk

memisahkan dari komponen lain sampai sekitar 70 – 80 % mendapat bijih/butiran emas mentah⁶.

Bijih/butiran masih bercampur dengan komponen logam lain sehingga perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut yaitu proses pemurnian. Proses pemurnian yaitu dengan memisahkan bijih/butiran emas yang masih tercampur dengan komponen lain (mentah) dengan menggunakan bahan kimia yaitu raksa/merkuri (Hg). Dalam prosesnya bijih/butiran emas mentah tersebut harus dicampur dengan Hg agar emas terpisah dari logam lain. Secara ilmiah hal tersebut bukanlah proses pemisahan tetapi emas tidak bereaksi dengan Hg, namun komponen lain tersebut yang bereaksi dengan Hg, sehingga larut, yang akhirnya tersisa adalah murni emas. Limbah Hg dan komponen lain tadi kemudian dibuang ke lingkungan atau perairan sungai tanpa memikirkan akibat selanjutnya. Butiran emas murni akan dibentuk menjadi batangan emas. Proses pengolahan/pemurnian emas ini dapat dilakukan di darat ataupun langsung rakit tempat penambangan. Karena rata-rata rakit tempat alat penyedot sedimen tersebut di atasnya sekaligus dibuat pondok sebagai tempat tinggal para penambang. Rata-rata hasil produksi butiran emas murni untuk setiap unit rakit/alat tambang adalah antara 2-4 gram⁷

B. Merkuri (Hg)

Sebagai unsur, merkuri (Hg) berbentuk cair keperakan pada suhu kamar. Merkuri membentuk berbagai persenyawaan baik anorganik (seperti oksida, klorida, dan nitrat) maupun organik. Merkuri dapat menjadi senyawa anorganik melalui oksidasi dan kembali menjadi unsur merkuri (Hg) melalui reduksi. Merkuri anorganik menjadi

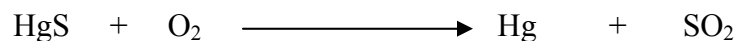
merkuri organik melalui kerja bakteri *anaerobic* tertentu dan senyawa ini secara lambat berdegradasi menjadi merkuri anorganik. Merkuri mempunyai titik leleh-38,87 dan titik didih 35,0⁰C. Produksi air raksa diperoleh terutama dari biji sinabar (86,2 % air raksa). Salah satu cara melalui pemanasan biji dengan suhu 800⁰C dengan menggunakan O₂ (udara)⁹.

Merkuri (Hg), adalah satu-satunya logam yang berwujud cair pada suhu ruang. Merkuri, baik logam maupun *metil* merkuri (CH₃Hg⁺), biasanya masuk tubuh manusia lewat pencernaan. Bisa dari ikan, kerang, udang, maupun perairan yang terkontaminasi. Namun bila dalam bentuk logam, biasanya sebagian besar bisa diekresikan. Sisanya akan menumpuk di ginjal dan sistem saraf, yang suatu saat akan mengganggu bila akumulasinya makin banyak. Merkuri dalam bentuk logam tidak begitu berbahaya, karena hanya 15% yang bisa terserap tubuh manusia. Tetapi begitu terpapar ke alam, dalam kondisi tertentu ia bisa bereaksi dengan metana yang berasal dari dekomposisi senyawa organik membentuk *metil* merkuri yang bersifat toksis. Dalam bentuk *metil* merkuri, sebagian besar akan berakumulasi di otak. Karena penyerapannya besar, dalam waktu singkat bisa menyebabkan berbagai gangguan. Mulai dari rusaknya keseimbangan tubuh, tidak bisa berkonsentrasi, tuli, dan berbagai gangguan lain seperti yang terjadi pada kasus Minamata.

Produksi merkuri diperoleh terutama dari bijih sinabar (86,2 % air raksa). Salah satu cara melalui pemanasan bijih dengan suhu 800⁰ C dengan menggunakan O₂ (udara). Sulfur yang dikombinasi dengan gas O₂, melepaskan merkuri sebagai uap air yang mudah terkonsentrasi. Sinabar juga dapat dipanaskan dengan kapur dan belerang bercampur kalsium, dan akan melepaskan uap logam merkuri. Hal yang tersebut diatas merupakan

cara lain, tetapi merkuri umumnya dimurnikan melalui proses destilasi. Bijih merkuri juga ditemukan pada batu dan bercampur dengan bijih lain seperti tembaga, emas, timah, seng dan perak. Toksisitas merkuri inorganik terjadi dalam beberapa bentuk merkuri metalik (Hg), merkuri merkurous (Hg¹⁺), atau merkuri merkuri (Hg²⁺). Toksisitas dari merkuri inorganik dapat terjadi dari kontak langsung melalui kulit atau saluran gastrointestinal atau melalui uap air merkuri. Uap air merkuri berdifusi melalui alveoli, terionisasi di darah, dan akhirnya disimpan di sistem saraf pusat⁹.

Logam merkuri (Hg), mempunyai nama kimia hydragyrum yang berarti cair. Logam merkuri dilambangkan dengan Hg. Pada periodika unsur kimia Hg menempati urutan (NA) 80 dan mempunyai bobot atom (BA 200,59). Merkuri telah dikenal manusia sejak manusia mengenal peradapan. Logam ini dihasilkan dari bijih sinabar, HgS, yang mengandung unsur merkuri antara 0,1% - 4%.



Merkuri yang telah dilepaskan kemudian dikondensasi, sehingga diperoleh logam cair murni. Logam cair inilah yang kemudian digunakan oleh manusia untuk bermacam-macam keperluan¹⁰.

Secara umum merkuri memiliki sifat-sifat sebagai berikut :

1. Berwujud cair pada suhu kamar (25°C) dengan titik beku paling rendah -39°C.
2. Masih berwujud cair pada suhu 396°C. Pada temperatur 396°C ini telah terjadi pemuaiian secara menyeluruh.
3. Merupakan logam yang paling mudah menguap jika dibandingkan dengan logam-logam yang lain.

4. Tahanan listrik yang dimiliki sangat rendah, sehingga menempatkan merkuri sebagai logam yang sangat baik untuk menghantarkan daya listrik.
5. Dapat melarutkan bermacam-macam logam untuk membentuk alloy yang disebut juga dengan amalgam.
6. Merupakan unsur yang sangat beracun bagi semua makhluk hidup, baik itu dalam bentuk unsur tunggal (logam) maupun dalam bentuk persenyawaan¹⁰.

Merkuri atau air raksa (Hg) muncul di lingkungan secara alamiah dan berada dalam beberapa bentuk yang pada prinsipnya dapat dibagi menjadi 3 bentuk utama yaitu¹¹ :

1. Merkuri metal (Hg^0) merupakan logam berwarna putih, berkilau dan pada suhu kamar berada dalam bentuk cairan. Pada suhu kamar akan menguap dan membentuk uap merkuri yang tidak berwarna dan tidak berbau. Makin tinggi suhu, makin banyak yang menguap. Banyak orang yang telah menghirup merkuri mengatakan bahwa terasa logam dimulutnya. Merkuri metal masih digunakan dalam beberapa herbal dan obat tradisional di Amerika Latin dan di Asia, digunakan juga dalam acara ritual seperti Voodoo, Santeria dan Espiritismo suku Caribia di Amerika Latin. Digunakan juga untuk bahan pembuat termometer, barometer. Merkuri metal banyak digunakan untuk produksi gas klorin dan kaustik soda dan untuk pemurnian emas. Juga digunakan untuk pembuatan baterai, dan saklar listrik. Untuk bahan penambal gigi biasanya mengandung merkuri metal 50%. Estimasi yang dilakukan oleh WHO menyatakan bahwa sekitar 3% dari total konsumsi merkuri digunakan untuk dental amalgam. Dental

amalgam ini merupakan campuran dari merkuri yang dicampur dengan perak, dan tin dengan komposisi 45- 50% merkuri, 25-35% perak, 2-30% tembaga dan 15-30% tin. Estimasi yang dilakukan terhadap dokter gigi di Amerika menyatakan bahwa penggunaan Hg rata-rata berkisar 0,9 – 1,4 kg amalgam /tahun. Paparan yang ditimbulkannya adalah Hg uap.

2. Senyawa merkuri anorganik terjadi ketika merkuri dikombinasikan dengan elemen lain seperti klorin (Cl), sulfur atau oksigen. Senyawa-senyawa ini biasa disebut garam-garam merkuri. Senyawa merkuri anorganik berbentuk bubuk putih atau kristal, kecuali merkuri sulfida (HgS) yang biasa disebut Chinabar adalah berwarna merah dan akan menjadi hitam setelah terkena sinar matahari.

Senyawa Hg anorganik digunakan sebagai fungisida. Garam-garam merkuri anorganik termasuk amoniak merkuri klorida dan merkuri iodide digunakan untuk cream pemutih kulit. Merkuri chlorida (HgCl₂) adalah sebagai antiseptik atau disinfektan.

Pada waktu lampau, merkurous klorid digunakan dalam dunia kedokteran untuk obat penjahar (urus-urus), obat cacing dan bahan penambal gigi. Senyawa kimia lain yang mengandung merkuri masih digunakan sebagai anti bakteri. Produk ini termasuk mercurochrome (mengandung 2% merkuri sulfida) dan merkuri oksida digunakan untuk zat warna pada cat, sedangkan merkuri sulfida digunakan pula sebagai pewarna merah pada tattoo. Merkuri klorida juga digunakan sebagai katalis, industri baterai kering, dan fungisida dalam pengawetan kayu. Merkuri asetat digunakan untuk sintesa senyawa organomerkuri, sebagai katalis dalam reaksi-reaksi polimerisasi organik dan sebagai reagen dalam kimia analisa²

Senyawa-senyawanya banyak digunakan sebagai disinfektan, pestisida, bahan cat, antiseptik, baterai kering, fotografi, di pabrik kayu dan pabrik tekstil¹².

3. Senyawa merkuri organik terjadi ketika merkuri bertemu dengan karbon atau organomerkuri. Banyak jenis organomerkuri, tetapi yang paling populer adalah metilmerkuri (dikenal dengan monometilmercuri) $\text{CH}_3 - \text{Hg} - \text{COOH}$.

Pada waktu yang lampau, senyawa organomerkuri yang dikenal adalah fenilmerkuri yang digunakan dalam beberapa produk komersial. Organomerkuri lainnya adalah dimetilmerkuri ($\text{CH}_3 - \text{Hg} - \text{CH}_3$) yang juga digunakan sebagai standar referensi tes kimia.

Di lingkungan ditemukan dalam jumlah kecil namun sangat membahayakan bagi manusia dan hewan. Seperti senyawa merkuri organik, metil merkuri dan fenil merkuri ada dalam bentuk garam-garamnya seperti metal merkuri klorida dan fenil merkuri asetat.

Metilmerkuri dihasilkan dari proses mikroorganisme (bakteria dan fungi) di lingkungan. Sampai tahun 1970 an metil merkuri dan etil merkuri digunakan untuk mengawetkan biji-bijian dan infeksi fungi. Ketika diketahui adanya efek negatif terhadap kesehatan dari bahan berbahaya metil merkuri dan etil merkuri, maka penggunaan selanjutnya sebagai fungisida biji-bijian dilarang. Sampai tahun 1991 an penggunaan fenil merkuri sebagai antifungi pada cat dalam maupun cat luar bangunan masih diperbolehkan, tetapi penggunaan ini selanjutnya juga dilarang karena akan terjadi penguapan Hg dari cat-cat tersebut. Sabun dan krem yang mengandung merkuri telah digunakan dalam waktu yang lama oleh masyarakat kulit hitam di beberapa wilayah untuk pemutih kulit.

C. Kegunaan Merkuri

Pemakaian bahan merkuri telah berkembang sangat luas. Merkuri digunakan dalam bermacam-macam pekerjaan.

1) Bidang perindustrian

Dalam industri klor-alkali, merkuri digunakan untuk menangkap logam natrium (Na). Logam natrium tersebut dapat ditangkap oleh merkuri melalui proses elektrolisa dari larutan garam natrium klorida (NaCl). Sedangkan dalam industri pulp dan kertas banyak digunakan senyawa FMA (fenil merkuri asetat) yang digunakan untuk mencegah pembentukan kapur pada pulp dan kertas basah selama proses penyimpanan. Merkuri juga digunakan dalam industri cat untuk mencegah pertumbuhan jamur sekaligus sebagai komponen pewarna.

2) Bidang pertanian

Merkuri banyak digunakan sebagai fungisida. Contohnya, senyawa *metil merkuri disiano diamida* ($\text{CH}_3\text{-Hg-NH-CHHNHCN}$), *metil merkuri siano* ($\text{CH}_3\text{-Hg-CN}$), *metil merkuri asetat* ($\text{CH}_3\text{-Hg-CH}_2\text{-COOH}$), dan senyawa *etil merkuri klorida* ($\text{C}_2\text{H}_5\text{-Hg-Cl}$).

3) Bidang pertambangan

Logam merkuri digunakan untuk membentuk amalgam. Contohnya dalam pertambangan emas, logam merkuri digunakan untuk mengikat dan memurnikan emas.

4) Bidang kedokteran

Logam merkuri digunakan untuk campuran penambal gigi.

5) Peralatan fisika

Merkuri digunakan dalam thermometer, barometer, pengatur tekanan gas dan alat-alat listrik¹⁰

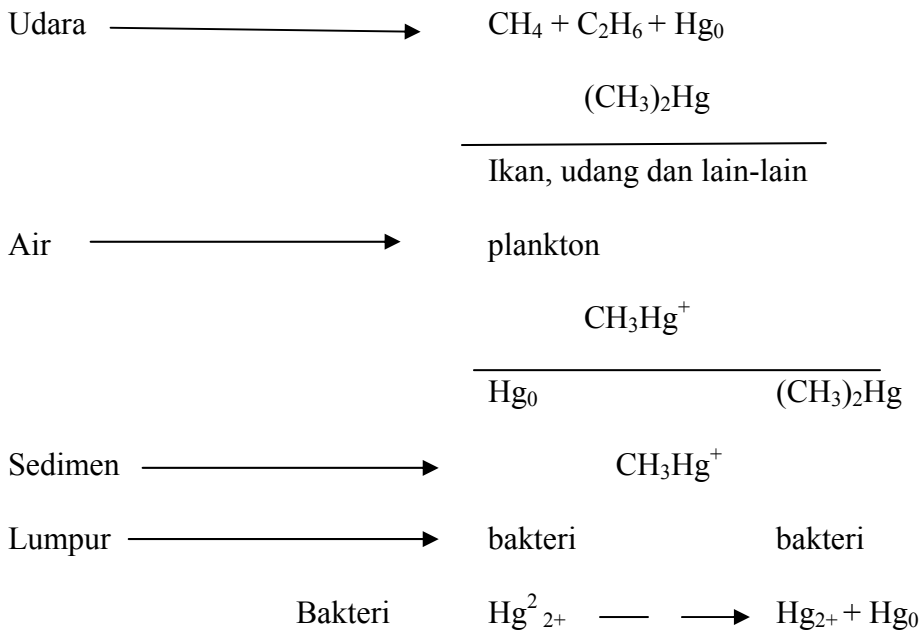
D. Pencemaran Sungai oleh Merkuri (Hg)

Merkuri dan turunannya telah lama diketahui sangat beracun sehingga kehadirannya di lingkungan perairan dapat mengakibatkan kerugian pada manusia karena sifatnya yang mudah larut dan terikat dalam jaringan tubuh organisme air. Selain itu pencemaran merkuri mempunyai pengaruh terhadap ekosistem setempat yang disebabkan oleh sifatnya yang stabil dalam sedimen, kelarutannya yang rendah dalam air dan kemudahannya diserap dan terakumulasi dalam jaringan tubuh organisme air, baik melalui proses bioakumulasi maupun biomagnifikasi yaitu melalui rantai makanan¹¹

Pada sedimen dasar perairan persenyawaan merkuri diakibatkan oleh adanya aktivitas kehidupan bakteri yang mengubah persenyawaan merkuri menjadi Hg^{2+} dan Hg^0 . Logam merkuri yang dihasilkan dari aktivitas bakteri ini karena dipengaruhi oleh faktor fisika dapat langsung menguap ke udara. Tetapi pada akhirnya merkuri yang telah menguap dan berada dalam tatanan udara akan masuk kembali ke badan perairan oleh hujan. Ion Hg^{2+} yang dihasilkan dari perombakan persenyawaan merkuri pada endapan lumpur (sedimen), dengan bantuan bakteri akan berubah menjadi dimetil merkuri $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$, dan ion metil merkuri (CH_3Hg^+) . Dimetil merkuri mudah menguap ke udara, dan oleh faktor fisika di udara senyawa dimetil merkuri akan terurai kembali menjadi metana CH_4 , etana C_2H_6 dan logam Hg^0 . Sementara itu ion metil merkuri mudah larut dalam air dan dimakan oleh biota perairan seiring dengan sistem rantai makanan ini

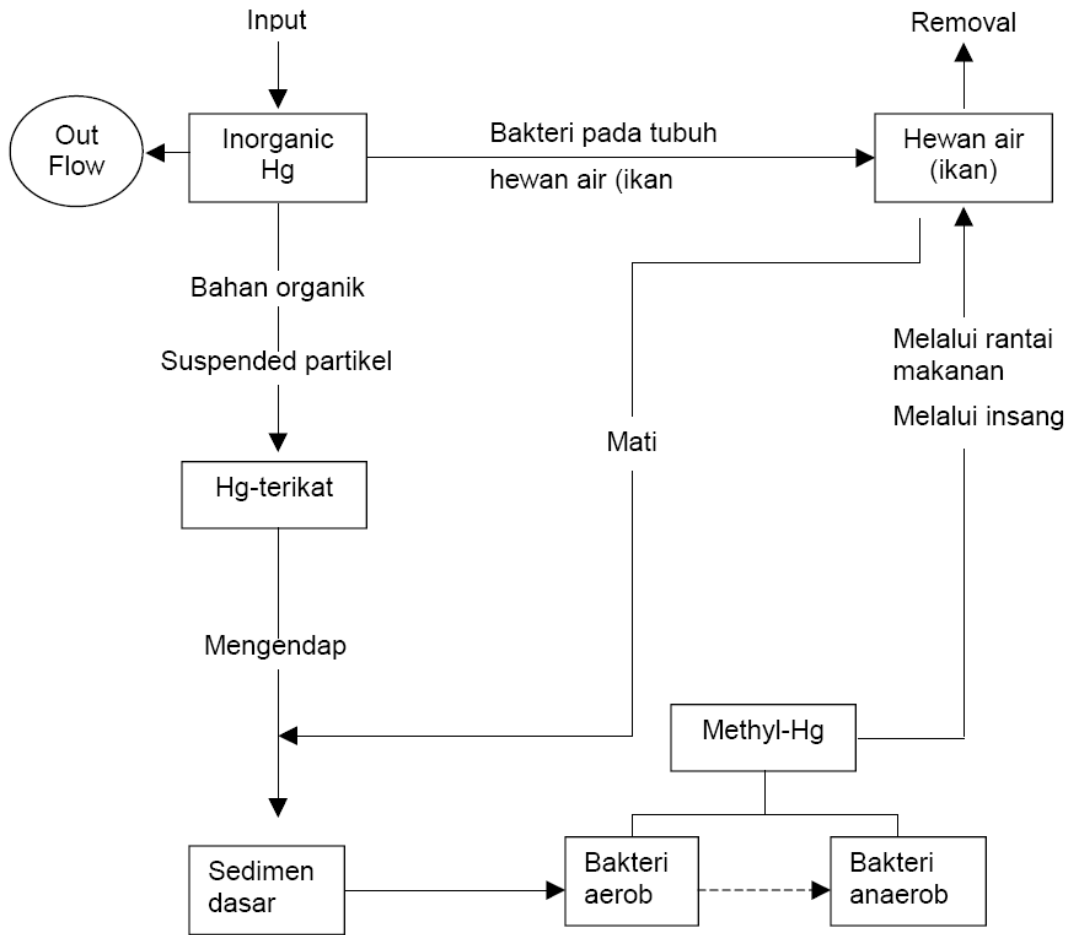
adalah manusia yang akan mengkontaminasi baik ikan maupun burung-burung air yang telah terkontaminasi oleh senyawa merkuri¹⁰.

Pendauran merkuri sebagai hasil kerja dari bakteri-bakteri dapat dilihat pada skema sebagai berikut :



Gambar 2.1 Skema pendauran merkuri hasil kerja bakteri

Dari skema diatas, dapat dijelaskan hal-hal sebagai berikut : persenyawaan merkuri yang terdapat di dalam endapan dasar perairan, oleh adanya aktivitas kehidupan bakteri pada endapan tersebut mengakibatkan persenyawaan merkuri yang ada diubah menjadi Hg^{2+} dan Hg^0 . Logam merkuri yang dihasilkan dari aktivitas bakteri ini karena dipengaruhi oleh faktor fisika dapat langsung menguap ke udara. Tetapi pada akhirnya merkuri yang telah menguap dan berada dalam tatanan udara itu akan masuk ke dalam badan perairan oleh hujan atau faktor-faktor fisika lainnya¹⁰.



Gambar. 2.2 Pergerakan lokal merkuri di perairan umum¹³

Merkuri yang terdapat di perairan/laut di ubah menjadi metilmerkuri oleh bakteri tertentu. Hewan laut akan terkontaminasi metilmerkuri apabila laut tersebut tercemar oleh merkuri dengan cara meminum air tersebut atau dengan memakan hewan lain yang mengandung merkuri. Merkuri yang terdapat dalam tubuh hewan laut adalah dalam bentuk metil merkuri. Organisme kecil ini akan memangsa metilmerkuri dan membawanya ke organism lain dengan cara bila hewan pemangsanya memakan organisme kecil ini, mereka juga membawa metil merkuri dalam tubuh mereka. Proses ini dikenal sebagai bioakumulasi dan berlanjut terus dengan kadar merkuri yang semakin meningkat. Hewan pemangsa seperti ikan memiliki posisi yang tertinggi dalam mata

rantai pembawa merkuri. Bila manusia mengkonsumsi ikan ini maka akan turut terpapar oleh merkuri¹⁴.

Sumber merkuri yang berasal dari alam dan yang disebabkan oleh aktivitas manusia ini akan masuk ke laut, danau dan sungai, akan diubah menjadi metilmerkuri oleh bakteri tertentu dan kemudian akan terakumulasi pada ikan dan hewan-hewan laut lainnya. Merkuri yang terdapat dalam udara jatuh ke bumi baik di dekat sumber penghasil merkuri sebagai akibat kegiatan industri maupun di lokasi yang sangat jauh dari sumbernya. Bila merkuri tertimbun dalam tanah yang berair maka oleh mikro organisme akan diubah menjadi metal merkuri yang mana merupakan bentuk merkuri yang memiliki toksisitas tinggi. Limbah dari semua pengguna merkuri ini akan terkumpul pada perairan/laut¹⁴.

Salah satu penyebab pencemaran lingkungan oleh merkuri adalah pembuangan tailing pengolahan emas yang diolah secara amalgamasi, dimana merkuri mengalami perlakuan tertentu berupa putaran, tumbukan, atau gesekan sehingga sebagian merkuri akan membentuk amalgram dengan logam-logam dan sebagian hilang dalam proses. Beberapa bentuk merkuri yang masuk dalam lingkungan perairan meliputi :

1. Hg anorganik yang berasal dari air hujan atau aliran sungai dan bersifat labil pada pH rendah.
2. Hg organik antara lain fenil merkuri, metil merkuri, alkoksil merkuri, atau metoksi-etil merkuri. Hg organik yang bisa berasal dari pertanian yaitu pestisida.
3. Terikat dalam bentuk *suspended soil* sebagai Hg^{+2}
4. Logam Hg berasal dari kegiatan industri¹

E. Toksikokinetik Merkuri

Metalionin mampu mengikat logam-logam berat dengan sangat kuat khususnya merkuri (Hg), kadmium (Cd), perak (Ag), dan seng (Zn). Logam berat diabsorpsi dan diakumulasikan dalam jaringan hidup. Sesuai urutan berikut : Hg > Cu > Ni > Pb > Co > Cd¹.

1. Absorpsi

Dari beberapa data pada manusia maupun hewan menunjukkan bahwa metil merkuri segera diserap melalui saluran cerna. Sampai 80 % uap senyawa metil merkuri seperti uap metil merkuri klorida dapat diserap melalui pernafasan. Penyerapan metil merkuri dapat juga melalui kulit¹.

Merkuri setelah diabsorpsi di jaringan mengalami oksidasi membentuk merkuri divalent (Hg^{2+}) yang dibantu enzim katalase. Inhalasi merkuri bentuk uap akan diabsorpsi melalui sel darah merah, lalu ditransformasikan menjadi merkuri divalen (Hg^{2+}). Sebagian akan menuju otak, yang kemudian diakumulasi di dalam jaringan. Absorpsi dalam alat gastrointestinal dari merkuri anorganik asal makanan kurang dari 15 % pada mencit dan 7 % pada manusia, sedangkan absorpsi merkuri organik sebesar 90 – 95 %. Konsentrasi merkuri terbesar ditemukan dalam paparan merkuri anorganik dan merkuri uap, sedangkan merkuri organik memiliki afinitas yang besar terhadap otak, terutam korteks posterior⁹.

2. Distribusi¹⁵

Dari segi toksisitas, konsentrasi dalam darah merupakan indikator yang sesuai dari dosis yang diserap dan jumlah yang ada secara sistematis. Metil merkuri

terikat pada haemoglobin, dan daya ikatnya yang tinggi pada hemoglobin janin berakibat tingginya kadar merkuri pada darah uri dibandingkan dengan darah ibunya. Dari analisis, konsentrasi total merkuri termasuk bentuk merkuri organik, merkuri pada darah tali uri hampir seluruhnya dalam bentuk termetilasi yang mudah masuk ke plasenta.

Suatu transport aktif pada sawar darah otak diperkirakan membawa metil merkuri masuk ke dalam otak. Dalam darah, logam yang sangat neurotoksik ini terikat secara eksklusif pada protein dan sulfhidril berbobot molekul rendah seperti sistein.

Asam amino yang penting pada rambut adalah sistein. Metil merkuri yang beraksi dan terikat dengan gugus sulfhidril pada sistein kemudian terserap dalam rambut, ketika pembentukan rambut pada folikel. Tetapi membutuhkan waktu paling tidak sebulan untuk dapat terdeteksi dalam sampel potongan rambut pada pengguntingan mendekati kulit kepala.

3. Metabolisme¹⁵

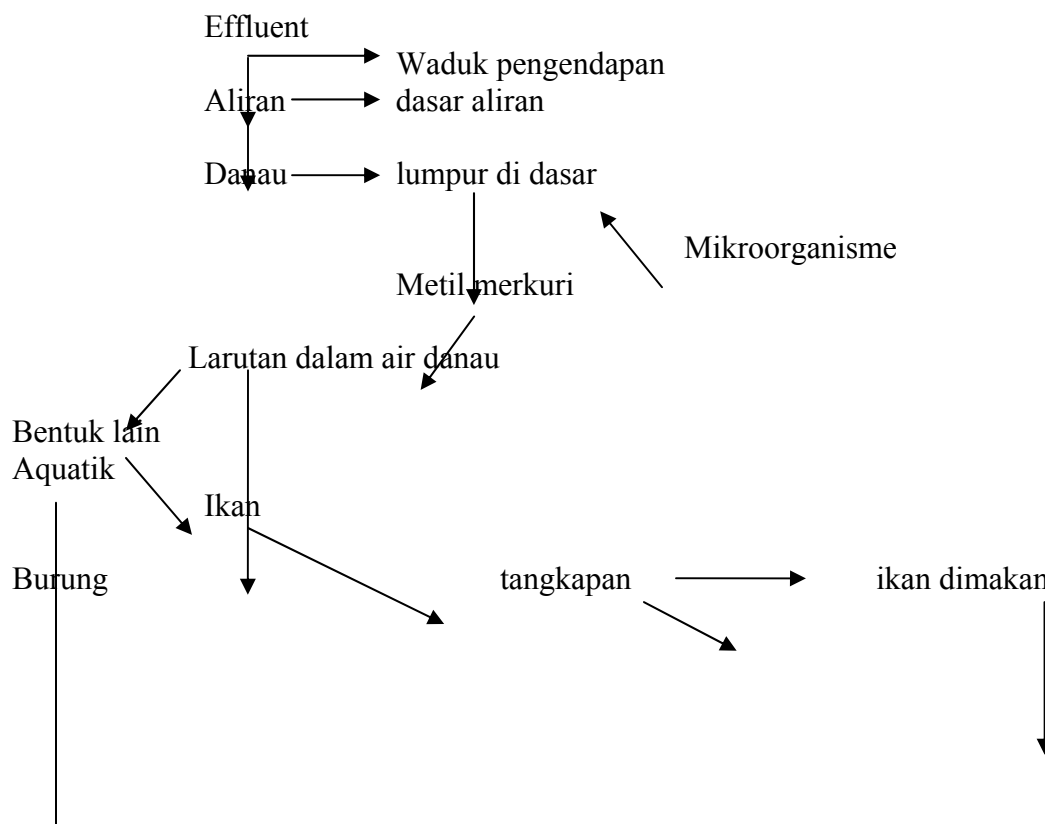
Metil merkuri dapat dimetabolisme menjadi metil anorganik oleh hati dan ginjal. Metil merkuri dimetabolisme sebagai bentuk Hg^{++} . Metil merkuri yang ada dalam saluran cerna akan dikonversi menjadi merkuri anorganik oleh flora usus.

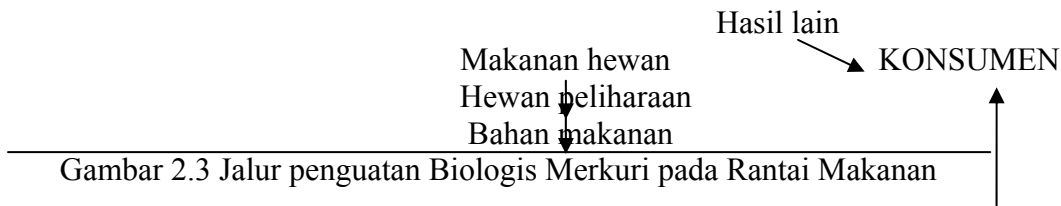
4. Eksresi¹

Eksresi merkuri dari tubuh melalui urin dan feses dipengaruhi oleh bentuk senyawa merkuri, besar dosis merkuri, serta waktu paparan. Ekskresi metil merkuri sebesar 90 % terjadi melalui feses, baik paparan akut maupun kronis.

Jalur penguatan biologis merkuri pada rantai makanan dapat dilihat pada gambar

2.3.





Gambar 2.3 Jalur penguatan Biologis Merkuri pada Rantai Makanan

F. Biomarker Paparan Merkuri

Sumber paparan merkuri menurut ATSDR, 1999 adalah sebagai berikut:

- 1) Upacara ritual dan pengobatan tradisional seperti voodoo, santeria, Palo Mayombe, Espiritismo.
- 2) Uap dan fungisida dan obat-obatan seperti obat cacing, tambal gigi, pencahar, krem pemutih, antiseptik atau disinfektan.
- 3) Pekerja pada pabrik baterai, alat listrik, lampu merkuri, termometer, obat-obatan yang mengandung Hg.
- 4) Sumber Hg lain adalah Hg metal dan bahan tambal gigi. Biasanya bahan tambal gigi tersebut mengandung 50% Hg metal, 35% perak, 9% tin, 6% Cu dan sedikit Zn. Mula-mula bahan dicampur secara sempurna kemudian ditampatkan pada gigi yang berlubang dan akan mengeras dalam waktu 30 menit. Hg dalam bahan tersebut terikat kuat, namun akan terlepas menjadi uap karena korosi, gosokan dan larut dalam air liur. Estimasi penguapannya berkisar 3 — 17 Ig/hari tergantung pada jumlah tambalan dan besarnya permukaan gigi yang ditampat dan kebiasaan makan.
- 5) Dokter gigi dan asistennya dapat terpajan oleh uap Hg.
- 6) Keluarga pekerja akan terpajan Hg melalui pakaian pekerja tersebut yang telah terkontaminasi oleh partikel atau cairan Hg dari tempat kerjanya.

7) Beberapa orang terpajan Hg dengan kadar yang tinggi melalui rantai makanan yang utama adalah dari makan ikan dan kerang yang terkontaminasi oleh Hg.

8) Kegiatan tambang emas juga merupakan sumber pajanan Hg amalgam. Dan kegiatan ini dapat pula mengkontaminasi ikan di sekitar wilayah tersebut¹¹

Biomarker dapat digunakan untuk memperkirakan pajanan (jumlah yang diabsorpsi atau doses internal), efek-efek bahan kimia dan kerentanan pada individu, dan dapat diaplikasikan apakah dari makanan, lingkungan atau tempat kerja. Biomarker dapat digunakan untuk melihat hubungan sebab akibat dan dosis- respon dalam esesmen risiko, diagnosis klinis dan tujuan monitoring¹¹.

Biomarker pajanan yang umum digunakan adalah pemeriksaan kadar Hg dalam darah, urine dan rambut. Alat yang digunakan untuk pemeriksaan kadar Hg adalah: Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) untuk memeriksa total merkuri dalam makanan, darah, urine rambut dan jaringan. Gas Chromatography Electron - Capture untuk memeriksa metil merkuri dalam makanan, jaringan dan cairan biologi. Neutron Activation untuk memeriksa total merkuri dalam semua media¹¹.

Secara biologis merkuri dapat berakumulasi pada rantai makanan (*food chain*), dan pada akhirnya akan kesehatan manusia. Masuknya merkuri ke dalam tubuh selain melalui udara, juga dari makanan dan air. Pajanan dalam waktu lama akan mengakibatkan adanya penumpukan merkuri di dalam jaringan tubuh yang mengakibatkan keracunan sistem syaraf. Pajanan merkuri yang bersifat khronik terhadap ibu hamil akan mengakibatkan bayi lahir cacat. Rambut merupakan salah satu jaringan tubuh manusia yang dapat mengakumulasi merkuri. Kadar merkuri dalam rambut dapat

merupakan salah satu indikator tingkat kandungan merkuri dalam tubuh dan dapat digunakan untuk menilai sejauh mana kontaminasi merkuri pada penduduk¹⁶

Ada 3 bentuk biomarker yaitu:

1. Biomarker pajanan: merupakan bahan eksogenus atau metabolitnya atau hasil dari interaksi antara agen xenobiotik dan beberapa molekul atau sel target yang diukur dari bagian dalam suatu organisme.
2. Biomarker efek: sesuatu yang bisa diukur secara kimiawi, fisiologi, perilaku atau perubahan lain dalam organisme yang tergantung pada cakupan, dapat dikenal sebagai asosiasi dengan kerusakan kesehatan atau penyakit.
3. Biomarker kerentanan merupakan suatu indikator dari inheren atau kemampuan yang diperlukan dari organisme untuk merespon suatu tantangan dari pajanan bahan xenobiotik. Kriteria *World Health Organization* (1990) menyatakan bahwa kadar normal Hg dalam darah berkisar antara 5 – 10 µg/l, dalam rambut berkisar antara 1 – 2 mg/kg, sedangkan dalam urine rata-ratan 4 µg/l.

Cara yang akurat dan reliabel untuk mengukur Hg dalam tubuh karena pajanan merkuri dan senyawanya adalah tes kadar Hg dalam darah, urine, rambut dan air susu ibu^{12,17,18,19}. Tes ini untuk menghitung/memperkirakan dampak negatif kesehatan yang akan muncul oleh pajanan merkuri dalam bentuk senyawa Hg yang berbeda-beda.

Darah dan urin digunakan sebagai marker, apakah seseorang terpajan oleh merkuri metal atau merkuri anorganik. Untuk pajanan metil merkuri darah diambil beberapa hari setelah pajanan, karena sebagian besar bentuk-bentuk Hg dalam darah akan turun 50 % setiap 3 hari jika pajanan dihentikan. Oleh karena itu kadar merkuri dalam darah merupakan informasi yang sangat bermanfaat untuk pajanan yang baru terjadi dibanding pajanan jangka panjang. Rambut dan darah sebagai indikator keracunan metil merkuri. Untuk fetal, rambut ibu dan darah tali pusat sebagai indikatornya. Ekskresi metil merkuri diubah menjadi merkuri anorganik dan keluar melalui feces¹⁹.

G. Toksisitas Merkuri

Ion merkuri menyebabkan pengaruh toksik karena terjadinya proses presipitasi protein yang menghambat aktivitas enzim dan bertindak sebagai bahan yang korosif. Merkuri juga terikat oleh gugus sulfhidril, fosforil, karboksil, amida, dan amino, dimana dalam gugus tersebut merkuri menghambat reaksi enzim¹.

Pengaruh toksisitas merkuri pada manusia tergantung dari bentuk komposisi merkuri, dosis, rute masuknya ke dalam tubuh, usia manusia yang terpapar (sebagai contoh janin dan anak kecil lebih rentan)¹⁸.

Merkuri secara kimia terbagi menjadi tiga jenis yaitu merkuri elemental, merkuri inorganik, dan merkuri organik. Merkuri elemental berbentuk cair dan menghasilkan uap merkuri pada suhu kamar. Uap merkuri ini dapat masuk ke dalam paru-paru jika terhirup dan masuk ke dalam sistem peredaran darah. Merkuri elemental ini juga dapat menembus kulit dan akan masuk ke aliran darah. Namun jika tertelan merkuri ini tidak akan terserap oleh lambung dan akan keluar tubuh tanpa mengakibatkan bahaya. Merkuri inorganik

dapat masuk dan terserap oleh paru-paru serta dapat menembus kulit dan juga dapat terserap oleh lambung apabila tertelan. Banyak penyakit yang disebabkan oleh merkuri inorganik ini bagi manusia diantaranya mengiritasi kulit, dan juga mata dan membran mukus. Merkuri organik dapat masuk ketubuh melalui paru-paru, kulit dan juga lambung. Merkuri apapun jenisnya sangatlah berbahaya pada manusia karena merkuri akan terakumulasi pada tubuh dan bersifat neurotoxin. Merkuri yang digunakan pada produk-produk kosmetik dapat menyebabkan perubahan warna kulit yang akhirnya dapat menyebabkan bintikbintik hitam pada kulit, iritasi kulit, hingga alergi, serta pemakaian dalam dosis tinggi bias menyebabkan kerusakan otak secara permanen, ginjal, dan gangguan perkembangan janin, bahkan pemakaian dalam jangka pendek dalam kadar tinggi bisa menimbulkan muntah-muntah, diare, kerusakan paru-paru, dan merupakan zat karsinogenik yang menyebabkan kanker²⁰.

Toksisitas merkuri dapat terjadi dalam tiga bentuk yaitu :

1. Merkuri metal

Rute utama dari pajanan merkuri metal adalah melalui inhalasi; sebanyak 80 % merkuri metal disabsorpsi. Merkuri metal dapat di metabolismekan menjadi ion inorganik dan dieksresikan dalam bentuk merkuri inorganik. Organ yang paling sensitif adalah system syaraf (peripheral dan pusat). Gejala neurotoksik spesifik adalah tremor, perubahan emosi (gugup, penurunan percaya diri, mudah bersedih), insomania, penurunan daya ingat, sakit kepala, penurunan hasil pada tes kognitif dan fungsi motorik. Gejala dapat bersifat irreversibel jika terjadi peningkatan durasi dan atau dosis merkuriⁱ.

2. Merkuri Anorganik⁹

Merkuri memiliki afinitas yang tinggi pada terhadap fosfat, sistin, dan histidil rantai samping dari protein, purin, pteridin dan porfirin, sehingga Hg bisa terlibat dalam proses seluler. Toksisitas merkuri umumnya terjadi karena interaksi merkuri dengan kelompok thiol dari protein. Beberapa peneliti menyebutkan bahwa konsentrasi rendah ion Hg^{+} mampu menghambat kerja 50 jenis enzim sehingga metabolisme tubuh bisa terganggu dengan dosis rendah merkuri. Garam merkuri anorganik bisa mengakibatkan presipitasi protein, merusak mukosa, alat pencernaan, termasuk mukosa usus besar, dan merusak membran ginjal ataupun membran filter glomerulus, menjadi lebih permeabel terhadap protein plasma yang sebagian besar akan masuk ke dalam urin.

Toksisitas akut dari uap merkuri meliputi gejala muntah, kehilangan kesadaran, mulut terasa tebal, sakit abdominal, diare disertai darah dalam feses, oliguria, albuminuria, anuria, uraemia, ulserasi, dan stomatis. Toksisitas garam merkuri yang larut bisa menyebabkan kerusakan membran alat pencernaan, eksanterma pada kulit, dekomposisi eritrosit, serta menurunkan tekanan darah.

Toksisitas kronis dari merkuri anorganik meliputi gejala gangguan system syaraf, antara lain berupa tremor, terasa pahit di mulut, gigi tidak kuat dan rontok, anemia, albuminuria, dan gejala lain berupa kerusakan ginjal, serta kerusakan mukosa usus.

3. Merkuri Organik¹

Alkil merkuri ataupun metil merkuri lebih toksik dibandingkan merkuri anorganik karena alkil merkuri bisa membentuk senyawa *lipophilus* yang mampu melintasi membran sel dan lebih mudah diabsorpsi serta berpenetrasi menuju

sistem syaraf, toksisitas merkuri organik sangat luas, yaitu mengakibatkan disfungsi *blood brain barrier*, merusak permeabilitas membran, menghambat beberapa enzim, menghambat sintesis protein, dan menghambat penggunaan substrat protein. Namun demikian, alkil merkuri ataupun metil merkuri tidak mengakibatkan kerusakan mukosa sehingga gejala toksisitas merkuri organik lebih lambat dibandingkan merkuri anorganik.

Gejala toksisitas merkuri organik meliputi kerusakan sistem syaraf pusat berupa anoreksia, ataksia, dismetria, gangguan pandangan mata yang bisa mengakibatkan kebutaan, gangguan pendengaran, konvulsi, paresis, koma, dan kematian.

H. Dampak Merkuri Terhadap Kesehatan Manusia

Dalam bidang kesehatan kerja, dikenal istilah keracunan akut dan keracunan kronis. Keracunan akut didefinisikan sebagai suatu bentuk keracunan yang terjadi dalam jangka waktu singkat atau sangat singkat. Peristiwa keracunan akut ini dapat terjadi apabila individu atau biota secara tidak sengaja menghirup atau menelan bahan beracun dalam dosis atau jumlah besar. Adapun keracunan kronis didefinisikan dengan terhirup atau tertelannya bahan beracun dalam dosis rendah tetapi dalam jangka waktu yang panjang. Keracunan kronis lebih sering diderita oleh para pekerja di tambang-tambang.⁹

Beberapa hal terpenting yang dapat dijadikan patokan terhadap efek yang ditimbulkan oleh merkuri terhadap tubuh, adalah sebagai berikut :

- a. Semua senyawa merkuri adalah racun bagi tubuh, apabila berada dalam jumlah yang cukup.

- b. Senyawa merkuri yang berbeda, menunjukkan karakteristik yang berbeda pula dalam daya racun, penyebaran, akumulasi dan waktu retensi yang dimilikinya di dalam tubuh.
- c. *Biotransformasi* tertentu yang terjadi dalam suatu tata lingkungan dan atau dalam tubuh organisme hidup yang telah kemasukan merkuri, disebabkan oleh perubahan bentuk atas senyawa - senyawa merkuri dari satu tipe ke tipe lainnya.
- d. Pengaruh utama yang ditimbulkan oleh merkuri dalam tubuh adalah menghalangi kerja enzim dan merusak selaput dinding (membran) sel. Keadaan itu disebabkan karena kemampuan merkuri dalam membentuk ikatan kuat dengan gugus yang mengandung belerang, yang terdapat dalam enzim atau dinding sel.

Kerusakan yang diakibatkan oleh logam merkuri dalam tubuh umumnya bersifat permanen. Sampai sekarang belum diketahui cara efektif untuk memperbaiki kerusakan fungsi - fungsi itu. Efek merkuri pada kesehatan terutama berkaitan dengan sistem syaraf, yang memang sangat sensitif pada semua bentuk merkuri. Manifestasi klinis awal intoksikasi merkuri didapatkan gangguan tidur, perubahan mood (perasaan) yang dikenal sebagai "*erethism*", kesemutan mulai dari daerah sekitar mulut hingga jari dan tangan, pengurangan pendengaran atau penglihatan dan pengurangan daya ingat. Pada intoksikasi berat penderita menunjukkan gejala klinis tremor, gangguan koordinasi, gangguan keseimbangan, jalan sempoyongan (*ataxia*) yang menyebabkan orang takut berjalan. Hal ini diakibatkan terjadi kerusakan pada jaringan otak kecil (*serebellum*). Keracunan pada ibu hamil dapat menyebabkan terjadi mental retardasi pada bayi atau kebodohan,

kekakuan (*spastik*), karena zat metil merkuri yang masuk ke dalam tubuh perempuan hamil tersebut tidak hanya mencemari organ tubuhnya sendiri, tetapi juga janin yang dikandungnya melalui tali pusat, oleh karena itu merkuri sangat rentan terhadap ibu hamil, ibu menyusui dan mereka yang menderita gangguan neurologis dan mental organik atau fungsional²¹.

Merkuri yang terhisap dapat lewat udara berdampak akut atau terakumulasi dan terbawa ke organ-organ tubuh lainnya, menyebabkan bronkitis, hingga rusaknya paru-paru. Pada keracunan merkuri tingkat awal, pasien merasa mulutnya kebal sehingga tidak peka terhadap rasa dan suhu, hidung tidak peka bau, mudah lelah, dan sering sakit kepala. Jika terjadi akumulasi yang lebih dapat berakibat pada degenerasi sel-sel saraf di otak kecil²².

Penggunaan merkuri dalam waktu lama menimbulkan dampak gangguan kesehatan hingga kematian pada manusia dalam jumlah yang cukup besar. Meskipun kasus kematian sebagai akibat pencemaran merkuri belum terdata di Indonesia hingga kini namun diyakini persoalan merkuri di Indonesia perlu penanganan tersendiri. Tentu saja hal ini sebagai akibat dari pengelolaan dan pemanfaatan yang tidak mengikuti prosedur. Pengaruh merkuri terhadap kesehatan manusia dapat diurai sebagai berikut :

1. Pengaruh terhadap fisiologis.

Pengaruh toksisitas merkuri terutama pada Sistem Saluran Pencernaan (SSP) dan ginjal terutama akibat merkuri terakumulasi. Jangka waktu, intensitas dan jalur paparan serta bentuk merkuri sangat berpengaruh terhadap sistem yang dipengaruhi. Organ utama yang terkena pada paparan kronik oleh elemen merkuri dan organomerkuri adalah SSP. Sedangkan garam merkuri akan berpengaruh

terhadap kerusakan ginjal. Keracunan akut oleh elemen merkuri yang terhisap mempunyai efek terhadap system pernafasan sedang garam merkuri yang tertelan akan berpengaruh terhadap SSP, efek terhadap sistem *cardiovaskuler* merupakan efek sekunder.

2. Pengaruh terhadap sistem syaraf.

Merkuri yang berpengaruh terhadap system syaraf merupakan akibat pemajanan uap elemen merkuri dan metil merkuri karena senyawa ini mampu menembus *blood brain barrier* dan dapat mengakibatkan kerusakan otak yang *irreversible* sehingga mengakibatkan kelumpuhan permanen. Metilmerkuri yang masuk ke dalam pencernaan akan memperlambat SSP yang mungkin tidak dirasakan pada pemajanan setelah beberapa bulan sebagai gejala pertama sering tidak spesifik seperti malas, pandangan kabur atau pendengaran hilang (ketulian).

3. Pengaruh terhadap ginjal.

Apabila terjadi akumulasi pada ginjal yang diakibatkan oleh masuknya garam inorganik atau *phenylmercury* melalui SSP akan menyebabkan naiknya permeabilitas epitel tubulus sehingga akan menurunkan kemampuan fungsi ginjal (disfungsi ginjal). Pajanan melalui uap merkuri atau garam merkuri melalui saluran pernafasan juga mengakibatkan kegagalan ginjal karena terjadi *proteinuria* atau *nephrotic syndrom* dan *tubular necrosis* akut.

4. Pengaruh terhadap pertumbuhan.

Terutama terhadap bayi dan ibu yang terpajan oleh metilmerkuri 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.

a. Keracunan akut

Keracunan akut timbul dari inhalasi dalam konsentrasi tinggi uap merkuri atau debu. Pneumonitis interstitialis akut, bronkitis dan brokiolitis dapat timbul pada inhalasi uap merkuri secara akut. Jika konsentrasi uap merkuri cukup tinggi, pajanan menimbulkan dada rasa berat, nyeri dada, kesulitan bernafas, batuk. Pada ingesti menimbulkan gejala rasa logam, mual, nyeri abdomen, muntah, diare, nyeri kepala dan kadang-kadang albuminuria. Kematian dapat timbul kapan saja. Dalam tiga atau empat hari^{17,18,19} kelenjar liur membengkak, timbul gingivitis, gejala-gejala gastroenteritis dan nefritis muncul. Garis gelap merkuri sulfida dapat terbentuk pada gusi meradang, gigi dapat lepas, dan ulkus terbentuk pada bibir dan pipi.

Pada kasus sedang, pasien dapat mengalami perbaikan dalam satu sampai dua minggu. Pada kasus lebih berat akan berkembang gejala-gejala psikopatologi dan tremor otot, ini akan menjadi tipe kronik dan gejala kerusakan neurologi dapat menetap. Pada umumnya kasus akut pajanan terjadi pada konsentrasi 1,2 – 8,5 mg/m³.

Toksisitas merkuri pada ginjal dapat timbul dengan tanda awal proteinuria dan oliguri sebagai gagal ginjal. Pajanan alkil merkuri onsetnya timbul secara perlahan tetapi progresif pada sistem saraf, dengan gejala awal berupa rasa kebas pada ekstremitas dan bibir. Kehilangan kontrol koordinasi dengan tungkai, ataxia, tremor dan kehilangan pergerakan yang

baik. Pengurangan lapangan pandang, kehilangan pendengaran sentral, kekakuan otot, spastik dan refleks tendon yang berlebihan dapat juga terjadi.

b. Keracunan kronik^{23,24,25,26}

Triad klasik pada keracunan kronik uap air raksa adalah eretisme, tremor, dan stomatitis. Gejala-gejala neurologis dan psikis adalah yang paling karakteristik. Gejala dini nonspesifik (anoreksia, penurunan berat badan, sakit kepala) diikuti gangguan-gangguan yang lebih karakteristik; iritabilitas meningkat, gangguan tidur (sering terbangun, insomnia), mudah terangsang, kecemasan, depresi, gangguan daya ingat, dan kehilangan kepercayaan diri. Masalah-masalah yang sifatnya lebih serius seperti halusinasi, kehilangan daya ingat total, dan kemunduran intelektual, tidak terlihat kini. Tremor merkuri adalah tipe campuran (tremor menetap dan intensional), pertama kali tampak sebagai tremor halus kelopak mata yang tertutup, bibir dan lidah serta jari-jari. Tulisan tangan menjadi kacau, tidak teratur dan sering tak terbaca. Tremor tersebut berlanjut ke lengan dan akhirnya seluruh tubuh.

Keracunan berat sering berakibat kelainan bicara terutama mengenai pengucapan. Tanda-tanda neurologis lain termasuk kulit bersemu merah, perspirasi meningkat dan dermatografia. Gingivitis kronik sering terjadi dan dapat menyebabkan hilangnya geligi, kelenjar liur membengkak dan merkuri diekskresikan pada air liur. Walaupun tingkat akumulasi merkuri ginjal tinggi, kerusakan ginjal jarang terjadi. Deposit air raksa pada kapsul anterior lensa mata menimbulkan bayangan coklat kelabu atau kuning dari lensa.

Keracunan akibat kerja dengan senyawa-senyawa aril merkuri (fenil) dan metoksietil organik sangat jarang. Efek-efeknya serupa dengan efek yang timbulkan oleh merkuri anorganik. Di samping itu, senyawa-senyawa ini dapat menyebabkan dermatitis toksik.

I. Kadar Batas Aman Merkuri

Kriteria World Health Organization menyatakan bahwa kadar normal Hg dalam darah berkisar antara $5 \mu\text{g/l} - 10 \mu\text{g/l}$, dalam rambut berkisar antara $1 \text{ mg/kg} - 2 \text{ mg/kg}$, sedangkan dalam urine rata-ratan $4 \mu\text{g/l}$. Menurut Swedish Export Group kadar normal merkuri dalam darah adalah $200 \mu\text{g/l}$ dan kadar normal merkuri dalam rambut adalah sepermpat dari kadar dalam darah yaitu $50 \mu\text{g/g}$. International Committee of Occupational Medicine, kadar batas normal merkuri dalam darah untuk seseorang yang tidak mengkonsumsi ikan adalah 2 ppb, sedangkan untuk mengkonsumsi ikan antara 2 – 20 ppb. Konsentrasi aman merkuri dalam darah adalah 0.000005 mg/g , sedang di rambut konsentrasi normal aman adalah 0.01 mg/g , dengan maksimal konsentrasi adalah 0.0001 mg/g . Karena sifatnya yang sangat beracun, maka U.S. Food and Administration (FDA) menentukan pembakuan atau Nilai Ambang Batas (NAB) kadar merkuri yang ada dalam air sungai, yaitu sebesar $0,005 \text{ ppm}^2$.

Food and Drug Administration (FDA) mengestimasi pajanan merkuri dari ikan rata-rata 50 ng/kg/hari atau kira-kira $3,5 \text{ Ig/hari}$ untuk orang dewasa dengan berat badan rata-rata (70 kg). Secara alamiah kandungan merkuri di lingkungan adalah sebagai berikut: Kadar total Hg udara = $10 - 20 \text{ ng/m}^3$ untuk udara outdoor di kota. Kadar total merkuri air permukaan = $5 \text{ ppt} = 5 \text{ ng/l}$ dan kadar total Hg dalam tanah $20 - 625 \text{ ppb}^{10}$.

Beberapa peraturan mengenai kadar Hg yang diperbolehkan di Indonesia tercantum pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Peraturan Kadar Hg Menurut Peraturan Di Indonesia

No.	Peraturan	Kadar Hg yang diperbolehkan
1.	Permenkes No.907/2002 : Kadar merkuri dalam air minum	0.001 mg/l
2.	Pemenkes No. 416/Menkes/Per/IX/1990 : Kadar merkuri dalam air bersih	0.001mg/l
3.	Kepmenkes : 261/Menkes/SK/II/1998 : Kadar Hg dalam udara tempat kerja	0.1 mg/m ³
4.	Keputusan Badan Pengawasan Obat dan Makanan No.3725/B/SK/VII/1989 :Kadar merkuri dalam makanan dan minuman	Dalam ikan segar : 0.5 mg/kg Dalam sayuran : 0.03 mg/kg Dalam biji-bijian :0.05 mg/kg
5.	KepMenLH No. 02/MenKLH/2002 : Kadar merkuri dalam air sungai.	Golongan A : 0.001 mg/l Golongan B : 0.001 mg/l Golongan C : 0.002 mg/l GolonganD : 0.005 mg/l

J. Gejala, Gangguan Kesehatan dan Status Kesehatan Pekerja

Pengertian ”*sehat*” senantiasa digambarkan sebagai suatu kondisi fisik, mental dan sosial seseorang yang tidak saja bebas dari penyakit atau gangguan kesehatan melainkan juga menunjukkan kemampuan berinteraksi dengan lingkungan dan pekerjaannya. Pekerjaan mungkin akan berdampak negatif bagi kesehatan akan tetapi sebaliknya dapat pula memperbaiki tingkat kesehatan dan kesejahteraan pekerja bila dikelola dengan baik. Demikian pula status kesehatan pekerja sangat mempengaruhi produktivitas kerja. Pekerja yang sehat memungkinkan tercapainya hasil kerja yang lebih baik bila dibandingkan dengan pekerja yang mengalami gangguan kesehatan.

Status kesehatan seseorang menurut Blum (1981) ditentukan oleh 4 faktor³⁶:

- 1) *Lingkungan*, berupa lingkungan fisij (alami, buatan), kimia (organik, anorganik, logam berat, debu), biologi (virus, bakteri, mikroorganisme), dan sosial budaya (ekonomi, pendidikan, pekerjaan).
- 2) *Perilaku*, yang meliputi sikap, kebiasaan, dan tingkah laku.
- 3) *Pelayanan kesehatan* : promotif, preventif, perawatan, pengobatan, pencegahan kecacatan dan rehabilitatif.
- 4) *Genetik*, merupakan bawaan setiap manusia.

Agar seorang tenaga kerja ada dalam keserasian terbaik dalam bekerja, yang berarti dapat menjamin kesehatan dan produktivitas kerja yang tinggi, maka diperlukan adanya keseimbangan yang menguntungkan dari faktor-faktor berikut²⁷ :

1. Beban kerja, berupa beban fisik terkait dengan tempat kerja, tata ruang, alat dan sarana kerja, sikap kerja, cara angkat angkut beban sedangkan beban mental dan sosial terkait dengan kompleksitas pekerjaan yang berakibat stres akibat kerja sehingga upaya penempatan pekerja sesuai dengan kemampuannya patut diperhatikan.
2. Kapasitas kerja yang banyak tergantung pada pendidikan, ketrampilan, kesegaran jasmani, ukuran tubuh, keadaan gizi, dan lain-lain.
3. Lingkungan kerja sebagai beban tambahan, baik berupa faktor fisik yang meliputi panas, bising, dan penerangan, faktor kimia yang meliputi gas, uap, debu, kabut, asap, cairan, dan benda padat, faktor biologi meliputi hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme, faktor ergonomik meliputi yang berkaitan dengan sikap kerja, cara kerja, beban kerja, dan peralatan kerja sedangkan

aspek *psikososial*, meliputi suasana kerja, hubungan antar pekerja atau dengan pimpinan, dan pemilihan jenis pekerjaan.

Status kesehatan adalah kondisi kesehatan pekerja sebelum dan setelah bekerja di pertambangan emas. Status kesehatan pekerja dapat dikatakan baik jika pekerja tersebut tidak mengalami gejala atau gangguan kesehatan yang disebabkan oleh ketacuanan merkuri, dan dikatakan sakit jika pekerja tersebut mengalami gejala atau gangguan seperti dibawah ini ;

a. *Erethism*

- Perubahan mood
- Gangguan tidur
- Depresi
- Gangguan daya ingat
- Mudah marah
- Pengurangan pendengaran dan penglihatan
- Kesemutan di sekitar mulut sampai jari dan tangan

b. *Tremor*

- Gangguan koordinasi
- Gangguan keseimbangan
- *Ataxia*
- Tulisan tangan menjadi kacau

c. *Stomatitis*

- *Salivasi meningkat*
- *Pneumonitis* yang diikuti demam

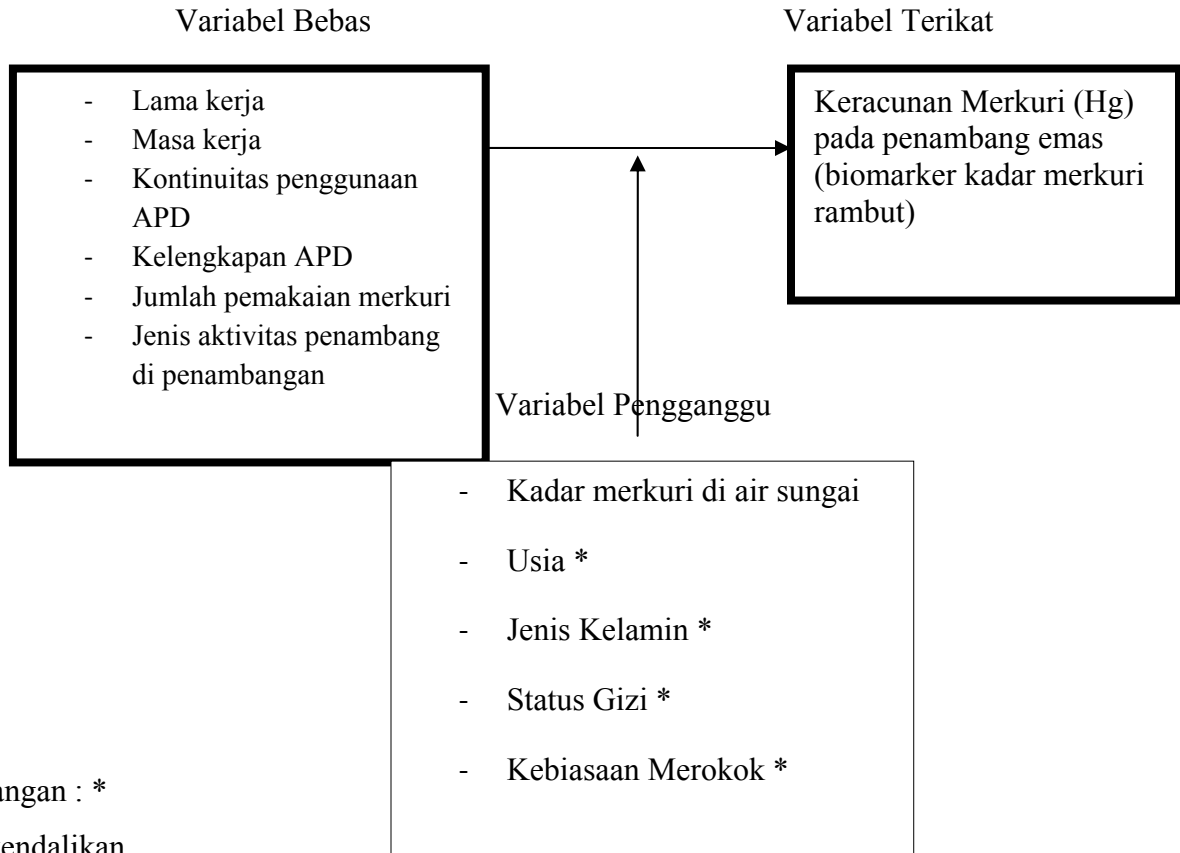
- *Dispenea*

- d. *Gingivitis kronis*
- e. Penurunan berat badan (*anorexia*)
- f. Sakit kepala terus menerus
- g. Anemia dan sering kencing.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Kerangka Konsep



Keterangan : *

* : dikendalikan

B. Hipotesis

Hipotesis yang akan dibuktikan kebenarannya dalam penelitian ini adalah :

1. Ada hubungan antara lama kerja penambang dengan keracunan merkuri pada penambang emas tanpa ijin (PETI).
2. Ada hubungan antara masa kerja penambang dengan keracunan merkuri pada penambang emas tanpa ijin (PETI).

3. Ada hubungan antara kontinuitas penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) penambang dengan keracunan merkuri pada penambang emas tanpa ijin (PETI).
4. Ada hubungan antara kelengkapan Alat Pelindung Diri (APD) penambang dengan keracunan merkuri pada penambang emas tanpa ijin (PETI).
5. Ada hubungan antara jumlah pemakaian merkuri oleh penambang dengan keracunan merkuri pada penambang emas tanpa ijin (PETI).
6. Ada hubungan antara jenis aktivitas penambang dengan keracunan merkuri pada penambang emas tanpa ijin (PETI).

C. Jenis Dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik, yaitu penelitian yang menjelaskan adanya hubungan variabel melalui pengujian hipotesa. Sedangkan pelaksanaan penelitian dengan metode survei dan pemeriksaan laboratorium. Berdasarkan waktu penelitian rancangan penelitian ini adalah studi potong lintang (*Cross sectional*).

D. Populasi Dan Sampel

1. Populasi pada penelitian ini adalah
 - a. Kelompok penambang (banyaknya individu) yang mengandung atau menanggung risiko keracunan merkuri yang mengalami dinamika dalam wilayah penambangan emas tanpa ijin Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas. Jumlah anggota populasi pada penelitian ini adalah 70 orang.

- b. Sungai Kahayan yang berada dalam wilayah penambangan emas tanpa ijin di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas.
2. Sampel penelitian :
- a. Penambang emas yang masih aktif melakukan penambangan pada saat penelitian.

Dalam menentukan besar sampel digunakan dengan rumus :

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha/2})^2 \cdot p \cdot g \cdot N}{d^2 (N-1) + (Z_{1-\alpha/2})^2 \cdot p \cdot q}$$

$$n = \frac{(1.96)^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5 \cdot 70}{(0.1)^2 (70-1) + (1.96)^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}$$

$$= \frac{3.8416 \cdot 17.5}{0.69 + 3.8416 \cdot 0.25}$$

$$= \frac{67.228}{1.6504}$$

$$= 41$$

Keterangan :

$Z_{1-\alpha/2}$ = Nilai Z pada kurva normal $\alpha 0.05 = 1.96$

p = Estimator proporsi populasi = 0.5

$q = 1 - p = 1 - 0.5 = 0.5$

d = Derajat keputusan = 0.1

N = Populasi = 70

n = Sampel

Teknik pengumpulan sampel adalah proporsional random sampling. Hasil perhitungan dengan menggunakan rumus diperoleh sampel = 41 sampel.

- b. Rambut penambang : rambut penambang di ambil sekitar 0.5- 2 gram. Teknik pengambilan sampel rambut dilakukan pemotongan rambut pada daerah dekat kulit kepala, setelah rambut diperoleh dilakukan pencucian rambut dengan menggunakan aseton dan air bersih untuk membersihkan rambut dari kontaminasi lain. Sampel rambut yang telah bersih ditempatkan dalam aluminium foil, ditutup rapat dan selanjutnya dikirimkan ke laboratorium untuk dilakukan analisis kadar merkuri dengan menggunakan analisis AAS destruksi basah.
- c. Air sungai : air sungai di ambil pada 6 titik sampling yaitu area sekitar penambangan dan pada pertemuan antara sungai Kahayan dan anak sungai Kahayan yang berada di sekitar area penambangan.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam persiapan pengambilan sampel adalah sebagai berikut :

- a. Pemetaan lokasi sampling.
- b. Pemilihan jenis dan volume wadah sampel yang sesuai.
- c. Pemilihan alat pengambil sampel yang sesuai.
- d. Pencucian wadah, alat pengambil sampel sehingga bebas dari kontaminasi.
- e. Persiapan peralatan pendukung, seperti : kotak pendingin, pengawet dan konsultasi dengan petugas laboratorium kesehatan.

Teknik pengambilan sampel yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah dilakukan untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan penelitian. Teknik sampling

untuk pengambilan air, sampel air yang diambil dilaksanakan secara komposit permukaan air sungai dari contoh air sungai permukaan yang diambil dari 1 titik disisi kiri, 1 titik sisi kanan dan 1 titik ditengah badan air sungai dengan tujuan untuk memperoleh informasi mengenai kandungan berapa kualitas air sungai. Sampel air gabungan tersebut dikumpulkan dalam satu wadah tertentu kemudian dimasukan pengawet yang sesuai keperluan parameter yang akan diuji dan dimasukan kedalam *ice box* dan didinginkan dan selanjutnya dibawa dilaboratorium untuk diteliti.

3. Kriteria inklusi dan eksklusi :

a. Kriteria inklusi adalah syarat-syarat yang harus dipenuhi agar responden dapat menjadi sampel. Kriteria inklusi yang digunakan menjadi sampel penelitian ini adalah :

- 1) Bersedia menjadi responden penelitian
- 2) Jenis kelamin penambang : laki-laki
- 3) Masa kerja penambang lebih dari 1 tahun
- 4) Penambang mempunyai kebiasaan merokok lebih dari 5 batang atau lebih per hari.

b. Kriteria eksklusi adalah syarat-syarat yang tidak bisa dipenuhi oleh responden agar dapat menjadi sampel, kriteria eksklusi tersebut yaitu :

1. Tidak bersedia menjadi responden
2. Penambang yang memiliki masa kerja kurang dari 1 tahun.

E. Definisi operasional variabel penelitian dan skala penelitian

1. Variabel bebas : a. Lama Kerja

b. Masa Kerja

c. Kontinuitas Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)

d. Kelengkapan Alat Pelindung Diri (APD)

e. Jumlah pemakaian Merkuri (Hg)

2. Variabel terikat : a. Keracunan merkuri
(biomarker pada rambut penambang)

3. Variabel Pengganggu : a. Kadar merkuri di air sungai

4. Definisi Operasional

Variabel	Definisi	Skala
A. Terikat		
Keracunan merkuri (biomarker pada rambut penambang)	Kandungan Hg yang terdapat pada rambut yang digunakan adalah rambut yang terdapat di daerah dekat kulit kepala. Jumlah sampel rambut yang diambil	Nominal

sekitar 0.5 s/d 2 gram. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan metode AAS.

Kategori :

- Keracunan : ditemukan merkuri pada rambut penambang. Kadar konsentrasi normal merkuri rambut adalah 1-2 mg/kg (standar WHO tahun 1990)
- Tidak Keracunan : tidak ditemukan merkuri pada rambut penambang melebihi Kadar konsentrasi normal merkuri rambut adalah 1-2 mg/kg (standar WHO tahun 1990)

B. Bebas

Lama Kerja Jumlah waktu per hari responden melakukan aktivitas penambangan dalam satuan jam. Nominal

Kategori :

Jam kerja diatas normal : > 8 jam/hari

Jam Kerja normal : ≤ 8 jam/hari

Masa Kerja Lama responden melakukan aktivitas Nominal

penambahan dalam satuan tahun.

Kategori :

Lama : > 10 tahun

Baru : < 10 tahun

Kontinuitas Jumlah waktu responden Nominal

penggunaan Alat menggunakan APD dari kontaminasi

Pelindung Diri udara yaitu dengan menggunakan
(APD) masker ataupun sarung tangan.

Kategori :

Tidak kontinyu : tidak atau kadang
menggunakan selama bekerja.

Kontinyu : menggunakan selama
bekerja.

Kelengkapan Alat Penggunaan APD secara lengkap oleh Nominal

Pelindung Diri penambang yaitu masker,sarung
(APD) tangan dan topi.

Kategori :

Tidak lengkap : tidak menggunakan
atau hanya menggunakan salah satu
APD

Lengkap : menggunakan masker,
sarung tangan dan topi.

Jumlah pemakaian Jumlah rata-rata per hari pemakaian ml Nominal

merkuri	atau gram merkuri yang digunakan penambang dalam proses pemisahan emas selama menjadi penambang.	
	Kategori :	
	a. > 0.25 ons	
	b. < 0.25 ons	
Jenis aktivitas di penambangan	Kegiatan atau aktivitas yang dilakukan oleh penambang pada saat kegiatan penambangan.	Nominal
	Kategori :	
	a. Pencampur merkuri dan pembakar amalgram (jenis pekerjaan yang mengalami kontak langsung dengan merkuri).	
	b. Pengambil lumpur (jenis pekerjaan yang tidak mengalami kontak langsung dengan merkuri)	

Variabel

Pengganggu

Kadar merkuri pada air sungai	Kandungan merkuri yang terdapat di air sungai sekitar penambangan emas berlangsung dan di anak sungai yang berada di daerah sekitar penambangan	Interval
-------------------------------	---	----------

emas. Variabel ini di ukur
menggunakan metode AAS.

F. Pengendalian Variabel Pengganggu

Dalam rangka mendapatkan kepastian bahwa perubahan yang terjadi pada variabel terikat yang diamati benar-benar disebabkan oleh suatu perlakuan dalam eksperimen, bukan disebabkan karena faktor lain yang tidak relevan, perlu dilakukan pengendalian terhadap variabel yang muncul, yaitu :

1. Jenis Kelamin : responden yang digunakan sebagai sampel penelitian berjenis kelamin laki-laki.
2. Kebiasaan merokok : responden yang mempunyai kebiasaan merokok lebih dari 5 batang per hari dijadikan sebagai sampel penelitian.
3. Usia : usia responden yang digunakan sebagai sampel adalah usia produktif antara 20 s/d 50 tahun.
4. Indeks masa tubuh (IMT): IMT responden yang digunakan sebagai sampel adalah normal.

G. Alat dan cara penelitian

1. Alat penelitian
 - a. Peralatan sampling dan peralatan laboratorium.
 - b. Kuisisioner : berisi sejumlah pertanyaan melalui pengisian kuisisioner
 - c. Alat tulis : bolpen, kertas.
 - d. Timbangan : alat pengukur berat badan

e. Meteran tinggi badan : alat pengukur tinggi badan

2. Cara penelitian

b. Data Primer : Data mengenai hasil pengukuran kadar Hg pada rambut penambang diperoleh dengan pengambilan langsung di lokasi penelitian, dan kemudian dilakukan analisis laboratorium. Data mengenai jam kerja, masa kerja, kontinuitas penggunaan APD, kelengkapan APD dan jumlah pemakaian merkuri yang digunakan, diperoleh dengan hasil wawancara langsung dengan menggunakan kuisioner.

c. Data Sekunder : Data yang dikumpulkan dari instansi pemerintah atau swasta yang terkait dan relevan dengan permasalahan yang diteliti. Data sekunder berupa luas wilayah, karakteristik wilayah, jumlah penduduk, jumlah penambang, potensi sumber daya alam dan data kasus penyakit yang terjadi.

H. Teknik pengolahan dan analisis Data

1. Pengolahan Data

Pengolahan data dengan langkah – langkah sebagai berikut :

a. Editing

Yaitu memeriksa data yang terkumpul tentang hasil pengukuran /pemeriksaan yang telah dilakukan yaitu hasil pemeriksaan merkuri (Hg) pada rambut penambang dan air sungai.

b. Coding

Yaitu pemberian kode-kode tertentu untuk memudahkan dalam tahap pengolahan data yaitu dengan cara memberikan kode angka.

c. Tabulasi Data

Mengelompokan data kedalam tabel yang dibuat sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian.

d. Entry Data

Memasukan data yang telah *diedit* dan *dicoding* dengan menggunakan fasilitas komputer.

2 Analisa Data

a. Analisis Univariat

Analisa univariat disajikan dengan mendiskripsikan semua variabel sebagai bahan informasi dengan menggunakan tabel distribusi frekuensi.

b. Analisis Bivariat

Untuk melihat hubungan antara varibel bebas (jenis aktivitas di penambangan emas, lama kerja/hari, masa kerja/tahun, kontinuitas penggunaan Alat Pelindung diri (APD), kelengkapan Alat Pelindung Diri (APD), dan jumlah pemakaian merkuri) dengan variabel terikat (keracunan merkuri (Hg) pada penambang emas tanpa ijin (PETI)) akan menggunakan uji Chi-Square.

c. Analisis Multivariat

Analisis ini menggunakan regresi logistik dengan tujuan untuk mengetahui hubungan keracunan Merkuri (Hg) secara bersama-sama dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

A. Gambaran Umum Kabupaten Gunung Mas

1. Kondisi Geografis Daerah, Batas Administrasi Daerah, Luas Wilayah dan Topografis

Secara geografis, Kabupaten Gunung Mas terletak pada koordinat 0° - 2° lintang selatan dan 113° - 114° bujur timur, dengan batas wilayah sebagai berikut:

- a. Sebelah utara dengan Kabupaten Murung Raya dan Provinsi Kalimantan Barat.
- b. Sebelah timur dengan Kabupaten Kapuas dan Kabupaten Murung Raya.
- c. Sebelah selatan dengan kota Palangka Raya dan Kabupaten Pulang Pisau.
- d. Sebelah barat dengan Kabupaten Katingan dan Provinsi Kalimantan Barat.

Keadaan topografis Kabupaten Gunung Mas dapat dibedakan dalam dua bagian yaitu bagian utara dan bagian selatan. Bagian utara merupakan daerah perbukitan dengan ketinggian antara 100-500 m dari permukaan laut dengan tingkat kemiringan 8 - 15° . Di bagian selatan terdiri atas daratan rendah dan rawa. Adapun jenis tanahnya adalah *podsolik* merah kuning, *alluvial*, *hydromorfik* kelabu, *alluvial hydromorfik*, *gley humus*, dan *komplek regosol podsolik*. Tanah *podsolik* merah kuning sangat dominan dan penyebarannya terletak di bagian utara dengan ketebalan ± 110 cm. sedangkan jenis tanah

alluvial hydromorfik kelabu berada di pinggir sungai Kahayan, Miri (anak sungai Kahayan), Rungan dan Manuhing (anak sungai Rungan).

Kabupaten Gunung Mas merupakan salah satu dari 14 Kabupaten/Kota di Provinsi Kalimantan Tengah dengan luas wilayah $\pm 10.804 \text{ km}^2$, terbagi dalam 11 Kecamatan, 3 Kelurahan dan 121 Desa, yaitu:

Tabel 4.1 Kecamatan, kelurahan, dan jumlah desa di Kabupaten Gunung Mas

No.	Nama Kecamatan	Jumlah Kelurahan	Jumlah Desa
1	Kecamatan Kahayan Hulu Utara	-	12
2	Kecamatan Tewah	1	15
3	Kecamatan Kurun	2	13
4	Kecamatan Sepang	-	7
5	Kecamatan Rungan	-	20
6	Kecamatan Manuhing	-	12
7	Kecamatan Damang Batu	-	8
8	Kecamatan Miri Manasa	-	11
9	Kecamatan Manuhing Raya	-	6
10	Kecamatan Rungan Hulu	-	11
11	Kecamatan Mihing Raya	-	6
	Total	3	121

Sumber : Kabupaten Gunung Mas dalam Angka 2008.

Dari 121 desa tersebut ada 9 Desa yang telah ditingkatkan statusnya menjadi kelurahan berdasarkan Peraturan Daerah Nomor 04 Tahun 2005, yaitu Sepang Simin, Kampuri, Tumbang Miri, Tumbang Marikoi, Tumbang Napoi, Tumbang Rahuyan, Jakatan Raya, Tumbang Talaken, dan Tehang namun sampai sekarang, Kelurahan baru tersebut belum operasional.

Sebagian besar mata pencaharian penduduk adalah pada sektor pertanian dalam arti luas, disusul sektor pertambangan, jasa, pedagng, dan industri pengolahan/industri rumah tangga.

B. Gambaran Umum Kecamatan Kurun

Kecamatan Kurun mempunyai luas areal 842,00 Km². Sungai yang melintasi daerah kecamatan Kurun ini adalah Sungai Kahayan. yang termasuk sungai permanen. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) dalam Gunung Mas dalam Angka tahun 2008, jumlah penduduk Kecamatan Kurun adalah 23.337 jiwa, dengan tingkat kepadatan penduduk 27.72, yang merupakan kepadatan paling tinggi di Kabupaten Gunung Mas²⁸.

Kecamatan Kurun mempunyai batas – batas wilayah sebagai berikut :

- Sebelah utara : Kecamatan Tewah
- Sebelah selatan : Kecamatan Sepang
- Sebelah timur : Kabupaten Kapuas
- Sebelah Barat : Kecamatan Rungan²⁹.

Keberadaan Sungai Kahayan di daerah Kecamatan Kurun dinilai sangat strategis karena digunakan sebagai sumber air baku air minum penduduk. Selain itu didukung oleh keberadaan hutan lindung yang masih luas di daerah hulu Sungai Kahayan yang berfungsi catcment area untuk mengurangi kelebihan air akibat adanya hujan. Adapun manfaat Sungai Kahayan beserta anak – anak sungainya adalah :

1. Sebagai sumber bahan baku air minum Penduduk
2. Sebagai sumber bersih bagi keperluan rumah tangga dan industri
3. Sebagai sumber protein hayati (perikanan) dan irigasi pertanian, pertambangan dan perkebunan.

Melihat kepentingan dan ketergantungan masyarakat akan keberadaan Sungai Kahayan peranannya cukup tinggi, namun disisi lain perhatian terhadap kualitas Sungai Kahayan beserta anak-anak sungainya kurang mendapat perhatian dalam pemanfaatannya.

Mata pencaharian dan potensi ekonomi daerah Kecamatan Kurun sebagian besar penduduk berusaha di bidang usaha tani dalam arti luas, yaitu berladang/sawah tadah hujan, menyadap karet, mengumpulkan hasil hutan, menangkap ikan dan penambangan emas³⁰. Daerah Kecamatan Kurun juga merupakan daerah perkebunan. Tanaman perkebunan yang merupakan tanaman perkebunan potensial adalah kelapa sawit, kelapa, karet, kopi, lada, aren, jahe, dan cengkeh³¹.

1. Iklim

Kecamatan Kurun beriklim tropis dan lembab dengan temperature antara 20⁰C - 23. ⁰C Dengan iklim tropis mengakibatkan terjadinya dua musim yaitu penghujan dan kemarau. Curah hujan yang terjadi sepanjang tahun 2008 hampir merata. Tinggi rata-rata Kecamatan Kurun dari permukaan air laut di tahun 2008 adalah 100-500 meter.

C. Hasil Analisis Univariat

Subjek penelitian adalah penambang emas tanpa ijin (PETI) di kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas, sedangkan jenis kelamin yang dijadikan sampel adalah laki-laki. Jumlah subjek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 41 orang penambang.

1. Karakteristik responden

a. Umur responden

umur responden dalam penelitian ini adalah 25-46 tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata umur penambang adalah 32.5366 tahun dengan standar deviasi 5.35303.

Tabel 4.2 Distribusi frekuensi Umur Penambang Emas Tanpa Ijin (PETI) di Kecamatan Kurun Tahun 2009

No.	Umur	Frekuensi	%
1.	25-29	17	41.5
2.	30-34	7	17.1
3.	35-39	13	31.7
4.	40-44	3	7.3
5.	45-49	1	2.4
Total		41	100.0

b. Indeks Masa Tubuh

Dari hasil penelitian melalui kuisisioner dan wawancara yang dilakukan terhadap 41 orang penambang emas tanpa izin (PETI) di Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas diperoleh indeks masa tubuh seluruh penambang adalah normal dengan rata-rata indeks masa tubuh $20.7 \text{ (kg/m}^2 \text{)}$, dari rata-rata indeks masa tubuh dapat dilihat kecenderungan tubuh penambang dalam penelitian ini tergolong kurus.

2. Kadar merkuri (Hg) pada air di Lokasi Penambangan Emas dan Sungai di sekitar Penambangan Emas di Kecamatan Kurun.

Pengambilan air dilakukan pada lokasi yang telah ditentukan, dengan lokasi titik sampling seperti pada lampiran.

Tabel 4.3. Hasil Pemeriksaan kadar merkuri (Hg) pada air di Lokasi Penambangan Emas dan Sungai di sekitar penambangan emas di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas

No Lab	Kode e Sam	Jenis	Lokasi	Hasil Kadar Merkuri (mg/l)
--------	------------------	-------	--------	----------------------------------

pel				
377/KA/XI/2009	01	Sungai	Kecamatan Kurun	0.00294
378/KA/XI/2009	02	Lokasi penambangan	Kecamatan Kurun	0.00472
379/KA/XI/2009	03	Lokasi penambangan	Kecamatan Kurun	0.00301
380/KA/XI/2009	04	Anak Sungai	Kecamatan Kurun	0.00335
381/KA/XI/2009	05	Anak Sungai	Ds. Tariak Kecamatan Kurun	0.00577
381/KA/XI/2009	06	Lokasi penambangan	Kecamatan Kurun	0.00370

Dari hasil pemeriksaan kadar merkuri pada air di lokasi penambangan emas dan sungai sekitar penambang emas diperoleh hasil bahwa kadar merkuri tertinggi berada pada Sungai di Desa Tariak Kecamatan Kurun dengan nilai 0.00577 (mg/l), sedangkan terendah berada pada Sungai di Desa Jurit Kecamatan Kurun dengan kadar sebesar 0.0294 (mg/l). Rata-rata kadar merkuri yang terukur dalam penelitian ini adalah sebesar 0.039150 (mg/l).

3. Kadar merkuri pada rambut penambang emas tanpa izin (PETI).

Sampel rambut penambang diambil sekitar ± 2 gram untuk dilakukan analisis laboratorium, analisis yang digunakan untuk mengetahui kadar merkuri dalam rambut adalah analisis AAS destruksi basah. Dari hasil analisis 41 sampel rambut penambang diperoleh kadar merkuri tertinggi sebesar 10.4682 $\mu\text{g/g}$ dan terendah 0.5178 $\mu\text{g/g}$ dengan rata-rata kadar merkuri yaitu sebesar 3.37649 $\mu\text{g/g}$ (lihat lampiran 4), dengan taraf keracunan pada penambang 80.5 % mengalami keracunan merkuri.

4. Jenis aktivitas penambang emas tanpa ijin (PETI).

Jenis aktivitas pada penambang emas tanpa ijin (PETI) di Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas adalah penambang dengan tugas sebagai pengambil lumpur, penambang sebagai pencampur merkuri, dan penambang sebagai pembakar merkuri. Dalam penelitian ini jenis aktivitas dibedakan menjadi dua kelompok berdasarkan kontak dengan merkuri yaitu kelompok penambang pengambil lumpur (kontak tidak langsung dengan merkuri) dengan persentase sebesar 43.9 % dari jumlah penambang, sedangkan kelompok pencampur dan pembakar merkuri (kontak langsung dengan merkuri) mempunyai persentase 56.1 % dari jumlah penambang. Jenis aktivitas pengambil lumpur pada umumnya membutuhkan banyak penambang hal ini disebabkan pekerjaan mengambil lumpur merupakan pekerjaan berat. sedangkan untuk pembakar dan pencampur merkuri harus memiliki keahlian sendiri agar kadar emas yang diperoleh tidak berkurang akibat dari proses pencampuran dan pemabakaran dengan merkuri sehingga tidak merugikan penambang.

5. Lama kerja/hari penambang emas tanpa ijin (PETI).

Lama kerja penambang emas di daerah Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas pada umumnya berkisar antara pukul 06.00 s/d 17.00, dengan waktu istirahat sekitar 1-2 jam yaitu sekitar pukul 12.00-14.00. Namun waktu ini tidak menentu terkadang lama kerja antar penambang satu dengan lain berbeda tergantung dari pekerjaan dan kesulitan pada saat menambang.

Hasil analisis univariat menunjukkan penambang dengan lama kerja > 8 jam/hari mempunyai frekuensi 32 dengan persentase 78 %, sedangkan penambang dengan lama kerja/hari < 8 jam/hari mempunyai frekuensi 9 dengan persentase 22 %.

6. Masa kerja/tahun penambang emas tanpa ijin (PETI)

Masa kerja penambang dikelompokkan menjadi 2 kelompok yaitu masa kerja kelompok > 10 tahun masa kerja dan kelompok < 10 tahun. Hasil analisis univariat menunjukkan penambang dengan masa kerja > 10 tahun mempunyai frekuensi 22 dengan persentase 53.7 % sedangkan penambang dengan masa kerja < 10 tahun mempunyai frekuensi 19 dengan persentase 46.3 %.

7. Kelengkapan alat pelindung diri (APD) penambang emas tanpa ijin (PETI)

Kelengkapan alat pelindung diri (APD) penambang emas tanpa izin (PETI) masih sangat kurang, dalam penelitian ini diperoleh hasil distribusi frekuensi untuk kelengkapan alat pelindung diri (APD), penambang emas dengan alat pelindung diri lengkap berjumlah 5 orang (2.2 %) dan penambang emas dengan alat pelindung diri tidak lengkap berjumlah 36 orang (87.8 %). Hal ini menunjukkan kesadaran penambang emas untuk menggunakan alat pelindung diri (APD) masih rendah. Beberapa penambang emas merasa tidak nyaman menggunakan APD pada saat menambang. Masih banyak dijumpai penambang emas yang tidak menggunakan masker pada saat membakar amalgram, dan juga kebanyakan penambang tidak menggunakan sarung tangan ketika mencampur merkuri.

8. Kontinuitas penggunaan alat pelindung diri (APD) penambang emas tanpa ijin (PETI)

Kontinuitas penggunaan alat pelindung diri (APD) oleh penambang emas tanpa ijin (PETI) di Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas masih tergolong rendah. Hal ini berkaitan dengan pengetahuan penambang tentang pentingnya penggunaan alat pelindung diri secara kontinyu saat melakukan penambangan emas. Karena kurangnya informasi maka penambang sering mengabaikan penggunaannya hal ini berhubungan dengan pola kerja dari penambang yang bersifat tradisional sehingga terbiasa menggunakan peralatan seadanya. Dalam variabel kontinuitas penggunaan alat pelindung diri (APD), responden dikelompokkan menjadi 2 kelompok yaitu kelompok tidak kontinyu dan kelompok kontinyu. Dari 41 kasus kontinuitas penggunaan alat pelindung diri (APD) diperoleh data yang menunjukkan frekuensi kelompok tidak kontinyu lebih tinggi (85.4 %) jika dibandingkan dengan kelompok kontinyu (14.6 %).

9. Jumlah pemakaian merkuri/hari penambang emas tanpa ijin (PETI)

Jumlah pemakaian merkuri/hari, responden penambang dikelompokkan menjadi 2 kelompok yaitu kelompok pemakaian merkuri > 0.25 ons dan kelompok pemakaian merkuri ≤ 0.25 ons. Dari 41 kasus jumlah pemakaian merkuri/hari diperoleh data yang menunjukkan frekuensi kelompok penambang dengan pemakaian merkuri > 0.25 ons/hari adalah 65.9 %, sedangkan frekuensi kelompok penambang emas dengan pemakaian merkuri ≤ 0.25 ons adalah 34.1 %. Jumlah pemakaian merkuri per hari yang digunakan oleh penambang emas tergantung dari emas yang diperoleh.

10. Gejala penyakit penambang

Hasil dari kuisioner dan wawancara dengan penambang emas tanpa izin (PETI) di kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas, menunjukkan bahwa para penambang menunjukkan beberapa gejala penyakit yang dapat memberikan gambaran gejala keracunan merkuri. Gejala-gejala tersebut adalah :

Tabel 4.4 Distribusi gejala penyakit yang dirasakan penambang emas tanpa ijin (PETI) di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas.

No.	Gejala penyakit	Jumlah responden	Persentase
		yang merasakan	
1.	Mudah lelah		
	- Sangat sering	41	100 %
	- Sering	-	
	- Agak sering	-	
	- Jarang	-	
	- Tidak pernah	-	
2.	Sakit Kepala		
	- Sangat sering	24	58.53
	- Sering	-	
	- Agak sering	16	39.02
	- Jarang	-	
	- Tidak pernah	1	2.44
3.	Gemetar/menggigil		
	- Sangat sering	-	
	- Sering	-	
	- Agak sering	28	68.29
	- Jarang	13	31.71
	- Tidak pernah	-	
4.	Sendi-sendi kaku		
	- Sangat sering	-	
	- Sering	-	
	- Agak sering	12	29.27
	- Jarang	29	70.73
	- Tidak pernah	-	

Responden sebanyak 41 (100 %) orang, kesemuanya merasa mudah lelah ketika bekerja. Gejala lain yang sangat dirasakan oleh responden adalah gejala sakit kepala dari

41 orang responden sebanyak 24 orang penambang merasakan gejala sakit kepala sangat sering hampir setiap hari, 26 orang merasakan gejala sakit kepala 3-4 hari dalam seminggu, dan sebanyak 11 orang penambang merasakan sakit kepala kira-kira 1-2 hari dalam seminggu. Gejala menggigil/gemetar juga dirasakan penambang, yaitu 28 orang penambang agak sering merasakan menggigil/gemetar yaitu sekitar 2-3 kali dalam sebulan sedangkan 13 orang mengatakan jarang mengalami menggigil/gemetar. Gejala sendi-sendi kaku juga dialami oleh para penambang yaitu sekitar 12 orang penambang merasakan sendi-sendi kaku agak sering sekitar 3-4 kali dalam sebulan, dan 29 orang mengatakan jarang merasakan sendi-sendi kaku yaitu sekitar 1 kali dalam 1 bulan.

D. Hasil Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk mengetahui hubungan faktor-faktor (variabel independen) dengan kejadian keracunan merkuri (variabel dependen), dengan tingkat kemaknaan 95 %. Untuk menganalisis digunakan analisis dengan uji *Chi-square*. Adanya hubungan faktor-faktor dengan kejadian keracunan merkuri ditunjukkan dengan $p < 0.05$. Hasil analisis bivariat dari enam variabel yaitu jenis aktivitas, lama kerja/hari, masa kerja/tahun, kelengkapan APD, kontinuitas penggunaan APD, dan jumlah pemakaian merkuri/hari, diperoleh hasil bahwa terdapat dua variabel yang mempunyai hubungan bermakna yakni variabel lama kerja/hari, dan kontinuitas penggunaan alat pelindung diri (APD). Hasil analisis dari masing-masing variabel tersebut adalah :

1. Hubungan antara jenis aktivitas penambang dengan kejadian keracunan merkuri .

Tabel. 4.5 Distribusi frekuensi dan data hasil analisis statistik bivariat kejadian keracunan merkuri berdasarkan faktor jenis aktivitas penambang.

Jenis Aktivitas Penambang	Keracunan Merkuri				Total	
	Keracunan		Tidak Keracunan			
	F	%	f	%	F	%
Pencampur dan pembakar merkuri	19	82.6	4	17.4	23	100
Pengambil lumpur	14	77.8	4	22.2	18	100
Total	33		8		41	
$X^2=0.150$		$p =0.698$		RP=1.062 (95 % CI = 0.779-1.448)		

Berdasarkan tabel 4.5. dapat diketahui bahwa uji *chi square* di dapat hasil $X^2 = 0.150$ $p =0.6987$. Nilai *p value* > 0,05 artinya tidak terdapat hubungan yang bermakna antara jenis aktivitas penambang dengan keracunan merkuri. Jenis aktivitas penambang ini dibedakan menjadi jenis aktivitas yang mengalami kontak langsung dengan merkuri (pencampur dan pembakar merkuri) dan jenis aktivitas yang mengalami kontak tidak langsung dengan merkuri (pengambil lumpur). Jenis aktivitas pengambil lumpur pada umumnya membutuhkan banyak penambang hal ini disebabkan pekerjaan mengambil lumpur merupakan pekerjaan berat. sedangkan untuk pembakar dan pencampur merkuri harus memiliki keahlian sendiri agar kadar emas yang diperoleh tidak berkurang akibat dari proses pencampuran dan pemabakaran dengan merkuri sehingga tidak merugikan penambang.

2. Hubungan antara lama kerja/hari dengan kejadian keracunan merkuri

Tabel. 4.6 Distribusi frekuensi dan data hasil analisis statistik bivariat kejadian keracunan merkuri berdasarkan lama kerja/hari.

Lama kerja/hari	Keracunan Merkuri		Total
	Keracunan	Tidak	

	Keracunan					
	f	%	f	%	f	%
> 8 jam/hari	29	90.6	3	9.4	32	100
≤ 8 jam/hari	4	44.4	5	55.6	9	100
Total	33		8			
$X^2=9.539$		$p =0.002$		RP=2.039 (95 % CI = 0.974-4.269)		

Berdasarkan tabel 4.6. dapat diketahui bahwa uji *chi square* di dapat hasil $X^2=9.539$ $p =0.002$. Nilai *p value* < 0,05 artinya terdapat hubungan yang bermakna antara lama kerja/hari dengan keracunan merkuri. Lama kerja penambang emas tanpa ijin di Kecamatan Kurun ini sebagian besar mengalami keracunan (90.6 %) dengan lama kerja tidak normal hal ini karena sifat dari pekerjaan penambang adalah penambang tradisional yang tidak mengenal standart lama kerja. Pada umumnya penambang bekerja mulai pukul 06.00 dan berakhir sekitar pukul 17.00.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pekerja dengan jam kerja > 8 jam dalam sehari berisiko tinggi terjadinya keracunan merkuri karena merkuri digunakan secara kontinyu mulai pagi sampai dengan sore, dengan penggunaan yang secara kontinyu tersebut maka sangat dimungkinkan untuk kontak secara terus menerus selama durasi kerja mengingat merkuri dapat masuk ke dalam tubuh bisa melalui kulit dan saluran nafas. merkuri yang berada pada kulit akan masuk melalui pori-pori kulit dan masuk ke saluran darah.

3. Hubungan antara masa kerja/tahun dengan kejadian keracunan merkuri

Tabel. 4.7 Distribusi frekuensi dan data hasil analisis statistik bivariat kejadian keracunan merkuri berdasarkan faktor masa kerja/tahun .

Masa Kerja/tahun	Keracunan Merkuri		Total
	Keracunan	Tidak Keracunan	

	f	%	f	%	f	%
>10 tahun	20	90.9	2	9.1	22	100
≤ 10 tahun	13	68.4	6	31.6	19	100
Total	33		8			

$X^2=3.283$ $p=0.070$ RP= 1.329(95 % CI = 0.953-1.853)

Berdasarkan tabel 4.7. dapat diketahui bahwa uji *chi square* di dapat hasil $X^2=3.283$ $p=0.070$. Nilai *p value* > 0,05 artinya tidak terdapat hubungan yang bermakna antara masa kerja/tahun dengan keracunan merkuri. Keracunan merkuri pada penambang emas tanpa ijin (PETI) dengan masa kerja > 10 tahun menunjukkan nilai presentase tinggi yaitu 90.9 % penambang mengalami keracunan, hanya 9.1 % penambang dengan masa kerja > 10 tahun yang tidak mengalami keracunan. Masa kerja harus diwaspadai karena masa kerja yang lama memungkinkan penambang emas mengalami lebih lama pemaparan merkuri sehingga berpotensi untuk terjadi bioakumulasi merkuri di dalam tubuhnya.

4. Hubungan antara kelengkapan alat pelindung diri (APD) dengan kejadian keracunan merkuri

Tabel. 4.8 Distribusi frekuensi dan data hasil analisis statistik bivariat kejadian keracunan merkuri berdasarkan kelengkapan alat pelindung diri (APD).

Kelengkapan APD	Keracunan Merkuri				Total	
	Keracunan		Tidak Keracunan			
	f	%	f	%	f	%
Tidak lengkap	30	83.3	6	16.7	36	100
Lengkap	3	60	2	40.0	5	100
Total	33		8			

$X^2= 1.522$ $p = 0.217$ RP=1.389 (95 % CI = 0.669-2.883)

Berdasarkan tabel 4.8. dapat diketahui bahwa uji *chi square* di dapat hasil $X^2=1.522$ $p = 0.217$. Nilai *p value* $> 0,05$ artinya tidak terdapat hubungan yang bermakna antara kelengkapan alat pelindung diri (APD) dengan keracunan merkuri.

5. Hubungan antara kontinuitas penggunaan alat pelindung diri (APD) dengan kejadian keracunan merkuri

Tabel. 4.9 Distribusi frekuensi dan data hasil analisis statistik bivariat kejadian keracunan merkuri berdasarkan kontinuitas penggunaan alat pelindung diri (APD).

Kontinuitas penggunaan APD	Keracunan Merkuri				Total	
	Keracunan		Tidak Keracunan			
	f	%	f	%	f	%
Tidak kontinyu	32	91.4	3	8.6	35	100
Kontinyu	1	16.7	5	83.3	6	100
Total	33		8			

$$X^2= 18.229 \quad p = 0.000 \quad RP = 5.486 \quad (95 \% CI =0.914-32.924)$$

Dalam variabel kontinuitas penggunaan alat pelindung diri (APD), responden dikelompokkan menjadi 2 kelompok yaitu kelompok tidak kontinyu dan kelompok kontinyu.

Berdasarkan tabel 4.9. dapat diketahui bahwa uji *chi square* di dapat hasil $X^2=18.229$ $p = 0.000$. Nilai *p value* $< 0,05$ artinya terdapat hubungan yang bermakna antara kontinuitas penggunaan APD dengan keracunan merkuri.

6. Hubungan antara jumlah pemakaian merkuri/hari dengan kejadian keracunan merkuri.

Tabel. 4.10 Distribusi frekuensi dan data hasil analisis statistik bivariat kejadian keracunan merkuri berdasarkan jumlah pemakaian merkuri/hari.

Jumlah pemakaian	Keracunan Merkuri		Total
	Keracunan	Tidak	

merkuri/hari	Keracunan					
	f	%	f	%	F	%
>0.25 ons	21	77.8	6	22.2	27	100
≤0.25 ons	12	85.7	2	14.3	14	100
Total	33		8			
$X^2 = 0.370$		$p = 0.543$		RP=0.907 (95 % CI= 0.676-1.217)		

Berdasarkan tabel 4.10. dapat diketahui bahwa uji *chi square* di dapat hasil $X^2 = 0.370$ $p = 0.543$. Nilai *p value* > 0,05 artinya tidak terdapat hubungan yang bermakna antara jumlah penggunaan merkuri/hari dengan keracunan merkuri.

7. Hubungan antara umur penambang dengan kadar merkuri di rambut penambang

Dari hasil korelasi antara umur penambang dengan kadar merkuri di rambut penambang diperoleh hasil yang signifikan pada taraf 0.05 yaitu dengan nilai 0.627, yang berarti ada hubungan kuat bermakna antara umur penambang dengan kadar hg pada rambut penambang.

8. Hubungan antara masa kerja penambang dengan kadar merkuri di rambut penambang

Dari hasil korelasi antara masa kerja penambang dengan kadar merkuri di rambut penambang diperoleh hasil dengan nilai $r = 0.193$, yang berarti ada hubungan lemah antara masa kerja penambang dengan kadar hg pada rambut penambang.

9. Hubungan antara jumlah pemakaian merkuri/hari dan kadar merkuri di rambut penambang

Dari hasil korelasi antara jumlah pemakaian merkuri per hari dengan kadar merkuri di rambut penambang diperoleh hasil dengan nilai $r = 0.062$, yang berarti

hubungan sangat rendah antara jumlah pemakaian merkuri/hari oleh penambang dengan kadar hg pada rambut penambang.

10. Analisis anova antara jenis aktivitas dan kadar merkuri

Tabel 4.11 Analisis Anova Jenis aktivitas Penambang dan Kadar Merkuri pada penambang emas di Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas

	Df	Mean	F	Sign
Beetween groups	2	8.686	2.671	0.082
Within groups	38	3.252		
	40			

Hipotesis adalah H_0 : Tidak terdapat perbedaan kadar merkuri di rambut yang signifikan diantara tiga kelompok jenis aktivitas penambang, H_a : Terdapat perbedaan kadar merkuri di rambut yang signifikan diantara tiga kelompok jenis aktivitas penambang. Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$: H_0 diterima dan jika $F_{hitung} > F_{tabel}$: H_0 ditolak. F_{tabel} : 3.25 untuk 5 % dan 5.21 untuk 1 %. F_{hitung} : 2.671. Harga F_{hitung} lebih kecil dari F_{tabel} ($2.671 < 3.25 < 5.21$). Dengan demikian H_0 diterima dan H_a ditolak. Kesimpulannya tidak terdapat perbedaan kadar merkuri dirambut yang signifikan diantara tiga kelompok jenis aktivitas penambang.

Tabel 4.12 Nilai p yang diperoleh dari uji *chi-square* dari beberapa faktor yang berhubungan dengan variabel independen

Variabel Penelitian	X^2	p value	Keterangan
Jenis aktivitas penambang-keracunan merkuri	0.150	0.698	Tidak ada hubungan yang bermakna
Lama kerja/hari-keracunan merkuri	9.539	0.002	ada hubungan yang bermakna
Masa kerja/ tahun-keracunan	3.283	0.070	Tidak ada hubungan

merkuri					yang bermakna
Kelengkapan merkuri	APD-keracunan	1.522	0.217		Tidak ada hubungan yang bermakna
Kontinuitas penggunaan keracunan merkuri	APD-	18.229	0.000		ada hubungan yang bermakna
Jumlah pemakaian keracunan merkuri	merkuri/hari-	0.370	0.543		Tidak ada hubungan yang bermakna

E. Hasil Analisis Multivariat

Analisis multivariat dilakukan untuk mengetahui variabel apa saja yang mempengaruhi terjadinya kejadian merkuri. analisis ini menggunakan uji regresi logistik ganda dengan metode *Enter* tingkat kemaknaan 95 %. Analisis regresi ganda adalah analisis peramalan nilai pengaruh dua variabel bebas atau lebih terhadap variabel terikat untuk membuktikan ada atau tidaknya hubungan fungsi kausal antara dua variabel bebas atau lebih (X1), X2),...(Xn) dengan suatu variabel terikat. Variabel yang akan dilakukan uji regresi logistik adalah variabel dari hasil uji *chi-square* dengan nilai $p < 0.025$ dan *p value* dari hasil *chi square* pada enam variabel dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.13. Hasil Uji Multivariat Keracunan Merkuri Pada Penambang Emas Tanpa Ijin (PETI) di Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas

Variabel	B	p-value	RP	CI 95%
Kontinuitas penggunaan APD	3.713	0.030	40.985	1.445-1162.619
Konstanta	-3.310			

Berdasarkan tabel 4.13. diketahui bahwa variabel kontinuitas penggunaan APD nilai $p < 0,05$ artinya variabel ini merupakan faktor risiko yang dapat digunakan untuk meramalkan besarnya pengaruh faktor risiko terhadap keracunan merkuri.

BAB V

PEMBAHASAN

A. Pembahasan

Kegiatan Penambangan emas tanpa ijin (PETI) di Kecamatan Kurun merupakan kegiatan yang telah dilakukan selama berpuluh tahun oleh masyarakat sekitar. Peralatan dan teknologi yang digunakan dalam penambangan di Kecamatan Kurun adalah peralatan dan teknologi rendah. Kegiatan PETI pada umumnya dilakukan dengan sistem sedot yaitu kegiatan penyedotan bahan sedimen (alluvial) baik derada dibawah permukaan tanah di tanggul atau bantaran sungai maupun yang berada di bagian dasar sungai dan tebing sungai⁶, kegiatan PETI di Kecamatan Kurun pada umumnya dilakukan di tengah-tengah sungai. Sejak tahun 1997 dari penelitian yang dilakukan oleh pemerintah daerah diketahui bahwa PETI menyebabkan pencemaran perairan oleh logam berat yaitu merkuri. Merkuri dilakukan baik pada saat proses penambangan berlangsung maupun pasca penambangan. Peningkatan signifikan kadar merkuri di perairan sekitar kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas adalah akibat pemurnian emas baik oleh penambang secara langsung, maupun oleh pembeli emas, merkuri tersebut secara langsung dibuang ke sungai tanpa ada pengolahan. Namun pihak pemerintah masih belum menemukan upaya dan jalan keluar yang efektif untuk menurunkan tingkat pencemaran lingkungan perairan. Upaya yang pernah dilakukan adalah melakukan penutupan penambangan tanpa ijin masih namun hal ini masih menjadi pertentangan antara pihak pemerintah dan masyarakat.

Penentuan lokasi PETI biasanya dilakukan secara coba-coba (*trial and error*), umumnya penambang mencoba terlebih dahulu mengambil lumpur dan pasir sungai di

dasar sungai selama 1-2 jam apabila dalam kurun waktu tersebut ditemukan bahan endapan yang diperkirakan mengandung emas, maka kegiatan penambangan akan dilanjutkan pada lokasi tersebut. Pada saat penelitian dilakukan, rata-rata merkuri yang digunakan oleh penambang emas berkisar antara 0.25 ons sampai dengan 1 ons per hari dengan rata-rata hasil produksi butiran emas murni untuk setiap unit penambangan adalah sekitar 2-4 gram per hari.

Hasil pemeriksaan kadar merkuri pada air di lokasi penambangan emas dan sungai sekitar penambang emas diperoleh hasil bahwa kadar merkuri tertinggi berada pada Sungai di Desa Tariak Kecamatan Kurun dengan kadar merkuri sebesar 0.00577 (mg/l), sedangkan terendah berada pada Sungai di Desa Jurit Kecamatan Kurun dengan kadar merkuri sebesar 0.00294 (mg/l) . Kadar tertinggi di Sungai di desa Tariak disebabkan karena sungai ini merupakan sungai tempat mengalirkan limbah dari penambangan emas tanpa ijin (PETI). Kadar terendah terdapat di Sungai Jurit, hal ini disebabkan sungai ini bukan digunakan untuk mengalirkan limbah, tetapi digunakan sebagai sumber air bersih dan air minum masyarakat sekitar. Air sungai Jurit ini dialirkan dengan menggunakan pompa kesetiap rumah penduduk namun hanya sebagian kecil masyarakat yang menggunakan pompa.

Rata-rata kadar merkuri pada sampel air yang terukur dalam penelitian ini adalah sebesar 0.0039150 (mg/l). Dari rata-rata kadar merkuri pada sampel air, menunjukkan bahwa kadar merkuri sudah melebihi nilai ambang batas (NAB) sesuai dengan Permenkes No.907/2002 : Kadar merkuri dalam air minum, bahwa batas kadar merkuri dalam air yang diperbolehkan adalah 0.001 mg/l. Begitu pula sesuai dengan Pemenkes No. 416/Menkes/Per/IX/1990 : Kadar merkuri dalam air bersih bahwa kadar merkuri yang diperbolehkan adalah 0.001 mg/l. Hal ini dapat memberikan dampak negatif bagi kesehatan

penambang maupun masyarakat sekitar karena sungai sekitar lokasi penambangan mempunyai peranan penting terutama untuk keperluan hidup sehari-hari seperti mandi, mencuci, sumber air minum, usaha perikanan, dan lain-lain.

Merkuri dan turunannya telah lama diketahui sangat beracun sehingga kehadirannya di lingkungan perairan dapat mengakibatkan kerugian pada manusia karena sifatnya yang mudah larut dan terikat dalam jaringan tubuh organisme air. Selain itu pencemaran merkuri mempunyai pengaruh terhadap ekosistem setempat yang disebabkan oleh sifatnya yang stabil dalam sedimen, kelarutannya yang rendah dalam air dan kemudahannya diserap dan terakumulasi dalam jaringan tubuh organisme air, baik melalui proses bioakumulasi maupun biomagnifikasi yaitu melalui rantai makanan¹¹. Merkuri yang terdapat di perairan di ubah menjadi metilmerkuri oleh bakteri tertentu. Hewan air akan terkontaminasi metilmerkuri apabila perairan tersebut tercemar oleh merkuri dengan cara meminum air tersebut atau dengan memakan hewan lain yang mengandung merkuri. Merkuri yang terdapat dalam tubuh hewan air adalah dalam bentuk metil merkuri yang sangat berbahaya bagi lingkungan dan manusia¹⁴.

Responden dalam penelitian ini dilakukan di kecamatan Kurun kabupaten Gunung Mas Propinsi Kalimantan Tengah diambil secara acak tanpa memperhatikan strata yang ada dalam populasi dengan kriteria inklusi berjenis kelamin laki-laki, dan merokok lebih dari 5 batang/hari. Jumlah responden pada penelitian ini 41 orang penambang yang masih aktif menambang. Data distribusi responden yang dalam penelitian ini responden penelitian adalah penambang emas tanpa izin (PETI) diketahui bahwa umur terendah dari responden adalah 25 tahun, tertinggi 46 tahun dan rata-rata umur responden adalah 32.5366 tahun, sedangkan indeks masa tubuh pada masing-masing responden diperoleh hasil bahwa semua

responden penelitian memiliki indeks masa tubuh normal dengan rata-rata indeks masa tubuh penambang sebesar 20.7 (kg/m^2).

Analisis korelasi antara umur dan kadar merkuri yang ada dirambut menunjukkan hubungan yang signifikan dengan nilai korelasi 0.000 pada tingkat signifikan 0.01, ini menunjukkan semakin tua umur penambang semakin tinggi resiko terjadinya keracunan merkuri. Berdasarkan data deskriptif menunjukkan bahwa kandungan merkuri pada rambut pekerja tambang emas di Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas dengan kisaran kadar merkuri antara 0.5178 s/d 10.4682 mg/kg dan rata-rata kadar merkuri 3.37649 mg/kg. Hasil pemeriksaan terhadap 41 pekerja, terdapat 33 orang (80.5 %) pekerja penambang emas yang kandungan keracunan merkurnya sudah melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) menurut ketentuan yang ditetapkan oleh World Health Organization (WHO) menyatakan bahwa kadar normal merkuri dalam rambut berkisar antara 1-2 mg/kg¹⁰.

Berdasarkan data di atas menunjukkan bahwa sebagian besar pekerja sudah keracunan merkuri, para pekerja tambang emas tersebut mengalami gejala atau gangguan kesehatan, informasi tersebut merupakan satu indikasi yang tetap harus diwaspadai dan perlu ada upaya penanggulangan yang lebih baik, agar para pekerja tidak berada pada kondisi yang lebih buruk. Kadar merkuri di rambut dapat merupakan biomarker yang dapat menggambarkan keberadaan merkuri (metil merkuri) yang ada dalam tubuh manusia³³. Kadar merkuri di rambut dapat digunakan untuk memperkirakan pajanan (jumlah yang diabsorpsi atau dosis internal) merkuri, efek-efek merkuri dan kerentanan individu.

Berdasarkan hasil analisis bivariat diketahui bahwa dari 6 variabel yang dianalisis, 2 variabel menunjukkan adanya hubungan yang bermakna antara variabel-variabel bebas dengan kejadian keracunan merkuri pada penambang emas tanpa izin (PETI). Sesuai

dengan tujuan penelitian penelitian maka pembahasan selanjutnya akan dibahas tentang masing-masing hubungan antara aktivitas dipenambangan, lama kerja/hari, masa kerja/tahun, kelengkapan alat pelindung diri (APD), kontinuitas penggunaan alat pelindung diri (APD), dan jumlah pemakaian merkuri/hari.

Dari hasil analisis univariat diketahui bahwa responden dengan aktivitas penambangan yaitu pengambil lumpur memiliki frekuensi tertinggi (43.9 %) dibandingkan dengan aktivitas lainnya yaitu pembakar amalgram (18 %), dan pencampur merkuri (17.1 %). Jenis aktivitas pengambil lumpur pada umumnya membutuhkan banyak penambang hal ini disebabkan pekerjaan mengambil lumpur merupakan pekerjaan berat. sedangkan untuk pembakar dan pencampur merkuri harus memiliki keahlian sendiri agar kadar emas yang diperoleh tidak berkurang akibat dari proses pencampuran dan pemabakaran dengan merkuri sehingga tidak merugikan penambang.

Hasil analisis bivariat antara jenis aktivitas pencampur dan pembakar merkuri dari 23 orang penambang yang mengalami keracunan diperoleh hasil 82.6 % dan 17.4 % penambang tidak mengalami keracunan. Jenis aktivitas pengambil lumpur diperoleh hasil bahwa dari 18 orang penambang, penambang yang mengalami keracunan sebanyak 77.8 % dan yang tidak mengalami keracunan 22.2 %. Dari hasil ini dapat dikatakan sebagian besar atau lebih dari 50 % penambang terkena keracunan merkuri, aktivitas pencampuran merkuri dan pembakaran amalgram merupakan aktivitas yang mempunyai presentase tertinggi terkena keracunan merkuri. Hal ini dapat disebabkan penambang yang mempunyai aktivitas pencampur dan pembakar melakukan kontak langsung dengan merkuri selain itu karena uap hasil pembakaran amalgram tersebut dihirup langsung oleh penambang sehingga masuk kedalam saluran pernafasan. Uap merkuri yang masuk dari

paru-paru dan berikatan dengan darah. Merkuri yang masuk kedalam tubuh akan ditransportasi dalam sel darah merah untuk diedarkan keseluruh jaringan tubuh⁹.

Analisis *chi-square* antara jenis aktivitas penambang dengan taraf keracunan memperoleh hasil yang tidak signifikan ($p= 0.698$) yang berarti tidak ada hubungan yang bermakna antara jenis aktivitas dengan taraf keracunan merkuri. Meskipun jenis aktivitas penambang dalam penelitian ini tidak ada hubungan dengan kejadian keracunan merkuri namun harus tetap diwaspadai karena jenis aktivitas pencampur dan pembakar amalgram dan pengambil lumpur akan berbeda terjadinya keracunan. Pencampur dan pembakar merkuri lebih rentan terkena keracunan karena melakukan kontak langsung dengan merkuri dan menghirup uap merkuri hasil pembakaran. Dengan menggunakan analisis *one-way anova* diperoleh bahwa tidak terdapat perbedaan kadar merkuri dirambut yang signifikan diantara tiga kelompok jenis aktivitas penambang, karena nilai F hitung < F tabel.

Cara masuk dari merkuri ke dalam tubuh turut mempengaruhi bentuk gangguan yang ditimbulkan, penderita yang terpapar dari uap merkuri dapat mengalami gangguan pada saluran pernafasan atau paru - paru dan gangguan berupa kemunduran pada fungsi otak. Kemunduran tersebut disebabkan terjadinya gangguan pada *cortex cerebri*. Garam - garam merkuri yang masuk dalam tubuh, baik karena terhisap ataupun tertelan, akan mengakibatkan terjadinya kerusakan pada saluran pencernaan, hati dan ginjal. Kontak langsung dengan merkuri melalui kulit akan menimbulkan dermatitis lokal, tetapi dapat pula meluas secara umum bila terserap oleh tubuh dalam jumlah yang cukup banyak karena kontak yang berulang - ulang³².

Hasil analisis bivariat antara lama kerja penambang dengan kejadian keracunan diperoleh hasil dari 32 orang penambang dengan lama kerja > 8 jam, 29 orang (90.6 %) penambang mengalami keracunan merkuri dan 4 orang (4.6 %) penambang tidak mengalami keracunan. Sedangkan penambang dengan lama kerja < 8 jam dari 9 orang penambang, terdapat 4 orang (44.4 %) penambang yang mengalami keracunan merkuri dan 5 orang (55.6 %) tidak mengalami keracunan merkuri. Hasil analisis *chi-square*, nilai 0.002, yang artinya terdapat hubungan bermakna antara lama kerja/hari dengan keracunan merkuri. Semakin lama penambang emas bekerja maka semakin lama durasi mereka untuk terpapar unsur dan senyawa merkuri, sehingga memungkinkan semakin besar penyerapan merkuri oleh tubuh baik melalui *inhalasi* maupun *absorpsi* dan semakin besar pula akumulasi kandungan keracunan merkuri pekerja tambang emas³³.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pekerja dengan jam kerja > 8 jam dalam sehari berisiko tinggi terjadinya keracunan merkuri karena merkuri digunakan secara kontinyu mulai pagi sampai dengan sore, dengan penggunaan yang secara kontinyu tersebut maka sangat dimungkinkan untuk kontak secara terus menerus selama durasi kerja mengingat merkuri dapat masuk ke dalam tubuh bisa melalui kulit dan saluran nafas. merkuri yang berada pada kulit akan masuk melalui pori-pori kulit dan masuk ke saluran darah. Pada suhu ambien (26^oC-30^o) merkuri anorganik akan menguap, bila penggunaan merkuri secara terus menerus maka akan dimungkinkan uap tersebut dapat masuk ke dalam tubuh melalui saluran nafas (*inhalasi*) dan pada akhirnya akan masuk ke saluran darah .

Lama kerja penambang emas di daerah Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas pada umumnya berkisar antara pukul 06.00 s/d 17.00, dengan waktu istirahat sekitar 1-2 jam yaitu sekitar pukul 12.00-14.00. Namun waktu ini tidak menentu terkadang lama kerja

antar penambang satu dengan lain berbeda tergantung dari pekerjaan dan kesulitan pada saat menambang. Menurut Suma'amur lama kerja/hari pekerja tidak boleh melebihi dari 4-5 jam. Lama kerja penambang emas di batas ketentuan jam kerja normal yang berlaku, yaitu 40 jam per minggu atau 8 jam kerja dalam sehari dengan 5 hari kerja⁹, bila aplikasi penambangan emas oleh pekerja berlangsung dari hari ke hari secara berulang dalam waktu yang sama, lama kerja/hari dapat memberikan gambaran intensitas keterpaparannya terhadap merkuri¹⁶.

Masa kerja penambang dikelompokkan menjadi 2 kelompok yaitu masa kerja kelompok > 10 tahun masa kerja dan kelompok < 10 tahun. Hasil analisis bivariat menunjukkan penambang dengan masa kerja > 10 tahun yang berjumlah 22 orang, 20 orang (90.9 %) mengalami keracunan dan hanya 2 orang yang tidak mengalami keracunan. Sedang penambang dengan masa kerja < 10 tahun yang berjumlah 19 orang, 13 orang (68.4 %) mengalami keracunan dan 6 orang (31.6 %) tidak mengalami keracunan. Hasil analisis *chi-square* untuk variabel masa kerja menunjukkan nilai $p=0.070$, hal ini menunjukkan tidak ada hubungan bermakna antara masa kerja/tahun dengan taraf keracunan merkuri pada penambang. Namun harus diwaspadai karena masa kerja yang lama memungkinkan penambang emas mengalami lebih lama pemaparan merkuri sehingga berpotensi untuk terjadi bioakumulasi merkuri di dalam tubuhnya, karena selain masa kerja yang lama perilaku dalam menambang dengan tidak memperhatikan keselamatan dan kesehatan kerja dapat pula berpotensi menyebabkan keracunan pada penambang emas tanpa ijin. Perilaku dalam hal ini misalnya tidak menggunakan sarung tangan ketika mencampur merkuri dan menggunakan alat makan sehari-hari sebagai tempat mencampur merkuri dan emas. Dari hasil korelasi antara masa

kerja penambang dengan kadar merkuri di rambut penambang diperoleh hasil dengan nilai $r = 0.193$, yang berarti hubungan lemah antara jumlah pemakaian merkuri/hari oleh penambang dengan kadar merkuri pada rambut penambang.

Kelengkapan alat pelindung diri (APD) penambang emas tanpa izin (PETI) masih sangat kurang, dalam penelitian ini diperoleh hasil distribusi frekuensi untuk kelengkapan alat pelindung diri (APD), penambang emas dengan alat pelindung diri lengkap berjumlah 5 orang (2.2 %) dan penambang emas dengan alat pelindung diri tidak lengkap berjumlah 36 orang (87.8 %). Hal ini menunjukkan kesadaran penambang emas untuk menggunakan alat pelindung diri (APD) masih rendah. Beberapa penambang emas merasa tidak nyaman menggunakan APD pada saat menambang. Masih banyak dijumpai penambang emas yang tidak menggunakan masker pada saat membakar amalgram, dan juga kebanyakan penambang tidak menggunakan sarung tangan ketika mencampur merkuri. Dari hasil wawancara dengan penambang, diperoleh beberapa alasan penambang tidak menggunakan alat pelindung diri (APD) :

1. Tidak nyaman digunakan karena akan menghambat pergerakan dan pekerjaan penambang.
2. Penambang sudah terbiasa sejak awal bekerja tidak menggunakan APD sehingga sulit untuk merubahnya.
3. Kurangnya informasi mengenai alat pelindung diri yang lengkap dan adekuat.

Analisis *chi-square* untuk kelengkapan alat pelindung diri (APD) dengan keracunan merkuri, menunjukkan penambang emas yang menggunakan alat pelindung diri lengkap dari 5 orang penambang, 3 orang (60 %) mengalami keracunan dan 2 orang (40 %) tidak mengalami keracunan. Sedangkan penambang emas yang menggunakan alat pelindung

diri tidak lengkap, presentase terkena keracunan merkuri lebih tinggi yaitu 83.3 %, tidak keracunan merkuri 16.7 %. Hasil analisis *chi-square* untuk hubungan variabel kelengkapan alat pelindung diri dan taraf keracunan diperoleh hasil nilai $p= 0.217$ yang berarti tidak ada hubungan yang bermakna antara kelengkapan alat pelindung diri dengan taraf keracunan merkuri.

Kontinuitas penggunaan alat pelindung diri (APD) oleh penambang emas tanpa izin (PETI) di Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas masih tergolong rendah. Hal ini berkaitan dengan pengetahuan penambang tentang pentingnya penggunaan alat pelindung diri secara kontinyu saat melakukan penambangan emas. Karena kurangnya informasi maka penambang sering mengabaikan penggunaannya hal ini berhubungan dengan pola kerja dari penambang yang bersifat tradisional sehingga terbiasa menggunakan peralatan seadanya. Dalam variabel kontinuitas penggunaan alat pelindung diri (APD), responden dikelompokkan menjadi 2 kelompok yaitu kelompok tidak kontinyu dan kelompok kontinyu. Dari 41 kasus kontinuitas penggunaan alat pelindung diri (APD) diperoleh data yang menunjukkan frekuensi kelompok tidak kontinyu lebih tinggi (85.4 %) jika dibandingkan dengan kelompok kontinyu (14.6 %).

Dari hasil analisis *chi-square* untuk kontinuitas penggunaan alat pelindung diri (APD) dengan keracunan merkuri, menunjukkan penambang emas yang menggunakan alat pelindung diri secara tidak kontinyu dengan jumlah penambang 35 mempunyai persentase 91.4 % mengalami keracunan, dan hanya 8.6 % yang tidak mengalami keracunan. Penambang yang menggunakan APD secara kontinyu berjumlah 6 orang, persentase penambang yang mengalami keracunan sebesar 16.7 %, dan 83.3 tidak mengalami keracunan. Hasil uji statistik *chi-square* memperoleh hasil nilai $p= 0.0000$ hal ini

menunjukkan ada hubungan bermakna antara kontinuitas penggunaan alat pelindung diri (APD) dengan kejadian keracunan merkuri. Penggunaan APD yang tidak kontinyu dapat meningkatkan tingginya paparan merkuri yang masuk kedalam tubuh sehingga berpotensi untuk terjadinya bioakumulasi merkuri didalam tubuh. Hal tersebut berpotensi menyebabkan keracunan merkuri pada penambang emas.

Dalam variabel jumlah pemakaian merkuri/hari, responden dikelompokkan menjadi 2 kelompok yaitu kelompok pemakaian merkuri > 0.25 ons dan kelompok pemakaian merkuri ≤ 0.25 ons. Dari 41 kasus jumlah pemakaian merkuri/hari diperoleh data yang menunjukkan frekuensi kelompok penambang dengan pemakaian merkuri > 0.25 ons/hari adalah 65.9 %, sedangkan frekuensi kelompok penambang emas dengan pemakaian merkuri ≤ 0.25 ons adalah 34.1 %. Jumlah pemakaian merkuri per hari yang digunakan oleh penambang emas tergantung dari emas yang diperoleh.

Dari hasil analisis *chi square* untuk jumlah pemakaian merkuri/hari dengan keracunan merkuri, menunjukkan penambang emas kelompok penggunaan merkuri/hari > 0.25 ons/hari berjumlah 27 orang, 77.8 % penambang mengalami keracunan dan 22.6 % tidak mengalami keracunan. Hasil uji statistik *chi-square* memperoleh hasil nilai $p= 0.543$, hal ini menunjukkan tidak ada hubungan bermakna antara jumlah pemakaian merkuri/hari dengan kejadian keracunan merkuri. Dari hasil korelasi antara masa kerja penambang dengan kadar merkuri di rambut penambang diperoleh hasil dengan nilai $r = 0.062$, yang berarti hubungan sangat rendah antara jumlah pemakaian merkuri/hari oleh penambang dengan kadar hg pada rambut penambang.

Walaupun jumlah pemakaian merkuri tidak memberikan kaitan yang signifikan terhadap keracunan merkuri namun penggunaan merkuri yang pada penelitian ini relatif tinggi yaitu antara 0.25 ons s/d 1 ons per hari. Kulit yang terkontak dengan merkuri, dapat menyebabkan merkuri terabsorpsi melalui pori, demikian juga bila merkuri tersebut menguap maka akan dapat terinhalasi masuk ke dalam paru-paru. Merkuri masuk ke dalam tubuh tidak hanya melalui pori kulit ataupun saluran nafas namun dapat juga melalui kontak cairan, misalnya lewat mata³⁴. Perilaku penambang dalam mencampur merkuri dan emas sangat berbahaya, dalam observasi yang dilakukan terlihat bahwa dalam proses pencampuran merkuri dan emas, dilakukan dengan menempatkan merkuri dan emas pada peralatan makan yaitu piring yang digunakan sehari-hari, hal ini dapat mengakibatkan merkuri melekat pada piring tersebut sehingga dapat masuk ke dalam tubuh penambang maupun anggota keluarganya.

Gejala penyakit yang timbul pada penambang emas tanpa izin (PETI) di Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas adalah gejala mudah lelah, gejala sakit kepala, gejala gemetar/menggigil dan gejala sendi-sendi kaku. Gejala mudah lelah umumnya dirasakan oleh penambang pada sekitar siang hari atau setengah hari kerja, pada umumnya para penambang menggunakan multivitamin seperti extrajoss atau kratingdaeng untuk meningkatkan daya tahan tubuh mereka. Penggunaan multivitamin ini hampir setiap hari. Gejala gemetar/menggigil biasanya dirasakan sewaktu musim hujan, karena dimusim hujan para penambang, kebanyakan penambang hampir setiap hari setelah bekerja akan merasakan gemetar atau menggigil seperti akan terkena demam. Sendi-sendi kaku juga dirasakan yaitu pada saat mengambil lumpur atau pun mencampur merkuri. Selain gejala penyakit yang disebutkan, sekitar 4 orang penambang mengatakan pernah mengalami kulit

kemerahan. Gejala penyakit tersebut dapat dikatakan gejala keracunan akut sampai kronis merkuri. Keracunan merkuri merupakan keracunan yang sangat berbahaya karena dapat mengakibatkan gangguan sistem syaraf pusat (*central nervous system*). Dari hasil wawancara para penambang dan dokumentasi Puskesmas hampir seluruh penambang setiap 1-2 bulan sekali terkena penyakit typhus atau malaria.

Keracunan akut timbul dari inhalasi dalam konsentrasi tinggi uap merkuri atau debu. Pneumonitis interstitialis akut, bronkitis dan bronkiolitis dapat timbul pada inhalasi uap merkuri secara akut. Jika konsentrasi uap merkuri cukup tinggi, pajanan menimbulkan dada rasa berat, nyeri dada, kesulitan bernafas, batuk. Pada ingesti menimbulkan gejala rasa logam, mual, nyeri abdomen, muntah, diare, nyeri kepala dan kadang-kadang albuminuria. Kematian dapat timbul kapan saja. Dalam tiga atau empat hari kelenjar liur membengkak, timbul gingivitis, gejala-gejala gastroenteritis dan nefritis muncul. Garis gelap merkuri sulfida dapat terbentuk pada gusi meradang, gigi dapat lepas, dan ulkus terbentuk pada bibir dan pipi. Pada kasus sedang, pasien dapat mengalami perbaikan dalam satu sampai dua minggu. Pada kasus lebih berat akan berkembang gejala-gejala psikopatologi dan tremor otot, ini akan menjadi tipe kronik dan gejala kerusakan neurologi dapat menetap. Toksisitas akut dari uap merkuri meliputi gejala muntah, kehilangan kesadaran, mulut terasa tebal, sakit abdominal, diare disertai darah dalam feses, oliguria, albuminuria, anuria, uraemia, ulserasi, dan stomatis. Toksisitas garam merkuri yang larut bisa menyebabkan kerusakan membran alat pencernaan, *exanthema* pada kulit, dekomposisi eritrosit, serta menurunkan tekanan darah³⁵.

Triad klasik pada keracunan kronik uap air raksa adalah eretisme, tremor, dan stomatitis. Gejala-gejala neurologis dan psikis adalah yang paling karakteristik. Gejala dini

nonspesifik (anoreksia, penurunan berat badan, sakit kepala) diikuti gangguan-gangguan yang lebih karakteristik; iritabilitas meningkat, gangguan tidur (sering terbangun, insomnia), mudah terangsang, kecemasan, depresi, gangguan daya ingat, dan kehilangan kepercayaan diri. Masalah-masalah yang sifatnya lebih serius seperti halusinasi, kehilangan daya ingat total, dan kemunduran intelektual, tidak terlihat kini. Tremor merkuri adalah tipe campuran (tremor menetap dan intensional), pertama kali tampak sebagai tremor halus kelopak mata yang tertutup, bibir dan lidah serta jari-jari. Tulisan tangan menjadi kacau, tidak teratur dan sering tak terbaca. Tremor tersebut berlanjut ke lengan dan akhirnya seluruh tubuh³⁶.

B. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dengan menggunakan desain *Cross Sectional* yang memiliki beberapa keterbatasan, antara lain :

1. Temporal relationship tidak jelas

Pada penelitian dengan desain *cross sectional*, variabel bebas dan terikat dilakukan pengukuran dalam satu waktu. Sehingga antara sebab dan akibat sulit diketahui.

2. Adanya recall bias

Salah satu ancaman bias dalam penelitian ini adalah *recall bias* (bias mengingat). Upaya untuk meminimalkan *recall bias* yang dilakukan peneliti adalah melakukan pelatihan pada pewawancara sehingga mampu mendapatkan informasi yang mendekati

keadaan yang sebenarnya. Pengaruh bias mengingat kembali bisa memperbesar atau memperkecil pengaruh paparan yang sesungguhnya.

3. *Interview* bias

Kesalahan pada saat melakukan wawancara. Kesalahan ini terjadi bila pewawancara kurang jelas memberikan pertanyaan atau hanya sekedar mengejar target jumlah responden saja. Cara mengatasinya dengan mengulang pertanyaan yang tidak jelas tersebut dengan bahasa yang lebih mudah dimengerti oleh responden tanpa merubah makna atau isi pertanyaan tersebut.

4. Situasi di daerah penambangan

Situasi di daerah penambangan pada saat dilakukan penelitian kurang kondusif, karena banyaknya razia dan tindakan penutupan secara tiba-tiba oleh pemerintah dan pihak kepolisian setempat sehingga para penambang merasa kurang nyaman tidak berani untuk memberikan informasi secara lebih mendalam terutama tentang gejala penyakit yang dirasakan.

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

A. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan masing-masing mengenai jenis aktivitas penambang, lama kerja, masa kerja, kelengkapan alat pelindung diri (APD), kontinuitas penggunaan alat pelindung diri (APD), dan jumlah pemakaian merkuri di kecamatan Gunung Mas, maka dapat disimpulkan :

1. Rata-rata umur penambang dalam penelitian ini adalah 32.5366 tahun dengan standar deviasi 5.35303.
2. Rata-rata kadar merkuri yang ditemukan di air di sungai dan sekitar lokasi penambangan adalah 0.0039150 (mg/l). Nilai ini melebihi nilai ambang batas (NAB) berdasarkan Permenkes No.907/2002 : Kadar merkuri dalam air minum dan Pemenkes No. 416/Menkes/Per/IX/1990 : Kadar merkuri dalam air bersih yaitu 0.001 mg/l.
3. Penambang emas di Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas mengalami keracunan sebesar 80.5 %, dengan rata-rata kadar merkuri di rambut 3.37649 $\mu\text{g}/\text{gr}$, telah melebihi nilai ambang batas yang diperbolehkan WHO yaitu 1-2 mg/kg.
4. Ada hubungan antara lama kerja/hari dengan keracunan merkuri pada penambang emas tanpa ijin (PETI) di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas, dengan nilai $p = 0.002$.
5. Ada hubungan antara kontinuitas penggunaan alat pelindung diri (APD) dengan keracunan merkuri pada penambang emas tanpa ijin (PETI) di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas, dengan nilai $p = 0.000$
6. Tidak ada hubungan antara jenis aktivitas penambang, masa kerja/tahun, kelengkapan alat pelindung diri (APD), dan jumlah pemakaian merkuri/hari dengan keracunan merkuri pada penambang emas tanpa ijin (PETI) di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas.
7. Gejala penyakit yang timbul dari penambang emas tanpa izin (PETI) adalah mudah lelah, sakit kepala, gemetar/menggigil, dan sendi-sendi kaku.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka penulis memberikan saran sebagai berikut :

a. Instansi Dinas Kesehatan dan Badan Lingkungan Hidup

1. Melakukan penyuluhan kesehatan kerja terpadu secara terus menerus dengan materi bahaya merkuri bagi kesehatan dan penatalaksanaan kegiatan penambangan emas tanpa izin, misalnya dengan menyebarkan brosur dan pamphlet tentang bahaya penggunaan merkuri, melakukan pertemuan dengan pimpinan masyarakat penambangan untuk menyampaikan informasi mengenai teknologi penambangan emas yang ramah lingkungan.
2. Pemerintah perlu membantu para penambang dan memberikan jalan keluar agar penambangan dapat dilakukan secara ramah lingkungan dan tidak membahayakan kesehatan masyarakat dan penambang yaitu dengan memberikan subsidi kepada penambang dengan menyediakan tempat penampungan limbah merkuri yang sudah digunakan agar limbah tersebut tidak langsung dibuang ke sungai tetapi dapat dicari jalan keluar dengan meningkatkan kembali kemampuan merkuri dalam memisahkan emas sehingga dapat dimanfaatkan kembali dalam proses penambangan selanjutnya.

b. Penambang

Diharapkan kesadaran penambang dalam upaya mengurangi dampak bahaya merkuri yaitu dengan lebih memperhatikan aspek kesehatan dan keselamatan kerja dalam proses penambangan emas yaitu dengan menggunakan alat pelindung diri secara lengkap dan adekuat untuk meminimalisir tingkat paparan merkuri.

c. Masyarakat

Diharapkan peran serta masyarakat dalam upaya mengurangi dampak dari pemaparan yang mengakibatkan keracunan merkuri dengan pola hidup bersih dan sehat misalnya dengan melakukan penyaringan terlebih dahulu sebelum menggunakan air sungai untuk keperluan mandi dan memasak.

DAFTAR PUSTAKA

1. Widowati W, Sastiono A, R Jusuf Raymond. Efek toksik logam “Pencegahan dan penanggulangan pencemaran. Penerbit Andi, Yogyakarta. 2008.
2. International Agency for research on cancer World Health Organization. Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans. Vol. 58. Beryllium, Cadmium, Mercury, and exposures in the glass manufacturing. 1993.
3. Dinas Pertambangan energi dan lingkungan hidup dan Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Palangkaraya. Inventarisasi dan indentifikasi kerusakan pencemaran lingkungan akibat peti di kabupaten Gunung Mas. 2005.
4. Sudarmaji, Adi Heru Sutomo dan Agus Suwarni. Konsumsi Ikan Laut, Kadar Merkuri dalam rambut, dan kesehatan nelayan di Pantai Kenjeran Surabaya. Universitas Airlangga. 2004.
5. Rudolf. Keluhan Gangguan Kesehatan pada Penambang emas tanpa izin dan masyarakat dalam kaitan dengan paparan merkuri di sekitar Sungai Kapuas Kecamatan Nangan Sepauk Kabupaten Sintang, Kalimantan Barat. Universitas Airlangga. 2004.
6. Bapedalda Provinsi Kalimantan Tengah dan PPLH Universitas Palangka Raya. Inventarisasi/Pendataan usaha pemerintah, swasta dan masyarakat yang dapat mengubah fungsi lingkungan di sepanjang DAS Kahayan. 2001.
7. Bapedalda Kalimantan Tengah dan PPLH Universitas Palangka Raya. Inventarisasi/pendataan pemanfaatan air raksa (Merkuri) oleh penambang emas tradisional dan pembeli emas di sepanjang DAS Kahayan. 2001.
8. UNIDO, UNDP, dan GEF. Laporan Akhir (Indonesia) Global Mercury Project. 2007.
9. Lubis Sari Halida. Toksisitas Merkuri dan Penanganannya. USU digitalized Library. 2002.
10. Palar Heryando. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta, Jakarta. 2008.
11. Inswiasari. Paradigma Kejadian Penyakit Paparan merkuri. Jurnal Ekologi Kesehatan Vol.7 No.2.2008; 775-785.
12. Clarkson W.T. The Three Faces of mercury. Environmental Health Perspectives. Vol.10, 2002.

13. A. Tri-Tugaswati, Athena F.B dan Agustina Lubis. Studi pencemaran merkuri dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat di daerah Munggu Kabupaten Indramayu. Badan Litbang Kesehatan Puslit Ekologi Kesehatan. 1997.
14. Section of Environmental Epidemiology & Toxicology Office of Public Health, Louisiana Department of Health & Hospital. Information For Health Care Professionals Mercury Exposure and Toxicity. 2008.
15. Yanuar A. Toksisitas merkuri disekitar kita. Departemen Farmasi FMIPA Universitas Indonesia. Jakarta. 2000.
16. Suma'mur P.K. Hygiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja. Jakarta. 1994.
17. World Health Organization. Environmental Health Criteria: Methyl Mercury; IPCS. Geneva. 1990.
18. Gradjean P *et al.* Umbilical Cord Mercury concentration as biomarker of prenatal exposure to methyl mercury : Environmental Health Perspectives. 2005.
19. Mahaffey R. Kathryn. Mercury Exposure : Medical and Public Health Issues. Transactions of the American Clinical and Climatological Association. Vol 116. 2005.
20. Gatot Wurdianto. Merkuri, bahayanya dan pengukurannya. Buletin Alara Volume 7. Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi BATAN. Jakarta. 2007.
21. Budiono, Sugeng, Jusuf, RMS, Pusparini, Andriana. Bunga rampai. Hiperkes dan KK. Hiegene perusahaan, ergonomic, kesehatan kerja, keselamatan kerja. Badan Penerbit Universitas Diponegoro Semarang. 2003.
22. Edward. Pengamatan kadar merkuri di perairan teluk Kao (Halmahera) dan perairan Anggai (Pulau Obi). UPT Loka Konservasi Biota Laut Tual, LIPI. Maluku Tenggara. Indonesia. 2008.
23. Tsuji S. Joyce *et al.* Evaluation of mercury in urine as an indicator of exposure to low levels of Mercury Vapor. Environmental Health Perspectives. Vol.111. 2003.
24. Carl Zekk. Occupational Medicine. Third ed. Mosby. USA. 1994.
25. Joseph La Dou. Occupational Medicine. Prentice-Hall International Inc. USA. 1990.
26. WHO. Deteksi Dini Penyakit Akibat Kerja. EGC. Jakarta. 1995.
27. Notoatmodjo, Soekidjo. Metodologi Penelitian Kesehatan. Rineka Cipta. Jakarta. 2005.
28. Badan Pusat Statistik Kabupaten Gunung Mas. Gunung Mas dalam angka 2008.

29. Badan Pusat Statistik Kabupaten Gunung Mas. Kecamatan Kurun dalam angka 2005. 2005.
 30. Pusat lingkungan hidup geologi Badan geologi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral dan Badan Lingkungan Hidup, Tata Kota dan Kebersihan Kabupaten Gunung Mas. Laporan akhir pekerjaan pemetaan geologi tata lingkungan untuk menunjang perencanaan penataan ruang dan pengelolaan lingkungan daerah Kecamatan Tewah, Kurun, dan Sepang. 2006.
 31. Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya. Laporan akhir studi penelitian sarana air bersih Kabupaten Gunung Mas. 2006.
 32. Adiwisastra. Keracunan, sumber, bahaya, serta penanggulangannya. Angkasa. Bandung. 1985.
 33. International Labour Office, Geneva. Pencegahan kecelakaan, Buku pedoman. Gramedia. Jakarta.
 34. R.L Lipnick. Persistent, bioacumulative, toxic chemicals. American Chemical Society. Anaheim CA. 1999.
 35. ATSDR. Toxicological profile of Mercury. Departemen of Health and Human Services. Centers for Disease and Prevention. Atlanta, 1999.
 36. Darmono. Lingkungan hidup dan pencemaran : Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta: 2008.
-