

**ANALISA PENGUKURAN KANDUNGAN MERKURI PADA  
BERAS DAN SEDIMEN DI SEKITAR KEGIATAN  
PERTAMBANGAN EMAS SKALA KECIL (PESK) DI  
KASEPUHAN ADAT CISITU, KECAMATAN CIBEBER,  
KABUPATEN LEBAK, PROVINSI BANTEN**

**MEASUREMENT ANALYSIS OF MERCURY LEVELS IN RICE AND  
SEDIMENT AROUND ARTISANAL AND SMALL-SCALE GOLD  
MINING (ASGM) ACTIVITIES IN KASEPUHAN ADAT CISITU,  
KECAMATAN CIBEBER, KABUPATEN LEBAK, BANTEN  
PROVINCE**

<sup>1\*</sup>Delicia Aprianne, dan <sup>2</sup> Indah Rachmatiah S Salami

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

Jl Ganesha 10 Bandung 40132

\*<sup>1</sup>deliciaprianne@students.itb.ac.id dan <sup>2</sup>indahrss@tl.itb.ac.id

**Abstrak:** Kasepuhan Adat Cisitu merupakan salah satu desa yang terdapat kegiatan Pertambangan Emas Skala Kecil (PESK) dengan memanfaatkan merkuri dalam proses amalgamasi yang dilakukan oleh sebagian besar masyarakatnya. Penggunaan merkuri pada kegiatan ekstraksi emas dalam PESK merupakan salah satu sumber emisi merkuri terbesar yang dilakukan oleh manusia. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan pengukuran dan analisa kandungan merkuri pada beras dan sedimen di sekitar kegiatan PESK serta analisa resiko berdasarkan konsumsi beras untuk mengetahui asosiasi antara kegiatan PESK dengan pencemaran merkuri pada sedimen dan beras di Kasepuhan Adat Cisitu. Metode pengukuran Hg yang dilakukan adalah dengan atomic absorption spectrophotometry dengan graphite furnace dan cold vapor. Hasil pengukuran Hg pada beras berada pada rentang 12,5-1186 µg/kg dengan konsentrasi rata-rata pada sampel beras dengan kulit 258 µg/kg±271,77 serta 161,76 µg/kg±329,78 untuk sampel beras tanpa kulit. Hasil pengukuran Hg pada sedimen berada pada rentang 2.393,75-106962,5 µg/kg dengan rata-rata 22076,56 µg/kg±35059,85. Berdasarkan baku mutu yang berlaku, terdapat beberapa hasil pengukuran Hg pada beras yang berada di atas dan di bawah baku mutu. Sedangkan hasil pengukuran Hg pada sedimen menunjukkan nilai yang berada dibawah baku mutu yang berlaku. Analisa resiko kesehatan didasari oleh perkiraan asupan merkuri harian dari konsumsi beras dan dibandingkan dengan nilai maximum acceptable daily exposure yang ditetapkan oleh US EPA yaitu sebesar 0,1 µg/kg BB per hari. Perkiraan paparan merkuri harian masyarakat Kasepuhan Adat Cisitu sebesar 0,07 µg/kg BB per hari dan masih berada di bawah batas maksimum paparan yang ditetapkan oleh US EPA.

**Kata kunci:** beras, Kasepuhan Adat Cisitu, merkuri, pertambangan emas skala kecil, sedimen.

**Abstract :** Kasepuhan Adat Cisitu is one of the villages that has Artisanal and Small-Scale Gold Mining (ASGM) activities using mercury for amalgamation process done by most of the villagers. The use of mercury in ASGM's gold extraction is one of the biggest emission source done by human or man-made. Therefore, in this research, measurement analysis of mercury in rice and sediments around the ASGM's activities and also the risk analysis based on the rice consumption are done in order to know the association between the ASGM's activities and the mercury contamination in rice and sediments in Kasepuhan Adat Cisitu. Atomic absorption spectrophotometry with graphite furnace and cold vapor is used to measure Hg concentration. The result of Hg measurement in rice are between the range from 12.5 up to 1,186 µg/kg with the average Hg concentration in rice samples with skin (hull) is 258 µg/kg±271.77 and for the rice samples without skin (hull) is 161.76 µg/kg±329.78. The result of Hg measurement in sediments are between the range from 2,393.75 up to 106,962.5 µg/kg with the average Hg concentration 22,076.56 µg/kg±35,059.85. Based on the quality standard value for allowable Hg concentration, there are some of the rice samples that is below and also above the allowable value. On the other hand, all of the sediment

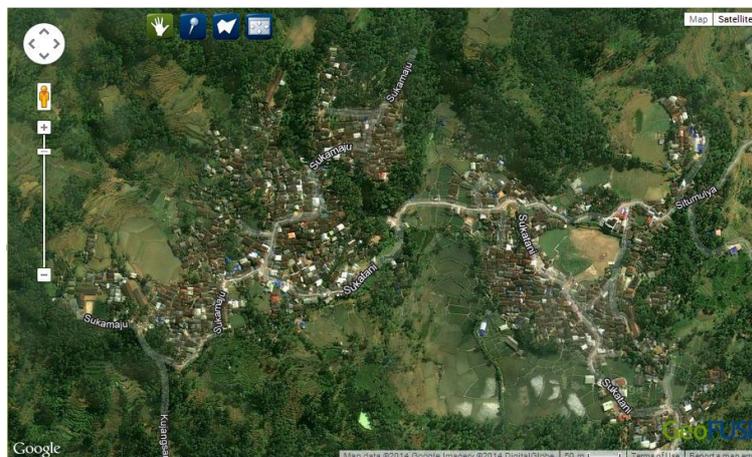
*samples are above the quality standard value for allowable Hg concentration in sediment. The health risk analysis is based on the result of daily mercury exposure prediction from rice consumption compared to the maximum acceptable daily exposure value set by US EPA which is 0.1 µg/kg body weight per day. The exposure prediction value for the villagers of Kasepuhan Adat Cisitu is 0.07 µg/kg body weight per day and still under the maximum acceptable daily exposure value for mercury by US EPA.*

**Key words:** *artisanal and small-scale gold mining, Kasepuhan Adat Cisitu, mercury, rice, sediment.*

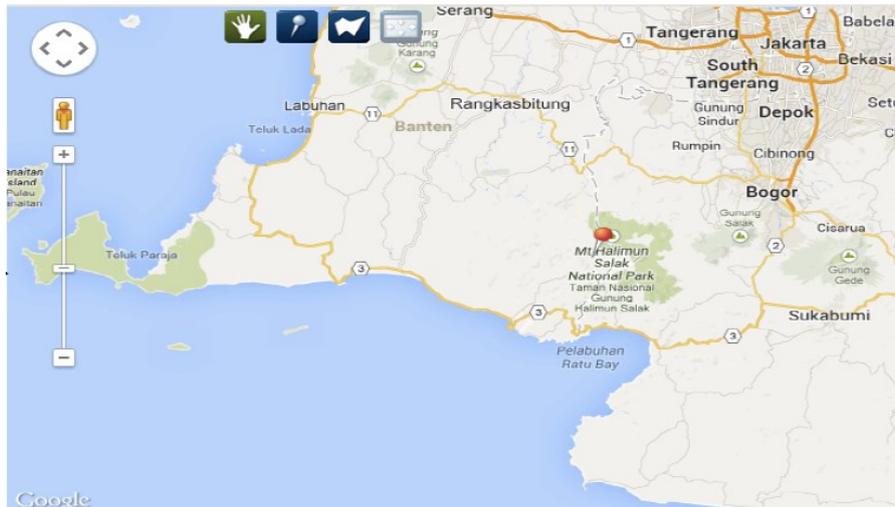
## PENDAHULUAN

Emas merupakan salah satu jenis bahan mineral yang memiliki nilai dan manfaat yang cukup tinggi. Bahan tambang ini cukup banyak tersebar di Indonesia, salah satunya pada daerah Banten. Indonesia merupakan salah satu negara dengan *hotspot* Pertambangan Emas Skala Kecil (PESK) terbanyak yang telah meningkat dua kali lipat dalam enam tahun terakhir disebabkan oleh tingginya harga emas (Ismawati *et al.*, 2013). Kegiatan PESK, menurut IPEN dan BaliFokus (2013), didefinisikan sebagai pertambangan dan pengolahan yang menggunakan amalgamasi merkuri untuk mengekstrak emas dari bijih. Penggunaan merkuri pada kegiatan ekstraksi emas dalam PESK merupakan salah satu sumber emisi merkuri terbesar yang dilakukan oleh manusia dan merkuri yang masuk ke dalam tanah dapat terkonversi menjadi senyawa metil yang dapat masuk ke dalam suatu ekosistem dan berkontribusi dalam kandungan total metilmerkuri serta terbioakumulasi di dalamnya (UNEP, 2013).

Kasepuhan Adat Cisitu merupakan salah satu desa yang terdapat kegiatan Pertambangan Emas Skala Kecil (PESK). Kasepuhan ini terletak di Kecamatan Cibeber, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten. Berdasarkan posisi geografis, wewengkon atau wilayah adat Kasepuhan Cisitu terletak di sebelah selatan Pegunungan Halimun. Peta lokasi dan wilayah Kasepuhan Adat Cisitu dapat dilihat pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**. Kegiatan PESK di Kasepuhan Adat Cisitu mulai berlangsung sejak tahun 2008 dan sejak itu pula kegiatan amalgamasi menggunakan merkuri dalam gelundung dilakukan oleh masyarakat untuk memisahkan emas dari bijihnya. Aktivitas ini dilakukan oleh sebagian besar masyarakat adat Kasepuhan Cisitu sebagai mata pencaharian utama, dimana hasil limbah amalgamasi yang menggunakan merkuri ini langsung dibuang ke sebuah kolam dan kemudian dialirkan menuju ke kolam tambak ikan dan sawah. Diperkirakan bahwa limbah bermerkuri ini dapat mencemari lingkungan yang terpapar, termasuk pada sedimen dan terbioakumulasi pada tanaman padi. Merkuri yang terpapar ini dapat membahayakan kesehatan masyarakat dan ekosistem yang ada di Kasepuhan Adat Cisitu. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk melakukan analisa pengukuran kandungan merkuri pada beras dan sedimen di sekitar kegiatan pertambangan emas skala kecil di Kasepuhan Adat Cisitu, Kecamatan Cibeber, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten.



**Gambar 1** Wilayah Kasepuhan Adat Cisitu (Sumber: GeoFuse)



**Gambar 2** Peta Kecamatan Cibeber (Sumber: GeoFuse)

## METODOLOGI

Penelitian ini merupakan proyek bersama yang dilakukan dengan LSM BaliFokus. Penelitian diawali dengan identifikasi masalah mengenai *hotspots* Pertambangan Emas Skala Kecil di Indonesia dan dilakukan survey ke lapangan yaitu salah satu *hotspot* PESK di Kasepuhan Adat Cisitu yang berlokasi di Kecamatan Cibeber, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten. Survey lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting daerah penelitian dan untuk menentukan titik pengambilan sampel yang salah satunya didasarkan pada informasi hasil pengukuran konsentrasi merkuri di udara yang dilakukan oleh BaliFokus pada bulan Agustus tahun 2013. Survey awal lapangan ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi kegiatan-kegiatan sumber emisi merkuri di daerah penelitian. Wilayah studi penelitian di Kasepuhan Adat Cisitu dapat dilihat pada **Gambar 3**.

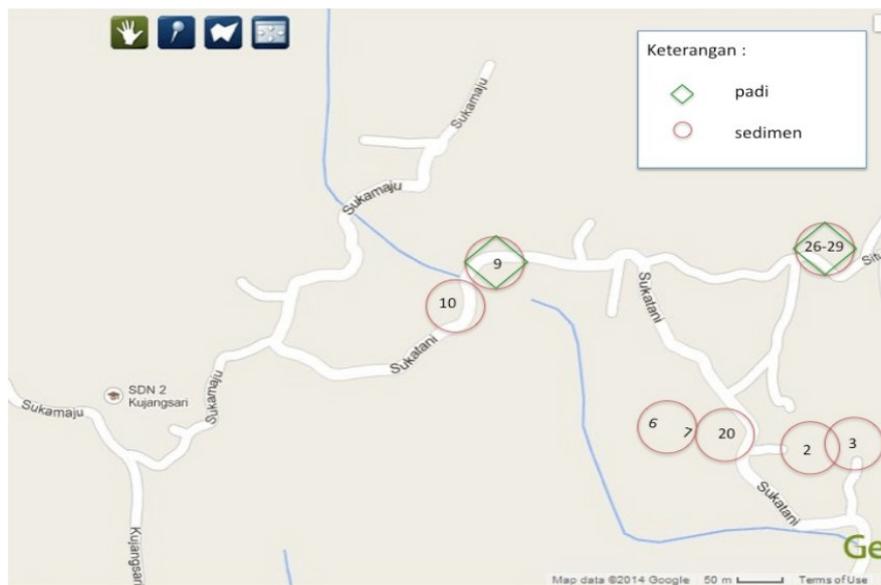


**Gambar 3** Peta wilayah studi

## Pengambilan Sampel

Pemilihan titik *sampling* didasari oleh metode *purposive sampling*. Terdapat 8 titik pengambilan sampel untuk sedimen dan 2 titik pengambilan sampel untuk beras. Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada bulan November 2013 pada saat tidak ada hujan di petak sawah dan sekitar kolam yang dialiri oleh limbah amalgamasi emas dan/atau berada di sekitar lokasi

gelundung aktif atau proses amalgamasi emas. Pengambilan sampel dilakukan pada lapisan yang berada di 0-20 cm lapisan tanah dengan menggunakan sekop kecil dengan ujung kotak dan lebar 13 cm dan kemudian dimasukkan ke dalam wadah berupa plastik PE dengan klip berukuran 12x20 cm dengan dikeluarkan udaranya terlebih dahulu sebelum ditutup. Pengambilan sampel beras dilakukan pada bulan November 2013 oleh peneliti dan Februari 2014 oleh BaliFokus yang hanya berasal dari lumbung padi tempat penyimpanan hasil panen dikarenakan peneliti datang tidak pada saat masa panen. Metode yang dilakukan adalah *grab sampling* sebanyak 5-10 tangkai padi untuk tiap sampel dan kemudian dimasukkan ke dalam wadah berupa plastik PE dengan klip berukuran 12x20 cm. Seluruh sampel yang telah disimpan di dalam plastik kemudian dimasukkan ke dalam boks pendingin untuk mencegah perubahan karakteristik yang ada pada sampel. Penentuan titik pengambilan sampel sedimen dan tanaman padi ditunjukkan pada **Gambar 4**.



**Gambar 4** Peta titik pengambilan sampel sedimen dan tanaman padi

### Pengukuran Hg

Ekstraksi sampel dilakukan pada 13 sampel beras dan 8 sampel sedimen untuk memisahkan senyawa merkuri yang diperkirakan terkandung dalam sampel. Khusus untuk sampel beras, yang diekstraksi hanya bagian beras saja dan beras dengan kulit (gabah). Ekstraksi sampel sedimen dan sampel beras bulan November 2013 dilakukan oleh peneliti di Laboratorium Higiene Industri dan Toksikologi, Program Studi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung mengacu pada US EPA *method* 200.2 1994, yaitu metode ekstraksi logam dengan memanfaatkan *aquaregia* yaitu larutan yang dibuat dari percampuran asam klorida pekat dan asam nitrat pekat dengan perbandingan 3:1. Sampel beras dan sedimen sebanyak 2 gram (berat basah) terlebih dahulu dipekatkan dengan 10 ml larutan *aquaregia* dan kemudian didiamkan selama minimal 6 jam sebelum ditambahkan 3 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan 5 ml HNO<sub>3</sub>. Untuk ekstraksi sampel beras bulan Februari 2014 dilakukan di *Seafood Inspection Laboratory* di Benoa, Bali yang mengacu pada US EPA *method* 7473/2007 AAS CAS No. 7439-97-6 dan diawasi oleh BaliFokus. Analisa merkuri dilakukan terhadap hasil ekstraksi sampel beras dan sedimen dengan menggunakan metode *atomic absorption spectrophotometry* (AAS). Analisa terhadap sampel yang dilakukan oleh peneliti dilakukan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (PPPGL) Bandung dengan metoda *Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometry* (GF-AAS) menggunakan alat AA 280, sedangkan untuk sampel yang diekstraksi dan dianalisa di *Seafood Inspection Laboratory* di Benoa, Bali menggunakan alat MA-2000-Japan (NIC-600-2009-05) dengan metoda *Cold Vapor Atomic Absorption Spectrophotometry* (CV-AAS). Pengukuran

merkuri dengan metode AAS memiliki prinsip absorpsi cahaya oleh atom. Hasil yang diperoleh dari pengukuran dengan metode AAS ini berupa data konsentrasi dalam satuan konsentrasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kandungan Hg Pada Beras

Hasil pengukuran kandungan merkuri pada sampel beras cukup bervariasi dengan rata-rata konsentrasi Hg pada beras dengan kulit pada bulan November 2013 sebesar  $225 \mu\text{g/kg} \pm 337,82$  sedangkan untuk sampel beras tanpa kulit diperoleh rata-rata sebesar  $17,35 \mu\text{g/kg} \pm 11,92$  dan pada bulan Februari 2014 diperoleh rata-rata sebesar  $297 \mu\text{g/kg} \pm 196,14$  untuk sampel dengan kulit serta  $306 \mu\text{g/kg} \pm 434,83$  untuk sampel tanpa kulit. Apabila kedua data seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2 digabung maka akan diperoleh konsentrasi rata-rata sebesar  $258 \mu\text{g/kg} \pm 271,77$  untuk sampel dengan kulit serta  $161,76 \mu\text{g/kg} \pm 329,78$  untuk sampel tanpa kulit.

Dari sampel beras secara keseluruhan, dapat dilihat bahwa konsentrasi total merkuri yang terukur dalam semua sampel beras dengan kulit memiliki nilai yang lebih besar daripada sampel beras tanpa kulit. Menurut Rahman *et al.* (2012), dalam pengukuran kandungan total merkuri terdapat rata-rata kandungan metil merkuri berkisar antara 18% sampai 40% dari kandungan total merkuri yang ada. Merkuri mengalami transformasi menjadi metil merkuri (MeHg) dan terbioakumulasi di dalam bulir beras yang mengakibatkan bagian bulir beras menjadi bagian dengan tingkat akumulasi MeHg tertinggi apabila dibandingkan dengan jaringan padi lainnya (Qiu *et al.*, 2011). Menurut studi yang dilakukan oleh Qiu *et al.* (2011), sebagian besar MeHg dalam gabah terakumulasi dalam bulir beras yang sudah dipoles, kemudian dedak padi, dan yang terkecil adalah pada sekam atau kulit dengan nilai 52%, 35,7%, dan 12,3% dari total MeHg. Studi ini menunjukkan bahwa pada gabah, merkuri dapat terakumulasi pada setiap jaringan yang ada sehingga dapat menjelaskan mengapa hasil pengukuran sampel beras dengan kulit atau sama dengan gabah memiliki nilai hampir 2 kali lipat dan bahkan pada beberapa sampel jauh lebih tinggi lagi daripada sampel hanya beras (tanpa kulit).

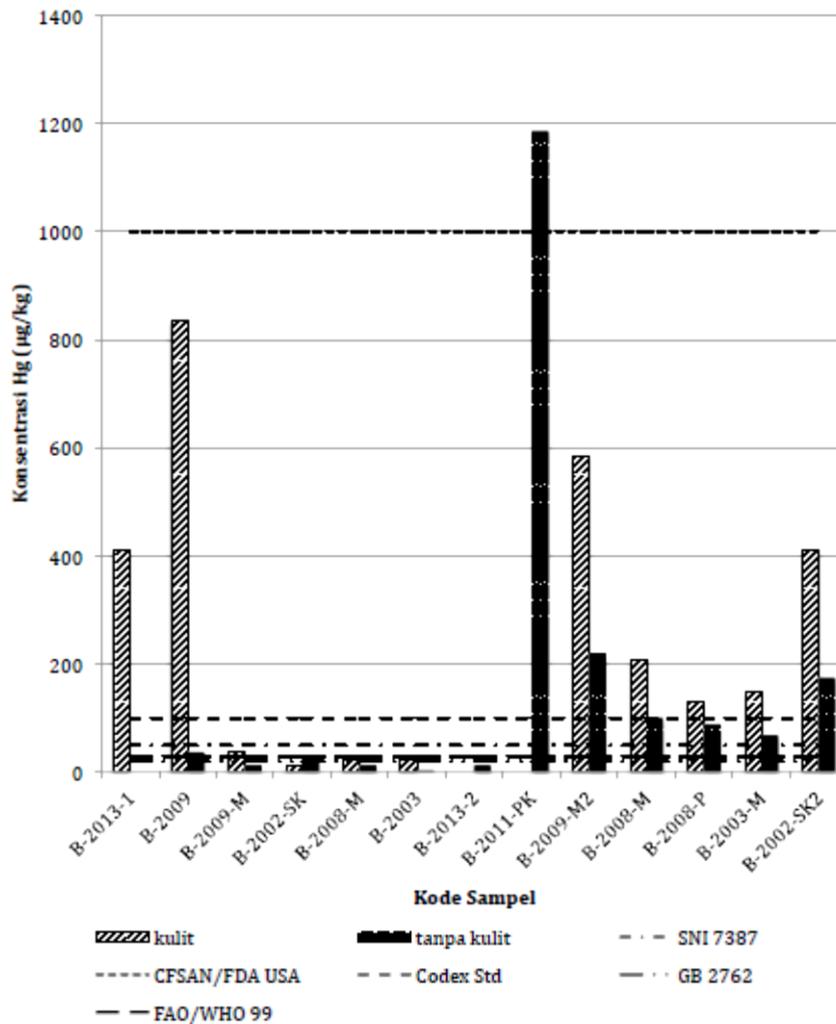
**Tabel 1** Konsentrasi Hg pada sampel beras dengan kulit dan tanpa kulit bulan November 2013

No.	Sampel	Konsentrasi Hg ( $\mu\text{g/kg}$ )	
		Kulit	Tanpa Kulit
1	B-2013-1	412,5	-
2	B-2009	837,5	37,5
3	B-2009-M	37,5	12,5
4	B-2002-SK	12,5	25
5	B-2008-M	25	12,5
6	B-2003	25	4,125
7	B-2013-2	-	12,5
Rata-Rata		225	17,35

**Tabel 2** Konsentrasi Hg pada sampel beras dengan kulit dan tanpa kulit bulan Februari 2014

No.	Sampel	Konsentrasi Hg ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	
		Kulit	Tanpa Kulit
1	B-2011-PK	-	1186
2	B-2009-M2	585	220
3	B-2008-M	208	100
4	B-2008-P	130	89
5	B-2003-M	149	68
6	B-2002-SK2	412	174
	Rata-rata	297	306
	Standar Deviasi	196,14	434,83

Hasil perbandingan kandungan merkuri pada sampel beras dengan kelima baku mutu yang berlaku secara nasional dan internasional dapat dilihat pada **Gambar 5**. Dari **Gambar** dapat dilihat bahwa dikarenakan kelima baku mutu memiliki nilai yang beragam, terdapat kejadian-kejadian dimana beberapa sampel berada di bawah semua baku mutu tertentu, beberapa sampel berada diantara 2 atau lebih baku mutu, dan sampel yang memiliki nilai yang cukup jauh di atas semua baku mutu yang ada. Dari informasi ini dapat dilihat bahwa baku mutu pada negara dan daerah yang berbeda dapat berbeda satu sama lain. Hal ini dapat dikarenakan adanya kemungkinan pengaruh dari perbedaan daya dukung lingkungan yang dimiliki tiap daerah dan tingkat konsumsi beras pada daerah masing-masing. Apabila dilakukan perbandingan antara studi kualitas beras terkait kandungan merkuri akibat kegiatan PESK yang terdapat di Kasepuhan Adat Cisitu, Nunggul (0,25 mg/kg) dan Kalongliud (0,45 mg/kg) (Sutono, 2002), dan Desa Lebaksitu (34,8-123,8 ppb) (Pratiwi, 2012), dengan studi yang dilakukan Meng *et al.* (2012) di Huaxi, RRC, dibuktikan bahwa konsentrasi merkuri pada beras yang berasal dari daerah yang tidak terkontaminasi oleh sumber pencemar merkuri tergolong aman dan berada di bawah baku mutu yang berlaku yaitu sebesar 0,0042 mg/kg di Huaxi, RRC. Dapat dilihat bahwa daerah-daerah dengan kegiatan PESK yang memanfaatkan merkuri dalam proses memiliki kandungan merkuri dalam beras yang tinggi dan melebihi baku mutu yang berlaku. Sebaliknya, pada daerah tanpa sumber pencemar merkuri, kandungan merkuri yang terukur pada beras relatif jauh lebih rendah dan dalam senyawa yang lebih tidak beracun, yakni merkuri anorganik.



**Gambar 5** Konsentrasi Hg pada sampel beras terhadap baku mutu merkuri

Pada **Tabel 3** ditunjukkan klasifikasi sampel beras berdasarkan umur beras. Dari informasi ini didapatkan bahwa adanya kecenderungan konsentrasi merkuri lebih tinggi pada sampel yang berumur  $\leq 5$  tahun. Tingginya konsentrasi merkuri pada klasifikasi umur ini dapat dikaitkan dengan umur kegiatan PESK yang ada di Kasepuhan Adat Cisitu. Kegiatan PESK di Kasepuhan Adat Cisitu dimulai pada pertengahan tahun 2008 atau baru berjalan selama kurang lebih 5 tahun pada masa pengambilan sampel dilakukan. Sejak dimulainya kegiatan PESK di Kasepuhan Adat Cisitu, terdapat merkuri dalam jumlah yang signifikan dalam beras yang dipanen di wewengkon Kasepuhan Adat Cisitu seperti yang ditunjukkan pada hasil pengukuran Hg pada sampel beras ini.

**Tabel 3** Konsentrasi merkuri pada beras dengan klasifikasi umur beras

Umur Beras	Kode Sampel	Konsentrasi Hg ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	
		kulit	tanpa kulit
2 bulan	B-2013-1	412,5	-
	B-2013-2	-	12,5
2 tahun	B-2011-PK	-	1186
	B-2009-M2	585	220
4 tahun	B-2009-M	25	4,125
	B-2009	25	12,5
	B-2008-P	130	89
5 tahun	B-2008-M	12,5	25
	B-2008-M	208	100
	B-2003-M	149	68
10 tahun	B-2003	37,5	12,5
	B-2002-SK2	412	174
11 tahun	B-2002-SK	837,5	37,5

Pada **Tabel 4** ditunjukkan klasifikasi sampel beras berdasarkan jenis bulir beserta konsentrasi rata-rata merkuri dari tiap kelompok beras. Dari hasil tersebut didapat bahwa konsentrasi kandungan merkuri yang tinggi terdapat pada beras berbulir putih. Fenomena ini dapat dibuktikan dengan data rata-rata konsentrasi dari tiap jenis beras, yaitu  $259,88 \mu\text{g}/\text{kg} \pm 368,43$  untuk beras putih yang lebih besar daripada rata-rata konsentrasi merkuri untuk beras merah yakni  $140 \mu\text{g}/\text{kg} \pm 175,46$ . Hal ini mungkin terjadi dikarenakan proses bioakumulasi yang mungkin berbeda antar kedua jenis beras tersebut.

**Tabel 4** Klasifikasi sampel beras berdasarkan jenis beras

No.	Jenis Beras	Kode Sampel	Konsentrasi Rata-Rata
1	Putih	B-2013-1	$259,88 \mu\text{g}/\text{kg} \pm 368,43$
2		B-2013-2	
3		B-2011-PK	
4		B-2009	
5		B-2008-P	
6		B-2003	
7		B-2002-SK2	
8		B-2002-SK	
9	Merah	B-2009-M2	$140 \mu\text{g}/\text{kg} \pm 175,46$
10		B-2009-M	
11		B-2008-M	
12		B-2008-M	
13		B-2003-M	

#### Kandungan Hg Pada Sedimen

Hasil pengukuran konsentrasi Hg pada sampel sedimen cukup bervariasi dan fluktuatif seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 5**. Hal ini dapat dilihat dari nilai standar deviasi yaitu  $35059,85$  yang lebih besar dibandingkan nilai rata-rata sampel yaitu  $22076,56$

µg/kg. Apabila dibandingkan dengan baku mutu yang berlaku dari berbagai referensi mengenai kandungan merkuri pada sedimen, tidak terdapat satu pun sampel yang berada di bawah baku mutu. Seluruh sampel jauh berada di atas baku mutu berdasarkan ANZECC (2000) yang memiliki nilai baku mutu tertinggi yaitu 1000 µg/kg.

**Tabel 5** Konsentrasi Hg pada sampel sedimen

No.	Sampel	Konsentrasi Hg (µg/kg)
1	S-2	3.337,5
2	S-3	4.737,5
3	S-6/7-K1	7.012,5
4	S-6/7-K2	10.775
5	S-9-SW	19.968,75
6	S-9-K	106.962,5
7	S-10	21.425
8	S-26/29	2.393,75
	rata-rata	22.076,56
	standar deviasi	35.059,85

Dari hasil pengukuran ini, diperoleh satu sampel dengan nilai konsentrasi merkuri paling tinggi, yaitu pada sampel S-9-K sebesar 106.962,5 µg/kg. Sampel sedimen ini diambil dari titik 9, lebih tepatnya pada kolam yang terletak di belakang gelundung yang masih aktif dan digunakan sebagai kolam *tailing* dari limbah yang keluar dari gelundung. Hal ini sesuai dengan studi yang dilakukan oleh Setiabudi (2005), yang menyatakan bahwa adanya korelasi positif antara keberadaan penambangan emas rakyat yang menggunakan teknik amalgamasi dengan tingginya kadar merkuri pada sampel sedimen. Menurut Meng *et al.* (2011) tanah sawah atau umumnya berupa sedimen pada sawah merupakan sumber potensial MeHg yang masuk ke dalam tanaman padi. Oleh karena itu, dapat pula ditemukan korelasi antara kandungan merkuri pada sedimen di sawah dengan tingkat merkuri yang terkandung dalam tanaman padi. Dari studi yang dilakukan oleh Manik (2014) dalam studi pengukuran merkuri pada air di daerah yang sama dengan lokasi pengambilan sampel sedimen oleh peneliti diperoleh rata-rata hasil pengukuran adalah  $\leq 0,13$  ppb. Dalam penelitian ini dapat terlihat fenomena dimana merkuri yang masuk ke perairan dalam bentuk Hg unsur (Hg<sup>0</sup>) karena densitasnya yang tinggi akan cenderung mengendap ke dasar sungai atau terakumulasi di sedimen seperti yang dikemukakan oleh Budiono (2003). Oleh karena itu, konsentrasi merkuri pada sedimen akan relatif lebih besar apabila dibandingkan dengan konsentrasi merkuri pada air pada lokasi yang sama. Apabila dibandingkan dengan studi kualitas sedimen terkait kandungan merkuri akibat kegiatan PESK yang terdapat di Florida yang berkisar antara 1-219 ppb (Kannan *et al.*, 1998) dan Desa Lebaksitu yang berkisar antara 789,75-43.508,33 ppb (Prilia, 2012), maka dampak negatif yang mungkin diterima oleh masyarakat Kasepuhan Adat Cisititu akan lebih besar dikarenakan rentang konsentrasi yang ada pada sampel sedimen Kasepuhan Adat Cisititu lebih besar dan lebih tinggi nilainya daripada kedua kasus lainnya.

### Analisa Resiko Kesehatan

US EPA menyatakan bahwa maximum acceptable daily exposure atau dosis maksimum senyawa merkuri yang diizinkan masuk ke dalam tubuh tanpa menimbulkan efek yang membahayakan bagi tubuh seumur hidup sebesar 0,1 µg/kg BB per hari. Berdasarkan data Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) dari BPS bulan September tahun 2013, rata-rata konsumsi beras nasional sebesar 20,4 gram per kapita per hari. Untuk memperkirakan paparan harian yang mungkin diterima masyarakat Kasepuhan Adat Cisitu melalui konsumsi beras, dapat dilakukan dengan memperkirakan dampak terburuk yang mungkin terjadi yaitu dengan mengukur paparan harian berdasarkan data hasil pengukuran sampel beras yang terbesar nilainya dan kemudian membandingkannya dengan nilai *Acceptable Daily Intake* (ADI) atau *maximum acceptable daily exposure* untuk merkuri yang berlaku.

$$C_{paparan} = C_{maks\ beras} \cdot X_{beras} \quad (1)$$

Pada **Persamaan (1)** di atas,  $C_{paparan}$  merupakan perkiraan paparan merkuri harian,  $C_{maks\ beras}$  adalah konsentrasi tertinggi pada sampel beras yang terukur pada penelitian ini, dan  $X_{beras}$  adalah konsumsi beras nasional. Dengan menggunakan konsentrasi sampel beras tanpa kulit B-2009-M2 sebesar 220 µg/kg dan dengan mengasumsikan berat badan masyarakat Indonesia 60 kg, maka diperoleh perkiraan nilai paparan merkuri harian yang diterima oleh masyarakat Kasepuhan Adat Cisitu adalah sebesar 0,07 µg/kg BB per hari. Angka ini masih berada di bawah nilai *maximum acceptable daily exposure* atau ADI yang ditetapkan US EPA. Namun, apabila digunakan data konsumsi beras tahun 2013 yang disampaikan oleh pihak Departemen Pertanian, maka nilai perkiraan paparan merkuri yang didapat menjadi 1,02 µg/kg BB per hari dan melebihi nilai ADI yang berlaku. Data perkiraan paparan merkuri tersebut ditunjukkan pada **Tabel 6**.

Pada dasarnya, nilai *maximum acceptable daily exposure* yang ditetapkan oleh US EPA ini adalah dosis yang disarankan sebagai dosis maksimum yang masuk secara oral dan tidak hanya dibatasi dari satu jenis bahan konsumsi. Oleh karena itu, untuk memperkirakan resiko yang mungkin timbul perlu adanya pengukuran perkiraan paparan yang didasari oleh jenis bahan konsumsi lain, seperti konsumsi ikan. Berdasarkan analisa resiko kesehatan yang dilakukan oleh Manik (2014) di daerah dan waktu yang sama, berdasarkan konsumsi ikan diperoleh perkiraan paparan merkuri harian sebesar 0,02 µg/kg BB per hari. Apabila nilai ini dijumlahkan dengan perkiraan paparan merkuri harian berdasarkan konsumsi beras yang dilakukan oleh peneliti, maka nilai perkiraan paparan merkuri harian di Kasepuhan Adat Cisitu meningkat menjadi 0,09 µg/kg BB per hari. Nilai ini sangat dekat dengan nilai *maximum acceptable daily exposure*, sehingga konsumsi bahan-bahan yang terkontaminasi oleh merkuri harus menjadi perhatian di Kasepuhan Adat Cisitu.

**Tabel 6** Data perkiraan paparan merkuri harian Kasepuhan Adat Cisitu

No.	Rata-rata konsumsi beras nasional	Badan yang mengeluarkan	Konsentrasi sampel	Perkiraan paparan merkuri harian	<i>maximum acceptable daily exposure</i> atau ADI
1	20,4 g/kapita per hari	BPS	220 µg/kg	0,07 µg/kg BB per hari	0,1 µg/kg BB per hari
2	102 kg/kapita per tahun	Departemen Pertanian		1,02 µg/kg BB per hari	

## KESIMPULAN

Adanya asosiasi antara kegiatan PESK dengan pencemaran merkuri pada sedimen dan beras di Kasepuhan Adat Cisitu. Hasil pengukuran Hg pada beras berada pada rentang 12,5- 1.186 µg/kg dengan konsentrasi rata-rata pada sampel beras dengan kulit 258 µg/kg±271,77 serta 161,76 µg/kg±329,78 untuk sampel beras tanpa kulit. Sebagian besar sampel beras memiliki kandungan merkuri yang melebihi baku mutu yang berlaku. Hasil pengukuran Hg pada sedimen berada pada rentang 2.393,75-106.962,5 µg/kg dengan rata-rata 22.076,56 µg/kg±35.059,85 dan seluruh sampel melebihi baku mutu yang berlaku. Perkiraan paparan merkuri harian masyarakat Kasepuhan Adat Cisitu berdasarkan konsumsi beras sebesar 0,07 µg/kg BB per hari dan analisa resiko kesehatan ini masih berada di bawah batas maksimum paparan yang ditetapkan oleh US EPA yaitu 0,1 µg/kg BB per hari.

## DAFTAR PUSTAKA

- ANZECC (*Australian and New Zealand Environment and Conservation Council*) (2000). *Interim Sediment Quality Guidelines* dalam Simpson, SL, Batley, GE, Chariton, AA, Stauber, JL, King, CK, Chapman, JC, Hyne, RV, Gale, SA, Roach, AC, dan Maher, WA (2005). *Handbook for Sediment Quality Assessment* (CSIRO: Bangor, NSW)
- BPS (Badan Pusat Statistik) (2013). *Survey Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS)* (diakses melalui [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id) pada tanggal 22 April 2014 pukul 17.45)
- Budiono, A. 2003. *Pengaruh Pencemaran Merkuri Terhadap Biota Air. Makalah Pengantar Sains. Program Pascasarjana (S3)*. IPB: Codex Std (1995). *Codex Standard 193-1995 Codex General Standard For Contaminants And Toxins In Food And Feed*.
- Codex Alimentarius. (diakses melalui [www.codexalimentarius.net](http://www.codexalimentarius.net) pada tanggal 22 April 2014 pukul 20.16)
- GB 2762-2010. *National Food Safety Standard-Maximum Levels of Contaminants in Food. Ministry of Health of China*. (diakses melalui <http://gain.fas.usda.gov/> pada tanggal 22 April 2014 pukul 20.16)
- IPEN dan BaliFokus (2013). *Panduan Singkat Perjanjian Baru Tentang Merkuri: 17*.
- Ismawati, Y.(BaliFokus), Petrlik, J.( Arnika Association), DiGangi J.(IPEN) (2013). *Titik Rawan Merkuri di Indonesia . Situs PESK: Poboya dan Sekotong di Indonesia. Laporan Kampanye Bebas Merkuri IPEN*.
- Kannan, K., Smith, R. G., Lee, R. F., Windom, H. L., Heitmuller, P. T., Macauley, J. M., dan Summers, J. K. (1998). *Distribution of Total Mercury and Methyl Mercury in Water, Sediment, and Fish from South Florida Estuaries. Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 34, 109–118: 111
- Manik, D. N. (2014). *Analisa Pengukuran Merkuri Pada Air, Tanah, dan Ikan Sekitar Kegiatan Penambangan Emas Skala Kecil (PESK) di Kasepuhan Adat Cisitu, Kecamatan Cibeber, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten. Tugas Akhir Program Sarjana (S1). Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Bandung (on progress)*
- Meng, B., Feng, X., Qiu, G., Wang, D., Liang, P., Li, P., dan Shang, L. (2012). *Inorganic Mercury Accumulation in Rice (Oryza sativa L.). Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 31 No. 9 pp. 2093–2098. SETAC
- Pratiwi, C. A. (2012). *Analisis Risiko Pencemaran Merkuri Terhadap Kesehatan Manusia Yang Mengonsumsi Beras di Sekitar Kegiatan Tambang Emas Skala Kecil (Studi Kasus: Desa Lebaksitu, Kecamatan Lebakgedong, Kabupaten Lebak, Banten). Tesis Pasca Sarjana (S2). Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Bandung*.
- Prilia, D. (2012). *Analisis Penyebaran Merkuri Pada Air dan Sedime, serta Potensi Bioakumulasi pada Ikan di Daerah Pertambangan Emas Skala Kecil (Studi Kasus: Sungai Ciberang, Lebak, Banten). Tesis Pasca Sarjana (S2). Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Bandung*.

- Qiu, G., Feng X., Meng, B., dan Wang, X. (2011). *Methylmercury in rice (Oryza sativa L.) Grown From The Xunyang Hg Mining Area, Shaanxi Province, Northwestern China. Pure Appl. Chem.*, Vol. 84, No. 2, pp. 281–289. IUPAC: 284.
- Rahman, M. Awang, M., Yusof, A.M., Wood, A. K. H., Hamzah, S., dan Shamsiah, A. (2012) *Development of A Method For Specification Of Mercury In Environmental Sample Analysis. The Malaysian Journal of Analytical Sciences*, Vol 16 No 2, 194 –201.
- Setiabudi, T. B. 2005. *Penyebaran Merkuri Akibat Usaha Pertambangan Emas di Daerah Sangon, Kabupaten Kulon Projo, D. I Jogjakarta. Kolokium Hasil Lapangan*. DIM. 2005.
- SNI (Standar Nasional Indonesia) 7387:2009 (2009). *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Pangan*. Badan Standardisasi Nasional. (diakses melalui <http://sertifikasibbia.com/> pada tanggal 15 April 2014 pukul 21.10)
- Sutono, S. (2002). *Amankah beras yang kita makan*. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian Indonesia*: 18-19.
- UNEP (*United Nations Environment Programme*)/AMAP (*Arctic Monitoring and Assessment Programme*) (2013). *Technical Background Report for The Global Mercury Assessment 2013*. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, Norway/UNEP Chemicals Branch, Geneva, Switzerland: 4
- US EPA (*United States Environmental Protection Agency*). *Maximum Acceptable Daily Exposure*. (diakses melalui <http://www.epa.gov/mercury/> pada tanggal 22 April 2014 pukul 20.22)
- U.S. EPA (1994). *Method 200.2 Sample Preparation Procedure for Spectrochemical Determination of Total Recoverable Elements*. Ohio: Environmental Monitoring Systems Laboratory Office of Research and Development. (diakses melalui <http://water.epa.gov/> pada tanggal 5 April 2014 pukul 23.40)
- U.S. EPA *Method 7473/2007* (2007). *Mercury in Solids and Solutions by Thermal Decomposition, Amalgamation, and Atomic Absorption Spectrophotometry*. Ohio: Environmental Monitoring Systems Laboratory Office of Research and Development. (diakses melalui <http://www.epa.gov/> pada tanggal 23 April 2014 pukul 02.00)