

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN KANDUNGAN KADMIUM (Cd) DALAM IKAN BANDENG DI KAWASAN TAMBAK LOROK SEMARANG

Maria Sylvia Angelina Vianne*, Yusniar Hanani D.**, Hanan Lanang D.**

*) Mahasiswa Peminatan Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro

***) Dosen Peminatan Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro

Jalan Prof. H. Soedarto, SH, Tembalang, Kota Semarang 50239, Indonesia

*) Email: viaavioo12@gmail.com

ABSTRACT

Tambak Lorok area is an area around the waters of Tanjung Mas and widely used to embank fish. The abundance of industry and the existence of the harbor caused the polluted waters of cadmium metal. The community always eat milkfish from Tambak Lorok this would pose a risk of health problems. The purpose of this study was to analyze the non-carcinogenic health risk of cadmium contained in milkfish consumed by the people in Tambak Lorok. The type of this study is observational with Environmental Health Risk Assessment (EHRA) approach. The sample in this research are 65 housewives who consumed milkfish from Tambak Lorok area. The results of this research showed that the concentration of cadmium in pond water is < 0,001 mg/L and cadmium concentration in milkfish is 0,01 mg/kg. The average body weight of respondents is 59.8, the average intake rate is 276 gr/day, the average frequency of exposure is 92.8 days/year, and the average duration of exposure was 23.45 years. The average realtime intake result is 0,0000105 mg/kg/day; 0,0000129 mg/kg/day for lifetime for 30 years; 0,0000215 mg/kg/day for lifetime for 50 years; and 0,0000302 mg/kg/day for lifetime for 70 years. The average RQ at realtime exposure was 0.01056, for 30 years lifetime exposure is 0.01296, for 50 years lifetime exposure is 0.02159, and for 70 years lifetime exposure is 0,0302. The conclusion is that milkfish in Tambak Lorok area safety consumed until 70 years to go and housewives asrespondent have categories not yet risk of non carcinogenic health by exposure of cadmium through ingestion path to milkfish.

Keywords : EHRA, milkfish, cadmium, Tambak Lorok

PENDAHULUAN

Perkembangan industri, pelabuhan serta kawasan perikanan dapat ditemukan di kota Semarang, khususnya di sekitar kawasan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Pesatnya perkembangan industri

seringkali diikuti dengan meningkatnya polutan dari limbah yang mengandung logam berat. Banyak logam merupakan elemen biologis penting, tetapi juga memiliki potensi toksisitas untuk biota jika konsentrasi mereka melampaui ambang batas tertentu.¹

Logam berat dapat terakumulasi dalam tubuh suatu biota termasuk komoditas budidaya, maka akan sangat berbahaya jika produk hasil budidaya yang dikonsumsi manusia mengandung logam berat pada nilai toleransi yang tidak aman.² Pada konsentrasi yang rendah, logam berat tidak berbahaya, tetapi pada konsentrasi yang tinggi akan memberikan akibat buruk bagi biota, bahkan bagi makhluk hidup dan lingkungannya.

Kadmium merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya apabila masuk ke dalam tubuh, karena kadmium dapat menyebabkan gangguan kesehatan baik kronis maupun akut. Beberapa efek yang ditimbulkan akibat pemajanan Cd adalah adanya kerusakan ginjal, liver, testis, sistem imunitas, sistem susunan saraf dan darah. Unsur ini berbahaya bila manusia mengonsumsi (baik itu dihirup atau dimakan) dalam jumlah yang cukup besar, karena kadmium tidak mudah untuk keluar dari dalam tubuh. Logam ini akan terakumulasi di dalam tubuh.³

Perairan di sekitar kawasan Pelabuhan Tanjung Emas seperti Tambak Lorok dijadikan untuk tempat perikanan atau tambak terutama ikan bandeng. Ikan tersebut dikonsumsi oleh masyarakat sekitar dan bisa dimungkinkan mengandung logam berat seperti kadmium karena kondisi tambak yang telah tercemar limbah industri. Apabila ikan dikonsumsi terus menerus dan dalam jumlah yang banyak dapat mengakibatkan gangguan kesehatan karena adanya kandungan logam. Mengingat tingginya minat masyarakat untuk mengonsumsi ikan bandeng dan bahaya kadmium terhadap kesehatan maka perlu dilakukan penelitian mengenai analisis risiko

kandungan kadmium dalam ikan bandeng pada masyarakat di kawasan Tambak Lorok dengan menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah observasional deskriptif dengan menggunakan metode pendekatan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Penelitian ini dilakukan di kawasan Tambak Lorok, Kelurahan Tanjung Emas, Kecamatan Semarang Utara pada bulan April hingga Juni 2017. Populasi subjek dalam penelitian ini adalah masyarakat yang tinggal di RW 14 Tambak Mulyo Kelurahan Tanjung Emas, yang mengonsumsi ikan bandeng dari kawasan Tambak Lorok dan populasi objek adalah air tambak dan ikan bandeng yang dibudidayakan di Tambak Lorok. Besar sampel subjek yang diperoleh dari hasil perhitungan yaitu 65 orang ibu rumah tangga. Pada penelitian ini teknik sampling yang digunakan yaitu *purposive sampling*. Sampel objek berupa ikan bandeng yang diambil dari satu titik tambak yang paling berdekatan dengan sumber polutan. Ikan bandeng yang diteliti sebanyak 8 ekor.

Pengumpulan data dilakukan dengan pemeriksaan kadar kadmium dalam air tambak dan ikan bandeng yang diambil di daerah sumber pencemaran. Pemeriksaan dilakukan di laboratorium BBTPI Kota Semarang dengan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Wawancara dengan responden menggunakan instrumen kuesioner, dan pengukuran data antropometri dengan menggunakan timbangan digital. Teknik analisis data dalam penelitian ini adalah analisis univariat pada masing-masing

variabel penelitian untuk menggambarkan karakteristik variabel tersebut, dan menggunakan metode analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) untuk memperkirakan tingkat risiko paparan kadmium.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Umum Responden

Umur responden

Distribusi responden berdasarkan umur disajikan pada tabel 1:

Tabel 1 Distribusi karakteristik responden berdasarkan umur

No	Umur Responden (tahun)	Jumlah (n)	Presentase (%)
1.	20-29 tahun	7	10,8
2.	30-39 tahun	22	33,8
3.	40-49 tahun	16	24,6
4.	> 49 tahun	20	30,8
	Total	65	100,0

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada karakteristik umur dari 65 responden, kelompok umur terbesar yaitu 30-39 tahun sebanyak 22 responden (33,8%). Sedangkan yang terendah pada kelompok umur 20-29 tahun sebanyak 7 responden (10,8%).

Sifat logam kadmium yang terakumulasi akan menimbulkan dampak kesehatan setelah 10-30 tahun.⁴ Umur seseorang akan mempengaruhi daya tahan tubuh terhadap paparan zat toksik atau bahan kimia karena umur orang dewasa lebih rentan untuk terpapar zat toksik dengan daya tahan tubuh yang rendah.⁴

Pendidikan terakhir

Distribusi responden berdasarkan tingkat pendidikan disajikan pada tabel 2:

Tabel 2 Distribusi karakteristik responden berdasarkan tingkat pendidikan

No	Tingkat pendidikan	Jumlah (n)	Presentase (%)
1.	Tidak sekolah	7	10,8
2.	SD	31	47,7
3.	SLTP/SMP	15	23,1
4.	SLTA/SMA	12	18,5
	Total	65	100,0

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada karakteristik tingkat pendidikan dari 65 responden, kelompok pendidikan terbesar merupakan kelompok Sekolah Dasar yaitu sebanyak 31 responden (47,7%). Sedangkan yang terendah pada kelompok tidak sekolah sebanyak 7 responden (10,8%).

Pendidikan yang rendah dapat menyebabkan risiko kesehatan ibu rumah tangga meningkat karena kurangnya pengetahuan tentang bahaya toksik dari paparan kadmium dari ikan bandeng yang dikonsumsi.

Gejala penyakit

Distribusi responden berdasarkan gejala penyakit disajikan pada tabel 3:

Tabel 3 Distribusi karakteristik responden berdasarkan gejala penyakit

No	Penyakit	Jumlah (n)	Presentase (%)
1.	Mual dan Diare	15	23,1
2.	Gangguan sakit kepala	47	72,3
3.	Nyeri sendi kaki dan tulang belakang	43	66,2
4.	Sesak nafas	11	16,9
5.	Gangguan fungsi hati dan ginjal	1	1,5

Tabel 3 menunjukkan bahwa hampir seluruh responden mengalami beberapa gejala kesehatan yang ditimbulkan akibat paparan kadmium pada ikan bandeng dalam jangka waktu yang lama. Responden paling banyak mengalami gejala gangguan sakit kepala sebanyak 47 responden (72,3%). Konsentrasi kadmium yang rendah apabila masuk ke dalam tubuh tetap menimbulkan efek pada manusia. Efek akan muncul saat daya racun yang dibawa kadmium tidak dapat lagi diterima tubuh karena adanya akumulasi kadmium dalam tubuh.

Deskriptif Variabel Penelitian Konsentrasi kadmium

Pengukuran kadmium dilakukan pada air tambak dan ikan bandeng yang diambil dari titik yang paling berdekatan dengan sumber polutan yaitu industri. Hasil pengukuran konsentrasi kadmium disajikan pada tabel 4:

Tabel 4 Hasil Pengukuran Kadmium pada Ikan Bandeng dan Air Tambak

No	Jenis sampel	Konsentrasi
1.	Ikan bandeng	0,1 mg/kg
2.	Air tambak	< 0,001 mg/L

Tabel 4 menunjukkan hasil konsentrasi kadmium pada ikan bandeng yang telah diteliti yaitu sebesar 0,01 mg/kg. Konsentrasi ini masih dibawah baku mutu yang ditetapkan oleh Kepala Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.00.06.1.52.4011 Tahun 2009 Tentang Penetapan BatasMaksimum Cemarana Mikroba dan Kimia Dalam Makanan, untuk cemaran logamberat

kadmium pada ikan olahan batas maksimum yang diperbolehkan yaitu sebesar 0,1 mg/kg.⁵ Konsentrasi kadmium masih di bawah standar yang ditetapkan, akan tetapi konsentrasi kadmium tersebut akan meningkat bahkan melebihi nilai standar karena sifat logam kadmium yang mudah terakumulasi.⁶ Hal tersebut menyebabkan terjadinya proses bioakumulasi, yaitu logam berat akan terkumpul dan meningkat kadarnya dalam tubuh organisme air yang hidup, termasuk ikan bandeng. Proses rantai makanan juga berpengaruh terhadap akumulasi logam berat dalam tubuh manusia. Hal ini disebabkan karena adanya prosesbiomagnifikasi dalam jaringan tubuh manusia yang mengkonsumsi ikan bandeng yangtercemar oleh logam berat kadmium. Manusia yang menduduki tingkat trofik tertinggi dari rantaimakanan akan mengakumulasi logam kadmium paling tinggi dibandingkan ikan.

Laju Asupan

Laju asupan responden dihitung berdasarkan jumlah konsumsi ikan bandeng setiap harinya dikali jumlah berapa potong yang dikonsumsi dikali massa potongan ikan berdasarkan ukuran rumah tangga (URT) yaitu 80 gram.

Hasil penelitian menunjukkan bahwarata-rata laju asupan ikan bandeng oleh ibu rumah tangga di kawasan Tambak Lorok adalah sebesar 276,92 gr/hari dengan laju asupan terendah yaitu 80 gr/hari dan tertinggi 720 gr/hari. Responden dalam sehari-harinya selalu mengonsumsi ikan, hal ini dikarenakan selain tinggal di tepi laut, kebanyakan dari mereka juga

merupakan keluarga nelayan dan terdapat tempat pelelangan ikan sehingga ikan banyak dan mudah ditemukan setiap harinya. Selain itu area tambak tidak jauh dari lokasi pemukiman, sehingga memungkinkan mereka untuk mengonsumsi hasil laut dari area tambak tersebut. Besarnya nilai laju asupan mempengaruhi terhadap nilai tingkat risiko. Semakin besar laju asupan maka akan semakin besar nilai tingkat risikonya untuk mengalamigangguan kesehatan.⁷

Frekuensi Paparan

Frekuensi paparan pada penelitian ini dihitung berdasarkan jumlah konsumsi dalam seminggu dikali 52, karena dalam satu tahun terdapat 52 minggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata frekuensi paparan ikan bandeng oleh ibu rumah tangga di kawasan Tambak Lorok adalah sebesar 92,8 hari/tahun dengan frekuensi paparan terendah yaitu 52 hari/tahun dan tertinggi 312 hari/tahun.

Responden dengan frekuensi paparan yang singkat dikarenakan dalam seminggu, responden mengonsumsi berbagai macam ikan yang bervariasi, tidak hanya ikan bandeng saja. Selain itu karena ikan bandeng memiliki duri yang banyak menyebabkan responden tidak selalu mengonsumsi ikan bandeng setiap minggunya. Semakin tinggi frekuensi paparan responden maka semakin tinggi pula asupan responden terpapar logam kadmium. Responden yang mengonsumsi ikan bandeng dengan kandungan kadmium secara terus-menerus akan menyebabkan efek kronis pada tubuh responden. Keracunan yang bersifat kronis disebabkan oleh daya racun yang dibawa oleh logam kadmium terjadi dalam selang waktu yang sangat

panjang. Peristiwa ini terjadi karena logam kadmium masuk ke dalam tubuh dalam jumlah yang kecil, sehingga masih dapat di terima oleh tubuh pada saat tersebut. Akan tetapi karena proses paparan tersebut terus menerus secara berkelanjutan, maka tubuh pada batas akhir tidak lagi mampu memberikan toleransi terhadap daya racun yang dibawa oleh kadmium.

Durasi Paparan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata durasi paparan ikan bandeng oleh ibu rumah tangga di kawasan Tambak Lorok adalah sebesar 23,45 tahun dengan durasi paparan terendah yaitu 4 tahun dan tertinggi 50 tahun. Masyarakat mengonsumsi hasil tangkapan dari tambak seperti ikan bandeng sejak mereka tinggal di Kelurahan Tanjung Mas. Selain mudah didapat karena kawasan tambak Lorok merupakan kampung nelayan juga terdapat tempat pelelangan ikan sehingga ikan banyak dan mudah ditemukan setiap harinya. Paparan kadmium dengan konsentrasi yang rendah dalam jangka waktu lama akan menimbulkan kasus keracunan kronis seperti yang terjadi pada ginjal, paru-paru, tulang, darah, dan sistem reproduksi, sedangkan untuk paparan dalam waktu yang singkat mampu memberikan efek akut keracunan kadmium seperti gangguan saluran pernapasan, mual, muntah, kepala pusing dan sakit pinggang.⁸ Berdasarkan penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa durasi paparan konsumsi ikan bandeng yang telah tercemar logam kadmium, meskipun dalam konsentrasi yang rendah akan tetapi dalam jangka yang lama akan menimbulkan efek kesehatan.

Berat Badan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata berat badan ibu rumah tangga yang mengonsumsi ikan bandeng di kawasan Tambak Lorok adalah sebesar 59,8 kg dengan berat badan terendah yaitu 41 kg dan tertinggi 86 kg. Nilai ini diperoleh dari pengukuran secara langsung menggunakan timbangan digital pada saat dilakukan wawancara kuesioner. Berdasarkan hasil wawancara, responden dengan berat badan ringan lebih mudah mengalami gangguan kesehatan karena daya tahan tubuhnya yang rendah. Selain itu ukuran berat badan akan mempengaruhi nutrisi dalam tubuh manusia, orang dengan berat badan yang ideal akan mempunyai nutrisi yang cukup sehingga kehadiran logam kadmium ke dalam tubuh untuk menggantikan nutrisi akan terhalangi. Kebanyakan toksisitas kadmium terjadi karena adanya defisiensi unsur seperti Ca, Fe, dan rendah protein dalam makanan yang menyebabkan meningkatnya absorpsi kadmium.⁹ Defisiensi Ca dalam makanan akan merangsang sintesis ikatan Ca-protein sehingga akan meningkatkan absorpsi kadmium dalam tubuh.¹⁰

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan

Analisis Paparan

Analisis paparan dilakukan untuk menentukan dosis agen risikokadmium yang diterima individu sebagai asupan atau *intake* (I).

Tabel 5 menunjukkan nilai dari variabel yang dipakai untuk menghitung *intake* populasi:

Tabel 5 Nilai untuk menghitung intake populasi masyarakat

Asupan konsumsi ikan bandeng oleh ibu rumah tangga di kawasan Tambak

Lorok	
C (mg/gr)	0,00001 mg/gr
R (gr/hari)	720 gr/hari
fE (hari/tahun)	312 hari/tahun
Dt (tahun)	35 tahun
Wb (kg)	86 kg
Tavg (hari)	10.950 hari

$$I = \frac{C \times R \times f_e \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

$$= 0,000083 \text{ mg/kgxhari}$$

Jadi asupan kadmium pada responden yang mengonsumsi ikan bandeng dari kawasan Tambak Lorok untuk proyeksi realtime adalah sebesar 0,000083 mg/kgxhari.

Nilai asupan dihitung berdasarkan durasi paparan *realtime* dan *lifetime* (30, 50, dan 70 tahun). Setelah dilakukan perhitungan asupan dengan proyeksi *realtime* dan *lifetime* didapatkan hasil sebagai berikut yang disajikan pada tabel 6:

Tabel 6 Distribusi Nilai Asupan Kadmium Dengan Proyeksi *Realtime* Dan *Lifetime*

Proyeksi Paparan	Nilai Asupan (mg/kgxhari)		
	Mean	Min	Max
<i>Realtime</i>	105E-07	8E-06	835E-07
30 tahun	129E-07	17E-07	716E-07
50 tahun	215E-07	28E-07	1193E-07
70 tahun	302E-07	39E-07	1670E-07

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui bahwa rata-rata asupan realtime adalah 0,0000105 mg/kgxhari, sedangkan pada asupan lifetime selama 30 tahun adalah 0,0000129 mg/kgxhari, selama 50 tahun adalah 0,0000215 mg/kgxhari, dan selama 70 tahun adalah 0,0000302 mg/kgxhari.

Besarnya nilai asupan berbanding lurus dengan nilai konsentrasi agen risiko, laju asupan, frekuensi pajanan, dan durasi pajanan. Artinya semakin besar nilai-nilai tersebut maka akan semakin besar pula nilai asupan seseorang. Sedangkan berat badan dan periode waktu rata-rata akan berbanding terbalik, artinya semakin kecil berat badan seseorang maka semakin besar risiko kesehatan karena pengaruh nutrisi dalam tubuh manusia dan daya tahan tubuh.

Analisis Dosis Respon

Dosis referensi untuk efek-efek nonkarsinogenik dinyatakan sebagai Reference Dose (RfD). Efek kesehatan dari logam timbal melalui pencernaan adalah kategori non-kanker, RfD timbal pada makanan sebesar 0,001 mg/kg/hari.¹¹

Karakteristik Risiko

Karakteristik risiko dilakukan untuk membandingkan hasil analisa paparan (*intake*) dengan nilai dosis acuan (RfD). Untuk mencari tingkat risiko (RQ) dengan hasil perhitungan *intake* dibagi dengan nilai RfD.

Distribusi nilai RQ kadmium pada responden yang mengonsumsi ikan bandeng dari kawasan Tambak Lorok disajikan pada tabel 7:

Tabel 7 Distribusi Nilai RQ Kadmium Dengan Proyeksi *Realtime* Dan *Lifetime*

Proyeksi pajanan	RQ	total	Persentase (%)
<i>Realtime</i>	RQ > 1	0	0
	RQ ≤ 1	65	100
<i>Lifetime</i>	RQ > 1	0	0
	RQ ≤ 1	65	100
<i>Lifetime</i>	RQ > 1	0	0
	RQ ≤ 1	65	100

<i>Lifetime</i>	RQ > 1	0	0
70 tahun	RQ ≤ 1	65	100

Hasil perhitungan nilai RQ pada proyeksi pajanan *realtime* dan *lifetime* menunjukkan RQ ≤ 1 untuk seluruh responden. Jadi dapat disimpulkan untuk saat ini, 30, 50, dan 70 tahun mendatang, populasi masyarakat Tambak Mulyo masih aman dan tidak berisiko dalam mengonsumsi ikan bandeng dari kawasan Tambak Lorok Kota Semarang. Hal ini disebabkan karena konsentrasi kadmium dalam ikan bandeng yang rendah yaitu 0,01 mg/kg. Tingkat risiko yang dimaksud dalam penelitian ini lebih bersifat probabilitas artinya bahwa nilai RQ > 1 tidak pasti akan mengalami gangguan kesehatan, tetapi nilai tersebut lebih menunjukkan bahwa seseorang yang memiliki nilai tingkat risiko lebih besar dari 1 akan memiliki probabilitas lebih besar terhadap terjadinya suatu efek kesehatan dibandingkan dengan yang memiliki nilai RQ ≤ 1

Seluruh responden tidak memiliki risiko non karsinogenik terhadap konsumsi ikan bandeng dari kawasan Tambak Lorok. Meskipun demikian, dari hasil wawancara juga menunjukkan bahwa hampir sebagian responden sering mengalami gangguan kesehatan seperti gangguan sakit kepala, mual, diare, nyeri pada kaki dan bagian tulang belakang, serta gangguan pernafasan yang merupakan gejala penyakit kronis dari pajanan kadmium. Sifat kadmium mampu terakumulasi dalam tubuh, sehingga konsentrasi yang kecil akan disimpan dalam tubuh dan dapat menimbulkan efek kronis dari keracunan kadmium tersebut. Sebesar 50% dari metabolisme logam Cd akan disimpan dan terakumulasi dalam hati dan ginjal melalui distribusi darah yang

mengandung Cd dari proses absorpsi pada dinding usus manusia.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil pengukuran konsentrasi kadmium dalam ikan bandeng dari kawasan Tambak Lorok adalah 0,01 mg/kg dan konsentrasi kadmium dalam air tambak adalah < 0,001 mg/L. Konsentrasi kadmium dalam ikan bandeng berada di bawah baku mutu yang ditetapkan oleh Kepala Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.00.06.1.52.4011 Tahun 2009 Tentang Penetapan Batas Maksimum Cemar Mikroba dan Kimia Dalam Makanan, untuk cemaran logam berat kadmium pada ikan olahan batas maksimum yang diperbolehkan yaitu sebesar 0,1 mg/kg.
2. Bahaya kandungan kadmium dalam ikan bandeng dapat bersifat akut maupun kronis. Keracunan akut menyebabkan gejala berupa gangguan saluran pernapasan, mual, muntah, kepala pusing dan sakit pinggang. Sedangkan efek kronis dapat terjadi pada ginjal, paru-paru, tulang, darah, dan sistem reproduksi.
3. Responden pada penelitian ini adalah ibu rumah tangga dengan umur rata-rata 30-39 tahun dan sebagian besar berpendidikan Sekolah Dasar (SD).
4. Responden yang mengonsumsi ikan bandeng dengan kandungan kadmium dari kawasan Tambak Lorok memiliki laju asupan rata-rata sebesar 276,92 gr/hari, frekuensi pajanan selama 92,8 hari/tahun,

durasi pajanan selama 23,45 tahun, dan rata-rata berat badan sebesar 59,8 kg.

5. Rata-rata asupan kadmium oleh responden pada pajanan realtime adalah 0,0000105 mg/kgxhari, sedangkan pada asupan lifetime selama 30 tahun adalah 0,0000129 mg/kgxhari, selama 50 tahun adalah 0,0000215 mg/kgxhari, selama 70 tahun adalah 0,0000302 mg/kgxhari.
6. Estimasi karakteristik risiko menunjukkan bahwa tingkat risiko yang diterima oleh seluruh responden yang mengonsumsi ikan bandeng dari kawasan Tambak Lorok masih dalam batas aman karena $RQ \leq 1$ untuk durasi pajanan saat ini (realtime), 30, 50, dan 70 tahun mendatang dengan asumsi sumber pajanan kadmium hanya berasal dari ikan saja dan tidak memperhitungkan pajanan kadmium dari sumber yang lain.

Saran

1. Bagi Masyarakat di Kawasan Tambak Lorok
 - a. Mengurangi jumlah asupan konsumsi hasil laut, karena dengan melihat kondisi perairan Kota Semarang saat ini dikhawatirkan adanya jenis logam tertentu yang bersifat bioakumulasi dalam jaringan organ pada hasil laut yang kemudian dikonsumsi sehingga dapat menimbulkan efek kesehatan bagi masyarakat yang mengkonsumsinya.
 - b. Menambah asupan makanan yang mengandung kalsium, zat besi, dan protein tinggi agar tidak terjadi defisiensi pada unsur tersebut yang dapat

mengakibatkan meningkatnya absorpsi kadmium dalam tubuh.

2. Bagi Peneliti Lain
 - a. Melakukan penelitian lanjutan dengan melakukan analisis biomarker pada sampel urine atau darah responden yang telah terpajan lebih dari 25 tahun sehingga dapat diketahui penyakit yang timbul akibat logam kadmium dan hendaknya juga dilakukan penelitian mengenai pencemaran kadmium yang berasal dari sumber lain.
 - b. Pengambilan sampel ikan bandeng tidak hanya dilakukan sewaktu dan diambil dari beberapa titik untuk dapat diketahui perbandingannya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Takarina. Fraksinasi Geokimiawi Logam Berat pada Sedimen Perairan Pantai Semarang. Laporan Akhir BPPK-SDM, Semarang : Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro. BPPK-SDM. 2001;
2. Supriyanto, C. Analisis Cemaran Logam Berat Pb, Cu, dan Cd pada ikan air tawar dengan Metode Spektrofotometri Nyala Serapan Atom (SSA). Seminar Nasional III, SDM Teknologi Nuklir. 147–51. 2007;
3. Anand, S. Determination of Mercury, Arsenic, and Cadmium in Fish by Neutron Activation. *Jurnal of Radioanalytical Chemistry*. 2003;
4. Harvey, P. *Adrenal Toxicology*, New York-London: Informa Healthcare USA, Inc. 2009.
5. BPOM. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Tentang Penetapan Batas Maksimum Cemaran Mikroba dan Kimia Dalam Makanan. 2009.
6. Feni, S. *Bioakumulasi Logam Berat Pd Kerang Pokoa Di Sungai Pohara Sulawesi Tenggara*. Kendari: Universitas Halu Oleo. 2016.
7. Sianipar, R. Analisis Risiko Paparan Hidrogen Sulfida pada Masyarakat Sekitar TPA Sampah Terjun Kecamatan Medan Tahun 2009. Universitas Sumatra Utara. 2009.
8. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). *Draft Toxicological Profile for Cadmium*. US Dep Hum Heal Serv. 2008;
9. Purnomo, A. Dampak Cadmium dalam Ikan terhadap Kesehatan Masyarakat. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 3, 89-96. Universitas Indonesia. 2008.
10. Gupta, R. *Handbook of Toxicology of Chemical Warfare Agents*, Oxford, UK: Elsevier Inc. 2009.
11. United States Environmental Protection Agency. *Integrated risk information system (IRIS)*. Office of Research and Development, National Center for Environmental Assessment. 2006;