

## KESEHATAN MASYARAKAT DI WILAYAH TAMBANG EMAS KECAMATAN RATATOTOK DAN SEKITARNYA

### *The Public Health Status in The Gold Mining of Ratatotok Sub District and it's Surrounding*

FX. Sintawati<sup>1</sup>, Inswiasri<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pusat Teknologi Terapan Kesehatan dan Epidemiologi Klinik

<sup>2</sup>Pusat Teknologi Intervensi Kesehatan Masyarakat

Email: sintawati@litbang.depkes.go.id

Diterima: 22 Februari 2013; Direvisi: 24 April 2014; Disetujui: 30 Mei 2014

#### ABSTRACT

*There are two types of gold mining activities in Ratatotok sub district, namely traditional gold mining and company gold mining managed by PT Newmont Minahasa Raya which ended in 2006. The purpose of this study was to assess public health problem related to mercury exposures in this area. The result showed that biomarkers of mercury exposure among the community of Ratatotok were from inhaled mercury, not from ingested ones. Mercury concentrations in human hair were normal, however, mercury in human urine was above normal in 24.4% samples. The study concluded that public health problems didn't relate to inhalation of mercury ( $p > 0.05$ ). Therefore, other studies are needed to determine risks and health impacts suffered by Ratatotok people.*

**Keywords:** *Public health, mining area, Ratatotok*

#### ABSTRAK

Kegiatan tambang emas di kecamatan Ratatotok ada dua macam yaitu tambang emas rakyat dan tambang emas yang dikelola oleh PT Newmont Minahasa Raya. Yang dikelola oleh PT Newmont Minahasa Raya sudah selesai sampai tahun 2006. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji kesehatan masyarakat yang tinggal di sekitar wilayah tambang emas rakyat dan tambang emas yang dikelola PT Newmon Minahasa Raya yang terletak di Kecamatan Ratatotok dan sekitarnya. Hasil menunjukkan bahwa melalui deteksi biomarker masyarakat di kecamatan Ratatotok terpajan oleh Hg yang berasal dari udara, bukan dari jalur makanan (konsumsi ikan laut) ini terlihat dari kadar Hg dalam rambut 100% normal, sedangkan kadar Hg dalam urine ada 24,4% yang di atas normal. Gangguan kesehatan masyarakat yang serupa dengan gangguan karena pajanan Hg tidak disebabkan oleh pajanan Hg dari udara, tetapi ada faktor-faktor lain yang berpengaruh yang harus dipelajari dalam penelitian yang akan datang.

**Kata kunci:** Kesehatan masyarakat, wilayah tambang, Ratatotok

#### PENDAHULUAN

##### Latar belakang

Kesehatan masyarakat di wilayah kegiatan tambang emas dapat dideteksi seawal mungkin dari pemeriksaan biomarkernya. Untuk pajanan merkuri (Hg), yang melalui jalur makanan (biasanya dari konsumsi ikan yang terkontaminasi dimana pajanan Hg dalam bentuk Me-Hg), yang diperiksa adalah kadar Hg dalam rambut, sedangkan biomarker pajanan Hg melalui udara (pajanan Hg amalgam maupun Hg anorganik), yang diperiksa adalah kadar Hg dalam urine atau kadar Hg dalam darah (Inswiasri, 2010). Gangguan kesehatan yang

muncul bila telah terjadi pajanan dalam waktu yang lama adalah gangguan syaraf pusat (Tan *et al*, 2006; Thomas, 2002; WHO, 2001;). Efek dari Hg-organik adalah pada gangguan syaraf, walaupun organ lain juga terlibat seperti gastrointestinal, respiratori, hepatic, immunitas, kulit dan ginjal (Frery *et al*, 2001).

Dalam proses penambangan yang dilakukan secara tradisional oleh rakyat biasanya digunakan Hg amalgam untuk pengambilan emas dari bijih emas yang jumlahnya 2-3 kali dari yang dibutuhkan. Sedangkan pada proses penambangan yang dilakukan oleh PT Newmon Minahasa Raya,

akan menghasilkan logam-logam Hg dan As dari bahan tambang itu sendiri secara alamiah. Akibatnya bahan berbahaya ini kalau tidak dikelola dengan baik akan mencemari lingkungan (seperti udara, badan air, ikan). Audit kesehatan lingkungan yang pernah dilakukan pada tahun 2004 (Kusnopranto H. dkk, 2004) menyatakan bahwa: kadar Hg dalam air dari sumur gali yang berdekatan dengan sumber aktivitas penambang emas rakyat berkisar 0.34 – 4.37 ppb, di badan air sungai Ratatotok berkisar antara <0.001– 1.63 ppb, di muara Sungai Ratatotok berkisar 0.67 – 5.57 ppb, di hulu Sungai Buyat 12.00 ppb, di tempat aktivitas penambangan rakyat dan di air laut teluk Ratatotok dan Teluk Buyat berkisar 0.001 - 0.98 ppb. Sedangkan Standar Nasional (Permenkes No. 416/1990 dan criteria WHO Hg maksimum yang diperbolehkan dalam sumber air bersih = 1.00 ppb). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa telah terjadi pencemaran di sebagian tempat di sekitar daerah penambangan rakyat yang berada di Kecamatan Ratatotok dan sekitarnya. Pemeriksaan kadar Hg pada sedimen (16 sampel) yang diambil dari Sungai Ratatotok, Sungai Buyat dan muara sungainya berkisar antara 0.04 – 4.81 ppm (kadar Hg dalam tanah normal yang tidak tercemar menurut WHO, 1989 = 0.02 – 0.625 ppm). Konsentrasi rata-rata dalam sediment laut = 20 –100 µg/kg (µg/kg = ppb). Data di daerah lain sebagai perbandingan yaitu Hg dalam sedimen di Tetelu dan Pacitan = 28.098 – 69.855 ppm, lebih tinggi dari Buyat. Kadar Hg dalam ikan laut dari perairan teluk ratatotok dan teluk buyat = 0.017 – 0.136 ppm (standar maksimum yang diperbolehkan untuk Hg dalam ikan menurut WHO = 0.5 ppm). Menurut SK Badan Pengawasan Obat dan Makanan no 03725/B/SK/VII/1989 (BPOM, 1989) kadar Hg dalam sayuran adalah 0,04 ppm dan dalam ikan segar maksimum 0,5 ppm). Data lain kadar Hg dalam ikan di wilayah pertambangan di Jepang 0.2 – 4.5 ppm. Kadar Hg dalam darah masyarakat penambang = < 0.001 - 0.219 ppb dengan rata-rata 0.028 ppb. pada bukan penambang < 0.001 - 0.310 ppb dengan rata-rata 0.025 ppb. kadar Hg dalam urin untuk penambang = 0.100 - 113.5 ppb dengan rata-rata 13.192 ppb dan untuk yang bukan penambang = 0.140 - 40.220 ppb dengan rata-rata 7.804 ppb. Kadar Hg dalam rambut

penambang <0.001 - 7.39 ppm dengan rata-rata 1.148 ppm. Kadar Hg dalam rambut kelompok bukan penambang <0.001 - 27.25 ppm dengan rata-rata 2.29 ppm. Dari 120 orang sample, ditemukan 14.7 % (18 orang) dengan kadar Hg dalam urin > 15 ppb (15 ppb merupakan *background level* daerah kegiatan tambang menurut *American Conference of Governmental Industrial Hygienists -ACGHI*, 1998). Dari 18 orang tersebut satu di antaranya mengalami tremor, dengan kadar Hg dalam urin = 47.1 ppb ((Kusnopranto H. dkk, 2004).

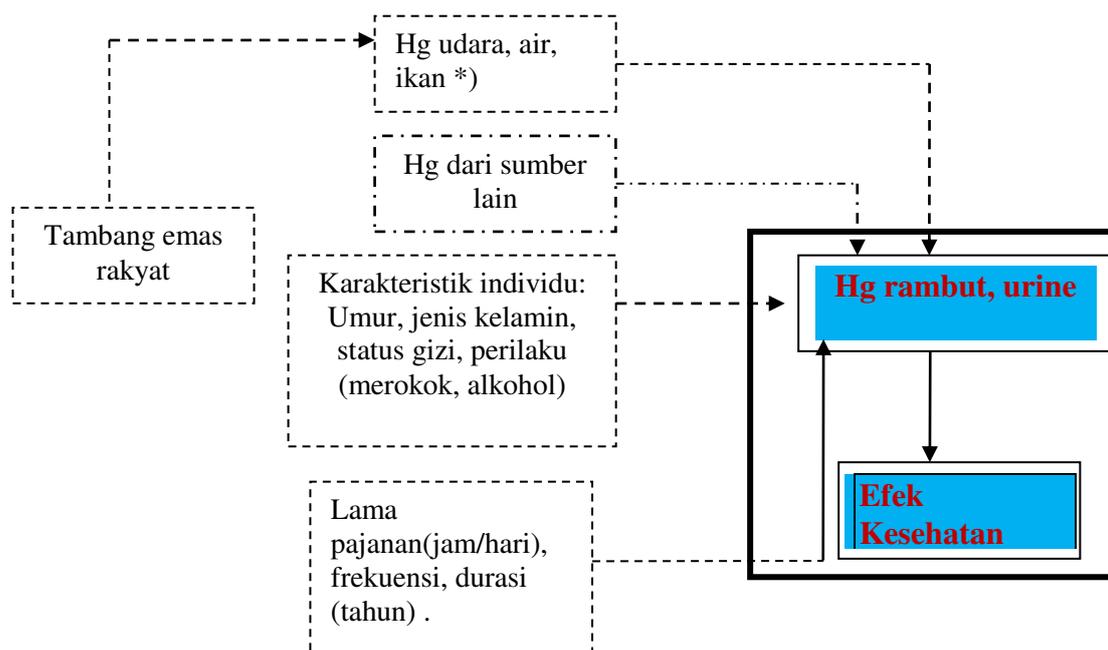
Merkuri dalam tubuh merupakan zat berbahaya karena menyebabkan gejala keracunan kronis yang permanen dan bersifat kumulatif dalam waktu yang lama. Keracunan uap Hg dan Me-Hg akan menimbulkan gangguan system susunan syaraf pusat seperti paraesthesia (sebagai gejala ringan), pandangan menyempit, pendengaran berkurang, berjalan limbung dan tremor. Sedangkan keracunan garam Hg anorganik akan menyebabkan *proteinuria*, atau *nephritic syndrome acute*, *necrosis* dan gagal ginjal. Gejala keracunan kronis tersebut bersifat permanen. Oleh karena itu perlu ada perlindungan kesehatan masyarakat dari pencemaran tersebut

Dengan latar belakang tersebut, dan dengan berakhirnya masa kontrak PT Newmon Minahasa Raya masalah yang perlu dikendalikan adalah kondisi kesehatan masyarakat di sekitar wilayah tambang PT Newmon Minahasa Raya yang terletak di Kecamatan Ratatotok dan sekitarnya. Dengan demikian tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji kesehatan masyarakat yang tinggal di sekitar wilayah tambang emas PT Newmon Minahasa Raya yang terletak di Kecamatan Ratatotok dan sekitarnya agar dapat diupayakan cara-cara pengendaliannya.

## BAHAN DAN CARA

Penelitian ini merupakan bagian dari “Penelitian Analisis Kesehatan Lingkungan Dan Kesehatan Masyarakat Di Sekitar PT. Newmont Minahasa Raya (Ratatotok Dan Buyat) Tahun 2011” yang menggunakan desain potong lintang. Persetujuan etik dari Komisi Etik Badan Litbangkes no.

KE.01.11/EC/585/2011 (Inswiasri dkk, 2012).

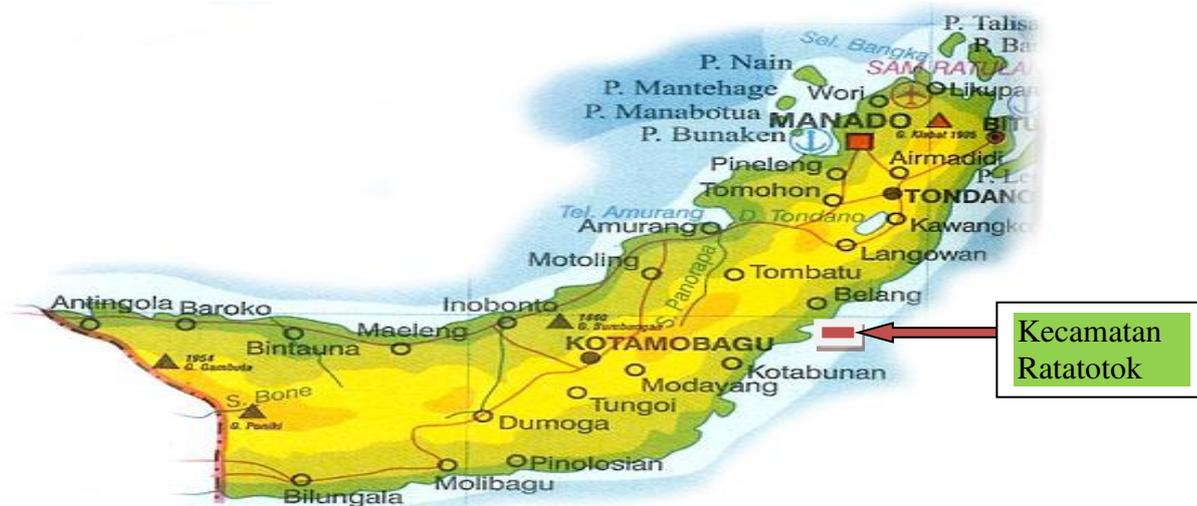


Gambar 1. Kerangka konsep penelitian

Di wilayah tambang emas rakyat diidentifikasi atau diukur kadar Hg dalam lingkungan yang meliputi kadar Hg dalam udara, air, dan ikan yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia yang tinggal di wilayah tersebut. Selanjutnya dihitung asupan Hg yang melalui udara, melalui air minum, dan melalui konsumsi ikan. Intake dibandingkan dengan dosis referensi atau dihitung risiko kesehatannya. Bila sudah melebihi angka satu (1) perlu dilakukan manajemen risiko untuk memperkecil risiko kesehatan tersebut.

Dilakukan pengukuran kadar Hg dalam rambut, dan urin untuk melihat bagaimana model pajanan tersebut dengan mempertimbangkan faktor faktor lain yang mempengaruhi seperti umur, jenis kelamin,

status gizi, perilaku merokok, minum minuman beralkohol, pola makan ikan dan lama pajanan. Namun dalam tulisan ini hanya disoroti tentang biomarker pajanan Hg yaitu kadar Hg dalam rambut (sebagai indikator pajanan Hg dari konsumsi ikan) dan kadar Hg dalam urine (sebagai indikator pajanan uap Hg yang digunakan dalam proses pengolahan tambang emas tradisional oleh rakyat). Selanjutnya menghubungkan antara indikator biomarker (Hg dalam rambut dan Hg dalam urine) dengan gangguan kesehatan yang muncul di masyarakat di wilayah Kecamatan Ratotok dan sekitarnya, Kabupaten Minahasa Selatan, Provinsi Sulawesi Utara seperti pada gambar di bawah.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Wilayah ini secara geografis letaknya pada ketinggian 2 – 5 m diatas permukaan laut (dpl), dengan luas wilayah 9 km<sup>2</sup>. Jarak dari ibukota propinsi (Manado) sekitar 150 km. Kecamatan Ratatotok terdiri dari 14 desa dengan jumlah penduduk 13.913 jiwa (BPS, 2010).

### Besar sampel

Dalam artikel ini tidak dihitung kebutuhan sampel minimum, namun menggunakan semua sampel yang didapat dari penelitian tentang Analisis Kesehatan Lingkungan Dan Kesehatan Masyarakat Di Sekitar PT. Newmont Minahasa Raya (Ratatotok Dan Buyat) Tahun 2011” yaitu terdiri dari 166 responden, 166 rambut, 166 urin, 52 sampel air, 30 sampel sayuran, 30 sampel ikan, 18 sampel udara (Inswiasri dkk, 2012).

Responden umur 15 – 50 tahun didapat dengan simple random sampling (menggunakan random dari komputer) berdasarkan daftar yang ada di Rukun Warga (RW) setempat. Setelah responden menandatangani *informed consent*, dicatat identitasnya dan dilakukan wawancara dengan menggunakan kuesioner yang telah disediakan. Selanjutnya responden ditimbang dengan timbangan badan dan diukur tingginya menggunakan microtois. Status gizi responden dihitung dengan menggunakan Indek Masa Tubuh (IMT) = berat badan (kg) dibagi dengan tinggi badan

(m<sup>2</sup>). Pemeriksaan kesehatan oleh dokter menggunakan pedoman pemeriksaan gangguan syaraf, diukur tekanan darah dan gula darah sewaktu, diminta biomarker rambut, dan urine untuk pemeriksaan kadar Hg. Terakhir responden diberi energen dan vitamin sebagai ucapan terima kasih (Inswiasri dkk, 2012).

### Cara pengambilan sampel biomarker

Sampel urin dan rambut sebagai biomarker terpajan Hg berasal dari konsumsi ikan dan pajanan uap Hg dari proses tambang emas secara kronis diambil dari responden. Pengambilan sampel menggunakan cara sampling *fixed-exposure sampling* yaitu dipisahkan dulu kelompok terpajan dan tidak terpajan, selanjutnya dilakukan random sederhana berdasarkan kerangka sampel (Bhisma Murti, 2003). Pengambilan sampel dilakukan oleh petugas/tim dan petugas dari Puskesmas Ratatotok dan Buyat yang telah dilatih.

### Sampel urin

Kepada responden yang sudah diambil rambut, diberi botol sampel 30 ml yang sudah steril dan diberi label identitas dirinya untuk memberikan urin yang ditempatkan pada botol tersebut. Selesai pengambilan spesimen, responden diberikan suplemen (energen dan vitamin ). Pemeriksaan Hg di laboratorium dengan

menggunakan alat HG 310 (*mercury analyzer*) dengan perlakuan awal mengikuti rekomendasi kondisi operasi *Microwave Digestion Multiwave 3000*.

### Sampel rambut

Tiap responden diambil sampel rambutnya kurang lebih 5 mg atau setebal satu batang korek api, digunting mulai dari pangkal rambut (dekat dengan kulit kepala) di bagian belakang telinga dan yang tersembunyi, kemudian sampel rambut tersebut dimasukkan ke dalam amplop atau

plastik dan ditulis identitasnya (nama, umur, jenis kelamin, tanggal pengambilan, kode lokasi). Sampel dikemas dan dibawa ke laboratonum Puslitbang Ekologi Kesehatan untuk pemeriksaan kadar Hg.

## HASIL

### Karakteristik responden

Karakteristik responden penelitian dapat dilihat dalam Table 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Karakteristik responden menurut jenis kelamin, pekerjaan, dan pendidikan di Ratatotok, tahun 2011

Karakteristik responden			
Jenis kelamin	Laki-laki	Perempuan	N
	49 (29.52%)	117 (70.48%)	166 (100%)
Pekerjaan	Petambang	Bukan Petambang	
	50 (30.12%)	141(69.88%)	166 (100%)
Pendidikan	< SD	>SD	
	90 (54.22%)	76 (45.78%)	166 (100%)

Jenis kelamin responden paling banyak adalah perempuan dibandingkan dengan laki-laki. Dalam hal pendidikan lebih banyak responden berpendidikan SD atau di bawahnya. Sedangkan pekerjaan sebagian besar adalah bukan petambang.

### Hasil pemeriksaan kadar Hg dalam urine dan rambut

Hasil pemeriksaan kadar Hg dalam urin, dan rambut responden di wilayah tambang di Kecamatan Ratatotok dan dan sekitarnya adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Kadar Hg dalam urin dan rambut responden di Kecamatan Ratatotok dan sekitarnya, tahun 2011

	n	Hg (ppm)	Standar WHO
Urin	166	0.018 – 48.92	4 µ/l (ppb)
Rambut	166	tt – 0.248	1 – 2 mg/kg (ppm)

Secara alamiah kandungan Hg di lingkungan adalah sebagai berikut: kadar total Hg udara adalah 10 – 20 ng/m<sup>3</sup> untuk udara ambien di kota. Kadar total Hg air permukaan adalah 5 ppt = 5 ng/l dan kadar total Hg dalam tanah sebesar 20 – 625 ppb. Menurut Kriteria WHO (1990), kadar Hg normal dalam darah 5 µg/l – 10 µg/l, di dalam rambut 1 mg/kg - 2 mg/kg sedangkan dalam urin 4 µg/l. Batas kadar Hg untuk muncul gangguan kesehatan dalam urin urin adalah 30 mg/g creatinin dan dalam rambut

adalah 50 ppm. Kadar Hg dalam urin kalau dibandingkan dengan pengukuran kadar Hg dalam urin pada tahun 2004 terlihat ada penurunan. Namun masih ada yang lebih tinggi dari kadar maksimum menurut WHO yaitu di atas 30 mg/g creatinin.

Kadar Hg dalam rambut responden di wilayah Ratatotok dan Buyat dalam batas normal. Hal ini menandakan bahwa pajanan Hg yang berasal dari ikan belum cukup terakumulasi dalam tubuh responden.

Bila kadar Hg dalam urin dan rambut dikelompokkan berdasarkan standar WHO, 1990 menjadi dua kelompok yaitu normal

dan di atas normal dapat dilihat seperti dalam Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kadar Hg dalam urine dan rambut responden di Kecamatan Ratatotok dan sekitarnya, tahun 2011

	n	Kadar Hg di atas normal (%)	Kadar Hg normal %
Urin	166	24.4	75.6
Rambut	166	0	100

Setelah dikelompokkan menjadi 2 kelompok yaitu batas normal dan batas di atas normal, ada 24.4 % kadar Hg dalam urin sudah melampaui batas normal. Sedangkan kadar Hg dalam rambut, semuanya masih dalam batas normal.

Dilihat dari gejala gangguan kesehatan yang ada di wilayah Ratatotok, 0,6% baal, 1,2% ataksia, dan 10,5% tremor, luas pandang menurun 8,7%, berjalan limbung 1,9%, pendengaran terganggu 3,1% di wilayah Ratatotok dan Buyat, Kram 33,1% di wilayah Ratatotok, Buyat, Soyowan. Rincian hasil pemeriksaannya adalah seperti pada Tabel 4.

**Pemeriksaan gangguan kesehatan masyarakat**

Tabel 4. Gangguan Kesehatan Responden di Kecamatan Ratotok dan sekitarnya, tahun 2011

Lokasi	n	Baal	Ataksi	Tremor	Penden- garan menur- un	Luas pandang menurun	Jalan limbung	Kram di kaki/tanga n
Ratatotok	87	1	2	17	4	14	3	45
Buyat	63	0	0	0	1	0	0	7
Soyowan	16	0	0	0	0	0	0	1
Jumlah	166 (100%)	1 (0.6%)	2 (1.2%)	17 (10.5%)	4 (3.1%)	14 (8.7%)	3 (1.9%)	53 (33.1%)

Gangguan kesehatan yang paling banyak dialami oleh responden di kecamatan Ratatotok dan sekitarnya adalah kram di kaki

dan tangan masing-masing sebesar 33.1% dan tremor 10.5%.

Tabel 5. Kadar Hg dalam urin berdasarkan pekerjaan responden di Kecamatan Ratatotok dan sekitarnya, tahun 2011

	n	Kadar Hg urine di atas normal (%)	Kadar Hg urine normal (%)
Petambang	18 (100.0%)	6 (33.3 %)	12 (66.7%)
Bukan petambang	112 (100.0%)	26 (23.2 %)	86 (76.8 %)
Total	130 (100%)	32 (24.6%)	98 (75.4%)

Di antara petambang yang diperiksa, ada 33.3% responden yang kadar Hg dalam urinya sudah di atas normal, sedangkan untuk responden yang pekerjaannya bukan

petambang hanya 23.2%. Selanjutnya untuk mengetahui adanya gangguan kesehatan berdasarkan kadar Hg dalam urin persentase

responden dengan gangguan kesehatan dapat dilihat dalam Tabel 6.

Tabel 6. Kadar Hg dalam urin dan gangguan kesehatan responden di Kecamatan Ratatotok dan sekitarnya, tahun 2011

	Gangguan Kesehatan	Tidak Gangguan kesehatan	jumlah	Uji X <sup>2</sup> P =
Hg Urin di atas normal	10 31,3%	22 68,8%	32 (100%)	0.370
Hg urin normal	37 36,6%	64 63,4%	101 100,0%	
Total	47 35,3%	86 64,7%	133 100,0%	

Dengan uji X<sup>2</sup>, hasil uji menunjukkan bahwa p = 0,370. Berarti gangguan kesehatan berdasarkan kadar urin tidak ada perbedaan. Gangguan kesehatan yang muncul disebabkan oleh faktor-faktor lain (tidak hanya pajanan Hg saja).

## PEMBAHASAN

Dilihat dari hasil pemeriksaan kadar Hg yang terdeteksi di lingkungan, di dalam darah, dan di dalam urin dibandingkan dengan kandungan Hg menurut Kriteria WHO (1990), adalah sebagai berikut: Kadar total Hg udara = 10 – 20 ng/m<sup>3</sup> untuk udara *outdoor* di kota. Kadar total Hg air permukaan = 5 ppt = 5 ng/l dan kadar total Hg dalam tanah 20 – 625 ppb; dikatakan kadar Hg normal dalam darah 5 µg/l – 10 µg/l, di dalam rambut 1 mg/kg - 2 mg/kg sedangkan dalam urin 4 µg/l (nilai tersebut ditetapkan untuk mencegah efek bahaya dari kadar Hg).

*Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) menghendaki pengusaha menyediakan *Material Safety Data Sheets* (MSDS) yang dapat digunakan sebagai pedoman penanganan terjadinya kecelakaan kerja akibat pajanan bahan berbahaya. Menurut *ACGIH*, (1999) kadar uap Hg di tempat kerja 0,05 mg/m<sup>3</sup> TWA (*time-weighted average*) agar tidak terjadi efek bahaya dari pajanan Hg di tempat kerja bagi pekerja yang bekerja maksimum 8 jam dalam sehari atau 40 jam dalam seminggu.

Pengaruh merkuri pada kesehatan bergantung pada bentuk senyawanya. Telah disebutkan bahwa senyawa Hg-anorganik

dan Hg-metali dalam *International Agency for Research on Cancer (IARC, 1993)* masuk grup tiga (3) yaitu kelompok bahan berbahaya yang tidak menimbulkan kanker pada manusia; sedangkan metilmerkuri dan senyawa-senyawanya masuk dalam grup 2B yaitu kelompok bahan berbahaya yang mungkin bersifat karsinogen terhadap manusia. Menurut WHO, 2001, 1990, 1976 merkuri merupakan neurotoksik yaitu racun terhadap system syaraf pusat (CNS). Efek dari Hg-organik adalah pada gangguan syaraf, walaupun organ lain juga terlibat seperti gastrointestinal, respiratori, hepatic, immunitas, kulit dan ginjal (Fisher *et al*, 2002).

Sistem syaraf adalah sensitif terhadap Hg. Kasus keracunan Hg yang telah terjadi di beberapa negara disebabkan karena makan ikan yang terkontaminasi MeHg, atau dari tepung yang terbuat dari biji-bijian yang diawetkan dengan senyawa Hg-organik sehingga MeHg menjadi bahaya permanen bagi otak dan ginjal. Bahaya permanen otak juga ditunjukkan pada pajanan Hg-metali dengan kadar yang cukup tinggi. Apakah pajanan Hg- anorganik membahayakan syaraf dan otak adalah belum tentu, karena Hg-anorganik tidak mudah masuk ke aliran darah yang diteruskan ke otak. Hg-metali dan senyawa Hg- anorganik berpengaruh di area otak yang berbeda sehingga menghasilkan bermacam-macam gejala. Gejala-gejala tersebut termasuk perubahan personalitas (iritabilitas, *shyness*, *nervousness*), tremor, pandangan menyempit, pendengaran menurun, hilang perasaan, sulit mengingat (WHO, 1990).

Berbeda bentuk senyawa Hg, berbeda pula dampak pada sistem syarafnya, karena distribusi di dalam tubuh tidak melalui jalan yang sama. Ketika menghirup uap Hg, langsung masuk ke peredaran darah dan dengan cepat diedarkan ke seluruh tubuh sampai mencapai otak. Menghirup atau menelan MeHg dalam jumlah besar juga akan menuju otak dan mempengaruhi sistem syaraf. Garam-garam Hg-anorganik seperti merkuri klorida tidak masuk ke otak secepat MeHg atau uap Hg (ATSDR, 1999).

Ginjal juga sensitif terhadap pengaruh Hg karena Hg terakumulasi dalam ginjal dan menyebabkan pajanan yang tinggi pada jaringan ginjal dan akhirnya berbahaya. Semua bentuk senyawa Hg dapat membahayakan ginjal jika jumlahnya cukup tinggi. Jika kadar Hg tidak terlalu tinggi, ginjal dapat membersihkannya.

Efek pada ginjal, Hg-anorganik dapat berbahaya pada perut dan pencernaan, menghasilkan gejala nausea, diare atau luka parah bila tertelan dalam jumlah banyak. Hanya sedikit informasi tentang dampak pada manusia yang terpajan oleh Hg-anorganik dalam jangka lama.

Bahaya pada mulut dan paru dapat juga muncul pada pajanan uap Hg dengan kadar rendah tetapi dalam jangka waktu yang lama (sebagai contoh pekerja yang sudah bekerja bertahun-tahun). Kadar Hg metal di udara tempat kerja pada umumnya lebih tinggi dari kadar normal udara pada masyarakat umumnya.

Dalam waktu yang pendek (jam) uap Hg yang tinggi di udara, akan berbahaya terhadap mulut dan mengiritasi paru-paru melalui jalur pernapasan, yang akan menyebabkan sesak nafas, rasa terbakar pada paru-paru dan batuk. Dampak lain dari pajanan uap Hg adalah *nausea*, muntah, diare, tekanan darah dan detak nadi naik, kulit menebal, dan iritasi mata.

Banyak penelitian pada manusia yang menghirup Hg metal dalam waktu panjang tidak berakibat untuk mempunyai anak. Penelitian-penelitian terhadap pekerja yang terpajan oleh uap Hg juga menunjukkan gejala kanker meningkat. Kontak kulit dengan Hg metal telah menunjukkan gejala reaksi alergi pada

beberapa orang (ATSDR, 1999). Efek akut pada paru terjadi pada pajanan uap Hg 1-3 mg/m<sup>3</sup>. Kadar uap Hg atau Hg-anorganik 0,05 mg/m<sup>3</sup> tidak menyebabkan intoksikasi pada para pekerja yang terpajan selama 8 jam kerja dalam 5 hari per minggu (WHO, 1986).

Uap Hg diabsorpsi secara lambat pada jalur pencernaan tetapi uap Hg diabsorpsi melalui pernapasan 75–85%. Gejala keracunan: batuk, sesak napas, *bronchitis*, *pneumonitis*, kapasitas menurun, pulmonari edema, kematian. Terhadap CNS dari dampak keracunan ditunjukkan adanya gejala-gejala respiratori.

Dilihat dari kadar Hg dalam rambut, termasuk kadar Hg normal tidak terpajan. Artinya kadar Hg dalam rambut yang dapat menggambarkan pajanan Hg dari ikan yang terkontaminasi Hg tidak terjadi.

Dilihat kadar Hg dalam urin, yang melebihi batas maksimum yaitu 35 ppm (kadar Hg urin per creatinin) ada 3 orang dari Ratatotok dan 1 orang dari Buyat. Pada 4 orang tersebut 2 orang belum mengalami gangguan kesehatan, 2 orang masing-masing mengalami kram dan luas pandang menurun. Namun bila dilakukan uji X<sup>2</sup> (Table 3 dan 6) terlihat bahwa masyarakat yang mengalami gangguan kesehatan yang gejalanya seperti keracunan Hg dari jalur makan ikan belum terbukti ditandai oleh kadar Hg dalam rambut (sebagai biomarkernya) tidak ada yang melebihi kadar Hg dalam rambut normal (tidak ada pajanan). Oleh karena itu perlu dilakukan analisis risiko kesehatan masyarakat dan analisis pajanan untuk masing-masing wilayah.

*Biomarker* disebut juga bio indikator atau petanda biologi adalah senyawa spesifik sebagai petanda biologi akibat adanya pajanan (kontak) dan terjadinya perubahan bahan, baik tingkat individu, maupun pada populasi masyarakat. *Biomarker* digunakan sebagai petanda organisme yang merefleksikan suatu interaksi antara sistem biologi dan agen lingkungan yang mungkin secara kimiawi, fisik atau biologi (WHO, 2001).

Ada 3 bentuk petanda biologi yaitu:

1. Petanda biologi 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. Petanda biologi 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. Petanda biologi kerentanan merupakan suatu indikator dari inheren atau kemampuan yang diperlukan dari organisme untuk merespon suatu tantangan dari pajanan bahan *xenobiotik*.

Petanda biologi dapat digunakan untuk memperkirakan pajanan (jumlah yang diabsorpsi atau dosis internal) dan efek-efek bahan kimia serta kerentanan pada individu, dapat diaplikasikan apakah dari makanan, lingkungan atau tempat kerja. Petanda biologi dapat juga digunakan untuk melihat hubungan sebab akibat dan dosis-respon dalam asesmen risiko, diagnosis klinis dan tujuan monitoring. Selain itu, Petanda biologi pajanan dapat juga digunakan untuk konfirmasi dan asesmen suatu pajanan pada individu atau pada populasi terhadap bahan khusus, memberikan hubungan antara pajanan luar dan dosis internal.

Petanda biologi dari efek dapat digunakan sebagai dokumen untuk perubahan prelinik atau dampak negatif kesehatan oleh pajanan eksternal dan akhirnya berkontribusi ke hubungan dosis-respon. Sedangkan petanda biologi kerentanan membantu menjelaskan derajat respons pajanan dalam individu (WHO, 2001).

Cara yang akurat dan reliabel untuk mengukur Hg dalam tubuh karena pajanan merkuri dan senyawanya adalah tes kadar Hg dalam darah, urin, rambut dan air susu ibu (Thomas, 2002; Kathryn, 2005; Grajean *et al*, 2005; Tsuji, 2005;). Tes ini untuk menghitung/ memperkirakan dampak negatif kesehatan yang akan muncul oleh pajanan merkuri dalam bentuk senyawa Hg yang berbeda-beda.

Kadar Hg darah dan urin digunakan sebagai petanda, apakah seseorang terpajan oleh Hg metal atau Hg-anorganik. Untuk pajanan MeHg, darah diambil beberapa hari

setelah pajanan, karena sebagian besar bentuk-bentuk Hg dalam darah akan turun 1/2 setiap 3 hari jika pajanan dihentikan (WHO, 2001). Oleh karena itu kadar Hg dalam darah merupakan informasi yang sangat bermanfaat untuk pajanan yang baru terjadi dibanding pajanan jangka panjang.

Rambut dan darah sebagai petanda keracunan MeHg. Untuk fetal, kadar Hg dalam rambut ibu dan dalam darah tali pusat sebagai petanda biologi. Ekskresi, MeHg diubah menjadi Hg-anorganik dan keluar melalui feces (ATSDR,1999; Grajean *et al*, 2005 ).

Pada pertengahan tahun 1980, di Amerika Serikat, mengestimasi bahwa Hg yang dikeluarkan oleh kegiatan tambang emas mencapai 2000 ton per tahun. Pencemaran ini utamanya melalui udara ketika proses pemijaran emas amalgam. Kandungan Hg di tempat pemijaran mencapai 15.499  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ( Hightower *et al*, 2003). Selanjutnya Hg yang dilepaskan ke udara ini mempengaruhi kadar Hg dalam urine masyarakat wilayah tersebut. Kadar tertinggi pada pekerja toko emas, kadar Hg dalam urin mencapai 1200  $\mu\text{g}/\text{l}$ . Hg dari kegiatan tambang mempengaruhi kehidupan ikan di sungai wilayah tersebut. Kadar Hg tertinggi dalam ikan mencapai 5.960 ng/g. Ketika ikan dikonsumsi oleh masyarakat, masyarakat akan terpajan Hg melalui ikan. Indikator pajanan Hg dari ikan adalah kadar Hg dalam rambut dan darah. Kadar Hg dalam rambut tertinggi 303  $\mu\text{g}/\text{g}$  (Olaf, 1998; Akagi *et al*, 2000; Doreo, 2003; Hightower *et al*, 2003; Hurtado *et al*, 2006). Jadi pajanan uap Hg ( $\text{Hg}^0$ ) menggunakan biomarker Hg dalam urin sedangkan pajanan MeHg dari ikan menggunakan petanda biologi Hg dalam rambut atau darah.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Indikator kesehatan masyarakat: dilihat dari kadar Hg dalam rambut yang merupakan biomarker pajanan Hg melalui rantai makanan (makan ikan), tidak membuktikan adanya pajanan melalui konsumsi ikan tercemar karena kadar Hg dalam rambut 100% normal. Dilihat dari kadar Hg dalam urin ada beberapa yang

kadar Hg dalam urinnnya menggambarkan pajanan akibat kerja sebagai petambang tradisional atau pajanan Hg dari udara yang sudah tercemar Hg, terlihat ada 24,4% responden dengan kadar Hg dalam urin di atas normal.

Dilihat dari gejala gangguan kesehatan yang ada di wilayah Ratatotok, 0,6% baal, 1,2% ataksia, dan 10,5% tremor, luas pandang menurun 8,7%, berjalan limbung 1,9%, pendengaran terganggu 3,1% di wilayah Ratatotok dan Buyat, kram 33,1% di wilayah Ratatotok, Buyat, Soyowan. Paling banyak responden yang mengalami gangguan kesehatan berasal dari wilayah Ratatotok. Dengan demikian wilayah Ratatotok perlu mendapat perhatian khusus dalam peningkatan kesehatan masyarakat.

Namun gangguan kesehatan ini belum dapat dikatakan karena pajanan Hg atau As, karena masih banyak faktor lain yang perlu dipertimbangkan dalam desain penelitiannya. Oleh karena perlu penelitian lebih lanjut dengan design kasus kelola atau kohor untuk menentukan penyebab penyakit atau gangguan kesehatan akibat dari kegiatan pengolahan tambang emas.

### Saran

Perlu diperhatikan bahwa wilayah Ratatotok dan Buyat merupakan wilayah pertambangan, maka bila tanah pertambangan tersebut diambil (ditambang) akan terjadi penguraian mineral tambang yang akan mengakibatkan lepasnya logam berat yang terkandung dalam mineral tersebut dan akan mencemari lingkungan. Oleh karena itu monitoring lingkungan dan indikator biomarker perlu dilakukan secara berkala untuk wilayah Ratatotok.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Bapak Kepala Pusat Teknologi Intervensi Kesehatan Masyarakat yang telah memberi kepercayaan kepada kami untuk melakukan penelitian ini. Juga kepada teman-teman di Laboratorium Kesehatan Daerah DKI, yang telah membantu dalam pemeriksaan Hg di Laboratorium.

### DAFTAR PUSTAKA

- Akagi H. and Akira N. (2000). Human exposure to mercury and the accumulation of methyl mercury that is associated with gold mining in the Amazon Basin, Brazil. *Journal of Health Science*, 46(5); 323 – 328, 2000.
- Allen Counter S., Leo H. Buchanan, Fernando Ortega , 2005: Mercury Level in Urine and Hair of Children in an Andean Gold-mining Settlement. International
- Bhisma Murti, 2003; Prinsip dan Metodologi Riset Epidemiologi. Edisi ke 2, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Doreo G. Jose *et al*, (2003). Mercury in hair and fish consumed by Riparian women of the Rio Negro, Amazon, Brazil. *International Journal of Environmental Health Research* 13(3), 239 – 248, September 2003.
- Frery N. *et al*, (2001). Gold- mining activities and mercury contamination of native communities in French Guiana. *Environmental Health Perspectives* May 2001.
- Gradjean Phillippe *et al*, (2005). Umbilical Cord Mercury oncentration as Biomarke of Prenatal Exposure to Methylmercury. *Environmental Health Perspectives* vol 111, no.7, July 2005.
- Hightower M. Jane and Dan Moore, (2003). Mercury levels in high-ehd consumers of fish. *Environmental Health Perspectives* vol. 111, no. 4, April 2003.
- Hurtado Jasmin, Gustavo F. Gonzales, Kyle Steenland, (2006). Mercury exposures in informal gold miner and relatives in Southern Peru. *International Journal of Occupation Environmental Health* 2006; 12: 340 – 345.
- Inswiasri dkk, 2012; Analisis Kesehatan Lingkungan Dan Kesehatan Masyarakat Di Sekitar PT. Newmont Minahasa Raya (Ratatotok Dan Buyat) Tahun 2011.(Laporan Penelitian). Pusat teknologi intervensi kesehatan masyarakat badan penelitian dan pengembangan kesehatan kementerian kesehatan republik indonesia.
- International Agency for Research on Cancer-IARC, (1993). IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 58. Beryllium, Cadmium, Mercury, and Exposures in the Glass Manufacturing Industry.
- Kathryn R. Mahaffey, (2005). Mercury Exposure: Medical and Public Health Issues. *Transactions of the American Clinical and Climatological Association*, vol. 116, 2005.
- Keputusan Badan Pengawasan Obat dan Makanan: no. 3725/B/SK/VII/89, tentang kadar maksimum bahan berbahaya dalam makanan dan minuman.
- Keputusan Menteri Kesehatan no 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang persyaratan kualitas air bersih.
- Kusnoputranto H. *et al*, (2004). Audit Kesehatan Masyarakat di Sekitar Tambang Emas Pantai Buyat, Kecamatan Ratatotok Timur,

- Kabupaten Minahasa Selatan, Sulawesi Utara. Laporan Penelitian.
- Olaf Malm (1998). Gold mining a source of mercury exposure in the Brazilian Amazon. *Environmental Research Section 77*: 73 – 78 , 1998.
- Risher J.F., Murray H.E., and Prince G.R., (2002). Organic Mercury Compounds: Human Exposure and its Relevance to Public Health. *Journal of Toxicology and Industrial Health*, 2002, vol.18, no. 3: 109 – 160.
- Thomas W. Clarkson, (2002). The Three Modern Faces of Mercury. *Environmental Health Perspectives*, vol. 110, Supplement 1, February, 2002.
- Tsuji S. Joyce et al, (2003). Evaluation of Mercury in Urine as an Indicator of Exposure to Low Levels of Mercury Vapor. *Environmental Health Perspectives* vol. 111 no. 4, April 2003.
- US Departement of Health and Services, Public Health Service (1999). Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Toxicological Profile for Mercury.
- World Health Organization, (1990). Environmental Health Criteria 101; Methyl- Mercury, IPCS, Geneva.
- World Health Organization, (2000). Environmental Health Criteria 214; Human Exposure Assessment. IPCS, Geneva.
- World Health Organization, (2001). Environmental Health Criteria 223; Neurotoxicity Risk Assessment for Human Health: Principles and Approaches, IPCS, Geneva.
- World Health Organization, (2001). Environmental Health Criteria 118; Inorganic Mercury, IPCS, Geneva.