

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Unsur logam berat adalah unsur yang mempunyai densitas lebih dari 5 gr/cm<sup>3</sup>. merkuri (Hg) mempunyai densitas 13,55 gr/cm<sup>3</sup>. Diantara semua unsur logam berat, Hg menduduki urutan pertama dalam hal sifat racunnya, dibandingkan dengan logam berat lainnya, kemudian diikuti oleh logam berat antara lain Cd, Ag, Ni, Pb, As, Cr, Sn, Zn (Fardiaz, 2006).

Paparan merkuri dapat menimbulkan efek negatif bagi kesehatan, salah satunya yaitu berupa keracunan merkuri. Peristiwa keracunan merkuri terjadi di berbagai negara dan memakan banyak korban, baik korban cedera maupun korban meninggal. Beberapa peristiwa keracunan merkuri di dunia dalam era tahun 1960-an antara lain: peristiwa keracunan merkuri di Minamata-Jepang (*minamata disease*) pada tahun 1953-1960 sebanyak 111 orang meninggal dan cedera, peristiwa keracunan merkuri di Irak tahun 1961 sebanyak 35 orang meninggal dan 321 orang mengalami cedera, peristiwa keracunan merkuri di Pakistan Barat tahun 1963 sebanyak 4 orang meninggal dan 34 orang mengalami cedera, peristiwa keracunan merkuri di Guatemala (*pink disease*) tahun 1966 sebanyak 20 orang meninggal dan 45 orang mengalami cedera dan peristiwa keracunan merkuri di Nigata-Jepang tahun 1968 sebanyak 5 orang meninggal dan 25 orang mengalami cedera. Peristiwa keracunan di beberapa negara di dunia yang disebabkan oleh merkuri umumnya

berawal dari kebiasaan memakan makanan dari laut, terutama ikan, udang dan tiram yang telah terkontaminasi oleh merkuri dari buangan pertambangan dan industri (Palar, 2012).

Peristiwa keracunan merkuri di Indonesia salah satunya yaitu kasus Teluk Buyat tahun 2004, Newmont Mining Corporation di bawah cabangnya PT. Newmont Minahasa Raya memanfaatkan teluk ini sebagai penimbunan *tailing* (limbah pertambangan) untuk aktivitas pertambangan emasnya. Penduduk setempat di wilayah tersebut mengalami beberapa masalah kesehatan seperti penyakit kulit, tremor, sakit kepala serta pembengkakan di leher, betis dan pergelangan tangan. Merkuri dan arsen tertumpuk di berbagai organisme hidup di Teluk Buyat termasuk ikan yang dimakan setiap hari oleh penduduk setempat (WALHI, 2004).

Di Indonesia, pencemaran logam berat cenderung meningkat sejalan dengan meningkatnya proses industrialisasi. Sejak era industrialisasi, merkuri menjadi bahan pencemar karena merkuri dimanfaatkan semaksimal mungkin. Salah satu penyebab pencemaran lingkungan oleh merkuri adalah adanya *tailing*/ limbah pengolahan emas yang diolah secara amalgamasi (IARC, 2010).

Pada kegiatan usaha pertambangan emas tradisional, pengolahan bijih emas dilakukan dengan proses amalgamasi dimana merkuri digunakan sebagai media untuk mengikat dan memurnikan emas (Widhiyatna, 2005). Emas adalah logam yang dapat terlarut dengan merkuri, amalgam merkuri emas dipanaskan sehingga merkuri menguap meninggalkan logam emas dari campurannya. Sebanyak 10-30% merkuri

yang digunakan dalam kegiatan tersebut akan terlepas atau hilang ke lingkungan (Alpers *et al.*, 2007).

Pada pertengahan tahun 1980 di Amerika Serikat, mengestimasi bahwa merkuri yang dikeluarkan oleh kegiatan tambang emas mencapai 2000 ton pertahun (Malm, 1998). Pencemaran ini utamanya melalui udara ketika poses pemijaran emas amalgam. Kandungan Hg ditempat pemijaran mencapai 15.4  $\mu\text{g/l}$  (Jasmin *et al.*, 2006).

Elemental merkuri (HgO) maupun merkuri inorganik merupakan jenis merkuri yang digunakan untuk proses amalgamasi dalam pengolahan emas. Jalur masuk paparan elemental merkuri melalui tiga jalur yaitu oral, kulit dan inhalasi. Elemental merkuri yang masuk ke dalam tubuh melalui oral hanya akan diserap sebanyak  $<0.01\%$ , melalui kulit hampir tidak ada yang terserap dan melalui inhalasi terserap 80% (ATSDR, 1999). Elemental merkuri akan terserap oleh alveoli paru untuk kemudian ditransfer ke dalam darah dan disaring di ginjal dalam bentuk kation divalen ( $\text{Hg}^{2+}$ ), sebagian besar akan terakumulasi di ginjal dan sebagian kecil dieliminasi dalam urin (Palar, 2012).

Ginjal merupakan organ ekskresi utama cairan yang tidak digunakan lagi oleh tubuh. Suatu zat terhadap ginjal dipengaruhi oleh faal ginjal sebagai organ ekskresi, semua buangan yang berbentuk cairan atau larutan dikeluarkan melalui ginjal. Merkuri merupakan salah satu zat toksik yang menyebabkan kerusakan ginjal. Ginjal sangat peka terhadap logam karena membentuk kompleks atau khelat dengan ligan organik (Soemirat, 2009).

Aliran darah ke ginjal yang tinggi dan peningkatan konsentrasi produk yang di ekskresi diikuti reabsorpsi air dari cairan tubulus merupakan faktor utama yang mempengaruhi kepekaan ginjal terhadap zat-zat toksik (Underwood, 2004). Paparan zat toksik yang berulang akan menyebabkan terjadinya *Nekrotik Tubular Akut* (NTA) (Alpers *et al.*, 2007).

Kerusakan sering terjadi pada sel epitel tubulus proksimal karena merupakan tempat absorpsi dan mengkonsentrasikan racun, serta sangat peka terhadap anoksia dan rentan terhadap zat toksik (Rubin, 2009). Kerusakan tubulus menyebabkan retensi cairan, sehingga terjadi uremia, hiperkalemia, peningkatan ureum (BUN, Blood Urea Nitrogen) sekitar 25-30 mg/dl dan kreatinin 2,5 mg/dl (Cotran *et al.*, 2007).

Kreatinin adalah zat racun dalam darah, terdapat pada seseorang yang ginjalnya sudah tidak berfungsi dengan normal. Senyawa ini dihasilkan ketika terjadi kontraksi pada otot. Dalam darah, kreatinin dihilangkan dengan proses filtrasi melalui glomerulus ginjal dan diekskresikan dalam bentuk urin. Ginjal yang sehat menghilangkan kreatinin dari darah dan memasukkannya pada urin untuk dikeluarkan dari tubuh. Analisis kadar kreatinin dalam tubuh merupakan indeks medis yang penting untuk mengetahui kondisi laju filtrasi glomerulus, keadaan ginjal, dan berfungsinya kerja otot (Spiritia, 2009).

Saat ini penanda endogen yang paling sering digunakan adalah kreatinin serum, baik sendiri maupun dikombinasikan dengan urine tampung 24 jam untuk menentukan bersihan kreatinin. Beberapa faktor dapat mempengaruhi ketepatan penggunaan kreatinin untuk uji fungsi ginjal, seperti ketelitian dalam mengukur

jumlah urine 24 jam, usia, jenis kelamin, tinggi dan berat badan, inflamasi, massa otot, hormonal, ras, pengaruh massa otot terhadap produksi kreatinin endogen, asupan daging, aktivitas fisik, adanya sekresi kreatinin di tubulus ginjal, pengaruh obat-obatan menjadi masalah analitik metode pemeriksaan kreatinin (Lamb *et al.*, 2006).

Berbagai kekurangan pemeriksaan kreatinin membuat para ahli mengembangkan penelitian untuk mencari penanda endogen yang lebih akurat dalam mengukur Laju Filtrasi Glomerulus (LFG). Beberapa protein dengan berat molekul rendah telah diteliti sebagai penanda laju filtrasi glomerulus dan salah satunya adalah Cystatin C (Cys C) yang ditemukan di berbagai cairan tubuh manusia. Berbagai penelitian melaporkan bahwa pemeriksaan Cystatin C serum atau plasma lebih baik dari kreatinin sebagai penanda laju filtrasi glomerulus (Oh MS, 2007).

Biomarker didefinisikan sebagai kerusakan (alteration) di tingkat seluler, biokimiawi atau molekuler yang dapat diukur dalam media biologis seperti jaringan, sel atau cairan tubuh. Cairan darah menduduki posisi sentral baik sebagai alat mendistribusikan toksikan/xenobiotik ke seluruh tubuh dan juga sebagai organ target sasaran dari toksikan/xenobiotik. Cairan darah dapat digunakan sebagai sampel penelitian (sebagai jaringan pengganti atau surrogate) untuk merefleksikan organ target sasaran (Keman, 1997). Salah satu organ target elemental merkuri maupun inorganik merkuri adalah ginjal (MSDS, 2009)

Pemeriksaan kadar merkuri dalam darah dapat dilakukan dengan metode *Mercury Analyzer Cold Vapour* dan pemeriksaan Cystatin C serum dapat dilakukan

dengan metode *Particle-enhanced Turbidimetric Immunoassay* (PETIA) (Yaswir, 2012).

## 1.2 Kajian Masalah

Pengolahan emas tradisional di dua Desa Kecamatan Kokap Kulon Progo Yogyakarta telah ada sejak tahun 1977, dimana terjadi eksploitasi besar-besaran oleh masyarakat saat ditemukannya deposit emas yang letaknya tidak jauh dari permukaan tanah. Kegiatan pengolahan emas dilakukan oleh sebagian besar penduduk dengan jumlah penambang emas pada tahun 1997 sebanyak 50 orang. Kegiatan tersebut berlangsung hingga saat ini, meskipun jumlah penambang semakin berkurang menjadi 22 orang pada tahun 2014, karena dinilai sudah tidak seimbang antara penghasilan dengan biaya operasionalnya (Tim ADKL BBTKL dan PP Yogyakarta, 2014).

Pengolahan bijih emas di dua desa Kecamatan Kokap Kulon Progo Yogyakarta dilakukan dengan proses amalgamasi dimana merkuri digunakan sebagai media untuk mengikat dan memurnikan emas. Emas adalah logam yang dapat terlarut dengan merkuri, amalgam merkuri emas dipanaskan sehingga merkuri menguap meninggalkan logam emas dari campurannya (Widhiyatna, 2005).

Semua proses pencampuran dengan menggunakan merkuri seperti di atas, dilakukan oleh pekerja tanpa menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) lengkap seperti masker, sarung tangan karet, sepatu boot dan pakaian pelindung (Tim ADKL BBTKL dan PP Yogyakarta, 2014).

Risiko tinggi paparan merkuri pada pengolahan emas tradisional adalah pada saat proses amalgamasi dan pemijaran amalgam dimana pekerja dapat terpajan uap merkuri melalui inhalasi karena bijih emas yang telah diikat dengan merkuri akan dipanaskan pada suhu tinggi dan akan terjadi penguapan merkuri (Depkes RI, 2006).

Laporan kajian penyebaran merkuri akibat pengolahan emas tradisional di dua desa Kecamatan Kokap Kulon Progo Yogyakarta menjelaskan bahwa terdapat penurunan kualitas air (sumur) jika dibandingkan dengan Persyaratan Kualitas Air Bersih Permenkes RI No. 416/Menkes/Per/IX/1990 yang melebihi batas yang dipersyaratkan yaitu 0,001 mg/l, paparan merkuri di udara masih dalam batas normal yaitu dibawah 0,05 mg/m<sup>3</sup> untuk wilayah kerja dan 10-20 ng/m<sup>3</sup> untuk wilayah pemukiman (ACGIH, 1999). Kadar merkuri dalam darah penambang rata-rata melebihi batas normal yaitu > 5-10 µg/l (WHO, 2008) (Tim ADKL BBTCL dan PP Yogyakarta, 2006).

Laporan kajian penyebaran merkuri akibat pengolahan emas tradisional di dua desa Kecamatan Kokap Kulon Progo Yogyakarta menjelaskan bahwa terdapat paparan merkuri di air namun masih pada batas normal jika dibandingkan dengan Persyaratan Kualitas Air Bersih Permenkes RI No. 416/Menkes/Per/IX/1990 yaitu masih dibawah 0,001 mg/l. Kondisi tanah di semua titik pengambilan melebihi nilai 10 ppm yang artinya tanah yang diambil di semua titik tersebut telah terkontaminasi secara signifikan, maka seharusnya semua peruntukan lahan akan ditunda sampai tindakan site remediasi dilakukan hingga konsentrasi merkuri mencapai <10.0 ppm. Laporan kajian penyebaran merkuri akibat pengolahan emas tradisional di dua desa

Kecamatan Kokap Kulon Progo Yogyakarta juga menjelaskan bahwa terdapat keluhan kesehatan pengolah emas tradisional khususnya keluhan gangguan fungsi ginjal (Tim ADKL BBTKL dan PP Yogyakarta, 2014).

Penelitian terdahulu oleh Herianto Bangun (2014) menjelaskan bahwa terdapat pengaruh kadar merkuri terhadap fungsi ginjal pada penambang emas tradisional di Desa Pantan Luas Kecamatan Sawang Kabupaten Aceh Selatan dan penelitian oleh Joearnani Tresnati (2013) menjelaskan adanya perubahan jaringan ginjal ikan pari kembang (*Dasyatis kuhlii*) akibat paparan logam merkuri.

Berdasarkan penelitian terdahulu dan kajian yang dilakukan oleh Tim ADKL BBTKL dan PP Yogyakarta maka akan dilakukan penelitian mengenai pengaruh kadar merkuri dalam darah terhadap kadar Cystatin C serum dan keluhan gangguan ginjal pengolah emas tradisional di dua desa Kecamatan Kokap Kulon Progo Yogyakarta.

### **1.3 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian diatas maka dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:  
Apakah kadar merkuri dalam darah berpengaruh terhadap kadar Cystatin C serum dan keluhan gangguan ginjal pengolah emas tradisional di dua desa Kecamatan Kokap Kulon Progo Yogyakarta?

## **1.4 Tujuan Penelitian**

### 1.4.1 Tujuan umum

Menganalisis pengaruh kadar merkuri dalam darah terhadap kadar Cystatin C serum dan keluhan gangguan ginjal pengolah emas tradisional di dua desa Kecamatan Kokap Kulon Progo Yogyakarta.

### 1.4.2 Tujuan khusus

1. Mengukur kadar merkuri dalam darah pengolah emas tradisional di dua desa Kecamatan Kokap Kulon Progo Yogyakarta.
2. Mengukur kadar Cystatin C serum sebagai indikator adanya gangguan fungsi ginjal pengolah emas tradisional di dua desa Kecamatan Kokap Kulon Progo Yogyakarta.
3. Mengidentifikasi keluhan gangguan ginjal pengolah emas tradisional di dua desa Kecamatan Kokap Kulon Progo Yogyakarta.
4. Mengidentifikasi karakteristik responden seperti umur, masa kerja, status gizi dan penggunaan alat pelindung diri (APD) pengolah emas tradisional di dua desa Kecamatan Kokap Kulon Progo Yogyakarta.
5. Menganalisis pengaruh kadar merkuri dalam darah terhadap kadar Cystatin C serum, keluhan gangguan ginjal dan karakteristik pengolah emas tradisional di dua desa Kecamatan Kokap Kulon Progo Yogyakarta.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

### 1.5.1 Manfaat terapan

Sebagai informasi kepada pengolah emas tradisional mengenai pengaruh kadar merkuri dalam darah terhadap kadar Cystatin C serum dan keluhan gangguan ginjal sehingga dapat dilakukan upaya pencegahan dan proteksi diri.

### 1.5.2 Manfaat Keilmuan

Sebagai tambahan referensi dalam bidang keilmuan dan penelitian khususnya kesehatan lingkungan mengenai pengaruh kadar merkuri alam darah terhadap kadar Cystatin C serum dan keluhan gangguan ginjal pengolah emas tradisional sehingga dapat dikembangkan untuk penelitian lebih lanjut.