

ANALISIS RISIKO PAJANAN MERKURI (HG) PADA IKAN LAUT YANG DIKONSUMSI OLEH NELAYAN DI PANTAI AMED DAN PANTAI SANUR, BALI

Ida Ayu Putri Widya Lestari, Made Ayu Hitapretiwi Suryadhi*

Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

**Email: hita.suryadhi@gmail.com*

ABSTRAK

Merkuri (Hg) merupakan logam berat yang berbahaya dan beracun. Penggunaan merkuri yang tidak disertai dengan pengelolaan limbah dan kemampuan merkuri untuk terakumulasi di dalam lingkungan berkontribusi terhadap peningkatan emisi merkuri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kandungan merkuri pada hasil laut dan risikonya terhadap masyarakat di sekitar Pantai Amed Karangasem dan Pantai Sanur Denpasar yang terletak di Provinsi Bali. Penelitian menggunakan pendekatan analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL), dengan teknik pengambilan sampel *purposive sampling* dan teknik pemilihan responden *simple random sampling*. Sampel merupakan jenis ikan yang dominan dikonsumsi oleh subjek penelitian di masing-masing lokasi penelitian, dan responden atau subjek penelitian yang digunakan yakni nelayan. Penentuan kadar Hg dilakukan dengan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS). Hasil uji menunjukkan rata-rata kandungan Hg pada sampel yang berasal dari Pantai Sanur sebesar 0,162 µg/g, lebih tinggi bila dibandingkan dengan sampel dari Pantai Amed sebesar 0,024 µg/g. Berdasarkan analisis risiko diperoleh nilai *risk quotient* sebesar 1,09 ($RQ > 1$) untuk respondent dari Pantai Sanur dan *risk quotient* sebesar 0,18 ($RQ \leq 1$) untuk respondent dari Pantai Amed.

Seluruh sampel ikan yang diuji terdeteksi mengandung Hg namun, belum melewati ambang batas aman. Berdasarkan perhitungan analisis risiko, kandungan Hg pada sampel ikan dari Pantai Sanur berpotensi menimbulkan risiko kesehatan bagi responden yang mengonsumsinya, namun diperlukan adanya penelitian lanjutan untuk memastikan hasil tersebut.

Kata kunci : merkuri, ikan, nelayan, ARKL.

ABSTRACT

Mercury (Hg) is known as a dangerous and toxic heavy metal. The use of mercury which is not accompanied by waste management and the ability of mercury to accumulate in the environment contribute to increased mercury emissions. This study aims to assess mercury levels in fish and evaluate the health risk in fishermen from Amed Beach Karangasem and Sanur Beach Denpasar, Bali. The study used an environmental health risk analysis (ARKL) approach, with a purposive sampling technique and simple random sampling of the respondents. The sample was the dominant type of fish consumed by subjects in each research location, and respondents were fishermen. Determination of Hg levels was carried out by Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Results showed that the average concentration of Hg in samples from Sanur Beach was 0.162 µg/g, higher than that of Amed Beach which was 0.024 µg/g. The analysis of risk showed a risk quotient value of 1.09 ($RQ > 1$) for respondents from Sanur Beach and a risk quotient of 0.18 ($RQ \leq 1$) for respondents from Amed Beach. All samples tested positive for Hg, however, had not exceeded the safe threshold. Based on the calculation of risk analysis, the Hg content in fish samples from Sanur Beach has the potential to pose a health risk for respondents who consume them, however, further research is still needed to ascertain this finding.

Keywords: mercury; fish; fishermen; risk assessment

PENDAHULUAN

Merkuri (Hg) merupakan salah satu jenis logam berat yang bersifat sangat berbahaya dan beracun yang dapat menyerang ginjal dan organ tubuh lainnya termasuk jantung, sistem pernapasan, sistem pencernaan, sistem reproduksi maupun

sistem imun (IPEN, 2014). Merkuri dapat ditemukan pada udara, air, maupun tanah yang dapat terjadi secara natural maupun karena aktifitas manusia. Senyawa logam berat Hg dapat ditemukan dalam berbagai bentuk antara lain *elemental* merkuri atau merkuri dasar (Hg^0), *ionic* merkuri ($Hg(II)$

atau Hg^{2+}), dan metil merkuri (MeHg) (UNEP & WHO, 2008). Merkuri memiliki afinitas terhadap lipid sehingga mudah terakumulasi di dalam tubuh organisme bila dibandingkan dengan senyawa logam berat lainnya (Suseno, 2011).

Data dari UNEP's 2013 *Global Mercury Assessment* menyatakan bahwa *artisanal and small-scale gold mining* (ASGM) atau pertambangan emas skala kecil merupakan sektor yang berkontribusi sebesar 37 persen terhadap peningkatan emisi Hg di dunia (BRI, 2014). Menurut data yang dilaporkan oleh Bali Fokus pada tahun 2013 mengenai titik rawan Hg di Indonesia, salah satu lokasi yang menjadi titik rawan Hg yang terletak dekat dengan pulau Bali ialah kecamatan Sekotong, yang terletak sekitar 28,7 km di sebelah barat daya kota Mataram, ibukota provinsi Nusa Tenggara Barat dengan jumlah pemakaian Hg mencapai 300 – 500 gram setiap 4 jam, saat semua gelundung beroperasi diperkirakan sebanyak 20-50 gram Hg dilepaskan ke lingkungan per harinya, dan 73 – 183 ton Hg per tahunnya (Bali Fokus, Anrika Association, & IPEN Heavy Metals Working Group, 2013).

Berdasarkan data oleh Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Bali tahun 2014 mengenai produksi perikanan tangkap dan jumlah nelayan, maka diperoleh data bahwa Kabupaten Karangasem dan Kota Denpasar menduduki posisi atas dibandingkan dengan wilayah kabupaten lainnya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana kandungan Hg telah masuk ke dalam hasil laut dan risikonya terhadap nelayan di Pantai Amed

Karangasem dan Pantai Sanur Denpasar, Provinsi Bali.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di 2 lokasi yaitu Pantai Amed Karangasem dan Pantai Sanur Denpasar, pada bulan Maret – Mei 2016. Penelitian ini merupakan penelitian observasional deskriptif dengan rancangan *cross sectional* dan menggunakan pendekatan pendekatan analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL).

Sampel penelitian adalah ikan yang diperoleh dari lokasi penelitian dan dominan dikonsumsi oleh subjek penelitian. Responden atau subjek penelitian dalam penelitian ini adalah penduduk yang berprofesi sebagai nelayan di lokasi penelitian. Teknik pemilihan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *purposive sampling* untuk pemilihan sampel ikan dengan jumlah 3 ekor tiap jenisnya, dan *simple random sampling* untuk pemilihan responden atau subjek penelitian dengan jumlah 28 orang responden di masing-masing lokasi penelitian sehingga total responden adalah 56 orang.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain konsentrasi *risk agent* (C), laju asupan konsumsi (R), frekuensi pajanan, durasi pajanan, berat badan, periode waktu rata-rata, dosis referensi (RfD), umur, pendidikan, konsumsi ikan, jenis ikan yang dikonsumsi, frekuensi konsumsi per hari, frekuensi konsumsi per minggu, perlakuan sebelum dikonsumsi, sumber ikan, cara memasak ikan, dan penambahan pengawet. Data yang digunakan merupakan data primer dengan menggunakan kuisioner dan hasil uji laboratorium (Spektrofotometer

Serapan Atom (AAS)) dan data data sekunder melalui data yang diperoleh dari Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Bali.

Proses pengolahan data dilakukan dengan beberapa tahap yaitu *editing, coding, entry*, dan analisis data. Analisis data dilakukan secara deskriptif berupa analisis univariat untuk memperoleh gambaran distribusi frekuensi masing-masing variabel dan analisis bivariate untuk mengetahui distribusi masing-masing variabel berdasarkan lokasi.

Penghitungan analisis risiko kesehatan dilakukan dengan beberapa tahapan, yang pertama yaitu uji kandungan Hg pada sampel ikan. Lalu dilanjutkan dengan menghitung asupan makanan / *intake* responden menggunakan rumus berikut (DEPKES, 2012):

$$Intake = \frac{C \times R \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{AVG}}$$

- C = Konsentrasi *risk agent* (merkuri) (mg/gr)
- R = Laju asupan/konsumsi (gram/hari)
- f_E = Frekuensi pajanan (hari/tahun)
- D_t = Durasi pajanan (tahun)
- W_b = Berat badan (kg)

Setelah diperoleh nilai *intake*, dilanjutkan dengan menghitung besarnya risiko pemajanan dengan nilai *dose reference* (RfD) sebesar 1×10^{-4} mg/kg/hari dengan rumus sebagai berikut (DEPKES, 2012):

$$RQ = Intake \div RfD$$

Tingkat risiko dinyatakan aman apabila $RQ \leq 1$, dan dinyatakan tidak aman apabila nilai $RQ > 1$.

HASIL

Karakteristik Responden

Tabel 1. Karakteristik Responden

Karakteristik	f (N = 56)	P (%)	Mean ± SD
Umur	-	-	45,45 ± 10,34
Tinggi Badan	-	-	169,23 ± 5,89
Berat Badan	-	-	71,95 ± 13,15
IMT			
Pantai Amed			
- Gemuk	10	35,71	-
- Normal	17	60,71	-
- Kurus	1	3,57	-
Pantai Sanur			
- Gemuk	14	50,00	-
- Normal	14	50,00	-
- Kurus	-	-	-

Pendidikan

Pantai Amed			
- Rendah	26	92,86	-
- Sedang	2	7,14	-
- Tinggi	-	-	-
Pantai Sanur			
- Rendah	6	21,43	-
- Sedang	19	67,86	-
- Tinggi	3	10,71	-

Berdasarkan tabel 1, karakteristik responden, rerata umur responden adalah 45,45 dengan rerata tinggi badan 169,23 cm dan rerata berat badan 71,95 kg. Berdasarkan kategori indeks massa tubuh (IMT), diketahui sebanyak 24 orang (42,86%) responden masuk ke dalam kategori gemuk dan sebanyak 31 orang (55,36%) responden berada dalam kategori normal. Tingkat

pendidikan responden di lokasi penelitian Pantai Amed cenderung rendah dari 28 orang responden, 26 orang (92,86%) memiliki tingkat pendidikan rendah yakni diantaranya tidak sekolah, SD maupun SMP. Untuk tingkat pendidikan responden di Pantai Sanur berada pada kategori sedang yang mencapai 19 orang (67,86%).

Pola Konsumsi Ikan

Tabel 2. Jenis Ikan yang Dikonsumsi

Variabel	f(N=56)	P(%)
Pantai Amed		
- Tongkol	28	100,00
- Lainnya	-	-
Pantai Sanur		
- Tongkol	12	42,86
- Lainnya	16	57,14

Tabel 2, menunjukkan bahwa seluruh responden (100%) di Pantai Amed mengonsumsi jenis ikan yang sama yaitu ikan tongkol. Responden di Pantai Sanur

menunjukkan sebanyak 12 orang (42,86%) mengonsumsi ikan tongkol dan sisanya mengonsumsi ikan jenis yang lain diantaranya ikan jangki, kerapu, kakap, dll.

Tabel 3. Frekuensi Konsumsi

Frekuensi Konsumsi per Hari	Lokasi			
	Pantai Amed (N=28)	(%)	Pantai Sanur (N=28)	(%)
< 2 kali	-	-	4	14,29%
2 kali	10	35,71%	15	53,57%
3 kali	18	64,29%	7	25,00%
> 3 kali	-	-	2	7,14%

Frekuensi Konsumsi per Minggu	Lokasi			
	Pantai Amed (N=28)	(%)	Pantai Sanur (N=28)	(%)
< 2 kali	-	-	-	-
2 kali	-	-	1	3,57%
3 kali	-	-	6	21,43%
> 3 kali	28	100,00%	21	75,00%

Tabel 3 menunjukkan frekuensi konsumsi per hari dan per minggu. Diketahui responden di Pantai Amed yang mengonsumsi ikan 3 kali per hari mencapai angka 18 orang (64,29%) dan yang mengonsumsi ikan 2 kali per hari mencapai angka 10 orang (35,71%). Responden yang mengonsumsi ikan 3 kali per hari di Pantai Sanur mencapai 7 orang (25,00%) dan yang mengonsumsi ikan 2 kali per hari mencapai angka 15 orang (53,57%). Untuk frekuensi konsumsi ikan per minggu responden menunjukkan bahwa di Pantai Amed seluruh repondennya 28 orang (100,00%) mengonsumsi ikan lebih dari 3 kali per minggu. Responden di Pantai Sanur yang mengonsumsi ikan lebih dari 3 kali per minggu mencapai 21 orang (75,00%) dan mengonsumsi ikan 3 kali per minggu mencapai 6 orang (21,43%). Pola konsumsi responden menunjukkan bahwa seluruh responden baik di Pantai Amed maupun Pantai Sanur seluruhnya mengonsumsi ikan

dan merupakan ikan segar. Sebanyak 19 orang (67,86%) responden di Pantai Amed dan 28 orang (100,00%) responden di Pantai Sanur mengonsumsi ikan yang merupakan hasil tangkapan sendiri.

Hasil uji menunjukkan bahwa kandungan Hg pada seluruh sampel ikan belum melewati batas ambang cemaran logam berat Hg terhadap ikan yang ditetapkan oleh SNI 7387:2009 tahun 2009. Kandungan Hg tertinggi ditemukan pada jenis ikan kerapu, dengan kandungan sebesar 0,3770 µg/g. Rata-rata dari kandungan Hg pada masing-masing jenis ikan yakni ikan tongkol sebesar 0,024 µg/g (0,000024 mg/gr), ikan kerapu 0,285 µg/g (0,000285 mg/gr), dan ikan jangkai 0,039 µg/g (0,000039 mg/gr).

Tabel 4. Perhitungan Risk Quotient (RQ) pada Nelayan yang mengkonsumsi ikan yang mengandung Merkuri (Hg)

Lokasi	C (mg/gr)	R (g/hari)	Dt (tahun)	f_e (hari/ tahun)	Wb (kg)	t_{AVG} (hari)	I (mg/kg- hari)	RfD (mg/kg - hari)	RQ
P.Amed	0,00024	54	30	350	67	10950	1,85E-05	0,0001	0,185484
P.Sanur	0,000162	54	30	350	77	10950	0,000109	0,0001	1,089415

Berdasarkan tabel 4, hasil perhitungan analisis risiko (RQ) menunjukkan bahwa konsumsi ikan yang mengandung Hg berpotensi berisiko bagi nelayan di Pantai Sanur ditunjukkan dengan perhitungan RQ yang memiliki hasil lebih dari 1 ($RQ > 1$), sedangkan konsumsi ikan bagi nelayan di Pantai Amed belum berisiko atau masih aman dengan perhitungan RQ yang memiliki hasil kurang dari 1 ($RQ \leq 1$).

DISKUSI

Pola konsumsi responden atau subjek penelitian sebagai aspek yang berperan penting dalam penelitian yang menggunakan pendekatan analisis risiko kesehatan ini, diperoleh datanya dengan menggunakan kuisisioner yang cenderung mengarah pada *food frequency questionnaire* (FFQ) yang sederhana dan bertujuan untuk mengetahui frekuensi konsumsi pangan yang merupakan salah satu variabel yang dapat digunakan untuk menganalisis tingkat risiko. Menurut Bimas Ketahanan Pangan (2011), pola konsumsi pangan dapat dipengaruhi oleh kondisi ekonomi, sosial, dan budaya masyarakat. Konsumsi pangan yang cukup dan seimbang menjadi salah satu

faktor penting yang menentukan tingkat kesehatan dan intelegensi manusia (Meitasari, 2008). Tingkat frekuensi konsumsi ikan yang cenderung tinggi dipengaruhi oleh lokasi tempat tinggal responden yang sebagian besar di pesisir pantai, terutama untuk responden yang berada di Pantai Amed yang seluruhnya bermukim di pesisir pantai, berbeda dengan nelayan di Pantai Sanur yang umumnya tidak bermukim di pinggir atau pesisir pantai.

Tingkat pendidikan dapat mempengaruhi kemampuan seseorang untuk memahami berbagai aspek pengetahuan termasuk diantaranya pengetahuan gizi yang dapat mempengaruhi seseorang dalam memilih jenis dan jumlah pangan yang dikonsumsinya (Meitasari, 2008). Sejalan dengan hal tersebut, hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat pendidikan responden di Pantai Amed sebagian besar berada pada tingkat rendah sehingga pemahaman akan pengetahuan gizi dan pangan masih kurang. Selain tidak terpenuhinya kebutuhan berbagai zat gizi lainnya, ketiadaan keberagaman konsumsi pangan atau pangan yang dikonsumsi secara

tunggal di lokasi tersebut dapat menjadi salah satu peluang untuk mengakumulasi cemaran-cemaran logam yang terdapat pada ikan.

Jenis ikan yang digunakan sebagai sampel di Pantai Amed yaitu ikan tongkol dan jenis ikan yang digunakan sebagai sampel di Pantai Sanur yaitu ikan kerapu dan ikan jangki. Pemilihan jenis ikan tersebut berdasarkan pada jenis yang dominan atau sering dikonsumsi oleh responden atau nelayan.

Serupa dengan penelitian jenis ARKL sebelumnya, penelitian oleh Margampe, Daud, & Birawida (2014) diketahui menggunakan 2 jenis hasil laut berupa ikan kembung dan kerang darah yang merupakan jenis yang paling banyak dijual dan dikonsumsi oleh nelayan di wilayah pesisir Kota Makassar (Margampe, Daud, & Birawida, 2014). Penelitian uji kadar Hg pada ikan juga dilakukan di perairan laut Sulawesi, dengan menggunakan 3 jenis sampel ikan (ikan cakalang, ikan tongkol, dan ikan tuna sirip kuning) pada 2 lokasi Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) yaitu PPI Kwandang dan PPI Gentuma. Dari hasil penelitian tersebut diketahui bahwa ikan yang paling tinggi mengakumulasi Hg yaitu pada ikan tongkol, dengan kandungan masing-masing 0,18 ppm di lokasi penelitian PPI Kwandang dan 0,28 ppm di PPI Gentuma (Dai, 2013). Apabila dibandingkan dengan hasil penelitian tersebut, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan Hg pada ikan pelagis lebih rendah dibandingkan dengan ikan demersal. Hasil uji kandungan Hg pada sampel ikan hasil tangkapan nelayan di Pantai Amed dan Pantai Sanur menunjukkan hasil bahwa sampel ikan

(kerapu dan jangki) yang diambil di Pantai Sanur memiliki kandungan Hg yang lebih tinggi mencapai 0,162 $\mu\text{g/g}$ atau 0,162 ppm apabila dibandingkan dengan sampel ikan tongkol di Pantai Amed yang memiliki nilai kandungan Hg 0,024 $\mu\text{g/g}$ atau 0,024 ppm. Pada kedua penelitian belum terlihat adanya kandungan Hg yang melewati batas maksimum kandungan Hg dalam pangan.

Hal serupa dinyatakan dalam penelitian Mustaruddin (2013), yang meneliti kandungan Hg pada ikan di daerah Teluk Jakarta dan hasil yang diperoleh menyatakan bahwa hampir seluruh ikan demersal memiliki kandungan cemaran yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan pelagis. Sifat ikan demersal yang pasif dan tidak bermigrasi jauh, memudahkan terjadinya akumulasi Hg lebih banyak dalam jangka waktu yang lama apabila dibandingkan dengan ikan yang aktif bermigrasi seperti ikan pelagis. Namun, apabila intensitas pencemaran merkuri dari daratan terus meningkat bukan tidak mungkin ikan pelagis akan semakin tercemar nantinya meskipun memiliki dinamika migrasi yang baik (Mustaruddin, 2013). Dengan tingginya kandungan Hg pada sampel ikan kerapu yang diambil di Pantai Sanur dibandingkan dengan sampel ikan lainnya, dapat mengindikasikan bahwa terdapat potensi pencemaran perairan Pantai Sanur oleh Hg. Bahan pencemar Hg sendiri dapat berasal dari hasil aktivitas perkantoran, pasar, maupun industri.

Pada tahun 2008, Laporan Status Lingkungan Hidup Kota Denpasar memaparkan bahwa kawasan perairan di daerah Sanur mengalami ancaman pencemaran yang dipicu oleh sampah atau limbah kegiatan perkotaan yang tidak

berimbang dengan upaya pengelolaan lingkungan dan secara umum yang teridentifikasi sebagai pencemar utama antara lain kegiatan rumah tangga, usaha/kegiatan perdagangan, dan rumah sakit. Berdasarkan pemaparan tersebut, terdapat potensi pencemar berasal dari hasil aktivitas manusia di daratan yang akhirnya bermuara ke laut, didukung pula dengan kondisi wilayah Sanur yang padat dengan aktivitas pariwisata dan padatnya penduduk. Tidak terdapatnya aktivitas pertambangan di suatu daerah tidak menjamin bahwa daerah tersebut bebas dari cemaran logam berat Hg maupun jenis logam berat lainnya.

Dilihat dari konsumsi ikan oleh nelayan berdasarkan perhitungan *intake*, dengan hasil masing – masing di Pantai Amed sebesar $1,85E-05$ mg/kg.hari atau $1,298$ µg/kg per minggu , serta Pantai Sanur sebesar $0,000109$ mg/kg.hari atau $0,763$ µg/kg per minggu. Apabila dibandingkan dengan angka PTWI (*provisional tolerable weekly intake*) yang ditetapkan oleh WHO yakni $1,6$ µg/kg per minggu, maka konsumsi per minggu oleh nelayan di Pantai Amed dan Pantai Sanur masih tergolong aman. Namun, apabila angka ini melebihi dosis *intake* yang telah ditetapkan dapat berpotensi menimbulkan toksisitas dari Hg yang umumnya menyerang sistem saraf, ginjal, kardiovaskular, serta sistem organ tubuh lainnya (UNEP & WHO, 2008).

Berdasarkan perhitungan tingkat risiko (RQ) sebagai perbandingan antara *intake* dengan dosis referensi suatu agen risiko, responden yang berlokasi di Pantai Sanur diketahui memiliki risiko kesehatan terhadap Hg akibat konsumsi ikan ($RQ > 1$).

Sedangkan responden di Pantai Amed tidak mempunyai risiko kesehatan terhadap Hg ($RQ \leq 1$) akibat konsumsi ikan. Hasil penelitian ini merupakan penelitian awal untuk mengetahui pajanan Hg pada ikan laut yang sering dikonsumsi oleh responden penelitian. Masih diperlukan adanya penelitian lebih lanjut untuk memastikan hasil dari penelitian ini.

SIMPULAN

Kadar rata – rata kandungan Hg pada sampel ikan di Pantai Amed $0,024$ µg/g dan Pantai Sanur $0,162$ µg/g, angka tersebut masih berada dalam batas ambang yang diatur dalam SNI 7387:2009 Batas Maksimum Cemaran Hg dalam Pangan. Kandungan Hg tertinggi dideteksi pada ikan jenis kerapu yang berasal dari Pantai Sanur, dengan rata-rata konsentrasi sebesar $0,285$ µg/g atau $0,000285$ mg/gr. Dosis *intake* mingguan oleh nelayan di Pantai Amed dan Pantai Sanur masing – masing $1,298$ µg/kg per minggu dan $0,763$ µg/kg per minggu, masih berada dalam batas toleransi PTWI (*provisional tolerable weekly intake*) oleh WHO. Hasil perhitungan RQ menunjukkan bahwa responden di Pantai Sanur berpotensi memiliki risiko kesehatan terhadap konsumsi ikan yang mengandung (Hg) dengan $RQ > 1$. Meskipun demikian, perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk memastikan hasil tersebut.

SARAN

Studi ini merupakan penelitian awal untuk mengetahui cemaran Hg pada ikan yang sering dikonsumsi oleh responden penelitian dan perhitungan risikonya. Penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk memastikan hasil dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- BaliFokus, Anrika Association, & IPEN Heavy Metals Working Group. (2013). *Titik Rawan Merkuri di Indonesia*.
- BRI. (2014). *Center for Mercury Studies*.
- Dai, R. R. (2013). *Uji Kadar Merkuri pada Beberapa Jenis Ikan di Perairan Laut Sulawesi*. Universitas Negeri Gorontalo.
- DEPKES RI. (2012). *Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)*. Retrieved from perpustakaan.depkes.go.id:8180/.../BK2012-486.pdf
- IPEN. (2014). *Global Mercury Hotspots - New Evidence Reveals Mercury Contamination Regularly Exceeds Health Advisory Levels in Humans and Fish Worldwide*.
- Margampe, A., Daud, A., & Birawida, A. B. (2014). *Analisis Risiko Merkuri (Hg) dalam Ikan Kembung dan Kerang Darah pada Masyarakat di Wilayah Pesisir Kota Makassar*. UNHAS Repository System. Universitas Hasanuddin.
- Meitasari, D. (2008). *Analisis Determinan Keragaman Konsumsi Pangan pada Keluarga Nelayan*. Institut Pertanian Bogor.
- Mustaruddin. (2013). Pola Pencemaran Hg dan Pb pada Fishing Ground dan Ikan yang Tertangkap Nelayan: Studi Kasus di Teluk Jakarta. *Jurnal Bumi Lestari*, 13(2), 214–224.
- Pemerintah Kota Denpasar. (2008). *Status Lingkungan Hidup Kota Denpasar Tahun 2008*.
- SNI. (2009). *Batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan*.
- Suseno, H. (2011). *Bioakumulasi Merkuri dan Metil Merkuri Oleh Oreochromis mossambicus Menggunakan Aplikasi Perunut Radioaktif: Pengaruh Konsentrasi, Salinitas, Partikulat, Ukuran Ikan dan Kontribusi Jalur Pakan*. Universitas Indonesia.
- UNEP, & WHO. (2008). *Guidance for Identifying Populations At Risk From Mercury Exposure*. UNEP DTIE Chemical Branch and WHO Department of Food Safety, Zoonoses and Foodborne Diseases. Geneva, Switzerland.