

**ANALISIS RISIKO PENCEMARAN MERKURI TERHADAP
KESEHATAN MANUSIA YANG MENGONSUMSI BERAS DI SEKITAR
KEGIATAN TAMBANG EMAS TRADISIONAL
(STUDI KASUS: DESA LBAKSITU, KECAMATAN LBAKGEDONG,
KABUPATEN LBAK, BANTEN)**

***RISK ASSESSMENT OF MERCURY CONTAMINATION TOWARDS THE
HUMAN HEALTH OF THE PEOPLE WHO CONSUME THE RICE
GROWING IN THE VICINITY OF ARTISANAL AND SMALL-SCALE
GOLD MINING ACTIVITIES (CASE STUDY: DESA LBAKSITU,
KECAMATAN LBAKGEDONG, KABUPATEN LBAK, BANTEN)***

***¹Caecilia Ardianovita Pratiwi dan ²Herto Dwi Ariesyady**

Program Studi Magister Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha 10 Bandung 40132
e-mail: ¹caecilia.ardianovita@yahoo.com dan ²herto@ftsl.itb.ac.id

Abstrak: Kegiatan tambang emas tradisional berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan akibat penggunaan merkuri, seperti yang dilakukan di Desa Lebaksitu, Kecamatan Lebakgedong, Kabupaten Lebak, Banten. Merkuri digunakan sebagai pengikat unsur emas dalam proses amalgamasi. Pencemar merkuri yang masuk ke lingkungan dapat menyebar ke daerah sekitarnya melalui air, penyerapan oleh tumbuhan dan bioakumulasi pada rantai makanan. Dari hasil analisis Hg di dalam tanah diperoleh kisaran nilai 15.200 – 226.894 ppb untuk daerah Lebaksampai, 4.275 - 93.925 ppb untuk daerah Lebaktenjo, dan 15.881 – 102.888 ppb untuk daerah Lebakpari. Tanaman padi yang tumbuh pun memiliki kandungan Hg yang tinggi. Sebagian besar sampel beras yang diperiksa mengandung lebih dari 0,05 ppm merkuri sehingga berisiko terhadap kesehatan penduduk. Penyebaran kuesioner terhadap 30 rumah dengan 126 orang responden didapat data jumlah konsumsi, frekuensi paparan, dan berat badan untuk perhitungan ADD dan HI. Nilai ADD yang didapat berkisar antara 0,825 – 2,177 ppb/hari untuk anak perempuan berusia dibawah 13 tahun, sedangkan untuk anak laki-laki berkisar antara 0,840 – 2,177 ppb/hari. Untuk orang dewasa, nilai ADD wanita berkisar antara 0,356 – 0,800 ppb/hari dan nilai ADD pria berkisar antara 0,327 – 0,816 ppb/hari. Sedangkan untuk manula di atas 60 tahun, nilai ADD wanita sebesar 0,712 dan pria sebesar 0,506 – 0,632. Dengan menggunakan nilai reference dose 0,3 ppb/hari, didapat nilai HI. Nilai HI yang didapat untuk seluruh responden lebih dari 1 atau konsumsi tersebut dapat berpotensi menimbulkan efek non-karsinogenik.

Kata kunci: amalgamasi, analisis risiko, pencemaran merkuri, tambang emas, tanaman padi

Abstract: Artisanal and small-scale gold mining activity has the potential to cause environmental pollution as a result from the use of mercury, as is done in Desa Lebaksitu, Kecamatan Lebakgedong, Kabupaten Lebak, Banten. Mercury is used as a binding element in the gold amalgamation process. Mercury contaminant which enter the environment can be spread to the surrounding area through the water, absorption by plants and bioaccumulation in the food chain. From the analysis, Hg values in soil obtained in the range of 15,200-226,894 ppb for the Lebaksampai, 4,275-93,925 ppb for Lebaktenjo, and 15,881-102,888 ppb for Lebakpari. Growing rice plants also have a high content of Hg. Most of the rice samples contain more than 0.05 ppm, this result could risk residents health. From the questionnaires to 30 homes, with 126 respondents, obtained data on the number of consumption, frequency of exposure, and weight for calculation of ADD and HI. ADD values obtained in the range of 0.825-2.177 ppb/day for girls under 13 years old, whereas for boys ranged from 0.840 to 2.177 ppb/day. For adults, the value of ADD women ranged from 0.356 to 0.800 ppb/day and men ADD values ranged from 0.327 to 0.816 ppb/day. As for the elderly over 60 years, the value of ADD women is of 0.712 and men ranged from 0.506 to 0.632. HI values obtained by using the reference dose value 0.3 ppb/day. HI values obtained for all respondents is more than one or consumption could potentially lead to non-carcinogenic effects.

Keywords: amalgamation, gold mining, mercury contamination, rice plant, risk assessment.

PENDAHULUAN

Sutisna *et al.* (1989) dalam Herman (2009), telah melakukan penyelidikan pendahuluan mineralisasi emas di daerah Jasinga, Gunung Bulgir Putih dan Leuwiliang, Kabupaten Bogor, Jawa Barat dan mendapatkan hasil bahwa daerah Cisoka dan Cihinis-Muara merupakan salah satu daerah berprospek mineralisasi logam. Dengan adanya penambangan emas, dampak lain yang muncul adalah banyaknya pengolahan emas berupa gelundung-gelundung yang tersebar di daerah tersebut, salah satunya di Desa Lebaksitu, Kecamatan Lebakgedong, Kabupaten Lebak, Banten.

Penambangan emas oleh masyarakat dilakukan secara tradisional, dengan proses pengolahan menggunakan peralatan sederhana yang dapat memberikan penghasilan cukup bagi masyarakat sekitar, namun di sisi lain kegiatan ini dapat berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan akibat penggunaan merkuri. Pencemaran akan semakin membahayakan kesehatan manusia apabila unsur merkuri dalam badan air berubah secara biokimia menjadi senyawa metil-merkuri.

Merkuri merupakan logam berat dan bersifat unik karena tidak dapat mengalami degradasi baik secara biologis maupun kimiawi sehingga dampaknya bisa berlangsung sangat lama. Logam dapat mengalami transformasi sehingga dapat meningkatkan mobilitas dan sifat racunnya. Hal ini menjadi perhatian karena dapat menjadi potensi polusi pada permukaan tanah maupun air tanah dan dapat menyebar ke daerah sekitarnya melalui air, penyerapan oleh tumbuhan dan bioakumulasi pada rantai makanan (Juhaeti *et al.*, 2009).

Di Cina, konsentrasi rata-rata merkuri organik pada padi di sekitar pabrik kimia dan tambang merkuri tambang Guizhou sekitar 0,085 mg/kg. Penelitian tersebut juga menyebutkan bahwa orang yang mengonsumsi beras dari daerah tersebut dengan berat 60 kg hanya bisa mengonsumsi sekitar 12 gram beras per hari (Cheng *et al.*, 2006). Hal yang sama ditunjukkan juga oleh penelitian Deng *et al.* (2011) yaitu terjadinya pencemaran merkuri tinggi di tanah dan tanaman padi di Guangxi, China. Berdasarkan Horvat *et al.* (2003), terjadi kontaminasi tinggi merkuri dalam tanah, sedimen dan beras di pertambangan merkuri daerah Wanshan. Tingginya kadar merkuri dalam tanah dan beras juga ditemukan di sekitar pabrik kimia di Quingzhen. Persentase metil-merkuri dalam beras agak tinggi dan merupakan sumber utama dari metil beracun untuk penduduk setempat. Berdasarkan Shao *et al.* (2012), tanah dan sampel sayuran yang dikumpulkan dari sekitar pabrik *compact fluorescent lamp (CFL)* menunjukkan konsentrasi merkuri lebih tinggi dibandingkan daerah yang dijadikan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa merkuri yang dilepaskan dari proses produksi CFL mempengaruhi lingkungan sekitarnya. Jerami dan beras yang dihasilkan dari tanah tercemar merkuri cenderung mengandung merkuri yang tinggi (Kurnia *et al.*, 2004). Merkuri dapat terakumulasi pada tanaman padi yang dialiri air tercemar pembuangan gelundung. Beras yang dihasilkan dari tanaman tersebut dikonsumsi oleh manusia, terakumulasi dan berakibat buruk bagi kesehatan manusia. Li *et al.* (2010) menyebutkan bahwa metil-merkuri di beras yang tumbuh dari sebuah wilayah pertambangan merkuri di Cina hadir sebagai bentuk kompleks yang memungkinkan pengangkutan metil-merkuri di jaringan darah, otak, dan plasenta.

Paparan merkuri sebagai limbah hasil pengolahan hasil tambang emas tradisional dapat menyebar ke daerah sekitarnya melalui air, tanah, penyerapan oleh tumbuhan dan bioakumulasi pada rantai makanan. Penyebarannya dapat mempengaruhi kadar kandungan merkuri dalam tanah dan tanaman padi disekitar lokasi penambangan. Konsentrasi merkuri dalam beras yang dikonsumsi dapat memberikan risiko kesehatan kepada manusia. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penyebaran merkuri dalam tanah dan tanaman padi sehingga dapat diketahui kemungkinan zat pencemar tersebut berpindah ke lingkungan dan analisis risiko terhadap kesehatan manusia yang mengonsumsi beras hasil tanaman tersebut.

METODOLOGI

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ditetapkan di daerah pesawahan sekitar pengolahan hasil tambang emas tradisional Desa Lebaksitu, Kecamatan Lebakgedong, Kabupaten Lebak, Banten. Lokasi penelitian ditunjukkan pada **Gambar 1**. Lokasi yang diambil adalah Lebaktenjo, Lebakpari, dan Lebaksampai.

Penentuan Titik Sampel

Sampling tanah dan tanaman padi dilakukan pada daerah pesawahan aktif dan dialiri limbah pengolahan hasil tambang emas. Titik sampel tanah dan tanaman padi tersebar di lima titik pada

masing-masing petak sawah, dengan tiga petak sawah yang diteliti. Titik pengambilan sampel ditunjukkan pada **Gambar 2**.

Pengumpulan Data Primer

Data primer merupakan data yang dikumpulkan selama penelitian berlangsung. Dalam penelitian ini, data primer yang didapat berupa data konsentrasi pencemar tanah dan tanaman padi. Berdasarkan Chen *et al.* (2012), tingkat tertinggi pencemaran merkuri terjadi di 0-20 cm lapisan tanah dan mengalami penurunan dari permukaan ke bawah lapisan tanah. Pengambilan sampel tanaman padi dilakukan di titik yang sama dengan titik pengambilan sampel tanah. Sampel yang diambil adalah tanaman padi yang telah menghasilkan bulir beras untuk digunakan dalam analisis risiko. Sampel tanaman padi diambil pada saat menjelang panen. Analisis logam berat sampel tanah dan tanaman dilakukan dengan metode ekstraksi dengan prosedur pemekatan menggunakan *Aquaregia*. Pengujian tanaman padi dilakukan untuk setiap bagian akar, daun, batang, dan bulir beras. Hasil ekstraksi sampel air dan tanaman kemudian diperiksa kandungan logamnya dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Hasil pengukuran sampel AAS berada dalam satuan ppm (mg/L), konversi satuan menjadi mg/kg dengan menggunakan **Persamaan 1**.

$$\text{Konsentrasi Hg pada tanah/tanaman} = \frac{\text{Hasil AAS (ppm)} \times \text{pengenceran (ml)}}{\text{Berat sampel tanah/tanaman (g)}} \quad (1)$$

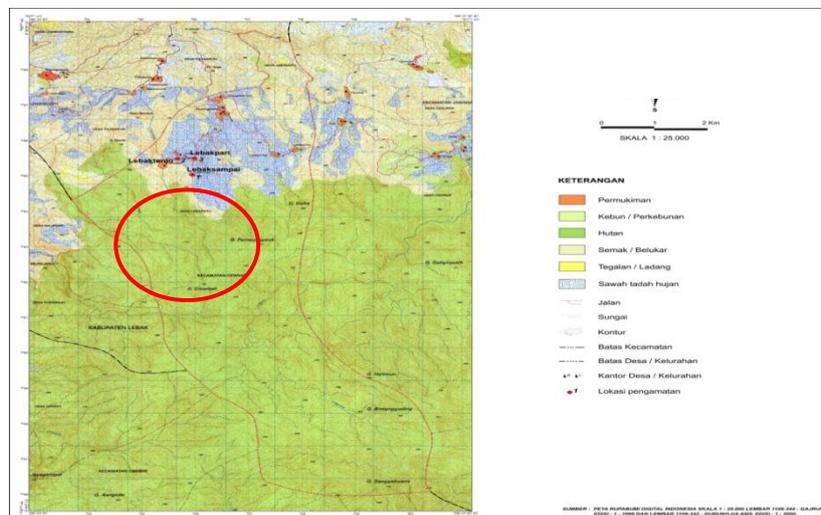
Selain itu, data primer yang didapat berupa kuesioner pemanfaatan hasil panen sawah untuk masyarakat untuk analisis risiko. Kuesioner yang diambil menyangkut rata-rata konsumsi harian beras, frekuensi paparan, durasi paparan, dan berat badan.

Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder yang diperlukan adalah peta rupabumi dan tata guna lahan daerah penelitian. Informasi yang diambil dari peta rupabumi ini meliputi sungai, jaringan transportasi, sebaran penduduk, kegiatan penambangan, dan kegiatan pertanian. Selain itu diperlukan juga data monografi untuk mendapatkan informasi mengenai letak geografi, topografi, dan iklim serta musim.

Pemetaan Penyebaran Pencemar dan Analisis Data

Pemetaan penyebaran pencemaran merkuri dilakukan dengan menggambarkan titik-titik pengambilan sampel dan konsentrasi merkuri yang didapat. Peta penyebaran pencemar berbentuk kontur dengan menggunakan program Surfer. Analisis data dilakukan berdasarkan pemetaan penyebaran merkuri di tanah dan tanaman padi. Dari data yang didapat dapat diketahui hubungan antara konsentrasi pencemar di setiap bagian tanaman padi terhadap jarak pencemar.



Gambar 1. Peta Desa Lebaksitu, Kecamatan Lebakgedong, Kabupaten Lebak, Banten dan lokasi penelitian

Faktor Biokonsentrasi (BCF)

Faktor biokonsentrasi (BCF) atau sering disebut sebagai *bio-accumulation factor* dalam Hang (2009), merupakan rasio perbandingan dari konsentrasi senyawa dalam organisme terhadap konsentrasi senyawa tersebut di lingkungannya. Nilai BCF perlu diketahui untuk menentukan bioakumulasi Hg dalam tanaman akibat adanya pencemar dalam tanah. Nilai BCF ditentukan dengan mengikuti **Persamaan (2)**. Berdasarkan Liu (2007), nilai $BCF \leq 1$ menunjukkan tanaman hanya dapat menyerap logam berat namun tidak mengakumulasinya, sedangkan nilai $BCF > 1$ menunjukkan tanaman yang dapat mengakumulasi logam berat.

$$BCF = \frac{\text{Konsentrasi Hg dalam organ tanaman (ppm)}}{\text{Konsentrasi Hg dalam tanah (ppm)}} \quad (2)$$

Faktor Translokasi

Faktor translokasi merupakan rasio antara konsentrasi pencemar di organ tanaman seperti daun, batang, dan bulir beras dibandingkan dengan akar untuk mengetahui kemampuan memindahkan pencemar dari akar ke organ tanaman. Nilai TF ditentukan dengan mengikuti **Persamaan (3)**.

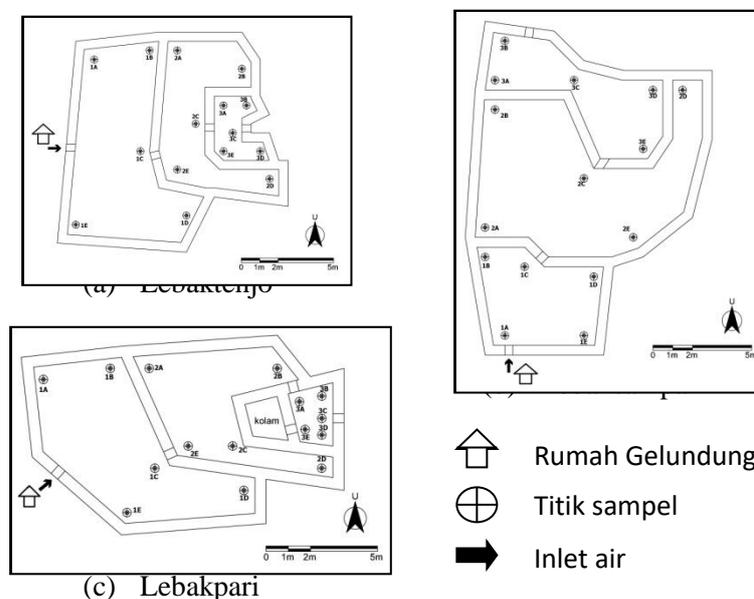
$$TF = \frac{\text{Konsentrasi Hg dalam batang, daun, beras (ppm)}}{\text{Konsentrasi Hg dalam akar (ppm)}} \quad (3)$$

Analisis Risiko

Analisis risiko merkuri dalam beras yang dikonsumsi dapat dilakukan dengan menentukan *Average Daily Dose* (ADD) dan *Hazard Quotient* (HQ). Nilai ADD digunakan untuk menentukan paparan yang diterima manusia. ADD dapat mengetahui pencemar yang masuk melalui beras terkontaminasi, yaitu mengikuti **Persamaan (4)**.

$$ADD(\text{mg/kg days}) = \frac{Con \times C \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad (4)$$

- dimana Con : rata-rata konsumsi harian beras (kg/orang/hari)
 C : konsentrasi kontaminan pada beras (mg/kg)
 EF : frekuensi paparan (hari/tahun)
 ED : durasi paparan (tahun)
 BW : berat badan (kg)
 AT : average time waktu paparan (hari)



Gambar 2. Penyebaran titik sampel pada tiga lokasi

Nilai HQ digunakan untuk mengetahui analisis risiko pada kesehatan manusia bagi kontaminan yang bersifat *non-cancer toxic*. *Hazard Index* (HI) merupakan penjumlahan dari nilai HQ. Jika $HI > 1$ maka dosis tersebut dapat menyebabkan efek non-karsinogenik dan membahayakan kesehatan manusia, namun jika $HI \leq 1$ maka dosis tersebut tidak membahayakan kesehatan manusia. Nilai HQ diketahui dengan **Persamaan (5)**.

$$HQ = \frac{ADD}{RfD} \quad (5)$$

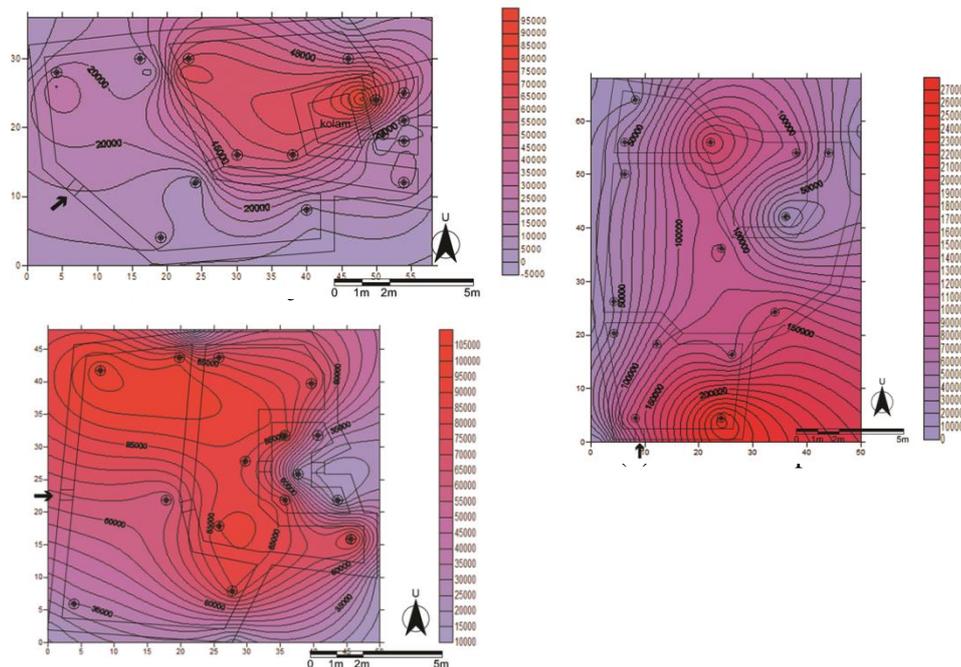
dimana ADD : *average daily dose*
 RfD : *reference dose* (mg/kg-day)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Merkuri dalam Tanah dan Tanaman Padi

Dari hasil analisis Hg di dalam tanah diperoleh kisaran nilai 15.200 - 226.894 ppb untuk daerah Lebaksampai, 4.275 - 93.925 ppb untuk daerah Lebaktenjo, dan 15.881 - 102.888 ppb untuk daerah Lebakpari. Hasil analisis sampel tanah tersebut apabila dibandingkan dengan kelimpahan rata-rata logam berat menunjukkan kadar unsur Hg yang tinggi dibandingkan dengan angka kelimpahan rata-rata unsur merkuri dalam tanah berdasarkan *techniques in mineral exploration* dalam Gunradi (2011), berkisar antara <10-30 ppb atau <0,01-0,03 ppm.

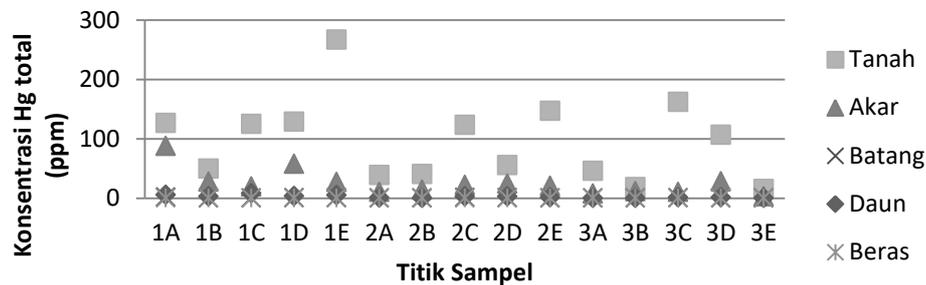
Model pemetaan persebaran pencemaran Hg menunjukkan bahwa konsentrasi pencemar Hg tertinggi dalam tanah berada di sawah tengah. Hal ini dapat disebabkan adanya akumulasi dari pencemar Hg yang terbawa oleh aliran air sawah dalam rentang waktu tertentu. Pemetaan persebaran pencemaran tanah dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Pemetaan penyebaran Hg di tanah pada tiga lokasi.

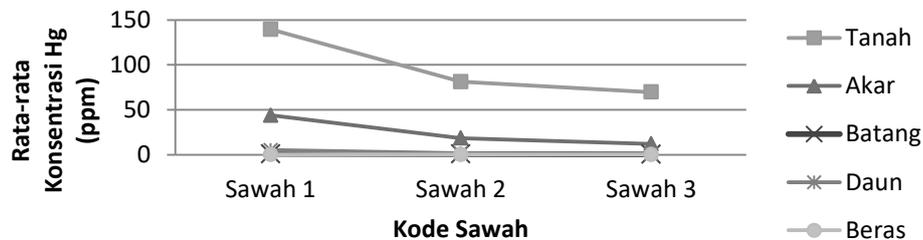
Dari profil konsentrasi Hg total dalam tanah, dapat dilihat bahwa konsentrasi Hg di Lebaksampai merupakan konsentrasi tertinggi dibandingkan dengan dua lokasi lainnya. Hal ini disebabkan karena lokasi yang berdekatan dengan lokasi penambangan (terowongan) dengan jumlah pengolahan yang lebih banyak, sehingga kemungkinan melepaskan Hg sisa lebih banyak dibandingkan dua lokasi lain. Sedangkan di lokasi Lebaktenjo dan Lebakpari, pengolahan emas merupakan pengolahan individu yang cenderung beroperasi sementara dan lebih sedikit melepas Hg ke lingkungan.

Tingginya konsentrasi Hg total dalam tanah dapat terserap ke dalam tanaman padi. Tanaman padi yang diambil sebagai sampel merupakan tanaman padi yang telah memasuki masa panen. Usia tanaman pada saat pengambilan sampel adalah 6 bulan. Jenis padi yang diteliti merupakan varietas beras merah. Dalam memeriksa kandungan Hg total di tanaman, tanaman padi dibagi menjadi beberapa bagian tanaman, yaitu akar, batang, daun, dan beras. Hasil analisis hg total di dalam tanaman ditunjukkan oleh **Gambar 4**.



Gambar 4. Kandungan total Hg di setiap titik

Pengambilan sampel tanah dan tanaman padi dilakukan di tiga sawah yang saling berhubungan. Sawah satu merupakan sawah yang terdekat dengan gelundung aktif dan mendapat aliran langsung dari limbah proses amalgamasi, mengalirkan air ke sawah dua, kemudian sawah ketiga, dan seterusnya. Jika dilihat dari rata-rata konsentrasi total Hg di ketiga sawah yang ditinjau (**Gambar 5**), dapat diketahui bahwa semakin jauh jarak sawah dengan gelundung, konsentrasi total Hg semakin menurun. Hal ini menunjukkan kemungkinan adanya pengaruh kegiatan amalgamasi terhadap pencemaran Hg pada tanah dan tanaman.



Gambar 5. Rata-rata konsentrasi Hg di setiap sawah

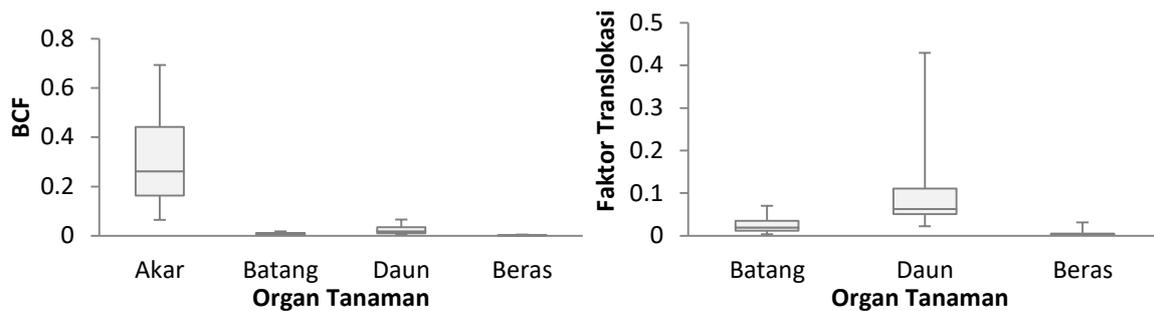
Menurut penelitian Juhaeti *et al.* (2009), tanaman padi (*Oryza sativa*) termasuk ke dalam jenis tanaman yang diuji potensial memenuhi syarat sebagai tanaman akumulator Hg. Dari hasil perhitungan, diketahui bahwa nilai BCF untuk tanaman padi kurang dari satu. Penyerapan logam oleh tanaman memiliki hubungan, yaitu penyerapan di akar lebih besar jika dibandingkan dengan jerami (batang dan daun) serta beras. Nilai BCF yang didapat dalam penelitian ini menunjukkan hasil yang berbeda dengan Liu (2007) yaitu 0,76 – 3,9 pada akar, 0,45 – 1,53 untuk jerami (batang dan daun), dan 0,31 – 0,70 untuk beras. Perbedaan hasil ini dapat terjadi karena adanya kondisi lingkungan yang berbeda. Tingginya konsentrasi Hg dalam tanah di daerah penelitian dapat menyebabkan tanaman mengalami tingkat stress lebih cepat dalam menyerap Hg sehingga kapasitas penyerapan logam semakin berkurang.

Semakin tinggi nilai faktor translokasi, maka semakin besar pula kemampuan tanaman mendistribusikan dan mengakumulasi Hg di dalam tubuhnya. Nilai faktor translokasi tertinggi ditunjukkan oleh daun tanaman padi. Hal ini menunjukkan sebagian besar Hg yang terserap ke tanaman padi didistribusikan menuju daun. Selain itu, ada kemungkinan Hg di daun berasal dari udara sehingga nilai yang terserap lebih besar dibandingkan dengan bagian organ lainnya. Hg di udara dapat berasal dari pembakaran untuk mendapat *bullion* emas. Hal ini mungkin saja terjadi mengingat jumlah Hg yang diserap dari tanah oleh akar sangat terbatas. Hasil perhitungan faktor translokasi menunjukkan nilai yang lebih kecil dari satu, hasil penelitian ini sesuai dengan Liu (2007). Hal ini dapat disebabkan sebagian besar logam berat yang terserap masuk ke dalam akar. Kemampuan

translokasi suatu zat oleh tanaman dapat berbeda-beda. Hal ini tergantung dari bentuk zat pencemar yang terserap. Anion yang mudah terlarut dalam air tanah dan lebih mudah diserap tanaman, sedangkan bentuk molekul yang berupa kation, seperti Hg cenderung stabil dan terikat lebih kuat di dalam. Nilai faktor translokasi yang kecil juga dapat dipengaruhi adanya serapan Hg yang sangat tinggi pada akar. Hal ini bisa saja terjadi akibat tanaman yang telah memasuki titik jenuh akibat adanya konsentrasi pencemar yang sangat besar. Nilai BCF dan faktor translokasi ditunjukkan oleh **Gambar 6**.

Analisis Risiko

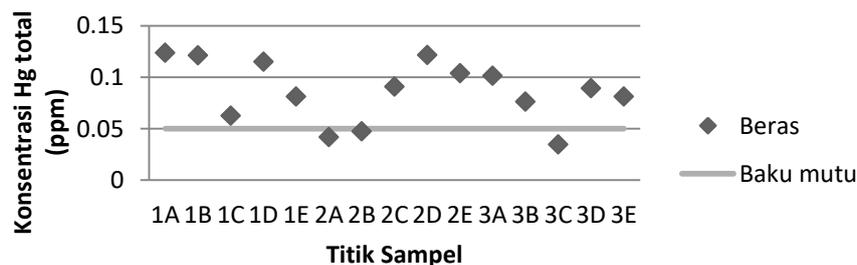
Beras merupakan salah satu komoditas utama dari hasil pertanian di daerah Desa Lebak Situ. Berdasarkan hasil wawancara dengan penduduk setempat, hasil panen yang didapat digunakan untuk konsumsi sendiri. Oleh karena itu, adanya pencemaran merkuri oleh kegiatan tambang emas dapat terserap ke dalam tanaman padi, termasuk beras yang dihasilkan dan berpengaruh terhadap kesehatan penduduk.



Gambar 6. Nilai BCF dan faktor translokasi

Berdasarkan hasil analisa Hg total dalam beras yang dihasilkan tanaman padi tersebut, dapat diketahui bahwa 12 dari 15 sampel yang diambil memiliki konsentrasi melebihi baku mutu yang diijinkan berdasarkan SNI 7387:2009 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan, yaitu 0,05 ppm. Merkuri dalam tanaman perlu mendapat perhatian karena dapat berbentuk Hg (II) dan *methyl mercury* (Heaton *et al.* (2003), Guzzi *et al.*(2008) dalam Videva *et al.* (2009)). *Methyl mercury* dapat menimbulkan dampak kesehatan bagi penduduk yang mengonsumsinya. **Gambar 7** menunjukkan konsentrasi Hg total yang terukur dari 15 sampel beras.

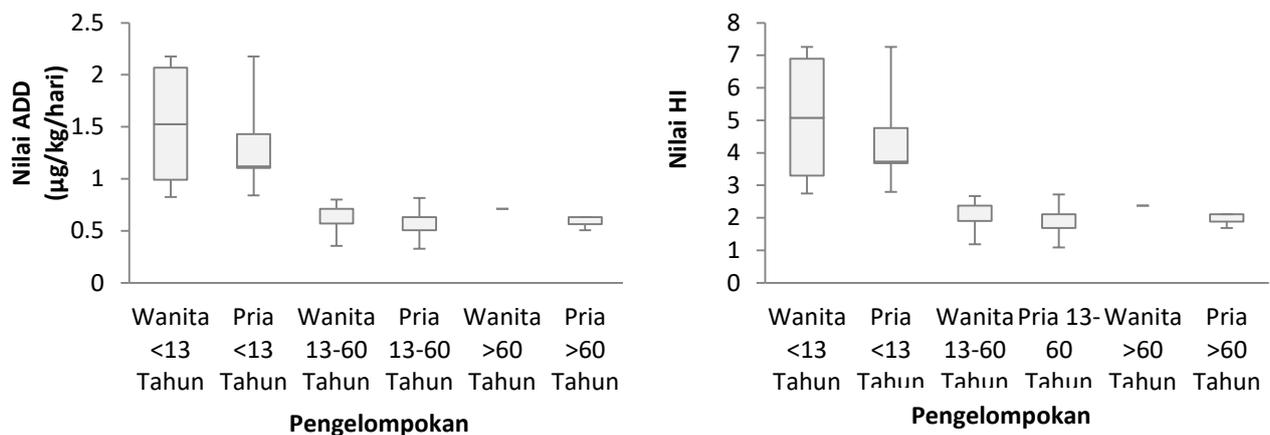
Rute masuknya logam berat Hg ke dalam tubuh manusia melalui *oral* (makan), yaitu dengan mengonsumsi beras yang dihasilkan di wilayah penelitian. Dalam melakukan analisis risiko, dipilih 30 rumah responden untuk mendapatkan data banyak konsumsi beras, durasi paparan, dan berat badan. Dari 30 kuesioner tersebut, didapat 126 orang responden dengan jumlah responden pria sebanyak 73 orang dan wanita sebanyak 53 orang. Responden di daerah tersebut seluruhnya merupakan penduduk asli yang mengonsumsi beras hasil panen dari daerah tersebut. Menurut budaya masyarakat di daerah tersebut, beras yang dihasilkan hanya dipergunakan untuk konsumsi pribadi bukan untuk diperjualbelikan sehingga kemungkinan kecil beras yang dihasilkan tersebar ke wilayah lain. Responden yang diambil memiliki usia yang bervariasi. Klasifikasi usia dibagi berdasarkan usia anak-anak (<13 tahun), dewasa (13 - 60 tahun) dan manula (>60 tahun) ditunjukkan oleh **Gambar 8**.



Gambar 7. Konsentrasi Hg total pada beras dibandingkan dengan baku mutu

Average daily dose (ADD) digunakan untuk menentukan paparan yang diterima manusia. Nilai ADD dapat ditentukan dengan melakukan beberapa asumsi, yaitu konsumsi 1 liter beras disetarakan 910 gram, porsi makan setiap anggota keluarga sama, 1 tahun sama dengan 365 hari, dan berat badan standar ditentukan berdasarkan kelompok umur (LIPI, 2004). Dari hasil perhitungan ADD, dapat dilihat bahwa anak-anak (usia <13 tahun) menerima paparan lebih besar dibandingkan dengan orang dewasa. Hal ini dipengaruhi oleh faktor berat badan yang lebih kecil.

Hazard Index (HI) atau indeks risiko perlu diketahui untuk menentukan apakah penduduk berisiko terkena gangguan kesehatan akibat mengonsumsi beras dengan kandungan Hg. Nilai HI dalam penelitian ini merupakan nilai *Hazard Quotient (HQ)* itu sendiri karena pencemar yang ditinjau hanya Hg saja. Nilai *reference dose (RfD)* yang digunakan untuk menentukan nilai HI adalah 0,3 berdasarkan U.S. EPA (1997). Perbandingan nilai ADD dan HI pada setiap kelompok usia dapat dilihat pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Perbandingan nilai rata-rata ADD dan HI untuk setiap kelompok *gender* dan usia

Nilai HI untuk seluruh responden yang diambil adalah lebih besar dari satu. Hal ini menunjukkan konsumsi beras di daerah tersebut dapat berpotensi menimbulkan efek non-karsinogenik. Efek non-karsinogenik yang dapat timbul antara lain sakit kepala, mual, muntah, hipereksitabilitas, hiperfleksia, kejang otot, rasa sakit menyeluruh, insomnia, cemas, iritabilitas, pola EEC berubah, kehilangan kesadaran, epilepsi, kehilangan berat badan, nafsu makan berkurang, dan anemia. Berdasarkan pengelompokan usia, nilai HI untuk anak-anak lebih besar dibandingkan orang dewasa. Hal ini tentu saja sejalan dengan nilai ADD yang telah didapatkan sebelumnya. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa risiko kesehatan dari mengonsumsi beras dengan kandungan Hg untuk anak-anak lebih besar daripada orang dewasa.

KESIMPULAN

Model pemetaan persebaran pencemaran Hg menunjukkan konsentrasi pencemar Hg tertinggi dalam tanah berada di sawah tengah. Konsentrasi Hg dalam tanah di Lebaksampai tertinggi karena lokasi yang berdekatan dengan lokasi penambangan (terowongan) dengan jumlah pengolahan yang lebih banyak. Semakin jauh jarak sawah dengan gelundung, konsentrasi total Hg semakin menurun. Nilai BCF dan TF tanaman padi lebih kecil dari satu menunjukkan kemampuan mengakumulasi dan menyebarkan Hg yang tidak optimal. Nilai ADD dan HI menunjukkan anak-anak memiliki risiko lebih besar. Nilai HI untuk seluruh responden lebih besar dari satu menunjukkan konsumsi beras di daerah tersebut dapat berpotensi menimbulkan efek non-karsinogenik.

Daftar Pustaka

- Basuni, Abas dan Jus'at, Idrus. (2004). Prosiding Angka Kecukupan Gizi dan Acuan Label Gizi. LIPI.
- Chen, L., Xu, Z., Ding, X., Zhang, W., Huang, Y., Fan, R., Sun, J., Liu, M., Qian, D., dan Feng, Y. (2012). Spatial Trend and Pollution Assessment of Total Mercury and Methylmercury Pollution in the Pearl River Delta Soil, South China. *Chemosphere*:1-8.

- Cheng, J., Yuan, T., Wang, W., Jia, J., Lin, X., Qu, L., dan Ding, Z. (2006). Mercury Pollution in Two Typical Areas in Guizhou Province, China and Its Neurotoxic Effects in the Brains of Rats Fed with Local Polluted Rice. *Environmental Geochemistry and Health* **28**:499–507. DOI 10.1007/s10653-005-7570-y.
- Deng, Chaobing, Zhang, C., Li, L., Li, Z., dan Li, N. (2011). Mercury Contamination and Its Potential Health Effects in a Lead–Zinc Mining Area in the Karst Region of Guangxi, China. *Applied Geochemistry* **26**: 154–159.
- Gunradi, Rudy. (2011). Penelitian Geologi Medika di Daerah Cisoka, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten. Prosiding Pemaparan Hasil-Hasil Kegiatan Lapangan dan Non Lapangan, Pusat Sumber Daya Geologi.
- Hang, X., Wang, H., Zhou, J., Ma, C., Du, C., dan Chen, X. (2009). Risk Assesment of Potentially Toxic Element Pollution Soils and Rice (*Oryza Sativa*) in a Typical Area of the Yangtze River Delta. *Environmental Pollution* **157**: 2542-2549.
- Herman, Danny Z. (2009). Kandungan Unsur-Unsur Polutan Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd) pada Sedimen dan Air Sungai Ciberang, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten sebagai Dampak Kegiatan Penambangan Emas. *Buletin Geologi Tata Lingkungan (Bulletin of Environmental Geology)* **Vol 19 No. 1**: 21-29.
- Horvat, M., Nolde, N., Fajon, V., Jereb, V., Logar M., Lojen, S., Jacimovic, R., Falnoga, I., Liya, Q., Faganelli, J., dan Drobne, D. (2003). Total Mercury, Methylmercury and Selenium in Mercury Polluted Areas in the Province Guizhou, China. *The Science of the Total Environment* **304**: 231–256.
- Juhaeti, T., Hidayati, N., Syarif, F., dan Hidayat, S. (2009). Uji Potensi Tumbuhan Akumulator Merkuri untuk Fitoremediasi Lingkungan Tercemar Akibat Kegiatan Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) di Kampung Leuwi Bolang, Desa Bantar Karet, Kecamatan Nanggung, Bogor. *J. Biol. Indon.* **Vol 6, No. 1**: 1-11.
- Kurnia, U., Suganda, H., Saraswati,R., dan Nurjaya. (2004). Teknologi Pengendalian Pencemaran Lahan Sawah: 249-281.
- Li, Lu, Wang, F., Meng, B, Lemes, M., Feng, X., dan Jiang, G. (2010). Speciation of Methylmercury in Rice Grown from a Mercury Mining Area. *Environmental Pollution* **158**: 3103e3107.
- Liu, W. X., Shen, L. F., Liu, J. W., Wang, Y. W., dan Li, S. R. (2007). Uptake of Toxic Heavy Metals by Rice (*Oryza sativa L.*) Cultivated in the Agricultural Soil near Zhengzhou City, People’s Republic of China. *Bull Environ Contam Toxicol* **79** : 2009-213. DOI 10.1007/s00128-007-9164-0.
- Shao, D.D., Wu, S.C., Liang, P., Kang, Y., Fu, W. J., Zhao, K. L., Cao, Z. H., dan Wong, M.H. (2012). A Human Health Risk Assessment of Mercury Species in Soil and Food Around Compact Fluorescent Lamp Factories in Zhiejiang Province, China. *Journal of Hazardous Materials* PII: S0304-3894(12)00355-X. DOI: doi:10.1016/j.jhazmat.2012.03.061.
- Office of Air Quality Planning and Standards and Office of Research and Development, United States Environmental Protection Agency. (1997). Mercury Studi Report to Congress Volume V: Health Effects of Mercury and Mercury Compounds. EPA-452/R-97-007.
- Videa, J. R. P., Lopez, Martha L., dan Narayan, M. (2007). The Biochemistry of Environmental Heavy Metal by Plants: Implications for the Food Chain. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biologi* **41**:1665-1677.