

## PENCEMARAN DI WILAYAH TAMBANG EMAS RAKYAT

Inswiasri,\*Hendro Martono\*

### Abstrak

*Kajian tentang pencemaran di wilayah tambang emas rakyat perlu dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana kegiatan proses penambangan emas yang dilakukan oleh masyarakat berisiko mencemari lingkungan. Kajian dilakukan terhadap hasil penelitian di beberapa negara yaitu; Brazil, Equador, Peru Selatan, Nevada, California, Papua New Guinea, Ghana, Queensland Australia, Mongolia, Tanzania, Bolivia, Zimbabwe, Philipina, Lao PDR, Sudan, Afrika Selatan, Pilipina, Indonesia. Beberapa penelitian tentang tambang emas rakyat memfokuskan pada studi penggunaan bahan berbahaya logam Hg seperti, Hg yang terbuang ke lingkungan, kadar Hg dalam sumber air minum dan ikan. Dapat disimpulkan bahwa kegiatan tambang emas rakyat di berbagai wilayah mempunyai kesamaan yaitu menggunakan Hg untuk proses amalgamisasi. Akibat amalgamisasi tersebut, sering muncul pencemaran Hg di lingkungan pada saat amalgamisasi dan pemijaran sehingga mengkontaminasi sumber air minum dan ikan yang sangat diperlukan oleh masyarakat sekitar tambang. Oleh karena itu monitoring lingkungan sangat diperlukan sebagai peringatan dini bila terjadi pencemaran. Kajian tentang cost and benefit kegiatan tambang emas belum ada yang melakukan. Di masa mendatang kajian cost and benefit sangat diperlukan untuk dasar penyusunan kebijakan kegiatan tambang emas rakyat. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, disarankan untuk menjaga pencemaran jangan sampai meluas, perlu ada sentralisasi (tata ruang) kegiatan proses pengolahan tambang rakyat. Penggunaan alat (retort-amalgam) dalam pemijaran emas perlu dilakukan agar dapat mengurangi pencemaran Hg. Penyuluhan kepada masyarakat tentang bahayanya Hg perlu dilakukan. Bagi tenaga kesehatan perlu ada pelatihan surveilans risiko kesehatan masyarakat akibat pencemaran Hg di wilayah tambang emas rakyat.*

*Kata kunci: Tambang emas rakyat, pencemaran*

### Pendahuluan

Emas digunakan sebagai standar keuangan di banyak negara dan digunakan juga sebagai perhiasan serta elektronik. Penggunaan emas dalam bidang moneter dan keuangan berdasarkan nilai moneter absolut dari emas itu sendiri terhadap berbagai mata uang di seluruh dunia, meskipun secara resmi di bursa komoditas dunia, harga emas dicantumkan dalam mata uang dolar Amerika. Bentuk penggunaan emas dalam moneter lazimnya berupa bulion atau batangan emas dalam berbagai satuan berat gram sampai kilogram.

Dalam sejarah yang panjang dan berliku, saat ini emas tiba pada suatu masa baru dengan peluang dan bahaya. Harga emas saat ini melambung hingga \$ 500 per ounce (1 ounce = 28.3495 gr). Tetapi emas yang tersisa untuk

ditambang dari bumi memerlukan biaya pemulihan lingkungan yang sangat tinggi dan tak jarang lokasi penambangan tersebut berada di negara yang miskin .

Dewasa ini perusahaan-perusahaan emas menyerbu pelosok bumi dituntun oleh Bank Dunia. Bank Dunia merupakan lembaga utama yang bergiat menuntaskan kemiskinan dunia beranggapan bahwa perusahaan-perusahaan tambang multinasional akan membawa investasi, mendorong pembangunan jalan, sekolah dan pekerjaan, pada negara-negara yang tidak memiliki banyak modal selain sumber daya alam.

### Endapan Emas di Indonesia

Tambang emas terbesar dunia sesuai dengan peringkat, lokasi dan perusahaannya (lihat tabel 1).

\* Peneliti Puslitbang Ekologi dan Status Kesehatan

**Tabel 1. Tambang Emas Dunia Tahun 1999**

Ranking	Nama Tambang	Lokasi	Nama Perusahaan	Produksi emas (ton)
1.	Grasberg?Erisberg	Indonesia	Freeport	91,04
2.	Freegold	Afrika Selatan	Anglo American	60,44
3.	Val Reef's	Afrika Selatan	Anglo American	58,63
4.	Carlin	USA	Newmont	49,0
5.	Orientfontein	Afrika Selatan	Anglo American	46,73
6.	Betze Post	USA	Barrick	46,61
7.	West Deep	Afrika Selatan	Anglo American	43,86
8.	Cortez	USA	Placer Dome /RioTinto	35,4
9.	Twin Creeks	USA	Newmont	29,12
10.	Obuasi	Ghana	Lonmi	26,4
11.	Meikle	USA	Barrick	26,35
12.	Randfontein	Afrika Selatan	Consolidated African	26,0

Data pada tahun 1999

Potensi endapan emas terdapat di hampir setiap daerah di Indonesia, seperti di Pulau Sumatera, Kepulauan Riau, Pulau Kalimantan, Pulau Jawa, Pulau Sulawesi, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua.

Tambang Grasberg adalah tambang emas terbesar di dunia dan merupakan tambang tembaga ketiga terbesar di dunia. Tambang ini terletak di Provinsi Papua di Indonesia dekat latitude - 4,053 dan longitute 137,116 dan dimiliki oleh Freeport yang berbasis di Amerika Serikat. Pada tahun 2004, tambang ini diperkirakan memiliki cadangan 46 juta ton ounce emas.<sup>1</sup>

### Tambang Emas Rakyat

Adanya kegiatan penambangan emas ini, sering menimbulkan masalah lain yang menimpa kelompok masyarakat setempat yang pada umumnya hidup dalam kemiskinan dan tidak memiliki pendidikan cukup. Mereka ini juga memanfaatkan sumber daya alam yang ada seperti menambang emas yang diolah dengan cara yang sangat sederhana. Inilah yang disebut kelompok tambang emas skala kecil, tambang emas rakyat atau tambang emas tradisional atau PETI (Penambang Emas Tanpa Ijin).

Menurut PP no. 1 Mentamben tahun 1991 disebutkan bahwa tambang emas rakyat adalah

tambang emas yang dilakukan oleh masyarakat setempat secara individu maupun kelompok, dan secara turun temurun untuk menambah penghasilan. Kegiatan tersebut secara global ada di Brazil, Equador, Peru Selatan, Nevada, California, Papua New Guinea, Ghana, Queensland Australia, Mongolia, Tanzania, Bolivia, Zimbabwe, Philipina, Lao PDR, Sudan, Afrika Selatan, dan Indonesia. Di Indonesia, tambang emas rakyat tersebar sesuai sebaran endapan emas yaitu di Pulau Jawa, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, dan Papua.

Jumlah kegiatan tambang skala kecil di Indonesia ada 713 lokasi tersebar di Jawa, Sumatra, Kalimantan, dan Sulawesi dengan 60.000 penambang skala kecil.<sup>2</sup> Dari beberapa penelitian dapat diketahui berapa jumlah penambang skala kecil di berbagai tempat seperti dalam tabel 2. Biasanya penambang tinggal bersama keluarganya di lokasi pertambangan sehingga seluruh keluarga tersebut akan terpajan oleh bahan berbahaya yang berasal dari kegiatan tambang tersebut.

### Kegiatan Tambang Emas Rakyat

Kegiatan tambang emas skala kecil pada umumnya terdiri dari penggalian bahan tambang, penghancuran atau penghalusan, amalgamisasi, dan pemijaran.

**Tabel 2. Jumlah Penambang Emas Rakyat**

Lokasi	Waktu tahun	Jumlah Penambang (orang)
California	2004	500.000
Indonesia	2001	60.000
Mongolia	2004	100.000
Bolivia	1998	2.000
Brazil	1980	100.000
Zimbabwe	2003	500.000
Philipina	2002	ribuan
Afrika Selatan	2002	ribuan
Papua New Guinea	2004	> 2000

Pada saat penggalian ada yang menggunakan alat sederhana seperti skop atau cangkul, namun ada juga yang menggunakan tenaga hidrolis di mana bahan tambang disemprot dengan air bertekanan tinggi. Penyemprotan tersebut menjadikan bahan tambang yang berupa bongkahan atau partikel besar akan menjadi seperti bubuk. Bubur lumpur ini kemudian disedot dan dilewatkan dalam *licer* untuk mengambil mineral-mineral yang kaya akan emas. Bila penambang menggunakan sekop atau cangkul, mereka mengangkat bahan tambang tersebut dengan cara memasukkannya dalam karung, kemudian dihaluskan. Akhirnya bahan tambang tersebut diberi air dan Hg dalam suatu tromol yang diputar. Pada saat penggalian dan penghalusan akan terjadi kerusakan lingkungan secara fisik seperti misalnya terjadi kubangan-kubangan, perubahan aliran sungai atau ekosistem hutan yang terganggu.<sup>3</sup>

### Proses Amalgamisasi

Batuan yang mengandung emas dihancurkan menjadi debu emas, kemudian debu emas ini di tambah dengan Hg (Hg dituangkan ke dalam debu emas dan diaduk beberapa menit) agar menjadi emas amalgam. Amalgam emas ini selanjutnya dibakar secara terbuka atau dimasak dalam retort untuk menguapkan Hg guna mendapat emasnya. Penduduk setempat biasanya mengambil batu-batu yang mengalir di sungai yang masih mengandung emas untuk dihaluskan dan di masak di rumah masing masing.<sup>4</sup>

Cara menambang emas dapat dilakukan

dengan menggunakan tromol atau dengan menggunakan lanting (*sluicer*). Untuk penambang di wilayah Jawa, Sumatera, Sulawesi Utara pada umumnya menggunakan tromol (di Pongkor disebut Glondong), Di wilayah Kalimantan untuk penambang yang dekat dengan sungai menggunakan lanting, sedangkan penambang yang berada di dalam hutan (disebut dengan istilah daratan) menggunakan tromol.

Cara amalgamisasi dengan tromol, yaitu penambang mengambil tanah atau batuan yang mengandung emas yang biasanya dengan cara membuat lubang, kemudian penambang masuk ke dalam lubang tersebut untuk mengambil tanah yang mengandung emas, kemudian tanah dimasukkan ke dalam karung dan dibawa keluar, ke tempat pemrosesan (dekat sungai atau dekat rumah). Tanah tersebut ditumbuk sehingga menjadi ukuran yang lebih kecil/halus. Selanjutnya tanah yang sudah halus tersebut dimasukkan ke dalam tromol/glondong dengan ditambah air (1:1) dan ditambah Hg amalgam. Penambahan Hg sangat bervariasi, dari 1 ons (100 gr) hingga 1 kg Hg tergantung kandungan emas yang ada dalam bijihnya. Masyarakat cenderung menambahkan Hg dalam jumlah yang berlebih dengan maksud agar emas yang terikat lebih banyak. Di sisi lain penambahan Hg yang berlebih menyebabkan Hg yang terbuang ke lingkungan juga tinggi, kalau kadar emas yang terkandung dalam bijih tidak sebesar yang diharapkan (masyarakat mencoba-coba dengan mengharapkan hasil maksimal) Selanjutnya, tromol/glondong ditutup dengan rapat dan diputar 4 – 6 jam. Setelah diputar cukup waktu, emas amalgam dipisahkan dari batuan

yang tak berharga, air, dan Hg sisa dengan cara disaring. Pada saat penyaringan banyak Hg yang terbang ke lingkungan yang akhirnya terjadi pencemaran lingkungan. Emas amalgam yang dihasilkan dipijarkan/dibakar untuk memisahkan Hg dan emasnya. Waktu dibakar, Hg akan menguap dan mencemari udara yang juga terhirup oleh penambang yang membakar dan orang yang berada di sekitarnya.

Adapun amalgamisasi bijih emas dengan menggunakan lanting yaitu bijih emas yang terdapat di alam disemprot dengan air, kemudian dipompa menuju *sluicer* (seperti meja yang ditutup karpet dengan kemiringan  $\pm 30^\circ$  dan diberi penahan/ruas-ruas untuk menahan batuan berharga). Di *sluicer* inilah batuan berharga yang mengandung emas tertahan, sedangkan yang tidak mengandung emas terbang ke bawah. Selanjutnya batuan berharga yang tertahan di *sluicer* dituang ke *pan* atau baki dan diberi Hg, kemudian diaduk untuk proses amalgamisasi. Jumlah Hg yang ditambahkan juga bervariasi tergantung pada banyak sedikitnya batuan berharga yang didapat, tetapi tidak sebanyak pada proses di tromol. Selanjutnya disaring dengan kain dan diperas, yang tertinggal di dalam kain adalah emas amalgam. Emas amalgam yang terbentuk selanjutnya dibakar atau langsung dijual di toko emas setempat.<sup>5</sup>

### Proses Cianidasi

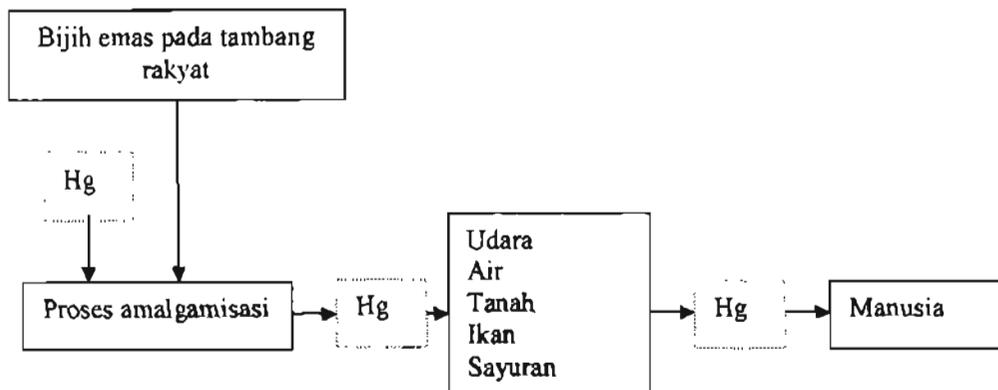
Cianidasi tidak banyak dilakukan. Di Indonesia hanya dijumpai di Talawaan/Tetelu, Sulawesi Utara. Proses ini digunakan setelah proses amalgamisasi, yaitu ampas/*tailing* proses

amalgamisasi ditambah kapur hingga pH = 10 dan ditambah NaCN kemudian diaduk. Bubur yang terjadi kemudian pada larutan/*leaching*nya ditambah carbon sehingga terbentuk carbon emas. Carbon emas akhirnya dibakar untuk memisahkan emas dan CO<sub>2</sub> ke udara.<sup>5</sup>

Sianida merupakan bahan berbahaya, dengan 1 sendok teh 2% sianida sudah dapat membunuh manusia. Untuk kehidupan akuatik ukuran ppb sudah dapat membunuh kehidupan akuatik. Industri tambang menggunakan sianida > 180.000 ton/tahun. Sianida disemprotkan pada gundukan bahan tambang, kemudian *leaching*nya yang kaya dengan sianida dikumpulkan dari bagian bawah. Proses ini dilakukan pada lingkungan terbuka di mana kadar sianida di lingkungan sekitar wilayah tambang tersebut mencapai 1,31 ppm yang sangat toksik untuk ikan.<sup>6</sup>

Pada saat amalgamisasi dan pemijaran terjadi pencemaran oleh Hg yaitu pada penggunaan Hg yang berlebih yang kemudian terbang, dan uap Hg dari pemijaran akan mencemari udara.

Hasil survei yang dilakukan pada tahun 2004 di sungai Boroo, Mongolia Utara melaporkan bahwa tambang emas di wilayah ini ada dua jenis, *hardrock* dan *placer deposit*. Penambang emas skala kecil di wilayah tersebut membawa bijih besi ke pedagang kecil atau kadang kadang amalgamisasi dilakukan *on the spot*. Jumlah penambang emas skala kecil meningkat menjadi 100.000 dalam 10 tahun. Di pedagang kecil, bijih emas yang dibeli dari pe-



Gambar 1. Alur pencemaran Hg Pada Proses Amalgamisasi

ambang skala kecil, ditambah Hg. 1 kg Hg untuk bijih 3-4 ton. Diperkirakan 30% merkuri terbuang ke lingkungan selama proses amalgamisasi. Merkuri yang tumpah di sungai Boroo tersebar seluas 1 km<sup>2</sup> dan terbawa sejauh 40 km.<sup>7</sup>

Sejak tahun 1985 di Bolivia kegiatan tambang emas skala kecil telah dimulai, dan sekarang jumlah penambang emas skala kecil mencapai 100.000 orang, dan yang tinggal di tempat pertambangan ada 500.000 orang (penambang beserta keluarganya). Tepatnya di San Simon yang berada 700 meter di atas permukaan air laut di Propinsi Itenez, Bolivia Timur di sana terdapat tambang emas skala kecil dengan produksi emas 10.000 kg/tahun dan 15 ton merkuri lepas ke lingkungan setiap tahunnya.<sup>8</sup>

Di Indonesia, tambang emas Grasberg merupakan tambang emas terbesar di dunia dan merupakan tambang tembaga terbesar ketiga di dunia. Namun di sisi lain ratusan bahkan ribuan penduduk pribumi dan pendatang menjadi penambang emas rakyat di sungai Kapur, di

pinggiran Timika untuk mencari peruntungan dengan mendulang emas di sejumlah lokasi di sungai yang menjadi tempat terbuangnya sebagian limbah penambangan emas tersebut. Para penambang rakyat mengaduk pasir di dasar sungai dengan menggunakan sekop, kemudian menampungnya di wajan penggorengan yang berdiameter 50 cm untuk didulang. Proses pendulangan akan memisahkan butir-butir emas dari lumpur dan pasir. Menurut sejumlah penambang rakyat, dalam sehari mereka bisa mendapat 2 - 3 gram serbuk emas yang dijual langsung ke toko emas di kota dengan harga Rp 100.000,- - Rp 120.000,- per gram.<sup>9</sup>

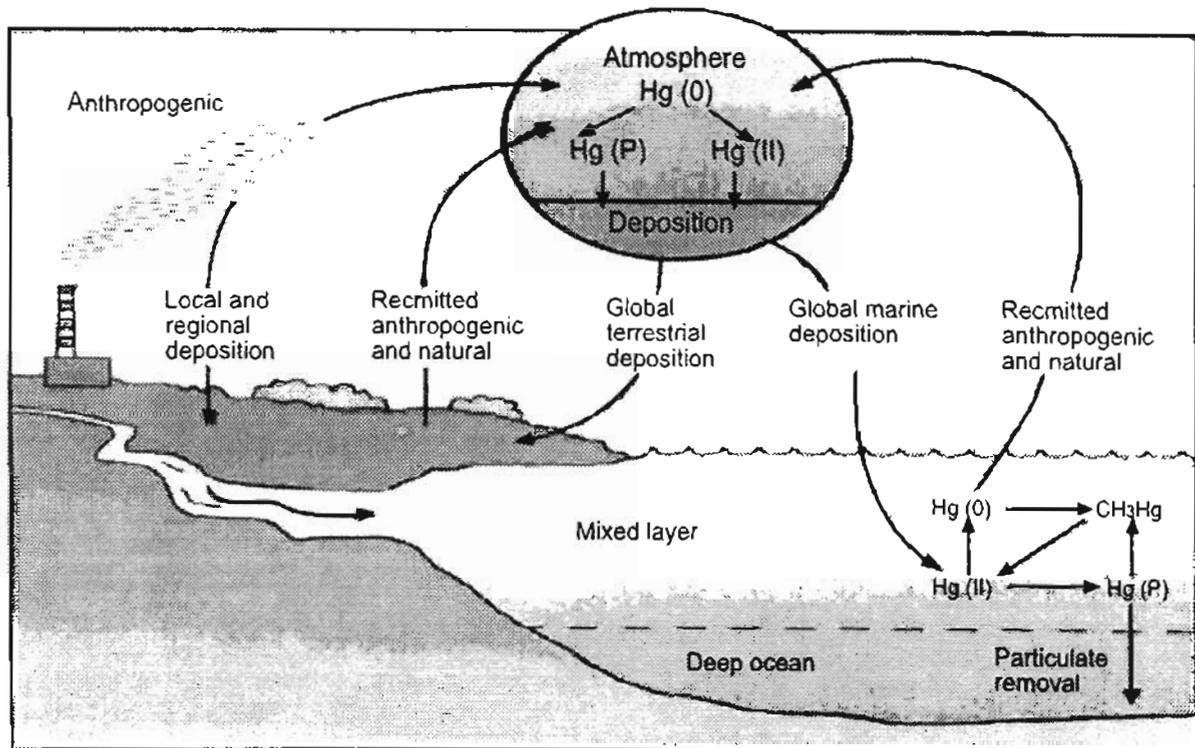
Menurut Dinas Kesehatan Provinsi Kalimantan Tengah, pada tahun 2006, kegiatan penambang emas rakyat di Provinsi Kalimantan Tengah tersebar di 12 kabupaten dengan jumlah penambang 33.150 orang.

Dari beberapa hasil penelitian dapat juga diketahui berapa kira-kira Hg yang terbuang ke lingkungan (tanah, air dan udara).

**Tabel 3. Jumlah Hg yang Terbuang ke Lingkungan**

Lokasi	Waktu tahun	Hg di lingkungan
California	1999	26.000.000 lb Hg digunakan dan 10% - 30% hilang ke lingkungan dan 3.000.000 lb digunakan dalam tambang hardrock
Indonesia	1998 - 2001	Talawaan Sulawesi Utara 267,8 kg/hari.  Pongkor 12 ton/tahun pada tahun 1998.  Dalam tanah di Pacitan 81,360 - 685,900 ppm.
Mongolia	2004	Digunakan 1 kg Hg dalam 3 -4 ton bijih emas dan 30% hilang ke lingkungan.
Bolivia	1998	Produksi emas 10.000 kg/tahun, merkuri 15 ton/tahun hilang ke lingkungan
Brazil	1980	Udara wilayah tambang 380 - 3.700 ng/m <sup>3</sup> (1998)
Peru	2006	Udara Tempat pemijaran 15.499 ug/m <sup>3</sup> Udara toko emas 2423,3 ug/m <sup>3</sup>
Ghana	2002	Hg di sungai Offin 41,6 ng/l - 420 ng/l

Sumber: 7, 8, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19



Gambar 2. Siklus Hg di Lingkungan

Tabel tiga tersebut mengisyaratkan bahwa jumlah dan kadar Hg yang besar telah terbang ke lingkungan wilayah tambang emas. Merkuri yang terbang ke lingkungan akan ditransformasi menjadi methyl merkuri oleh mikroorganisme dan akan bioakumulasi dalam ikan. Dari pengukuran kadar Hg di lingkungan diketahui bahwa di wilayah tambang emas rakyat kadar Hg sudah melebihi standar dan ini berisiko terhadap kehidupan di sekitarnya. Kriteria normal/standar 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,<sup>10</sup> Permenkes no 416/1990 kadar Hg dalam sumber air minum < 1 ppb. Menurut American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) kadar Hg uap di tempat kerja 0,05 mg/m<sup>3</sup> TWA. Karena rata-rata lingkungan tambang sudah tercemar, maka penelitian lebih jauh yaitu mengukur kadar Hg dalam ikan, air minum dan sayuran wilayah tambang sangat diperlukan untuk melindungi masyarakat di wilayah tersebut.

Gambaran migrasi dan transformasi Hg di lingkungan (lihat gb. 2).

Merkuri atau air raksa (Hg) muncul di lingkungan secara alamiah dan berada dalam beberapa bentuk yang pada prinsipnya dapat dibagi menjadi tiga bentuk utama yaitu:<sup>11,12</sup>

- Merkuri metal (*elemental mercury*) (Hg<sup>0</sup>) merupakan logam berwarna putih, berkilau dan pada suhu kamar berada dalam bentuk cairan. Logam ini biasa dikenal penggunaannya untuk termometer, dan tombol listrik. Pada suhu kamar akan menguap dan membentuk Hg uap yang tidak berwarna dan tidak berbau. Makin tinggi suhu, makin banyak yang menguap. Banyak orang yang telah menghirup Hg mengatakan bahwa terasa logam dimulutnya.
- Senyawa merkuri anorganik terjadi ketika Hg dikombinasikan dengan elemen lain seperti chlorine (Cl<sup>-</sup>), sulfur atau oksigen. Senyawa-senyawa ini biasa disebut garam-garam Hg. Senyawa Hg 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 organik terjadi ketika Hg bertemu dengan carbon atau organomerkuri. Banyak jenis organomerkuri, tetapi yang paling populer adalah methylmerkuri (dikenal dengan monomethylmercury)  $\text{CH}_3 - \text{Hg} - \text{COOH}$ . Pada waktu yang lampau, senyawa organomerkuri yang dikenal adalah phenylmerkuri yang digunakan dalam beberapa produk komersial. Organomerkuri lainnya adalah dimethylmerkuri ( $\text{CH}_3 - \text{Hg} - \text{CH}_3$ ) yang juga digunakan sebagai standar referensi tes kimia. Di lingkungan ditemukan dalam jumlah kecil namun sangat membahayakan bagi manusia dan hewan. Seperti senyawa Hg organik, Methylmerkuri dan phenylmerkuri ada dalam bentuk garam-garamnya seperti

methylmerkuri chloride dan phenylmerkuri acetat. Ketika murni, methylmerkuri dan phenylmerkuri merupakan kristal padat berwarna putih. Dimethylmerkuri ( $\text{CH}_3 - \text{Hg} - \text{CH}_3$ ) adalah cairan yang tidak berwarna.

Bentuk Hg yang ditemukan di lingkungan adalah Hg metal ( $\text{Hg}^0$ ), Chinabar ( $\text{Hg S}$ ), mercuric chloride ( $\text{HgCL}_2$ ) dan methylmerkuri ( $\text{CH}_3 - \text{Hg} - \text{COOH}$ ). Beberapa microorganisme (bakteri dan fungi) dapat mengubah senyawa Hg di lingkungan menjadi senyawa Hg organik yaitu methylmerkuri. Methylmerkuri ini diberi perhatian khusus karena sering ditemukan dalam air bersih dan ikan laut, mamalia laut dengan kadar yang lebih tinggi dari kadarnya dalam air.

Beberapa hasil penelitian yang mengukur kadar Hg dalam air minum, ikan, sayuran di wilayah tambang seperti terlihat dalam tabel 4.

**Tabel 4. Jumlah Hg yang Hilang keLingkungan**

Lokasi dan tahun	Hg dalam ikan dan sumber air minum	Kadar yang diperbolehkan
Indonesia (tahun 1998 - 2001)	kadar Hg dalam air tanah wilayah tambang emas di Talawaan 0,00498 mg/l, Hg dalam ikan 0,161 - 1,41 mg/kg,  Kadar Hg dalam ikan di Pacitan 0,033 ppm.  Kadar Hg dalam ikan dari Teluk Buyat berkisar antara 0,017 - 0,136 ppm (tahun 2001)	Kadar Hg pada beberapa sayuran yang diperbolehkan menurut SK Dirjen POM no. 03275/B/SK/VII/89 yaitu < 0,04 ppm. Dalam ikan < 0,5 ppm.  Standar Permenkes no. 907/Menkes/SK/VII/2002 maksimum Hg dalam air minum adalah 0,001 ppm.
Brazil (tahun 1998, 2000, 2003)	Kadar Hg tertinggi dalam ikan sungai mencapai 5.960 ng/g.  Kadar total Hg pada ikan sungai 0,08 - 3,82 ppm.  Kadar Hg dalam ikan rata-rata = 381,2 ng/g	
Ghana (tahun 2002)	Kadar Hg dlm air bersih rata-rata 148 ng/l	
Jepang	kadar Hg dalam ikan yang pernah diperiksa di wilayah pertambangan di Jepang berkisar antara 0,2 - 4,5 ppm.	

Sumber<sup>1, 15, 16, 18, 20</sup>

Bila dibandingkan dengan wilayah tambang emas rakyat yang lain di Indonesia, kadar Hg dalam ikan maupun air minum di Talawaan, Sulawesi Utara telah melebihi kadar yang diperbolehkan. maka perlu dilakukan analisis risiko untuk memprediksi bagaimana risiko kesehatan yang potensial muncul atau dilakukan penelitian terhadap biomarker efek.

Kasus keracunan Hg akibat kerja di tambang emas telah dilaporkan di Queensland Australia sebagai berikut:

Seorang anak berumur 19 tahun setelah 8 bulan bekerja di perusahaan tambang emas, anak tersebut menderita tremor dan fatigue karena terpajan Hg dari tempat kerjanya. Hasil pemeriksaan menyatakan bahwa anak tersebut menderita tremor, *dysdiadochokinesis* dan *mild rigidity*. Hg urine 24 jam terdeteksi 715 nmol/l (= 148 µg/l), sedangkan *no adverse effect* pada 250 nmol/l (50 µg/l). Setelah dipindahkan tempat kerjanya dari ruang peleburan, 7 minggu kemudian semua gejala tremor, *dysdiadochokinesis* dan *mild rigidity* hilang. Kadar Hg dalam urine 24 jam turun menjadi 160 nmol/l (= 32 µg/l). Hg udara dalam ruang pembakaran mencapai 0,533 mg/m<sup>3</sup> dengan suhu 20°C. Padahal sebelumnya Hg udara 0,021 mg/m<sup>3</sup> pada suhu 15 °C. Menurut ACGIH Hg uap di tempat kerja 0,05 mg/m<sup>3</sup> TWA.

### Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan beberapa hasil penelitian tentang tambang emas rakyat yang memfokuskan pada studi penggunaan bahan berbahaya logam Hg dapat disimpulkan bahwa kegiatan tambang emas rakyat di berbagai wilayah sama yaitu menggunakan Hg untuk proses amalgamisasi. Akibat amalgamisasi tersebut, sering muncul pencemaran Hg ke lingkungan pada saat amalgamisasi dan pemijaran sehingga mengkontaminasi sumber air minum dan ikan yang sangat diperlukan oleh masyarakat sekitar tambang. Oleh karena itu monitoring lingkungan sangat diperlukan sebagai peringatan dini bila terjadi pencemaran. Kajian tentang *cost and benefit* kegiatan tambang emas belum ada yang melakukan. Di masa mendatang kajian *cost and benefit* sangat diperlukan untuk dasar penyusunan kebijakan kegiatan tambang emas rakyat.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, disarankan untuk:

1. Menjaga pencemaran jangan meluas, perlu

ada sentralisasi (tata ruang) kegiatan proses pengolahan tambang rakyat.

2. Menggunakan alat (retort-amalgam) dalam pemijaran emas agar dapat mengurangi pencemaran Hg.
3. Melakukan penyuluhan kepada masyarakat tentang bahayanya Hg
4. Diadakan pelatihan bagi tenaga kesehatan tentang surveilans risiko kesehatan masyarakat akibat pencemaran Hg di wilayah tambang emas

### Daftar Pustaka

1. [http://id.wikipedia.org/wiki/Tambang\\_Grasberg](http://id.wikipedia.org/wiki/Tambang_Grasberg): Tambang Grasberg.
2. Clive Aspinall (2001): *Small-scale mining in Indonesia*. Report of MMSD Project, no. 79, September 2001.
3. Dave McCracken (1993): *Gold Mining in The 1990's, The Complete Book of Modern Gold Mining Procedures*. Published by Keene Industries, Northridge, California 91324.
4. Cathy Reto (2002): *Possible Mercury Poisoning in Aluvial Gold Miners in Porgera Valley, Papua New Guinea*. (Journal of Rural and Remote Environmental Health 1(1): 10 – 12.
5. Unido: *Communication of Environmental and Health Situation in Selected Gold mining Hotspots in Indonesia*. Country Task Force Meeting, Jakarta 15 Desember 2004.
6. \_\_\_\_\_: *Westerners for responsible Mining*. <http://www.bettermines.org/health.cfm>
7. Peter W. Uitterdijk Appel (2003): *Mongolia – from zero to 100.000 small-scale miners within less than 10 years*. Research report.
8. Norman S. Jennings (ed) (2007): *Small-scale gold mining: Example from Bolivia, Philippine & Zimbabwe*. Working paper of Industrial Activities Branch. <http://www.ilo.org/public/english/dialogue/sector/papers/goldmine/130el.htm> (13/03/2007).
9. Parsetyo Eko dan Agus Mulyadi (2005): *Mendulang Sisa Emas di Sungai Limbah*. <http://www.kompas.com/kompas-cetak/0512/17/Fokus>
10. World Health Organization (2000):

- 
- Environmental Health Criteria 214; Human Exposure Assessment.** IPCS, Geneva.
11. World Health Organization (1976); **Environmental Health Criteria 1, Mercury.**
  12. World Health Organization (2001); **Environmental Health Criteria 118; Inorganic Mercury.** IPCS, Geneva.
  13. Charles N. Alpers and Michael P. Hunerlach (2006): **Mercury Contamination from Historic Gold Mining in California.**  
<http://ca.water.usgs.gov/mercury/fs06100.html>, 2 april 2006
  14. Inswiasri, Sri Woewasti Soesanto, Tri-Tugaswati A, Lubis A., Anwar A., Sukar, Waluyo I., Suyitno, Elsa E.. (1999); **Pengembangan Model Penambangan Emas Rakyat Yang Aman Di Daerah Pongkor.** Kabupaten Bogor, Laporan.
  15. Inswiasri dkk (2002); **Pengembangan Model Pengelolaan Proses Pengolahan Tambang Emas Skala Kecil Berwawasan Kesehatan di Kec. Punung, Kab. Pacitan.** Laporan.
  16. Hirokatsu Akagi and Akira Naganuma (2000): **Human exposure to mercury and the accumulation of methylmercury that is associated with gold mining in the Amazon Basin, Brazil.** *Journal of Health Science*, 46(5); 323 – 328.
  17. Jasmin Hurtado, 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.
  18. Donkor A.K., V.K. Nartey, J.C. Bonzongo, D.K. Adotey (2006): **Artisanal Mining of Gold with Mercury in Ghana.** *West Africa Journal of Applied Ecology (WAJAE)* vol. 9, Jan – Jun 2006.
  19. Noriyuki Hachiya, Yukio Takizawa, Shun'ichi Hisamatsu, Touru Abe, Yuko Abe and Yutaka Motohasi (1998): **Atmospheric Mercury Concentrations in the Basin of the Amazon, Brazil.** *Environmental Health and Preventive Medicine* 2, 183 – 187, January 1998.
  20. Inswiasri, Sumarsinah, Ismail Iriani Malik, Supriyanto Margono (2001); **Laporan Kajian KLB Pencemaran Merkuri (Hg) dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Masyarakat di Propinsi Sulawesi Utara.** Laporan.