

Risiko Kesehatan Lingkungan Pencemaran Logam Berat Kromium Heksavalen (Cr VI) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Aliran Sungai Garang Kota Semarang

Suci Kurniawati¹, Nurjazuli^{2*}, Mursid Raharjo³

Abstrak

Logam berat kromium heksavalen merupakan logam yang sangat berbahaya, bersifat toksik dan tidak mudah terurai di lingkungan. Studi awal menemukan bahwa konsentrasi kromium pada air sungai Garang sebesar 0,078 mg/l dan konsentrasi kromium pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dari Sungai Garang sebesar 0,17 mg/kg. Tingginya logam berat kromium baik di air sungai maupun pada ikan nila yang hidup di Sungai Garang tentu mengkhawatirkan mengingat dimana banyak warga yang memanfaatkan sungai sebagai sarana untuk memancing atau mencari ikan untuk dikonsumsi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis risiko kesehatan akibat paparan kromium heksavalen (Cr VI) yang terdapat pada ikan nila yang dikonsumsi masyarakat.

Penelitian ini merupakan penelitian analitik dengan metode ARKL dan analisis inferensial. Pengambilan sampel objek dilakukan dengan metode *grab sampling* dan pengambilan sampel subjek dilakukan secara *purposive sampling*.

Hasil analisa menunjukkan konsentrasi kromium heksavalen (Cr VI) di air rata-rata sebesar 0,009 mg/l dan konsentrasi kromium heksavalen (Cr VI) di ikan sebesar 0,5 mg/kg. Hasil perhitungan menunjukkan nilai asupan masyarakat yang mengonsumsi ikan nila sebesar 0,000241 mg/kg/hari. Tingkat risiko (RQ) yang diperoleh sebesar 0,08 (RQ<1). Hasil uji statistik *t-test* menunjukkan nilai *p-value* 0,00 yang berarti bahwa ada perbedaan rerata konsentrasi kromium antara air sungai dan ikan nila yang berasal dari Sungai Garang. Masyarakat yang mengonsumsi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dari Sungai Garang masih aman dan belum berisiko terhadap kesehatan dan ada perbedaan konsentrasi kromium heksavalen yang lebih tinggi di ikan nila dibandingkan pada air Sungai Garang.

Kata Kunci : ARKL, kromium heksavalen, ikan nila, Sungai Garang Kota Semarang.

Pendahuluan

Banyak logam yang mendapat perhatian sebagai kontaminan lingkungan dan bahaya yang potensial, salah satunya adalah kromium heksavalen. Kromium merupakan logam yang

penggunaannya sangat luas, namun berbahaya bagi lingkungan. Kromium heksavalen mempunyai sifat persisten, bioakumulatif, toksik, dan tidak mampu terurai di dalam lingkungan, serta terakumulasi di dalam tubuh manusia melalui rantai makanan. Hal ini tentu akan berdampak negatif apabila manusia mengonsumsi makanan yang mengandung logam berat kromium heksavalen. Garam-garam kromium

*Korespondensi : nurjzl_fkmundip@yahoo.co.id
^{1,2,3} Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro, Semarang

yang masuk ke dalam tubuh manusia akan segera dikeluarkan oleh tubuh. Akan tetapi, jika kadar kromium tersebut cukup besar dan melebihi nilai ambang batas akan mengakibatkan kerusakan pada sistem pencernaan seperti nyeri perut, muntah, ulkus lambung, perdarahan dan nekrosis serta diare berdarah (Tyas & Effendy, 2016).

Sungai Garang merupakan sungai terbesar di Kota Semarang. Berbagai kegiatan terdapat di sepanjang aliran Sungai Garang antara lain perkampungan, pabrik dan industri, rumah makan, apotek, pertanian, perikanan serta limpasan leachate yang berasal dari TPA Jatibarang yang memberikan kontribusi berbagai jenis polutan yang terbawa arus ke dalam aliran Sungai Garang.

Salah satu biota yang dominan ditemui di sepanjang aliran Sungai Garang adalah ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Ikan nila merupakan salah satu jenis hewan yang direkomendasikan oleh EPA (*Environmental Protection Agency*) sebagai hewan uji karena ikan tersebut memenuhi persyaratan yaitu penyebarannya cukup luas, banyak dibudidayakan, mempunyai kemampuan yang tinggi dalam mentolerir lingkungan yang buruk.

Studi awal menyatakan bahwa air sungai Garang mengandung kromium heksavalen melebihi ambang batas yang ditetapkan Peraturan Pemerintah no. 82 tahun 2001 tentang Pengendalian Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yakni sebesar 0,785 mg/l. Sedangkan konsentrasi kromium heksavalen pada ikan nila adalah sebesar 0,177 mg/kg. Menurut *Food and Agricultural Organization (FAO)* menentukan konsentrasi kromium pada daging dan ikan adalah sebesar 1 mg/kg. Logam berat yang terkandung dalam perairan akan mengendap di sedimen dan terakumulasi dalam tubuh ikan nila, hal ini diduga kuat akan lebih berisiko apabila manusia mengonsumsi ikan yang sudah tercemar logam berat tersebut.

Metode Penelitian

Rancangan studi penelitian yang digunakan adalah analitik dengan menggunakan metode studi Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) dan

analisis inferensial dengan tujuan untuk mengetahui konsentrasi logam Cr^{6+} pada air sungai dan ikan nila serta memperkirakan besaran risiko yang diterima oleh masyarakat yang mengonsumsi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang berasal dari Sungai Garang.

Sampel subjek yang digunakan adalah sebanyak 33 orang yang terdiri masyarakat di Kelurahan Pudak Payung, Sronдол, Bendan Nduwur, Kandri, Kedungpane, Kalipancur, Sampangan dan Ngeplak Simongan yang mengonsumsi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dari aliran Sungai Garang yang ditentukan dengan teknik *purposive sampling*. Sedangkan sampel objek yang digunakan adalah air sungai dan ikan nila dari Sungai Garang dengan menggunakan metode *grab sampling* yang diambil pada 11 segmen sebagaimana lokasi segmen tertera dalam gambar berikut:



Hasil

Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa distribusi responden berdasarkan umur paling banyak pada kategori dewasa akhir (36-45 tahun) dengan jumlah 20 responden (60,6%) dengan jenis kelamin

Tabel 1. Distribusi Menurut Umur, Jenis Kelamin, Pendidikan dan Jenis Pekerjaan Responden yang Mengonsumsi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dari Sungai Garang Kota Semarang 2017

Variabel	Jumlah	Persentase (%)
Umur		
26-35 (dewasa awal)	13	39,4
36-45 (dewasa akhir)	20	60,6
Mean	37,39	-
Median	39	-
St. Dev	7,3	-
Minimum	26	-
Maximum	45	-
Jenis Kelamin		
Laki-laki	25	75,8
Perempuan	8	24,2
Pendidikan		
SD	8	24,2
SMP	11	33,3
SMA	14	42,4
Perguruan Tinggi	-	-
Pekerjaan		
Buruh	12	36,4
Nelayan	1	3,0
Pedagang	4	12,1
Pekerja Swasta	11	33,3
Ibu Rumah Tangga	5	15,2

paling banyak adalah laki-laki dengan jumlah 25 responden (75,8%). Responden berpendidikan SMA menduduki peringkat tertinggi yaitu sebanyak 14

responden (42,4%), serta pekerjaan responden terbanyak adalah sebagai buruh sebanyak 12 responden (36,4%).

Tabel 2. Konsentrasi Kromium Heksavalen Dalam air Sungai Garang Kota Semarang Tahun 2017

No	Lokasi pengambilan sampel	Kadar Cr (mg/l)			Rata-rata (mg/l)
		Titik 1	Titik 2	Titik 3	
1	Segmen I	0,009	0,005	0,033	0,015
2	Segmen II	0,014	0,009	0,011	0,011
3	Segmen III	0,010	0,015	0,010	0,011
4	Segmen IV	0,004	0,012	0,011	0,009
5	Segmen V	0,009	0,010	0,011	0,01
6	Segmen VI	0,007	0,005	0,010	0,007
7	Segmen VII	0,004	0,004	0,006	0,004
8	Segmen VIII	0,013	0,003	0,008	0,008
9	Segmen IX	0,004	0,003	0,010	0,005
10	Segmen X	0,013	0,001	0,005	0,006
11	Segmen XI	0,028	0,010	0,009	0,015

Tabel 3. Hasil Pengukuran Konsentrasi Kromium Dalam Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Berasal dari Sungai Garang Kota Semarang Tahun 2017

No	Lokasi pengambilan sampel	Kadar Cr (mg/kg) pada ikan nila			Rata-rata
		Titik 1	Titik 2	Titik 3	
1	Segmen I	0,84	0,55	0,32	0,57
2	Segmen II	0,23	0,28	0,43	0,31
3	Segmen III	0,27	0,26	0,94	0,49
4	Segmen IV	0,19	0,11	2,17	0,82
5	Segmen V	0,99	0,74	0,7	0,81
6	Segmen VI	0,74	0,78	0,77	0,76
7	Segmen VII	0,87	0,27	0,5	0,54
8	Segmen VIII	0,18	0,54	0,34	0,35
9	Segmen IX	0,29	0,31	0,7	0,43
10	Segmen X	0,17	0,4	0,97	0,51
11	Segmen XI	1,18	0,26	0,62	0,68

Pembahasan

Rata-rata konsentrasi kromium heksavalen pada setiap segmen masih berada di bawah nilai ambang batas yang ditetapkan oleh Permen No. 82 tahun 2001. Hal ini berbeda dengan penelitian Suryanti yang menyatakan bahwa sungai Garang telah mengandung logam berat kromium yang telah melebihi ambang batas yakni lebih dari 0,05 mg/l.

Hal ini disebabkan karena perbedaan kondisi dan iklim saat dilakukan pengambilan sampel. Terjadinya hujan yang menyebabkan masuknya air hujan ke perairan akan mengakibatkan arus yang deras dan pengenceran secara alami di badan air sehingga konsentrasi logam berat dapat memiliki hasil yang berubah-ubah dan cenderung lebih rendah. Penelitian Suryanti menyatakan bahwa kandungan logam berat dalam air dapat berubah-ubah dan sangat tergantung pada lingkungan dan iklim. Pada

waktu curah hujan tinggi, kandungan logam akan lebih kecil karena proses pelauran akibat air hujan, sedangkan pada saat musim kemarau, kandungan logam berat akan lebih tinggi (Wiresphati, dkk., 2012).

Selain itu aktivitas di sekitar sungai juga ikut mempengaruhi kualitas air sungai. Seperti yang terlihat pada tabel 2, segmen I (Jembatan Pramuka) dan XI (Ngeplak Simongan) merupakan segmen dengan rata-rata kromium heksavalen tertinggi, hal ini diperkirakan terjadi karena adanya lokasi perindustrian pada kedua lokasi tersebut. Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa semua industri tersebut memanfaatkan sungai sebagai sarana untuk membuang limbah. Selain itu limbah domestik dari pemukiman juga ikut berkontribusi terhadap kualitas air sungai Garang.

Konsentrasi Kromium Heksavalen pada Ikan Nila

Tabel 4. Distribusi Konsentrasi Logam Kromium Heksavalen pada Ikan Nila yang Dikonsumsi Masyarakat yang Berasal dari Sungai Garang Kota Semarang Tahun 2017

Variabel	Mean	Median	Min-Max	p-value
Konsentrasi Cr VI ikan nila (mg/kg)	0,57	0,50	0,11-2,17	0,00

Tabel 5. Nilai Deskriptif Variabel Untuk Pengukuran *Intake* Masyarakat yang Mengonsumsi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Berasal dari Sungai Garang Kota Semarang Tahun 2017

Variabel	Mean	Median	Min-Max	<i>p-value</i>	Total n (100%)
Laju asupan (gr/hari)	230,90	250	150,0-350,0	0,00	33
Frekuensi pajanan (hari/tahun)	140,24	104,00	52,0-364	0,00	33
Durasi Pajanan (tahun)	14,75	12,25	3,56-44,88	0,00	33
Berat badan (Kg)	60,18	60	44,0-78,0	0,50	33

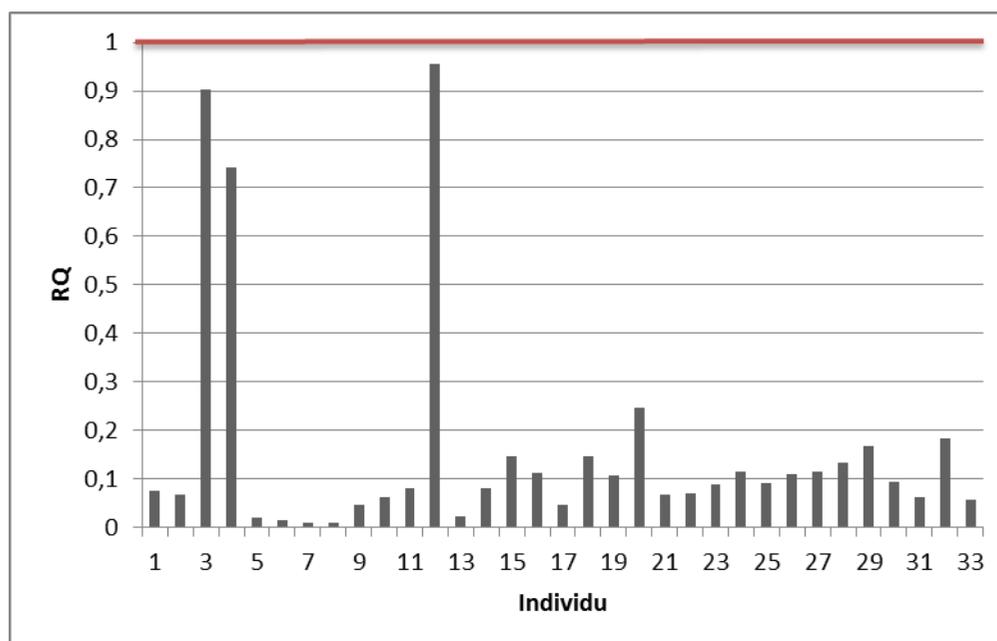
Tabel 6. Nilai Deskriptif Variable yang Digunakan Dalam Perhitungan *Intake* Responden yang Mengonsumsi Ikan Nila yang Berasal dari Sungai Garang Kota Semarang 2017

<i>Intake</i>	C (mg/g)	R (gr/hr)	f_E (hari/th)	D_t (tahun)	W_b (Kg)	T_{avg} (hari)
	0,0005	250	104	12,25	60,18	10.950

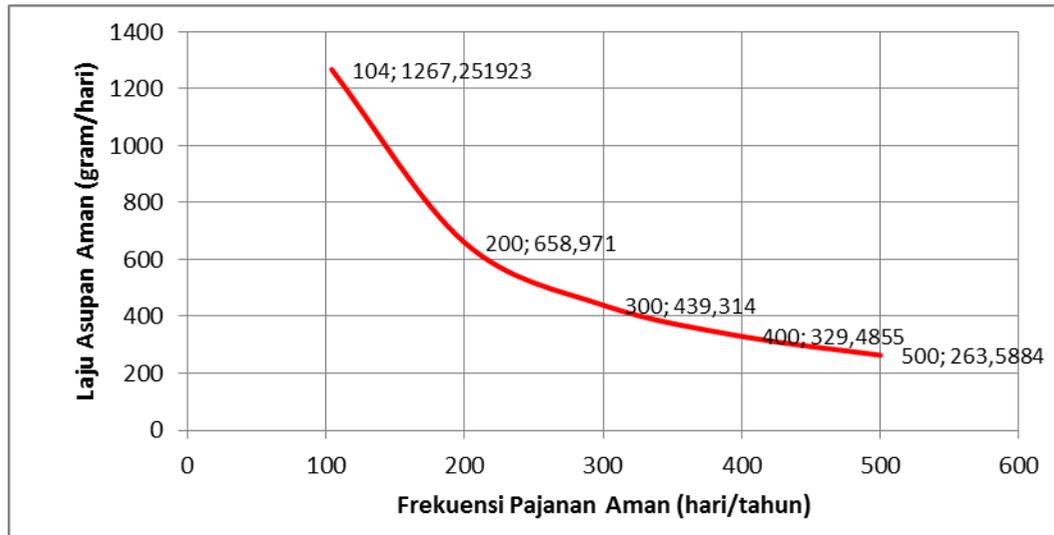
(*Oreochromis niloticus*)

Hasil penelitian konsentrasi kromium heksavalen pada ikan nila menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi kromium heksavalen pada ikan nila masih berada di bawah ambang batas yang ditetapkan oleh FAO. Adanya kandungan logam berat kromium heksavalen pada tubuh ikan dikarenakan sudah tercemarnya perairan Sungai Garang khususnya logam berat kromium heksavalen.

Tabel 4 menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi kromium tertinggi pada ikan nila terdapat di segmen IV. Hal ini dikarenakan sampel ikan yang didapat selama penelitian mempunyai bentuk ukuran yang berbeda-beda. Pada segmen IV ini sampel ikan yang diperoleh mempunyai ukuran lebih besar dibandingkan dengan sampel ikan pada segmen lain. Oleh sebab itu pada segmen ini dijadikan sebagai tempat pemancingan favorit masyarakat Kota



Gambar 2. Tingkat Risiko Individu Masyarakat yang Mengonsumsi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Berasal dari Sungai Garang



Gambar 3. Batasan-Batasan Laju Asupan dan Frekuensi Aman Dalam Durasi *Lifetime*

Tabel 6. Perbedaan Konsentrasi Kromium pada Air Sungai dan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dari Sungai Garang Kota Semarang Tahun 2017

No	Variabel	Kadar Kromium					P value
		Min	Max	Median	Mean	SD	
1	Kromium di air	0,004	0,015	0,009	0,0095	0.0037	0,00
2	Kromium di ikan nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	0,31	0,82	0,54	0,57	0,177	

Semarang. Ukuran ikan dapat mempengaruhi kandungan logam berat dalam tubuhnya. Tingginya kandungan logam berat kromium di dalam tubuh ikan nila tersebut dikarenakan sifat akumulatif dari organisme perairan. Semakin besar ukuran tubuh ikan maka diperkirakan umur ikan juga lebih tinggi, sehingga proses akumulasi logam berat pada tubuh ikan berlangsung lebih lama dibandingkan dengan ikan dengan ukuran yang lebih kecil. Hal ini diperkuat dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa ikan mujair yang terdapat di Sungai Citarum hulu dengan bobot yang paling tinggi yakni 48,9 gram mengandung logam berat cadmium paling tinggi dalam dagingnya yakni sebesar 149 ppb. Hal ini menunjukkan bahwa ada perbedaan bobot yang merupakan indikasi dari waktu hidup yang lebih lama sehingga menyebabkan kadar logam beratnya berbeda.

Tabel 4 menjelaskan bahwa berdasarkan hasil uji *Saphiro-wilk* menghasilkan nilai *p value* sebesar

0,00 yang berarti distribusi data tidak normal. Oleh karena itu nilai yang digunakan untuk menggambarkan konsentrasi kromium pada ikan nila adalah nilai tengah atau median.

Analisis Dosis Respon (Dose Response Assessement)

Pada penelitian ini nilai dosis respon yang digunakan berasal dari IRIS (*Integrated Risk Information Sistem*). *Environmental Protection Agency (US EPA)* mengklasifikasikan Cr VI sebagai karsinogen pada manusia hanya pada jalur paparan melalui inhalasi atau pernapasan (Group A) sedangkan paparan melalui oral tidak bisa diklasifikasikan sebagai karsinogen (Group D). Dari total Cr yang tertelan, hanya sekitar 2 sampai 3% yang diserap oleh usus (saluran gastrointestinal) yang selebihnya akan terbuang melalui urin. Cairan lambung dengan cepat mengurangi Cr (VI) menjadi Cr III. Sebagaimana diketahui bahwa Cr III dalam jumlah kecil di dalam tubuh adalah nutrisi penting bagi tubuh. Proses reduksi terjadi 100% sehingga tidak ada Cr VI yang

bisa terdeteksi di saluran gastro intestinal atau di dalam darah setelah menelan Cr VI. Inilah alasan mengapa Cr VI tidak dianggap sebagai bahaya apabila terjapan melalui konsumsi atau ingesti. Di dalam IRIS tidak ada cukup data yang menyebutkan bahwa Cr VI yang masuk melalui pajanan ingesti atau tertelan berisiko terhadap kasus kanker, sehingga dalam penilaian ini referensi yang digunakan dalam analisis adalah efek non karsinogenik (*RfD*). *RfD* Cr VI pada makanan yang diperbolehkan oleh IRIS adalah sebesar 0,003 mg/kg/hari.

Analisis Pajanan (*Exposure Assasement*)

Analisis pajanan dengan melakukan perhitungan *intake* atau asupan dilakukan dengan menggunakan nilai-nilai yang sudah di analisis. Nilai-nilai tersebut diperoleh melalui wawancara pada 33 responden yang mengonsumsi ikan nila yang berasal dari Sungai Garang.

Dalam menentukan *intake* nilai yang dipakai tergantung dari sifat sebaran data dengan menggunakan analisis uji *saphiro wilk*. Data dikatakan normal apabila *p value* > 0,05 maka nilai yang digunakan adalah nilai rata-rata atau *mean*. Sedangkan data dianggap tidak normal apabila *p value* < 0,05 maka nilai yang digunakan adalah nilai tengah atau *median*.

Hasil perhitungan asupan kromium heksavalen dalam pajanan *real time* adalah sebagai berikut :

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

$$\text{Intake} = \frac{0,0005 \text{ mg/gr} \times 250 \text{ gr/hr} \times 104 \text{ hari/tahun} \times 12,25 \text{ tahun}}{60,18 \text{ kg} \times 10.950 \text{ hari}}$$

$$\text{Intake} (I_{nk}) = 0,000241 \text{ mg/kg/hari}$$

Besar kecilnya nilai *intake* atau asupan pada seseorang dipengaruhi oleh besarnya nilai konsentrasi bahan kimia pada suatu bahan makanan atau dalam penelitian ini adalah logam kromium pada ikan nila serta pola konsumsi masyarakat terhadap ikan nila tersebut. Penelitian Daud menyatakan bahwa besarnya nilai *intake* atau asupan risk agen

yang masuk ke dalam tubuh manusia berbanding lurus dengan nilai konsentrasi risk agen, laju asupan, frekuensi pajanan dan durasi pajanan. Hal ini berarti bahwa semakin besar nilai-nilai variable tersebut maka akan semakin besar pula nilai *intake* atau asupan yang masuk ke dalam tubuh seseorang.

Karakteristik Risiko (*Risk Characterization*)

Karakteristik Risiko Populasi

Perhitungan *Risk Quotient (RQ)* untuk konsumsi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada pajanan kromium heksavalen adalah sebagai berikut:

$$RQ = \frac{0,000241 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \cdot \text{hari}}{0,003 \text{ mg/kg} \cdot \text{hari}}$$

$$RQ = 0,08$$

Berdasarkan perhitungan dapat disimpulkan bahwa masyarakat masih aman dan belum berisiko untuk mengonsumsi ikan nila yang berasal dari Sungai Garang dengan nilai RQ 0,08 (RQ < 1). Nilai karakteristik risiko atau tingkat risiko berbanding lurus dengan nilai *intake* yang diperoleh baik itu nilai konsentrasi logam berat di makanan, laju asupan, frekuensi pajanan, durasi pajanan serta waktu rata-rata pajanan. Semakin tinggi nilai *intake* maka semakin tinggi pula tingkat risiko yang akan diterima.

Berdasarkan hasil wawancara diperoleh informasi bahwa rata-rata pola konsumsi masyarakat terhadap ikan nila masih tergolong jarang. Hampir semua responden tidak mengonsumsi ikan nila untuk setiap harinya. Mereka hanya mengonsumsi ikan nila pada saat mereka menginginkan memasak ikan nila dari hasil pancingan mereka. Hal ini sejalan dengan penelitian Mursidi bahwa penduduk yang mengonsumsi air minum yang mengandung logam kromium masih aman dan belum berisiko terhadap kesehatan (RQ 0,38).

Karakteristik Risiko Individu

Perhitungan tingkat risiko individu dengan menggunakan formula yang sama sehingga diperoleh hasil bahwa individu individu masyarakat

yang mengonsumsi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang berasal dari Sungai Garang masih aman dan tidak berisiko terhadap kesehatan ($RQ < 1$) berdasarkan durasi pajanan *real time*. Dengan asumsi bahwa pajanan kromium hanya berasal dari ikan nila yang berasal dari Sungai Garang saja. Tingkat risiko yang diterima individu masyarakat yang mengonsumsi ikan nila yang berasal dari Sungai Garang dapat dilihat pada gambar berikut ini:

Manajemen Risiko

Meskipun Dari hasil perhitungan didapatkan tingkat risiko untuk populasi masyarakat yang mengonsumsi ikan nila < 1 , hal ini bukan berarti kelompok yang tidak berisiko ($RQ < 1$) diabaikan, tetapi tetap dilakukan pengendalian agar kondisinya tetap bisa dipertahankan sehingga nilai RQ tidak lebih dari 1. Pengelolaan risiko dilakukan dengan menerapkan fungsi manajemen *Planning, Organizing, Actuating* dan *Controlling (POAC)*. dengan cara pengelolan strategi risiko dengan menetapkan laju asupan aman dan frekuensi pajanan aman yang tertera dalam formula berikut:

$$R_{nk} (aman) = \frac{RfDxWbxTavg}{CxExDt}$$

$$f_E (aman) = \frac{RfDxWbxTavg}{CxRxDt}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan formula diatas menunjukkan bahwa untuk durasi *lifetime* (30 tahun) jumlah konsumsi (R) ikan nila yang aman adalah sebesar 1.267 gram/hari. Sedangkan untuk frekuensi pajanan aman konsumsi ikan nila adalah sebesar 104 hari/tahun. Batasan-batasan aman laju asupan dan frekuensi pajanan dapat dilihat pada gambar berikut ini:

Analisis Inferensial

Analisis inferensial digunakan untuk menguji adanya perbedaan konsentrasi kromium heksavalen di air sungai dan ikan nila dengan menggunakan uji beda rerata *t-test*.

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa hasil uji *T-test* kadar kromium pada air dan ikan nila diperoleh nilai $p < 0,00$ ($p < 0,05$) maka dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan rerata kadar

kromium antara air sungai dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Sungai Garang Kota Semarang. Hal ini disebabkan karena perbedaan faktor-faktor yang mempengaruhi kedua subyek tersebut. Tinggi rendahnya konsentrasi logam berat dalam perairan dipengaruhi oleh banyak faktor baik itu berupa faktor fisik maupun faktor kimia dari perairan itu sendiri.

Menurut Palar dalam badan perairan terjadi bermacam-macam proses kimia, mulai dari proses pengomplekan, jenis dan konsentrasi logam berat dan komponen mineral teroksida serta sistem lingkungan redoks. Logam berat yang dilimpahkan ke perairan, akan dipindahkan dari badan airnya melalui beberapa proses, yaitu: pengendapan, pengenceran, dispersi dan adsorpsi serta adsorpsi oleh organisme-organisme perairan. Proses ini juga terjadi pada logam kromium yang di perairan. Selain itu faktor yang memengaruhi tingkat toksisitas logam berat antara lain suhu, salinitas, pH, dan kesadahan.

Penurunan pH dan salinitas perairan menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar. Peningkatan suhu menyebabkan toksisitas logam berat meningkat. Sedangkan kesadahan yang tinggi dapat mengurangi toksisitas logam berat, karena logam berat dalam air dengan kesadahan tinggi membentuk senyawa kompleks yang mengendap dalam air. Berdasarkan hasil penelitian kondisi suhu dan pH perairan cenderung dalam kisaran batas aman.

Sedangkan masuknya logam berat ke dalam jaringan tubuh organisme melalui proses bioakumulasi dan sebagian besar terjadi melalui rantai makanan. Logam berat kromium yang terlarut di dalam air dan yang terendap di sedimen akan masuk ke dalam tubuh ikan sehingga logam berat tersebut akan terakumulasi dalam tubuh ikan melalui rantai makanan. Widowati menjelaskan rantai makanan pada organisme perairan berawal dari fitoplankton yang akan dimakan oleh zooplankton, zooplankton dimakan oleh ikan-ikan kecil, ikan-ikan kecil dimangsa oleh ikan-ikan besar dan akhirnya ikan ikan besar dimakan oleh manusia. Proses ini terjadi terus menerus sehingga terjadi akumulasi logam berat

pada tubuh manusia. Penelitian Wisnu menjelaskan bahwa bioakumulasi logam berat pada lingkungan perairan dapat terjadi melalui 3 (tiga) cara, yakni: (1) akumulasi logam berat dari partikulat tersuspensi atau sedimen, (2) akumulasi logam berat dari makanan ikan (sistem rantai makanan), dan (3) akumulasi logam berat yang terlarut dalam air.

Hal ini sejalan dengan penelitian Layadhane yang menyatakan bahwa adanya perbedaan yang signifikan yang signifikan antara konsentrasi logam berat di air dan sedimen permukaan (media) pada logam berat Cu dan Pb dengan nilai *p-value* 0,0015 dan 0,0027 (<0,05).

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa masyarakat yang mengonsumsi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang berasal dari Sungai Garang Kota Semarang masih aman dan belum berisiko terhadap kesehatan dengan nilai RQ < 1 baik untuk pajanan *real time* atau *life time*. Hasil analisis menunjukkan bahwa ada perbedaan rata-rata konsentrasi kromium pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang lebih tinggi dibandingkan pada air Sungai Garang.

Daftar Pustaka

- Agency for Toxic Substances and Disease. , 2012. *Toxicological profile for chromium*. U.S. Department of health and human services. Department Of Health And Human Services , United State.
- Budiman, B., Dhahiyat, Y., Hamdani, H. . 2012. Bioakumulasi logam berat Pb (Timbal) dan Cd (Kadmium) pada Daging Ikan yang Tertangkap di Sungai Citarum Hulu. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*;3(4);261-270.
- Daud, A, Dullah A, Melongi A. . 2013. Risk management of cadmium (Cd) due to *Leiognathus sp*, *Portunus Pelagicus*, *Anadara sp* and *Penaeus sp* consumption among community in Tallo Subdistric, Makassar, Indonesia. *International Journal of Scientific and Research Publications*;3(11);1-8
- Food and Agriculture Organization. 1983. *Compilation of Legal Limits for Hazardous Substances in Fish and Fishery Products*. FAO Fisheries Circular No. 764. Rome.
- Harlyan L dan Sari S. 2016. Konsentrasi Logam Berat Cu, Cd, Pb dan Zn pada Air dan Sedimen Permukaan Ekosistem Mangrove di Muara Sungai Porong, Sidoarjo Jawa Timur. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 2015;20(1);52-60.
- Tyas, N.M., Affandi, R. Uji Toksisitas Letal Cr⁶⁺ Terhadap Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*;21(2);128-132.
- Wiresphati E, Raharjo, Budijastuti W. 2012. Pengaruh kromium heksavalen terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan nila. *Lentera Bio*;1(2); 75-79.
- Windarto, J., Pawitan, H., Suripin, Januar, M. 2008. Model Prediksi Tinggi Muka Air Sungai Kali Garang Semarang Dengan Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Teknik*;29(3);189-195.
- Wisnu, M.A., Hartati, A. 2000. Penyerapan logam berat merkuri dan Cadmium pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Purifikasi*. 1(2)