

## STATUS MERKURI PADA ALIRAN SUNGAI KRUENG SABEE, AKIBAT LIMBAH PENGOLAHAN EMAS DI KABUPATEN ACEH JAYA

### STATUS OF MERCURY IN KRUENG SABEE RIVER, AS IMPACTED BY GOLD PROCESSING WASTE IN ACEH JAYA DISTRICT

Iwandikasyah Putra<sup>1\*)</sup>, Sufardi <sup>2)</sup>, Teuku Alvisyahrin <sup>2)</sup>, Amda Resdiar <sup>1)</sup>

<sup>1</sup>Staf Pengajar Fakultas Pertanian, Universitas Teuku Umar

<sup>2</sup>Staf Pengajar Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

\*Email Korespondensi: iwandikasyahputra@utu.ac.id

#### Abstract

Gold mining activities in Aceh Jaya District could lead to mercury contamination of the environment. This research was conducted to assess the status of mercury in Krueng Sabee river as impacted by gold processing waste dumped into the river in the District of Aceh Jaya. Water, sediment, and aquatic animal (biota) samples were taken at three locations along the river, i.e. downstream, half-way center, and upstream. Mercury concentrations in the samples were analyzed by using SNI 02-0086-2005 method for sediment and biota, and SNI 01-3554-2006 method for water, and measured using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The results were then compared to water quality standards for mercury Indonesian Governmental Regulation (KepMenLH No.02/ MenKLH/ 2002, PP. No. 18 Tahun 1999, dan BPOM No. 3725/ B/ SK/ VII/ 1989). The results showed that mercury levels in Krueng Sabee river at all locations sampled during wet and dry seasons were below that of the water quality standards, whereas mercury concentrations in sediment and biota samples at all sampling locations in Krueng Sabee river were above the maximum contaminant level. High levels of mercury in the aquatic environment may pose a health concern for the community living in the contaminated area.

#### I. PENDAHULUAN

Merkuri (Hg) adalah salah unsur berbahaya (beracun) apabila kelarutan di lingkungan tinggi (Kiyono and Hidemitsu, 2006). Merkuri ini memiliki nilai ambang batas (NAB) yang diperbolehkan untuk air sungai yaitu 1 ppb berdasarkan KepMenLH No. 02/ MenKLH/ 2002, untuk sedimen air sungai NAB yaitu 10 ppb berdasarkan PP. No. 18 Tahun 1999, sedangkan pada biota NAB yaitu 500 ppb berdasarkan BPOM. No. 3725/ B/ SK/ VII/ 1989. Merkuri sangat sering digunakan dalam kegiatan penambangan emas sebagai bahan pengekstrak emas (Au) dari bijihnya (Widowati *et al.*, 2008).

Laporan terpadu pengawasan penambangan emas Gunong Ujeun di bawah koordinasi BAPEDAL ACEH dalam Mukhlisuddin *et al.* (2009) menjelaskan bahwa perkiraan penggunaan merkuri di area penambangan mencapai 3 kg/hari/unit. Dengan jumlah kilang yang beroperasi lebih kurang 100 unit, diperkirakan pemakaian merkuri perharinya adalah 300 kg/hari. Jika terjadi penyusutan merkuri yang hilang terbawa air sebesar 30 %, maka jumlah merkuri yang masuk ke sungai Krueng Sabee adalah sebanyak 90 kg/hari, atau setara dengan 32,4 ton/tahun. Aktivitas penambangan emas secara tradisional ini dapat menimbulkan pencemaran merkuri sangat serius pada sungai Krueng Sabee.

Merkuri dalam badan air dapat menjadi komponen metal-merkuri melalui proses transformasi mikroorganisme yang memiliki sifat racun dan daya ikat yang kuat, di samping kelarutannya yang tinggi dalam tubuh hewan air (Widowati *et al.*, 2008).

Toksisitas merkuri sangat stabil dalam proses metabolisme dan dapat menginfiltirasi jaringan yang sukar ditembus, misalnya otak dan plasenta pada orang dewasa maupun anak-anak (Darmono, 2006). Darmono (2006) menambahkan bahwa toksisitas merkuri menyebabkan tremor (gerakan gemetar yang tidak terkendali pada penderitanya, yang terjadi karena otot berkontraksi dan berelaksasi secara berulang-ulang), dan jika terus berlanjut dapat menyebabkan pengurangan pendengaran, penglihatan, dan daya ingat. Tremor bisa terjadi pada otot kepala, tangan, lengan, kelopak mata dan otot lainnya, tetapi jarang mengenai bagian bawah tubuh. Tremor bisa terjadi pada salah satu maupun kedua sisi tubuh. Suara bisa terdengar bergetar dan kepala mengangguk-angguk.

Berdasarkan uraian di atas, sangat diperlukan kajian tentang status merkuri pada aliran sungai Krueng Sabee yang terindikasi telah tercemar logam berat tersebut akibat pembuangan limbah pengolahan emas yang dilakukan masyarakat secara tradisional di Gunong Ujeun, Kecamatan Krueng Sabee, Kabupaten Aceh Jaya.

## II. TINJAUAN KEPUSTAKAAN

Merkuri merupakan salah satu unsur kimia yang sangat berbahaya. Unsur ini hadir dalam kehidupan kita sehari-hari dalam berbagai bentuk, misalnya *amalgam* yang biasanya digunakan di dunia kedokteran pada penambalan gigi dan sebagai bahan pestisida dan fungisida dalam bidang pertanian. Selain itu, merkuri juga digunakan pada alat-alat untuk standar ukur seperti termometer, barometer dan spigmomanometer dan juga sangat sering digunakan pada preparat dalam praktikum dan penelitian (Irwan, 2009).

Merkuri dilambangkan dengan Hg, sebagai akronim dari *Hydragyrum* yang berarti perak cair. Merkuri merupakan salah satu unsur logam yang terletak pada golongan II B pada sistem periodik, dengan nomor atom 80 dan nomor massa 200.59 g/mol (Widowati *et al.*, 2008). Irwan (2009) menyebutkan bahwa dalam kehidupan sehari-hari, merkuri berada dalam tiga bentuk dasar, yaitu : merkuri metalik, merkuri anorganik dan merkuri organik yaitu:

1. Merkuri anorganik merupakan senyawa merkuri dalam bentuk garam. Contohnya merkuri nitrat ( $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ), merkuri klorida ( $\text{HgCl}_2$ ) dan merkuri oksida ( $\text{HgO}$ ) (WHO, 2000). Merkuri anorganik juga dapat terbentuk dari metabolisme merkuri metalik atau organomerkuri. Jenis merkuri ini banyak digunakan pada kosmetika, pemutih gigi, obat diuretik dan antiseptik (Widowati *et al.*, 2008 dan Irwan, 2009).

2. Merkuri metalik dikenal juga dengan istilah merkuri unsur ( $\text{Hg}^0$ /merkuri *element*), merupakan bentuk logam dari merkuri, logam ini berwarna perak. Jenis merkuri ini digunakan pada alat-alat laboratorium seperti termometer raksa, termostat, spigmomanometer, barometer dan lainnya. Logam merkuri berwujud cair pada suhu kamar ( $25^\circ\text{C}$ ) dengan titik beku ( $-39^\circ\text{C}$ ), merupakan logam yang paling mudah menguap, memiliki tahanan listrik yang sangat rendah, sehingga digunakan sebagai penghantar listrik yang baik, dapat membentuk alloy dengan logam lain (disebut juga dengan amalgam) (Irwan, 2009).

3. Merkuri organik ( $\text{RHg}$ ,  $\text{R}_2\text{Hg}$ -) merupakan bentuk senyawa merkuri yang paling berbahaya. Sebagian besar peristiwa keracunan merkuri disebabkan oleh senyawa ini. Merkuri organik digunakan secara luas pada industri pertanian, industri pulp dan kertas, dan dalam bidang kedokteran (Irwan, 2009). Metil merkuri ( $\text{CH}_3\text{HgCl}$ ) dan alkil merkuri ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{HgCl}$ ) sering digunakan sebagai bahan pestisida. Senyawa  $\text{CH}_3\text{HgCl}$  menyebabkan keracunan merkuri dan lebih dari 95 % senyawa tersebut terabsorpsi dan ditransformasikan ke dalam sel darah merah (Widowati *et al.*, 2008).

Merkuri (Hg) dapat menimbulkan efek racun pada kesehatan manusia, dan tingkat kronisnya tergantung pada bagian mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh. Daya racun yang dimiliki akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim, sehingga proses metabolisme

tubuh terputus (Putra, 2006). Rinawati, Supriyanto, dan Widya (2008) menyatakan bahwa logam berat bila kadarnya melebihi dari nilai ambang batas yang diperbolehkan, akan menimbulkan gangguan pada organisme yang ada di perairan, dan melalui siklus rantai makanan, cepat ataupun lambat juga akan berdampak kepada manusia.

Merkuri (Hg) sangat beracun jika terserap oleh kulit atau terhirup dari uap. Jangka panjang merkuri akan mengakibatkan kerusakan pada sistem syaraf pusat, serta dapat menyebabkan kelainan pada kelahiran. Darmono (2006) menjelaskan toksisitas Hg dalam hal ini dibedakan menjadi dua bagian, yaitu toksisitas organik dan anorganik. Pada bentuk anorganik, Hg berikatan dengan satu atom karbon atau lebih, sedangkan dalam bentuk organik berikatan dengan rantai alkil yang pendek.

Keracunan metil merkuri paling besar pada makhluk hidup timbul di tahun 1950-an di Teluk Minamata, Jepang yang terkenal dengan nama Minamata Disease. Supriyanto, Samin, & Kamal (2007) menambahkan bahwa selain peristiwa yang dipublikasikan secara luas akibat pencemaran logam berat (Hg) yang menyebabkan Minamata disease di teluk Minamata Jepang, juga telah terjadi pencemaran kadmium (Cd) yang menyebabkan Itai-itai disease di sepanjang sungai Jinzo di Pulau Honsyu, Jepang.

Irwan (2009) juga menambahkan bahwa Tragedi Minamata di Jepang merupakan salah satu kasus pencemaran merkuri yang menjadi sorotan dunia. Kasus yang persis sama juga terjadi di Indonesia. Pembuangan limbah pengolahan (*tailing*) tambang emas oleh PT. Newmont Minahasa Raya (NMR), telah mencemari Teluk Buyat dimana kandungan merkuri di sedimen berkisar 2,605 ppm – 10,60 ppm (Siregar, 2004 *dalam* Widowati *et al.*, 2008). Kandungan Hg Teluk Buyat ini > NAB sehingga mengakibatkan ratusan keluarga terpaksa di relokasi, karena lingkungan tersebut sudah terkontaminasi oleh merkuri sehingga tidak layak lagi digunakan sebagai tempat tinggal.

Tercatat sejumlah kejadian tragis yang disebabkan keracunan merkuri (Hg) di negara-negara Jepang, Guatemala, Irak, dan Pakistan (O'Neill, 1994). Sejumlah bayi menderita kerusakan otak serius, dipercaya dilahirkan oleh para ibu yang telah mengkonsumsi ikan tercemar merkuri. Pencemaran dapat terjadi melalui unit-unit produksi chlor-alkali, laboratorium kimia, pabrikasi instrumen, perawatan gigi dan lampu neon serta dari fasilitas-fasilitas perawatan limbah dan lain sebagainya (Ramaiah and Jaysankar, 2003).

Toksistas air raksa (Hg) berkaitan dengan pencemaran perairan, seperti yang terjadi di Jepang, Scandinavia, dan Amerika Utara, terhadap konsumsi manusia terhadap ikan-ikan yang mengandung konsentrasi Hg sangat tinggi, hal ini terjadi karena merkuri dari sedimen di ambil oleh organisme-organisme, terutama organisme dan jenis ikan air tawar (Choi, Joseph, and Cech, 2000).

FAO (1971) mengemukakan bahwa merkuri yang dapat diakumulasi adalah merkuri yang berbentuk metil merkuri, yang mana dapat diakumulasi oleh ikan atau shellfish, dan juga merupakan racun bagi manusia. Proses metilasi terpengaruh dengan adanya dominasi unsur sulfur (S), yaitu pada keadaan anaerob dan redok potensial yang rendah. Faktor-faktor yang sangat berpengaruh di dalam pembentukan metil merkuri antara lain: suhu, kadar ion  $Cl^-$ , kandungan organik, derajat keasaman (pH), dan kadar merkuri

### III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada aliran sungai Krueng Sabee, Kabupaten Aceh Jaya meliputi lokasi hulu (Desa Geuni), median (Desa Ranto Panjang), dan hilir (Muara Krueng Sabee). Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Badan Riset dan Pengawasan Industri Provinsi Aceh. Penelitian ini dilaksanakan April sampai Juni 2010.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif, yaitu dengan melakukan survai dan pengamatan mengenai karakteristik fisik aliran sungai Krueng Sabee, Kabupaten Aceh Jaya. Jenis sampel yang diambil meliputi sampel air, sedimen dan biota (hewan air) meliputi lokasi hulu, median, dan hilir. Sampel-sampel ini diambil dengan *grab sample* (sampel diambil sesaat pada satu lokasi tertentu) pada titik-titik pengamatan yang telah ditentukan.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Merkuri dalam Air Sungai

Hasil analisis merkuri dalam sampel air sungai di lokasi penelitian menunjukkan adanya variasi, baik pada musim kemarau maupun musim hujan. Rata-rata nilai merkuri di dalam sampel air pada musim kemarau di lokasi hulu yaitu  $0,269 \text{ ppb} \pm 0,001$ , lokasi median  $0,551 \text{ ppb} \pm 0,039$  dan lokasi hilir  $0,417 \text{ ppb} \pm 0,041$  (Tabel 1). Rata-rata merkuri dengan standar deviasi yang ada, dapat disimpulkan bahwa sampel air pada aliran sungai Krueng Sabee pada musim kemarau meliputi lokasi hulu, median dan hilir adalah di bawah nilai ambang baku (NAB) yaitu 1 ppb. Rata-rata nilai merkuri di dalam masing-masing sampel air pada musim hujan di lokasi hulu yaitu  $0,011 \text{ ppb} \pm 0,005$ , lokasi median  $0,123 \text{ ppb} \pm 0,026$  dan lokasi hilir  $0,069 \text{ ppb} \pm 0,008$  (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa kandungan rata-rata merkuri dalam sampel air sungai Krueng Sabee pada musim hujan di ketiga lokasi pengambilan sampel juga di bawah nilai ambang baku (NAB) yaitu 1 ppb.

Berdasarkan KepMenLH No. 02/ MenKLH/ 2002 tentang kadar merkuri dalam air sungai, secara umum dapat disimpulkan bahwa air yang bersumber dari sungai Krueng Sabee untuk semua lokasi pengamatan dapat diperuntukkan untuk golongan A, B, C, dan D. Rata-rata hasil analisis merkuri (Hg) pada masing-masing lokasi penelitian lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada musim kemarau konsentrasi merkuri lebih tinggi dibandingkan musim

hujan. Hal ini menunjukkan bahwa pengukuran sampel air sungai pada musim hujan kurang efektif, mengingat pada musim hujan debit air sungai meningkat sehingga menyebabkan terjadinya pengenceran kandungan merkuri yang ada dalam badan air. Pengenceran ini mempengaruhi hasil uji laboratorium, dimana kandungan merkuri pada musim hujan lebih rendah dari musim kemarau.

TABEL I  
Rata-rata kandungan merkuri dalam sampel air di aliran sungai Krueng Sabee

Musim/ Lokasi	Hg		Keterangan
	ppb ( $\mu\text{g/L}$ )		
<b>Kemarau</b>			
Hulu	$0,2686 \pm 0,001^*$	< NAB (1 ppb)	
Median	$0,5509 \pm 0,039^*$	< NAB (1 ppb)	
Hilir	$0,4166 \pm 0,041^*$	< NAB (1 ppb)	
<b>Hujan</b>			
Hulu	$0,0110 \pm 0,005^*$	< NAB (1 ppb)	
Median	$0,1233 \pm 0,026^*$	< NAB (1 ppb)	
Hilir	$0,0685 \pm 0,008^*$	< NAB (1 ppb)	

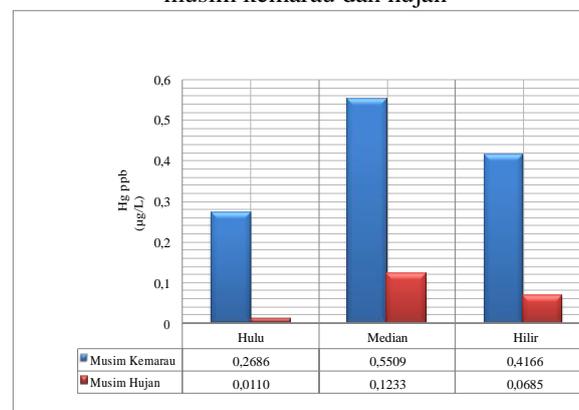
Sumber: Hasil Analisa Laboratorium Baristand Banda Aceh 2010

Keterangan : \* = Standard deviation  
< = Lebih kecil

Hasil analisis anova single factor menunjukkan bahwa kandungan merkuri dalam air sungai pada musim kemarau dan hujan antara lokasi hilir, median, dan hulu adalah sangat signifikan, dimana nilai  $P\text{-value} < 0,01$ . Sedangkan antara sampel air sungai pada musim kemarau jauh lebih tinggi (baik dijadikan sampel) dibandingkan sampel air sungai pada saat hujan, dimana hasil analisis t-test: two-sample assuming equal variances menunjukkan kandungan Hg pada musim kemarau sangat signifikan terhadap musim hujan (nilai t stat = 10,04 > nilai t critical two-tail yaitu 2,05). Rata-rata perbedaan kandungan merkuri pada musim kemarau dan hujan di aliran sungai Krueng Sabee dapat dilihat pada Gambar 1, sedangkan titik koordinat sampel pada Lampiran 1.

GAMBAR I

Kadar merkuri dalam air sungai Krueng Sabee pada musim kemarau dan hujan



Gambar 1 menunjukkan bahwa kandungan merkuri pada musim kemarau lebih tinggi dari musim hujan. Untuk lokasi hulu perbandingannya adalah

96% : 4%, lokasi median adalah 82 % : 18 %, dan lokasi hilir adalah 86 % : 14 %. Secara umum dapat disimpulkan bahwa kandungan merkuri pada aliran sungai Krueng Sabee pada musim kemarau lebih tinggi dibandingkan musim hujan. Hal ini disebabkan oleh pengenceran oleh air hujan, sehingga nilai merkuri lebih rendah.

Kandungan merkuri antara lokasi pada musim kemarau dan hujan tertinggi adalah pada lokasi median. Hal ini diduga dipengaruhi oleh lekukan sungai, di samping itu juga dipengaruhi oleh tipologi wilayah (Lampiran 1), dari peta lokasi tersebut menunjukkan bahwa lokasi median lebih rendah ketinggiannya dan merupakan tempat terkonsentrasinya padatan terlarut hasil dari aliran air permukaan (*surface run off*) yang terangkut dari seluruh wilayah yang mempunyai ketinggian lebih tinggi, di samping itu lekukan pada lokasi median menyebabkan aliran air tidak meluncur cepat dan mengalami perlambatan, sehingga diduga terjadi penimbunan merkuri lebih tinggi dibandingkan di lokasi hilir, dimana pada lokasi hilir lekukan tidak begitu patah. Selain itu pada lokasi median konsentrasi unit pengolahan emas lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi hulu.

Secara alami logam mengalami siklus pencemaran logam berat dari kerak bumi kelapisan tanah, selanjutnya ke dalam makhluk hidup, ke dalam kolam, mengendap dan akhirnya kembali lagi ke dalam kerak bumi dengan kandungan alamiah logam berubah-ubah tergantung pada kadar pencemaran yang dihasilkan manusia maupun karena bencana atau erosi alami (Pikir, 1991).

Menurut Palar (1994), dampak yang terjadi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain konsentrasi dan jenis logam berat, mobilitas logam dalam lingkungan tanah serta jenis ikan dan tanaman, oleh karena itu tanah yang mengandung logam-logam berat dalam jumlah tertentu dan terakumulasi dalam tanaman dan ikan akan berbahaya bagi manusia yang mengkonsumsinya, meskipun efeknya dalam jangka waktu jangka panjang. Menurut Kementrian Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup (1990) dalam Darmono (1995), sifat toksisitas logam berat dapat dikelompokkan ke dalam tiga kelompok yaitu, bersifat toksik tinggi terdiri dari unsur-unsur Hg > Cd > Pb > Cu > dan Zn, toksik sedang terdiri dari unsur-unsur Cr, Ni, dan Co, sedangkan bersifat toksik rendah terdiri atas unsur Mn dan Fe, dan dalam lingkungan perairan, bentuk logam antara lain berupa ion-ion bebas, pasangan ion organik dan ion kompleks.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan Hg yang terkandung di dalam air di bawah nilai ambang baku. Hal ini diduga logam berat lebih besar massa jenisnya dan juga dipengaruhi oleh gaya gravitasi bumi menyebabkan logam berat mengendap di dasar sungai, sehingga nilainya bisa saja tidak menampakkan hasil yang sebenarnya pada sampel air. Hutagalung (1991) menyebutkan bahwa kelompok logam berat dan metaloid densitasnya lebih besar dari

5 g/cm<sup>3</sup>. Dengan kata lain logam berat yang terlarut dalam air akan berpindah ke dalam permukaan sedimen, dan penyerapan langsung oleh permukaan partikel sedimen. Darmono (2006) menambahkan bahwa faktor yang menyebabkan air mudah terkontaminasi bahan pencemar ini adalah akibat aktivitas manusia, menurutnya sumber pencemaran ini berasal dari pertambangan, peleburan logam, dan jenis industri lainnya.

#### B. Merkuri dalam Sedimen

Hasil analisa merkuri dalam endapan sedimen di lokasi penelitian menunjukkan adanya variasi di tiga lokasi pengamatan. Nilai merkuri di dalam endapan sedimen pada lokasi hulu adalah 410,2 ppb ± 25,4, lokasi median adalah 836,8 ppb ± 27,9, dan pada lokasi hilir adalah 289,9 ppb ± 8,0 (Tabel 2). Secara umum dapat disimpulkan bahwa kandungan merkuri pada sedimen di lokasi aliran sungai Krueng Sabee adalah di atas nilai ambang baku (NAB) adalah 10 ppb.

Menurut Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun dalam sedimen sungai, menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri dalam sedimen berada jauh di atas nilai ambang baku. Kandungan merkuri di dalam sedimen pada lokasi median rata-ratanya > 83 kali dari NAB yaitu 10 ppb, dan untuk lokasi hulu > 41 kali dari NAB, dan lokasi hilir > 28 kali dari NAB. Rata-rata hasil analisis merkuri di dalam endapan sedimen dimasing-masing lokasi dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL II  
Rata-rata kandungan merkuri dalam sampel sedimen di aliran sungai Krueng Sabee

Lokasil	Hg		Keterangan
	ppb (µg/Kg)		
Hulu	410,2 ± 25,4*		> NAB (10 ppb)
Median	836,8 ± 27,9*		> NAB (10 ppb)
Hilir	289,9 ± 8,0*		> NAB (10 ppb)

Sumber: Hasil Analisa Laboratorium Baristand Banda Aceh 2010

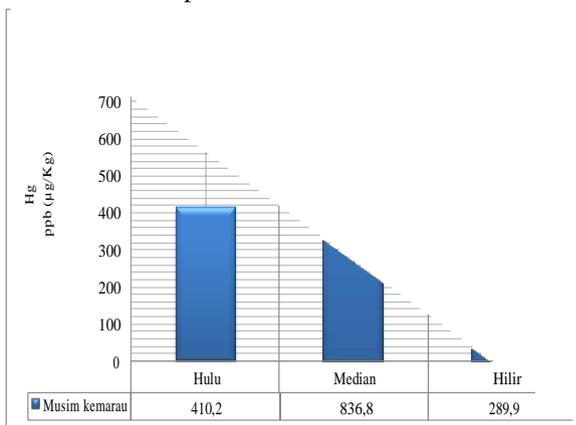
Keterangan : \* = Standard deviation  
> = Lebih besar

Tabel 2 menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri (Hg) di dalam sedimen di ketiga lokasi pengamatan jauh di atas NAB. Konsentrasi tertinggi terdapat pada lokasi median yang merupakan daerah reservoir PDAM Tirta Mon Mata Krueng Sabee. Secara umum kandungan merkuri di ketiga lokasi pengamatan sangat memprihatinkan, dengan sendirinya dapat dipastikan bahwa pada aliran sungai Krueng Kabee positif telah tercemar merkuri akibat aktivitas pengolahan biji emas. Hasil analisis anova single factor menunjukkan bahwa kandungan merkuri di dalam endapan sedimen pada musim kemarau antara lokasi hilir, median, dan hulu adalah sangat signifikan, dimana nilai *P-value* < 0,01.

Gambar 2 menunjukkan bahwa kandungan merkuri di dalam sedimen tertinggi adalah pada lokasi

median, dan terendah pada lokasi hilir. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan merkuri pada sedimen di lokasi hilir lebih rendah dari lokasi hulu dan median. Hal ini bisa saja dipengaruhi oleh perbedaan lekukan aliran sungai antara lokasi pengamatan seperti yang ditunjukkan pada Lampiran 1, di samping itu aktivitas dan konsentrasi unit pengolahan emas lebih tinggi pada lokasi median dibandingkan dengan lokasi hulu dan hilir (aktivitas unit pengolahan emas: median > hulu > hilir).

GAMBAR II  
Kadar merkuri dalam sedimen sungai Krueng Sabee pada musim kemarau



Tingginya konsentrasi merkuri pada endapan sedimen sudah barang tentu akan mengancam kualitas aliran sungai Krueng Sabee, dimana yang kesehariannya menjadi sumber air bersih bagi masyarakat disekitarnya. Kondisi ini menyebabkan kualitas lingkungan akan tidak baik, karena ketika sewaktu-waktu terjadi banjir, maka sungai akan meluap akibat turbulensi air kuat pada musim hujan, sehingga menyebabkan sedimen sungai akan terangkat ke daratan dan masuk ke pemukiman penduduk dan lahan pertanian, sedimen ini mengandung merkuri, yang kemudian akan mempengaruhi kualitas lahan dan lingkungan pertanian. Melalui rantai makanan, adsorpsi logam ini salah satunya dilakukan oleh tanaman, yang kemudian tanaman dikonsumsi oleh mahluk hidup, sehingga secara tidak langsung akan mengakibatkan berbagai dampak negatif terhadap manusia. Bahtiar (2007) menyatakan bahwa tanah merupakan tempat tinggal (habitat) bagi berbagai jenis hewan seperti cacing tanah, serangga, serta berbagai jenis mikroorganisme, tingginya konsentrasi merkuri pada tanah dapat menyebabkan populasi hewan-hewan tersebut akan rendah, zat-zat limbah yang masuk ke tanah diserap oleh tanaman, dan terus berpindah melalui jalur rantai makanan dan jaring-jaring makanan, sehingga perpindahan itu menyebabkan adanya zat pencemar dalam setiap tubuh organisme yang melangsungkan proses rantai makanan tersebut. Logam berat merkuri memiliki densitas yang lebih besar dan bersifat tahan urai. Sifat tahan urai inilah yang menyebabkan logam berat semakin terakumulasi di dalam perairan (Anonymous, 2009-b).

Merkuri yang mengendap di dalam sedimen akan di manfaat oleh bakteri-bakteri yang selanjutnya akan menjangkau rantai makanan manusia (biomagnified) sehingga akan menimbulkan penyakit-penyakit akut atau kronis. Hal ini sesuai dengan pendapat Prartono *et al.* (1999) yang menyebutkan bahwa logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen sehingga kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air. Tingginya akumulasi logam Hg pada sedimen dibandingkan dengan pada air, dikarenakan logam Hg lebih berat dari massa jenis air, sehingga logam Hg mengendap di dasar sungai akibat dipengaruhi oleh gravitasi bumi. Hutagalung (1991) menyebutkan bahwa kelompok logam berat dan metaloid densitasnya lebih besar dari 5 g/cm<sup>3</sup>.

### C. Merkuri dalam Biota (Hewan Air)

Hasil analisis merkuri dalam sampel hewan air/biota di lokasi penelitian juga menunjukkan adanya variasi nilai merkuri. Nilai merkuri di dalam hewan air/biota (kepiting) pada lokasi hulu adalah 484,7 ppb ± 6,6, lokasi median adalah 349,2 ppb ± 6,1 (biotanya kepiting), dan pada lokasi hilir adalah 2364,1 ppb ± 44,6 (biotanya kerang/lokan).

Menurut Keputusan Badan Pengawasan Obat dan Makanan No.3725/ B/ SK/ VII/ 1989 tentang kadar merkuri dalam makanan dan minuman pada biota menunjukkan bahwa nilai ambang baku (NAB) yang diperbolehkan yaitu 500 ppb. Konsentrasi merkuri pada hewan air (jenis lokan) di lokasi hilir 4 kali lebih besar dari NAB, sedangkan pada lokasi median (jenis kepiting) dan lokasi hilir (jenis kepiting) berada di bawah nilai NAB. Rata-rata hasil analisis merkuri dalam hewan air/biota masing-masing lokasi dapat dilihat pada Tabel 3.

TABEL III  
Rata-rata kandungan merkuri dalam sampel hewan air/biota di aliran sungai Krueng Sabee

Lokasi	Hg	
	ppb (µg/Kg)	Keterangan
Hulu	484,7 ± 6,6*	< NAB (500 ppb)
Median	349,2 ± 6,1*	< NAB (500 ppb)
Hilir	2364,1 ± 44,6*	> NAB (500 ppb)

Sumber: Hasil Analisa Laboratorium Baristand Banda Aceh 2010

Keterangan : \* = Standard deviation  
> = Lebih besar  
< = Lebih kecil

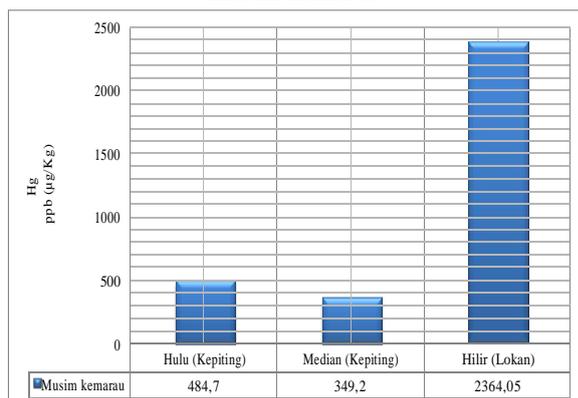
Tabel 3 menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri (Hg) pada biota hanya berbahaya pada lokasi hilir, sedangkan pada lokasi median dan hulu tidak berbahaya. Tingginya merkuri pada lokan dikarenakan lokan adalah jenis biota yang sifatnya tidak mobil, berbeda dengan kepiting yang sifatnya lebih mobil. Secara umum kandungan merkuri di ketiga lokasi sangat memprihatinkan, terutama pada kepiting dan lokan/kerang yang hidup di aliran sungai

Krueng Sabee. Kandungan merkuri (Hg) pada biota jenis lokan jauh di atas nilai ambang batas (NAB) yang diperbolehkan yaitu 500 ppb. Hasil analisis anova single factor menunjukkan bahwa kandungan Hg pada biota pada musim kemarau antara lokasi hilir, median, dan hulu adalah sangat signifikan, dimana nilai *P-value* < 0,01. Anova single factor antara lokan dan kepiting juga sangat signifikan dimana nilai *P-value* < 0,01.

Gambar 3 menunjukkan bahwa kandungan merkuri tertinggi adalah pada lokasi hilir, dan terendah pada lokasi median. Hal ini menunjukkan bahwa menunjukkan bahwa lokasi hilir merupakan gudangnya akumulasi merkuri tertinggi, walaupun pada sampel air tidak melewati NAB, tetapi pada biota (lokan) sangatlah tinggi (di atas NAB). Hal ini di duga logam merkuri mengendap di dasar sungai dan selanjutnya dimanfaatkan oleh lokan, hal ini sesuai dengan temuan di teluk jakarta yang menjelaskan bahwa lokan-lokan hijau diteluk tersebut sangat makmur pertumbuhannya dengan adanya pencemaran merkuri ini.

GAMBAR III

Kadar merkuri dalam biota sungai Krueng Sabee pada musim kemarau



Pencemaran ini terjadi dari proses pembuangan limbah ke lahan/ tanah tanpa difilter terlebih dahulu, pencemaran tanah merupakan problema yang muncul akibat aktivitas manusia. Pencemaran tanah diakibatkan oleh banyak hal, salah satunya adalah eksploitasi bahan tambang dengan produknya adalah limbah Hg, yang sewaktu-waktu dibuang tanpa melalui proses filter ke lingkungan, atau dengan kata lain langsung dibuang ke tanah secara tidak memenuhi syarat (*illegal dumping*), sehingga menyebabkan pencemaran pada tanah, yang kemudian mengalir ke aliran sungai.

Kondisi lahan/ tanah sudah seharusnya berada dalam kondisi normal agar dapat mendukung fungsi-fungsinya secara optimal khususnya di sektor pertanian. Masuknya sejumlah zat asing atau kadar suatu komponen normal tanah yang berada dalam jumlah berlebihan dapat menimbulkan pencemaran (Darmono, 2006). Unsur ini terdapat dalam biji-bijian, binatang pemakan biji-bijian (hewan air) berada dalam air tercemar merkuri. Senyawa ini

terbentuk karena melarutnya  $Hg^{2+}$  dari sedimen melalui pertukaran ion pada lingkungan air berkonsentrasi tinggi ion hydrogen dan kemudian meningkatnya sintesis metil-merkuri oleh mikro-organisma. Konsentrasi senyawa tersebut dalam organisma aquatik beraneka ragam karena tergantung kegiatan metabolisme dan rata-rata rentang hidup dari spesies organisme.

Sungai merupakan bagian terendah dari sebuah daratan dan merupakan tempat terakumulasinya bahan-bahan berbahaya seperti Hg, akibat pengaruh gaya gravitasi, Hg mengendap di dasar sungai (endapan marine), karena sifat lokan kurang mobil atau menetap (kecuali pemindahan oleh faktor luar seperti terbawa bersama banjir), sehingga dapat dipastikan biota jenis lokan yang hidup dan menetap (*imobile*) di aliran sungai Krueng Sabee positif tercemar oleh merkuri, sehingga dengan kondisi seperti ini hewan air (lokan) yang bersumber dari sungai Krueng Sabee tidak baik untuk dikonsumsi oleh masyarakat. Widowati *et al.* (2008) menyebutkan bahwa merkuri dapat terakumulasi di lingkungan sehingga meracuni hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme, adapun gejala yang ditimbulkan logam berat biasanya kronis tetapi untuk identifikasinya perlu waktu yang lama, pada manusia biasanya mengalami akumulasi Hg lewat rantai makanan.

Pencemaran pada tanah akan menyebabkan perubahan metabolisme dari mikroorganisme dan antropoda yang hidup di lingkungan tanah tercemar. Hal ini menyebabkan kemusnahan berbagai spesies primer dari rantai makanan, yang dapat memberi akibat yang besar terhadap pemangsa atau tingkatan lain dari rantai makanan tersebut. Pada sektor pertanian juga akan mendapat kesan akibat daripada pencemaran tanah ini. Hasil pertanian akan menurun dan pencemaran ini juga akan menyumbang kepada tanah. Oleh sebab itu, langkah-langkah untuk mengatasi masalah ini perlu dilakukan untuk mengatasi permasalahan tercemarnya tanah oleh logam Hg. Gavis dan Ferguson (1972); Shin dan Krenkel (1976) dalam Sanusi (1980), berpendapat bahwa metil merkuri yang terbentuk dalam sedimen bersifat tidak stabil, sehingga mudah dilepaskan ke dalam perairan yang kemudian diakumulasi oleh hewan maupun tumbuh-tumbuhan air, karena sifatnya yang sangat beracun. Fakta di lapangan didapatkan bahwa jumlah tangkapan ikan di aliran sungai Krueng Sabee saat ini sangat rendah, hal ini mengidentifikasi bahwa salah satu penyebabnya di duga akibat tingginya kandungan Hg di aliran sungai tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan merkuri tertinggi terdapat pada jenis lokan yang bersumber dari aliran sungai Krueng Sabee, sehingga masyarakat yang ada disekitarnya di sarankan untuk tidak mengkonsumsi biota-biota yang hidup di sungai Krueng Sabee, terutama lokan yang sering dikonsumsi oleh masyarakat setempat dan luar Krueng Sabee. Darmono (2006) menyatakan bahwa

jenis kerang merupakan indikator terbaik di dalam menentukan kelarutan logam berat pada lingkungan perairan baik kerang yang hidup di air tawar maupun di air laut. Dari tiga lokasi menunjukkan bagian hilir (muara krueng sabee) sangat tinggi kadar merkurnya dibandingkan dengan lokasi median dan hilir. Apabila permasalahan ini tidak ditanggapi dengan benar, maka sangat berpotensi jika Krueng Sabee merupakan duplikasi minamata disease yang dialami oleh penduduk pulau Kyushu di Jepang. Penyakit ini sangat dimungkinkan di Aceh juga terjadi, tepatnya masyarakat di sekitar aliran sungai Krueng Sabee Kecamatan Krueng Sabee, Kabupaten Aceh Jaya.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis laboratorium dan interpretasi data, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan adalah sebagai berikut:

1. Status merkuri dalam sampel air sungai Krueng Sabee pada musim kemarau dan hujan meliputi lokasi hulu, median dan hilir adalah di bawah nilai ambang baku (NAB).
2. Merkuri di dalam sampel endapan sedimen di tiga lokasi pada aliran sungai Krueng Sabee berada di atas NAB.
3. Merkuri di dalam sampel hewan air (jenis lokan) pada lokasi hilir berada di atas NAB, sedangkan sampel di lokasi hulu (jenis kepiting) dan median (jenis kepiting) konsentrasinya di bawah NAB.

### B. Saran

1. Kepada peneliti selanjutnya untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai kandungan merkuri terutama pada tanah, tanaman dan manusia di sekitar aliran Krung Sabee Kabupaten Aceh Jaya.
2. Untuk optimalisasi pemantauan lingkungan diharapkan kepada lembaga pemerintah terkait dapat mengambil sampel sedimen dan biota selain sampel air pada lokasi yang terindikasi terjadinya pencemaran Hg, di samping itu penetapan nilai ambang baku (NAB) yang permanen, terutama hewan air (biota), mengingat konsumsi hewan air oleh masyarakat sangat tinggi, sehingga pemerintah akan dapat merencanakan strategi yang efektif untuk mengurangi dampak pencemaran dan memberlakukan proses penambangan emas yang lebih ramah lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonimous. Dampak Penambangan Emas di Gunong Ujeun; Kandungan Merkuri Mulai Mengkhawatirkan. [www.serambinews.com/news/kandungan-merkuri-mulai-mengkhawatirkan](http://www.serambinews.com/news/kandungan-merkuri-mulai-mengkhawatirkan). 16:18, Tgl 21 juni 2009. realise 10:54 PM, 24/7/2009, 2009-a.

\_\_\_\_\_. Pencemaran air oleh logam berat. [Http://www.bluefame.com/lofiversion/index.php/t135886.html](http://www.bluefame.com/lofiversion/index.php/t135886.html). Sep 25 2008, 09:17 AM. realise 9:01 PM, 14 Maret 2009, 2009-b.

Bahtiar, A. Polusi Air Tanah Akibat Limbah Industri dan Rumah Tangga serta Pemecahannya. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, 2007.

Choi, M.H., J. Joseph and Cech, Jr. Bioavailability Of Metil Merkuri In The Presence Of Dissolved Organic Carbon (Doc). Department Of Wildlife, Fish, And Conservation Biology And Manuel C. Lagunas-Solar Crocker Nuclear Laboratory University Of California, 2000.

Darmono. Logam Berat dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta, 1995.

\_\_\_\_\_. Lingkungan Hidup dan Pencemaran; Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam. Uneversitas Indonesia Press, Jakarta, 2006.

FAO. Pollution An International Problem For Fisheries. Fishery Resources Division, Rome, 1971.

Hutagalung, H.P. Pencemaran Laut oleh Logam Berat. Puslitbang Oseanologi. Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya. LIPI. Jakarta, 1991.

Irwan, S. Merkuri. [http://www.chem-is-try.org/materi\\_kimia/kimia-lingkungan/pencemaran\\_lingkungan/bahan-pencemar-udara/](http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/kimia-lingkungan/pencemaran_lingkungan/bahan-pencemar-udara/). 19-05-2009. realise 10:54 PM, 24/7/2009, 2009.

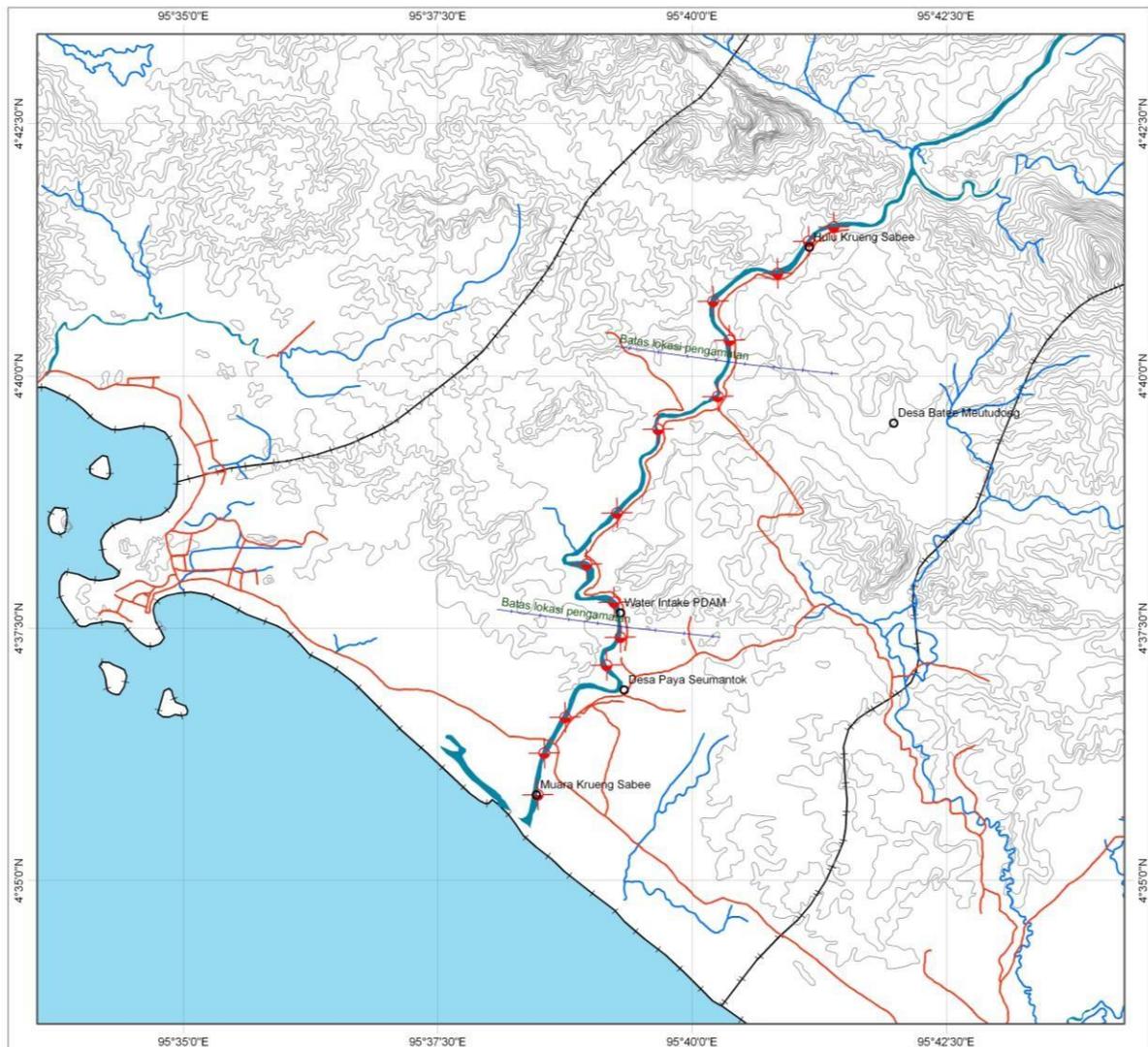
Kiyono, M and Hidemitsu, P. Genetic Engineering of Bacteria for Environmental Remediation of Merkuri. Journal of Health Science. Faculty of Pharmaceutical Sciences. Setsunan University. Nagaotogecho, Hirakata, Osaka, Japan, 2006.

Lestaris, T. Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Keracunan Merkuri (Hg) pada Penambang Emas Tanpa Ijin (Peti) di Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas, Kalimantan Tengah. Tesis Magister Kesehatan Lingkungan. Program Pascasarjana. Universitas Diponegoro, Semarang, 2010.

Mukhlisuddin, F. Yunaldi., B. T. Saminuddin, Sulaiman, AW., M. El. Amin, F. Said, I. Dahlan, R. Fauzan, I.P. Lubis, Juniato, S. Khairani, Irwansyah, dan Iskandar. Laporan hasil koordinasi terpadu pengawasan penambangan emas Gunong Ujeun dan kilang penggalian emas di Krueng Sabee sekitarnya. Tim Laporan Koordinasi ke Gunong Ujeun. Bapedal, Aceh, 2009.

- O'Neill, P. *Environmental Chemistry*, Second edition, Chapman & Hall, London, 1994.
- Palar, H. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta, 1994.
- Pikir, S. Studi tentang Logam Berat dalam Sedimen di Kupang di Daerah Estuari dekat Muara Kali Surabaya. Laporan Penelitian Universitas Airlangga. Surabaya, 1991.
- Prartono, T., E.M. Adiwilaga., E. Kaswadji., S. Hariyadi., A.B.S. Harahap. dan Khairuzzaman. Penentuan Metode dan Sumber Identifikasi dalam Rangka Penyusunan Peta Tingkat Pencemaran Wilayah Perairan Perikanan. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. IPB. Bogor, 1999.
- Putra, J. A. Bioremoval, Metode Alternatif Untuk Menanggulangi Pencemaran Logam Berat. <http://chem-is-try.soetrisno.com/index.php?p=220>, 2006.
- Ramaiah. N and Jaysankar. Unusual rise in merkuri resistant bacteria in coastal environs. De. Microbial Ecology. De National Institute of Oceanography, Dona Paula, Goa, India, 2003.
- Rinawati, R. Supriyanto, dan Widya S. D. Profil logam berat (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb dan Zn) di perairan sungai kuripan menggunakan *ICP-OES*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi. Universitas Lampung. Lampung, 2008.
- Sanusi. Sifat-sifat Logam Berat Merkuri Di Lingkungan Perairan Tropis. Pusat Studi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan, Fakultas Perikanan IPB, Bogor, 1980.
- Slamet, J.S. Kesehatan Lingkungan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta, 2006.
- Supriyanto, C., Samin, dan Kamal, Z. Analisis Cemar Logam Berat Pb, Cu, dan Dd pada Ikan Air Tawar dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA). Seminar Nasional III SDM Teknologi Nuklir, Yogyakarta, 2007.
- Widhiyatna, D., B. Tjahjono, R. Gunrady, M. Sukandar, dan Ta'in, Z. Pendataan Sebaran Merkuri di Daerah Cineam, Kabupten Tasikmalaya, Jawa Barat dan Sangon Kabupaten Kulon Progo, DI Yogyakarta. Kolokium Hasil Lapangan – DIM. Subdit Konservasi. Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, 2005.
- WHO. Merkuri. Air Quality Guidelines- Second Edition. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, 2000.
- Widowati, W., A. Sastiono, dan R. J. Rumampuk. Efek Toksik Logam; Pencegahan dan penanggulangan pencemaran. Andi Offset, Yogyakarta, 2008.

Lampiran 1. Lokasi pengambilan sampel



Lampiran 2. Peraturan Peraturan Kadar Hg menurut Peraturan di Indonesia

No.	Peraturan	Kadar Hg yang diperbolehkan	Konversi ke ppb	
1.	KepMenLH No. 02/ MenKLH/ 2002: Kadar merkuri dalam air sungai (Lestaris, 2010)	Golongan A	0.001 mg/L	1
		Golongan B	0.001 mg/L	1
		Golongan C	0.002 mg/L	2
		Golongan D	0.005 mg/L	5
2.	Peraturan Pemerintah, No. 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Widhiyatna <i>et al.</i> , 2009)	Sedimen Sungai	0,01 mg/L	10
3.	Keputusan Badan Pengawasan Obat dan Makanan No.3725/ B/SK/ VII/ 1989: Kadar merkuri dalam makanan dan minuman (Lestaris, 2010)	Dalam ikan segar	0.5 mg/kg	500

NAB: Nilai Ambang Baku