

# PENGAMATAN KADAR LOGAM BERAT MERKURI (Hg) DAN TEMBAGA (Cu) PADA DAGING IKAN DI TELUK KAO, HALMAHERA

**Edward**

Pusat Penelitian Oseanografi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2O-LIPI)

*Corresponding author: ekewe07@mail.com*

## **Abstract**

*Fish is sources of protein, minerals, vitamins, and polyunsaturated omega-3 fatty acids, which are considered beneficial for health. The purpose of this research was to analyze the levels of mercury (Hg) and copper (Cu) in several species of fish that live in Kao Bay, Halmahera. This research was carried out in November 2015. Fish samples analyzed were suo fish (*Sphyraena jello*), tatameri (*Gazza minuta*), gaca (*Lutjanus argentimaculatus*), totodi (*Synodus foetens*), bubara (*Caranx sp*), ngafi (*Stolephorus indicus*) dan biji nangka (*Upeneus vittatus*). All samples were analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The results showed that the Hg levels are still in accordance with the safe threshold value set by the Indonesian National Standard (SNI) (2009), while Cu has passed the criteria set by the SNI for seafood.*

**Keywords:** *Teluk Kao, fishes, heavy metals of Hg and Cu*

## **PENDAHULUAN**

Teluk Kao terletak di Pulau Halmahera, Maluku Utara, teluk ini merupakan salah satu tempat penangkapan ikan bagi nelayan setempat untuk memenuhi kebutuhan protein hewani. Teluk ini kaya akan sumber daya perikanan antara lain kepiting kenari, cumi-cumi, mutiara, ubur-ubur atau lebih dikenal dengan nama *jelly fish*, ikan teri, udang dan sebagainya. Kehadiran penambangan emas di Kabupaten Maluku Utara pada tahun 1997, telah menimbulkan masalah terhadap lingkungan dalam bentuk pencemaran. Pencemaran terjadi akibat masuknya limbah tambang yang mengandung logam berat ke Teluk Kao (Edward, 2017a).

Beberapa dari logam berat bersifat racun terhadap organisme hidup bahkan pada konsentrasi yang sangat rendah sekalipun, sedangkan yang lain penting

secara biologis namun menjadi racun pada konsentrasi yang relatif tinggi (Duruibe *et al.*, 2007). Logam berat akan terakumulasi dalam jaringan ikan dan melalui rantai makanan dapat mempengaruhi kesehatan manusia.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan adanya akumulasi logam berat dalam ikan. Misalnya; Edward *et al.*, (2011) dan Mangampe *et al.*, (2014) melaporkan adanya akumulasi Hg pada ikan di Gresik dan Makassar, Said *et al.*, (2014) akumulasi Cu pada ikan *kuniran* di perairan Teluk Palu, Kaban (2015) pada ikan bawal putih di perairan Banyuasin, Sumatera Selatan dan Prasetyo *et al.*, (2017) pada ikan *belanak* di Sungai Donan Cilacap.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar logam berat merkuri (Hg) dan tembaga (Cu) pada beberapa jenis ikan yang hidup di Teluk Kao. Hasilnya

diharapkan dapat memberikan informasi kepada Pemda dan masyarakat setempat tentang kesehatan makanan hasil laut yang berasal dari Teluk Kao.

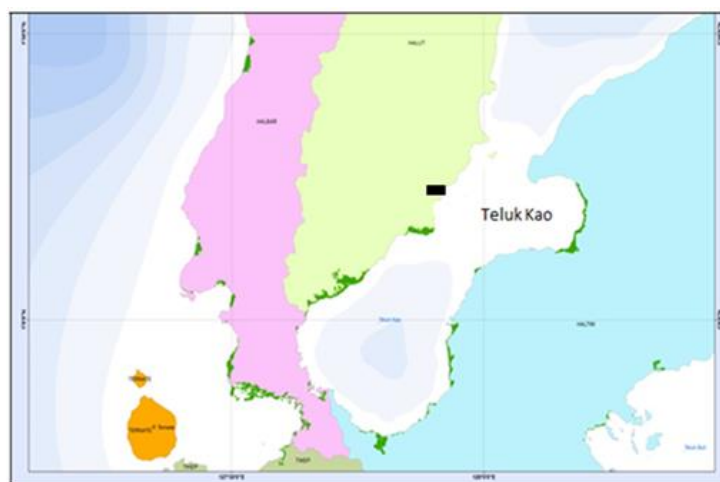
### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2015 di perairan Teluk Kao, Pulau Halmahera, Maluku Utara. Contoh ikan dan kerang dibeli dan diambil di Teluk Kao (gambar 1). Contoh disimpan dalam *ice box* pada suhu 4°C, selanjutnya dibekukan dalam lemari pendingin dan dibawa ke laboratorium Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI Jakarta. Contoh ikan diambil di perairan Teluk Kao (gambar 1). Contoh dimasukkan ke dalam kantong plastik dan disimpan dalam *ice box*. Selanjutnya dibekukan dalam lemari pendingin. Di laboratorium contoh sebanyak 5 gram dimasukkan dalam cawan teflon, *didestruksi* dengan menggunakan HNO<sub>3</sub>/HCl pekat dan biarkan pada suhu ruang ± 4 jam. Destruksi

dilanjutkan pada suhu 90<sup>0</sup> C selama 8 jam. Kadar Cu dan Ni ditentukan dengan AAS Varian SpectrAA-20 Plus menggunakan nyala campuran udara–asetilen (Hutagalung *et al.*, 1997).

Analisis Hg pada daging ikan dilakukan berdasarkan metode yang ditetapkan oleh *The Association of Analytical Communities* (AOAC) (Edward, 2017b). Contoh daging ikan dan kerang dipanaskan dalam *microwave oven* pada suhu 60°C selama 24 jam. Selanjutnya, ditambahkan 5 ml HNO<sub>3</sub> pekat ke dalam tabung yang berisi 0,3 g sampel kering, kemudian *didestruksi* dengan menggunakan *microwave digest* CEM MarsXpress.

Kadar merkuri diukur dengan menggunakan *Spektrofotometer* Serapan Atom tipe Varian jenis SpectrAA 20 dengan menggunakan reduktor SnCl<sub>2</sub>. Semua alat sebelum digunakan lebih



■: Desa Malifud (Lokasi pembelian contoh)

**Gambar 1.** Lokasi Penelitian (Teluk Kao, Halmahera)

**Tabel 1.** Contoh ikan yang berasal dari Teluk Kao

Nama Ikan	Panjang Rerata cm (N=3)	Berat gr (Rerata)
<i>Suo (Sphyræna jello)</i>	25,5	97,092
<i>Gaca (Lutjanus argentimaculatus)</i>	24,3	187,550
<i>Totodi (Synodus foetens)</i>	25,4	124,446
<i>Gurara (Nemipterus japonicus)</i>	17,3	87,612
<i>Biji Nangka (Upeneus vittatus)</i>	19,2	86,170
<i>Ngafi (Stolephorus indicus)</i>	8,9	11,991
<i>Tatameri (Gazza minuta)</i>	17,2	88,342
<i>Bubara (Caranx sp)</i>	24,2	147,732
Kerang Popaco ( <i>Telescopium telescopium</i> )	4,3	13,898
Kerang Anadara ( <i>Anadara granosa</i> )	5,5	12,932

Asupan maksimum per minggu (*Maximum Weekly Intake*) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$MWI (g) = \text{Berat Badan}^a \times PTWI^b$$

**Keterangan:**

- a) Rerata berat badan orang dewasa Indonesia 50 kg dan anak-anak adalah 15 kg (Cahyani *et al.*, 2016)
- b) PTWI (*Provisional Tolerable Weekly Intake*) atau angka toleransi yang dikeluarkan lembaga pangan terkait dalam satuan  $\mu\text{g}/\text{kg}$  berat badan (tabel 2)

**Tabel 2.** Angka toleransi batas konsumsi per minggu

Jenis Logam	PTWI ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ berat badan) per minggu	Referensi
Hg	0,7	US Nat Res Council (Kuras <i>et al.</i> , 2017)
Cu	3500	WHO/FAO (Peycheva <i>et al.</i> , 2016)

Batas maksimum berat daging ikan yang dapat ditolerir untuk dikonsumsi dalam waktu satu minggu (*Maximum Tolerable Intake*, MTI) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Turkmen *et al.*, 2008):

$$MTI = MWI/Ct$$

**Keterangan:**

MWI = *Maximum Weekly Intake* (mg untuk berat badan orang dewasa Indonesia 50 kg dan anak-anak 15 kg per minggu). Ct = Konsentrasi logam berat yang ditemukan di dalam daging ikan (ppm atau mg/kg).

dahulu direndam dalam HNO<sub>3</sub> (1:1) selama 24 jam dan selanjutnya dibilas dengan air suling. Kadar Hg dinyatakan dalam ppm (mg/kg, berat kering).

Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan membandingkannya dengan hasil penelitian lain dan dengan kriteria yang ditetapkan untuk kesehatan makanan yang berasal dari laut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

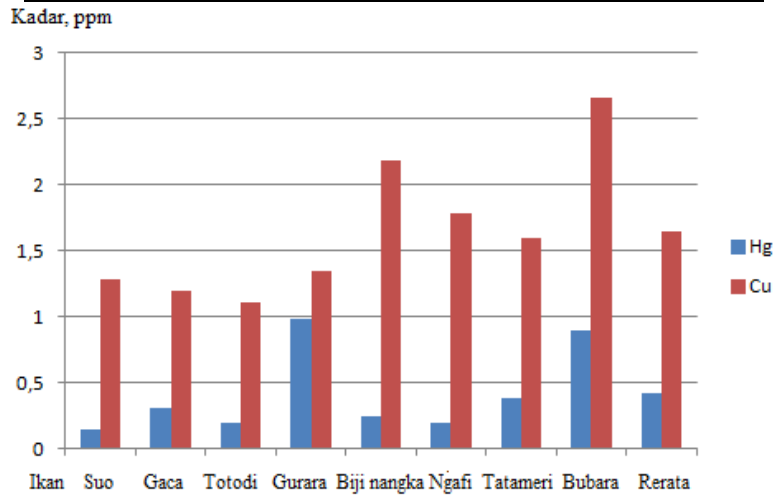
Hasil pengukuran kadar Hg dan Cu dalam beberapa jenis ikan di Teluk Kao

Batas maksimum kadar logam berat yang terakumulasi dalam contoh yang diperbolehkan dikonsumsi per minggu (*Maximum Weekly Intake*) ditentukan dengan menggunakan nilai ambang batas yang ditetapkan oleh US National Research Council (Kuras *et al.*, 2017), WHO/FAO dan JEFCA (Peycheva *et al.*, 2016).

disajikan pada tabel 3. Dari tabel tersebut dapat dilihat kadar Hg tertinggi dijumpai pada ikan *gurara (Nemipterus japonicus)* dan terendah pada ikan *suo (Sphyræna*

**Tabel 3.** Hasil Pengukuran Kadar Hg dan Cu pada beberap jenis ikan di Teluk Kao

Ikan	Hg	Cu
<i>Suo (Sphyraena jello)</i>	0,15	1,28
<i>Gaca (Lutjanus argentimaculatus)</i>	0,31	1,19
<i>Totodi (Synodus foetens)</i>	0,19	1,11
<i>Gurara (Nemipterus japonicus)</i>	0,98	1,34
<i>Biji Nangka (Upeneus vittatus)</i>	0,24	2,19
<i>Ngafi (Stolephorus indicus)</i>	0,19	1,78
<i>Tatameri (Gazza minuta)</i>	0,38	1,60
<i>Bubara(Caranx sp)</i>	0,89	2,66
Rerata	0,416	1,643



**Gambar 2.** Grafik Kadar Hg dan Cu dalam Ikan

*jello*). Kadar Cu tertinggi dijumpai pada ikan *bubara (Caranx sp)* dan terendah pada ikan *totodi (Synodus foetens)*, dan kadar Ni tertinggi dijumpai pada ikan *tatameri (Gazza minuta)* dan terendah pada ikan *gaca (Lutjanus argentimaculatus)*. Secara rerata kadar Hg lebih rendah dibandingkan dengan Cu.

**Pembahasan**

**Merkuri**

Merkuri (Hg) merupakan unsur non esensial. Toksisitas Hg dapat merusak organ pada ikan (Saary *et al.*, 2011). Pada manusia toksisitas Hg dapat menyebabkan rusaknya perkembangan janin dan juga bersifat karsinogen (Ikem *et al.*, 2008).

Dari tabel 3 di atas dapat dilihat kadar Hg pada daging ikan berkisar 0,15-0,98 ppm dengan rerata 0,416 ppm, kadar tertinggi dijumpai pada daging ikan *gurara (Nemipterus japonicus)* yakni 0,98 ppm dan terendah pada daging ikan *suo (Sphyraena jello)* yakni 0,15 ppm. Data di atas menunjukkan ikan *gurara (Nemipterus japonicus)* mengakumulasi Hg lebih banyak dibandingkan dengan yang lainnya. Hal ini menunjukkan jenis, ukuran dan berat ikan yang berbeda akan mengakumulasi Hg dalam jumlah yang berbeda pula. Pada tabel berikut ini dapat dilihat perbandingan hasil penelitian ini dengan hasil penelitian lain.

**Tabel 4.** Perbandingan kadar Hg (ppb) pada Ikan di Teluk Kao dengan daerah lain

Lokasi	Jenis	Kadar
Teluk Kao (Penelitian ini)	<i>Suo (Sphyræna jello)</i>	150
	<i>Gaca (Lutjanus argentimaculatus)</i>	310
	<i>Totodi (Synodus foetens)</i>	190
	<i>Gurara (Nemipterus japonicus)</i>	980
	<i>Biji Nangka (Upeneus vittatus)</i>	240
	<i>Ngafi (Stolephorus indicus)</i>	190
	<i>Tatameri (Gazza minuta)</i>	380
	<i>Bubara (Caranx sp)</i>	890
Rerata		416
Muara Sungai Kahayaan (Siregar <i>et al.</i> , 2008)	<i>Utik asin</i>	46,74
	<i>Sembilang asin</i>	147,93
	<i>Galamah asin</i>	120,11
	<i>Bulu-bulu</i>	164,33
	<i>Pisang-pisang</i>	245,56
	<i>Kiper</i>	239,75
Rerata		160,736
Muara Sungai Barito (Siregar <i>et al.</i> , 2008)	<i>Utik asin</i>	10,62
	<i>Layang</i>	4,97
	<i>Selangat</i>	3,51
	<i>Biawan</i>	3,25
	<i>Sepat</i>	3,41
	<i>Patin</i>	3,84
	<i>Bandeng</i>	19,24
	<i>Sepat asin</i>	1,72
	<i>Puyau asin</i>	0,63
Rerata		5,687

**Tabel 5.** Perbandingan kadar Hg dalam daging ikan di Teluk Kao (ppm) dengan nilai ambang batas dari beberapa negara di dunia.

Lokasi	Hg	Referensi
T.Kao	0,15-0,98 (rerata 0,416)	Penelitian ini
<b>Nilai Ambang Batas (NAB)</b>		
China	5	Zalfoghari (2018)
Hong Kong	0,5	Bhudaper <i>et al.</i> , (2012)
India	0,5	FSSAI (2011)
Canada	0,5	BCSFDHPAFB (2007)
European	0,5	Zalfoghari (2018)
Australia	2	FSA (2002 dalam Kamarulzaman <i>et al.</i> , 2011)
Indonesia	0,5	SNI (2009)
Singapore	0,5	FSLR (1990 dalam Mshana, 2015)
Malaysia	0,5	Ahmad <i>et al.</i> , (2014)
Turkey	0,5	Anymous (2008 dalam Stancheva <i>et al.</i> , 2014)
Bulgaria	0,5	Anymous (2004 dalam Stancheva <i>et al.</i> , 2014)
Australia/New Zealand	0,5	FSANZ (2008)
Irlandia	0,5	FSAOI (2009)
Taiwan	0,5	Chen <i>et al.</i> , (2006)
Mesir	0,1	EOSQC (1993 dalam Mshana, 2015)

Dari tabel diatas dapat dilihat kadar Hg pada ikan terlihat bervariasi, namun secara rerata kadar Hg hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan daerah

lain. Data ini menunjukkan Teluk Kao relatif lebih tercemar oleh Hg dibandingkan daerah lain. Dari tabel diatas juga terlihat jenis ikan yang berbeda mengandung Hg

yang berbeda pula. Kadar Hg rerata dalam ikan di Teluk Kao ini masih lebih rendah dari nilai ambang batas yang aman untuk makanan hasil laut yang ditetapkan beberapa negara, kecuali Mesir lebih tinggi (tabel 5). Hasil perhitungan asupan maksimum per minggu (*Maximum Weekly Intake*) untuk Hg disajikan pada tabel 6. *Maximum Weekly Intake* adalah asupan maksimum kontaminan logam berat yang diperbolehkan masuk ke tubuh selama satu minggu. Dari Tabel 6 dapat dilihat kadar Hg maksimum yang diperbolehkan dikonsumsi untuk orang dewasa dengan berat badan 50 kg adalah 0,08 mg. Kadar tertinggi Hg dijumpai pada ikan *gurara* (*Nemipterus japonicus*) yakni 0,98 ppm atau 0,98 mg/kg, artinya dalam 1 kg daging ikan *gurara* terdapat 0,98 mg Hg.

Febrianto (2018) menyatakan konsumsi ikan orang dewasa Indonesia per orang per tahun adalah 47 kg (0,979 kg per minggu). Bila orang makan ikan *gurara* sebanyak 0,979 kg, maka asupan Hg per minggu ke dalam tubuh adalah

$(0,979:1) \times 0,98 \text{ mg} = 0,959 \text{ mg}$ . Kadar ini lebih tinggi dari asupan maksimum per minggu (MWI) Hg untuk orang dewasa dengan berat badan 50 kg per minggu yakni 0,08 mg. Nilai 0,08 mg ini hanya akan tercapai apabila orang memakan daging ikan *gurara* sebanyak  $(0,08 : 0,98) \times 1 \text{ kg} = 0,0816326 \text{ kg}$  atau 81,6326 g per minggu untuk orang dengan berat badan 50 kg.

Pada tabel 7 berikut dapat dilihat *Maximum Tolerable Intake* (MTI) untuk masing-masing ikan. Dari tabel tersebut dapat dilihat nilai MTI terendah dijumpai pada ikan *gurara* (*Nemipterus japonicus*) yakni 81,636 g. Bila orang mengkonsumsi ikan *gurara* sebanyak 81,636 g maka asupan Hg ke dalam tubuhnya adalah  $(81,6326:1000) \times 0,98 \text{ mg} = 0,079 \text{ mg} = 0,080 \text{ mg}$ . Nilai ini sama dengan nilai MWI untuk Hg (tabel 2). Dengan demikian bila orang dewasa dengan berat badan rerata 50 kg mengkonsumsi daging ikan dan kerang di atas sesuai dengan nilai MTInya, maka belum berbahaya bagi kesehatan tubuh.

**Tabel 6.** Asupan maksimum per minggu Hg

Jenis Logam	PTWI ( $\mu\text{g}/\text{kg b.b}$ ) per minggu	MWI (orang dewasa, 50 kg) per Minggu
Hg	1,6	0,08 mg MWI (anak-anak, 15 kg) per Minggu
Hg	1,6	0,024 mg

**Tabel 7.** Asupan maksimum yang diperbolehkan Hg, untuk orang dewasa dengan berat badan 50 kg

Jenis ikan	Hg, mg/kg = Ct	MTI = MWI/Ct (g), MWI Hg: 0,08 mg
<i>Suo</i> ( <i>Sphyræna jello</i> )	0,15	533,333
<i>Kaca</i> ( <i>Lutjanus argentimaculatus</i> )	0,31	258,064
<i>Totodi</i> ( <i>Synodus foetens</i> )	0,19	421,052
<i>Gurara</i> ( <i>Nemipterus japonicus</i> )	0,98	81,6326
<i>Biji Nangka</i> ( <i>Upeneus vittatus</i> )	0,24	333,333
<i>Ngafi</i> ( <i>Stolephorus indicus</i> )	0,19	421,052
<i>Tatameri</i> ( <i>Gazza minuta</i> )	0,38	210,526
<i>Bubara</i> ( <i>Caranx sp</i> )	0,89	89,887

**Tabel 8.** Asupan maksimum yang diperbolehkan Hg untuk anak dengan berat badan 15 kg

Jenis ikan	Hg, mg/kg = Ct	MTI = MWI/Ct (g), MWI Hg: 0,024 mg
<i>Suo (Sphyraena jello)</i>	0,15	160
<i>Kaca (Lutjanus argentimaculatus)</i>	0,31	77,4193
<i>Totodi (Synodus foetens)</i>	0,19	126,315
<i>Gurara (Nemipterus japonicus)</i>	0,98	24,4897
<i>Biji Nangka (Upeneus vittatus)</i>	0,24	100
<i>Ngafi (Stolephorus indicus)</i>	0,19	126,315
<i>Tatameri (Gazza minuta)</i>	0,38	63,1578
<i>Bubara (Caranx sp)</i>	0,89	26,9662

Untuk anak dengan berat badan 15 kg, dari **tabel 6** di atas dapat dilihat kadar Hg maksimum yang diperbolehkan dikonsumsi adalah 0,024 mg. Kadar tertinggi Hg dijumpai pada ikan *gurara (Nemipterus japonicus)* yakni 0,98 ppm atau 0,98 mg/kg, artinya dalam 1 kg daging ikan *gurara (Nemipterus japonicus)* terdapat 0,98 mg Hg. Bila konsumsi ikan anak-anak dengan berat badan 15 kg rerata per minggu, misalnya sepertiganya orang dewasa yakni 0,326 kg, maka asupan Hg ke tubuhnya adalah  $(0,326:1) \times 0,98 \text{ mg} = 0,319 \text{ mg}$ . Kadar ini lebih tinggi dari MWI Hg untuk anak dengan berat badan 15 kg per minggu yakni 0,024 mg. Nilai 0,024 mg ini hanya akan tercapai apabila anak memakan daging ikan *gurara (Nemipterus japonicus)* sebanyak  $(0,024 : 0,98) \times 1 \text{ kg} = 0,0244897 \text{ kg} = 24,4897 \text{ g}$ . Dengan cara yang sama didapat MTI untuk jenis ikan lainnya dan kerang (tabel 8). Dengan demikian bila anak dengan berat badan rerata 15 kg mengonsumsi daging ikan sesuai dengan nilai MTI nya, maka belum berbahaya bagi kesehatan tubuh.

### Tembaga (Cu)

Tembaga (Cu) adalah logam esensial yang

mempunyai peranan penting dalam metabolisme tubuh khususnya dalam aktivitas enzim dan diperlukan untuk sintesis hemoglobin (Azaman *et al.*, 2015). Gangguan metabolisme Cu dapat menyebabkan dua penyakit genetik yaitu penyakit Mense (Gu *et al.*, 2002) dan Wilson (Attri *et al.*, 2006). Asupan Cu yang berlebihan juga dapat menyebabkan kerusakan ginjal dan bahkan kematian (USDHHS, 2004).

Dari tabel 3 di atas dapat dilihat kadar Cu dalam daging ikan berkisar 1,11-2,66 ppm dengan rerata 1,643 ppm. Kadar tertinggi dijumpai dalam daging ikan *bubara (Caranx sp)* yakni 2,66 ppm dan terendah dalam daging ikan *totodi (Synodus foetens)* yakni 1,11 ppm. Data ini menunjukkan bahwa ikan *bubara (Caranx sp)* mengakumulasi Cu lebih banyak dibandingkan dengan ikan lainnya. Hal ini juga menunjukkan bahwa jenis, ukuran dan berat ikan berpengaruh terhadap variasi kadar Cu dalam ikan. Secara rerata kadar Cu pada ikan di Teluk Kao ini lebih tinggi dibandingkan dengan beberapa daerah lain di Indonesia (tabel 7).

**Tabel 7.** Perbandingan kadar Cu (ppb) pada Ikan di Teluk Kao dengan daerah lain

Lokasi	Jenis	Kadar
Teluk Kao (Penelitian ini)	<i>Suo (Sphyræna jello)</i>	1280
	<i>Gaca (Lutjanus argentimaculatus)</i>	1190
	<i>Totodi (Synodus foetens)</i>	1110
	<i>Gurara (Nemipterus japonicus)</i>	1340
	<i>Biji Nangka (Upeneus vittatus)</i>	2190
	<i>Ngafi (Stolephorus indicus)</i>	1780
	<i>Tatameri (Gazza minuta)</i>	1600
	<i>Bubara(Caranx sp)</i>	2660
Rerata		1643
Muara Sungai Kahayaan (Siregar <i>et al.</i> , 2008)	<i>Utik asin</i>	47,81
	<i>Sembilang asin</i>	55,30
	<i>Galamah asin</i>	54,54
	<i>Bulu-bulu</i>	1232
	<i>Pisang-pisang</i>	237,60
	<i>Kiper</i>	116,50
Rerata		290,265
Muara Sungai Barito (Siregar <i>et al.</i> , 2008)	<i>Utik asin</i>	135
	<i>Layang</i>	17,09
	<i>Selangat</i>	29,59
	<i>Biawan</i>	7,36
	<i>Sepat</i>	4,05
	<i>Patin</i>	128,65
	<i>Bandeng</i>	2,64
	<i>Sepat asin</i>	13,27
	<i>Puyau asin</i>	51,55
Rerata		43,244
Teluk Jakarta (Inswiari <i>et al.</i> , 1997)	<i>Tongkol (Autis thazard)</i>	560
	<i>Tenggiri (Scomberomous cavlila)</i>	210
	<i>Bawal (Formio niger)</i>	190
	<i>Kembung (Restallinger brachysoma)</i>	350
	<i>Bandeng (Chanos chanos)</i>	120
	<i>Belanak (Mugil labiosus)</i>	220
Rerata		275

**Tabel 8.** Perbandingan kadar Cu dalam daging ikan (ppm) dengan nilai ambang batas dari beberapa negara

Lokasi	Cu	Referensi
T.Kao	1,11-2,66 (rerata 1,643)	Penelitian ini
<b>Nilai Ambang Batas</b>		
Indonesia	0,3	SNI (Cahyani <i>et al.</i> , 2016)
Europa	1	European Union (Rayeskumar <i>et al.</i> , 2018)
China	1	Seafood Trade Advisory Group (2017)
Nigeria	1,3	FEPA 2003 (Rayeskumar <i>et al.</i> , 2018)
India	0,001	Bireau of Indians standards (Mshava, 2015)
Amerika	100	USEPA (2000)
Canada	100	Tabinda <i>et al.</i> , (2010)
Malaysia	30	MRF (1985 dalam Yap <i>et al.</i> , 2005)
Turkey	20	Turkey Food Codex (Stancheva <i>et al.</i> , 2014)
Bulgaria	10	Bulgarian Food Authority (Stancheva <i>et al.</i> , 2014)
Hungaria	60	Tabinda <i>et al.</i> , (2010)
Australia	0,03	Aust Nat Health & Med Res and WHO (Kakulu <i>et a.</i> , 1987)
Internasional	0,02	FAO/WHO (Cahyani <i>et al.</i> , 2016)



Seperti halnya Hg, dari tabel di atas dapat dilihat jenis ikan yang berbeda akan mengakumulasi Cu dengan kadar yang berbeda pula. Kadar Cu rerata dalam ikan di Teluk Kao ini juga masih lebih rendah dari nilai ambang batas untuk makanan hasil laut yang ditetapkan oleh Amerika, Canada, Malaysia, Turkey, Bulgaria dan Hungaria, namun lebih tinggi dari yang ditetapkan oleh Indonesia, Eropa, China, Nigeria, India, Australia dan Internasional (tabel 8).

Hasil perhitungan *Maximum Weekly Intake* untuk Cu disajikan pada tabel 9. Dari tabel tersebut dapat dilihat kadar Cu maksimum yang diperbolehkan dikonsumsi untuk orang dewasa dengan berat 50 kg berturut-turut adalah 175 mg. Kadar tertinggi Cu dijumpai pada ikan *bubara* (*Caranx* sp) yakni 2,66 ppm atau 2,66 mg/kg, artinya dalam 1 kg daging ikan *bubara* (*Caranx* sp) terdapat 2,66 mg Cu.

Nilai 175 mg ini hanya akan tercapai apabila orang memakan daging ikan *bubara* (*Caranx* sp) sebanyak  $(175 : 2,66) \times 1 \text{ kg} = 65,789 \text{ kg}$  atau 65789 g per minggu untuk orang dengan berat badan 50 kg.

Konsumsi ikan orang dewasa Indonesia per orang per tahun adalah 47 kg (0,979 kg per minggu) dengan berat badan, misalnya untuk Indonesia rerata 50 kg. Maka asupan Cu per minggu ke dalam tubuh adalah  $(0,979:1) \times 2,66 \text{ mg} = 2,604 \text{ mg}$ . Kadar ini lebih rendah dari MWI Cu untuk orang dewasa dengan berat badan 50 kg per minggu yakni 175 mg.

Pada tabel 10 berikut dapat dilihat *Maximum Tolerable Intake* (MTI) untuk masing-masing ikan. Dengan demikian bila orang dewasa dengan berat badan rerata 50 kg mengkonsumsi daging ikan di atas sesuai dengan nilai MTI nya, maka belum berbahaya bagi kesehatan tubuh.

**Tabel 9.** Asupan Maksimum per Minggu (*Maximum Weekly Intake*) Cu

Jenis Logam	PTWI ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ b.b) per minggu	MWI (orang dewasa, 50 kg) per Minggu
Cu	3500	175 mg
Cu	3500	MWI (anak-anak, 15 kg) per Minggu 52,5 mg

**Tabel 10.** *Maximum Tolerable Intake* untuk Cu, Orang Dewasa dengan Berat badan 50 kg

Jenis Ikan	Cu, mg/kg = Ct	MTI = MWI/Ct (g), MWI Hg: 175 mg
<i>Suo</i> ( <i>Sphyræna jello</i> )	1,28	136718,75
<i>Kaca</i> ( <i>Lutjanus argentimaculatus</i> )	1,19	147058,82
<i>Totodi</i> ( <i>Synodus foetens</i> )	1,11	157657,65
<i>Gurara</i> ( <i>Nemipterus japonicus</i> )	1,34	130597,01
<i>Biji Nangka</i> ( <i>Upeneus vittatus</i> )	2,19	79908,675
<i>Ngafi</i> ( <i>Stolephorus indicus</i> )	1,78	98314,606
<i>Tatameri</i> ( <i>Gazza minuta</i> )	1,60	109375
<i>Bubara</i> ( <i>Caranx</i> sp)	2,66	65789,842

Dari tabel 3 di atas dapat dilihat kadar tertinggi Cu dijumpai pada ikan *bubara* (*Caranx* sp) yakni 2,66 ppm atau 2,66 mg per kg artinya dalam 1 kg daging ikan *bubara* (*Caranx* sp) terdapat 2,66 mg Cu. Kadar maksimum yang diperbolehkan per minggu untuk anak dengan berat 15 kg adalah 52,5 mg (tabel 9). Kadar ini akan tercapai bila orang mengkonsumsi ikan *bubara* (*Caranx* sp) sebanyak  $(52,5:2,66) \times 1 \text{ kg} = 19,736 \text{ kg}$  atau 19736 g.

Bila konsumsi ikan anak dengan berat badan 15 kg per minggu misalnya seperti orang dewasa yakni 0,326 kg, maka asupan Cu ke tubuhnya adalah  $(0,326:1) \times 2,66 \text{ mg} = 0,867 \text{ mg}$ . Kadar ini lebih rendah dari kadar maksimum yang diperkenankan yakni 52,5 mg.

Kadar ini lebih rendah dari MWI Cu untuk anak-anak dengan berat badan 15 kg per minggu yakni 52,5 mg. Dengan cara yang sama didapat MTI untuk jenis ikan lainnya dan kerang (tabel 11).

Dengan demikian bila anak dengan berat badan rerata 15 kg mengkonsumsi

daging ikan di atas sesuai dengan nilai MTI nya, maka belum berbahaya bagi kesehatan tubuh.

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan kadar Hg dan Cu dalam setiap jenis ikan. Perbedaan kadar ini dapat disebabkan oleh perbedaan lingkungan perairan pada saat penelitian, jenis spesies dan kelamin, panjang, berat, dan umur ikan (Ahmad *et al.*, 2015). Pola akumulasi logam berat dalam tubuh organisme laut tidak hanya dipengaruhi oleh ukuran tubuh saja, faktor eksternal seperti pilihan makanan dan faktor internal seperti kecepatan metabolisme juga mempengaruhi akumulasi logam berat (Louma *et al.*, 2008). Faktor makanan pada ikan laut sangat menentukan akumulasi logam berat dalam daging (Velusamy *et al.*, 2016). Keberadaan Hg dan Cu pada ikan ada kaitannya dengan Hg dan Cu yang ada dalam air laut dan sedimen. Edward *et al.*, (2014), Edward (2008) dan Edward (2017) melaporkan adanya logam Hg dan Cu dalam air dan sedimen di Teluk

**Tabel 11.** Asupan maksimum yang diperbolehkan Cu untuk anak dengan berat badan 15 kg

Jenis Ikan	Cu, mg/kg = Ct	MTI = MWI/Ct (g), MWI Cu: 52,5 mg
<i>Suo</i> ( <i>Sphyræna jello</i> )	1,28	41015,625
<i>Kaca</i> ( <i>Lutjanus argentimaculatus</i> )	1,19	44117,647
<i>Totodi</i> ( <i>Synodus foetens</i> )	1,11	47297,297
<i>Gurara</i> ( <i>Nemipterus japonicus</i> )	1,34	37179,104
<i>Biji Nangka</i> ( <i>Upeneus vittatus</i> )	2,19	23972,602
<i>Ngafi</i> ( <i>Stolephorus indicus</i> )	1,78	29494,382
<i>Tatameri</i> ( <i>Gazza minuta</i> )	1,60	32812,5
<i>Bubara</i> ( <i>Caranx</i> sp)	2,66	19736,842

Edward: Pengamatan Kadar Logam Berat Merkuri (Hg) dan Tembaga (Cu) Pada Daging Ikan di Teluk Kao, Halmahera

Kao. Kiranya hal inilah yang dapat menjelaskan adanya perbedaan kadar logam berat pada setiap jenis ikan dan kerang yang hidup di Teluk Kao.

## KESIMPULAN

Kadar Hg dalam pada ikan di Teluk Kao ini masih sesuai dengan nilai ambang batas yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) sedang Cu lebih tinggi dari

nilai ambang batas yang ditetapkan oleh SNI tersebut.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah, Provinsi Maluku Utara (2015), yang telah memberikan dana dalam penelitian ini.









## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad IN, MFM Noh, WRW Mahiyuddin, H Jaafar, I Ishak, WNF W Azmi, Y Veloo, & MH Hairi. 2015. Mercury levels in marine fish commonly consumed in Peninsular Malaysia. *Enviro Sci Pollut Res Int*, 22(5): 3672-3686.
- Attri S, Sharma N, Jahagirdar S, Thapa BR, & Prasad R. 2006. Erythrocyte metabolism and antioxidant status of patients with wilson disease with hemolytic anemia. *Pediatric Research*, 59(4): 593-597.
- Azaman F, Hafizan Juahir, Kamaruz zaman Y, Azman Azid, Mohd Khairul Amri, Kamarudin, Mohd Ekhwan Toriman, Ahmad Dasuki Mustafa, Mohammad Azizi Amran, Che Noraini Che Hasnam, & Ahmad Shakir Mohd Saud. 2015. Heavy metal in fish: Analysis and human health-a review. *Jurnal Teknologi*, 77:1 (2015) 61–69.
- BCSFDHPAFB (Bureau of Chemical Safety Food Directorate Health Products and Food Branch). 2007. *Human health risk assessment of mercury in fish and health benefits of fish consumption*. Published by authority of the Minister of Health. Publications. Health Canada Ottawa, Ontario K1A 0K9 : 76 p.
- Bhudaper K & Mukherjee DP. 2012. Assessment of human risk for arsenic, copper, nickel, merccury and zinc in fish from tropical wetlands in India. *Advance in Life Science and Technology*, Vol. 2: 13 p.
- Cahyani N, Djamar TF Lumban Batu & Sulistiono. 2016. Kandungan logam berat pb, hg, cd dan cu pada daging ikan *rejung (Silago sihama)* di estuari Sungai Donan, Cilacap, Jawa Tengah. *JPHPI*, 19 (5): 267-276.
- Chen CY & Chen HY. 2006. Mercury levels of seafood commonly consumed in Taiwan. *Journal of Food and Drug Analysis*, 14 (4): 373-378.
- Duruibe JO, Ogwuegbu MC & Egwurugwu JN. 2007. Heavy metal pollution and human biotoxic effects. *International Journal of Physical Sciences*, 2: 112-118 .
- Edward E & Sediadi A. 2014. *Prediksi tingkat kontaminasi logam berat dalam sedimen permukaan dan risiko ekologiannya terhadap biota laut di perairan Teluk Kao Halmahera, Maluku Utara*. Buku: *Sumberdaya Kelautan dan Lingkungan Perairan Maluku Utara*. Yogyakarta: Penerbit PT Kanisius Yogyakarta (Editor: A Sediadi, OK Sumadhiharga, Muhajir Marsaoli, Edward) : 222-234.
- Edward E, Marsya R & R Pasilette. 2011. Kandungan merkuri dalam air laut,

- sedimen, dan biota di perairan Elat Kai Besar, Maluku Tenggara. *Prosiding: Semnaskan Indonesia*, 22-24 Nov 2011. STP Jakarta. 115-130.
- Edward E. 2008. Pengamatan kadar merkuri di Perairan Teluk Kao (Halmahera) dan Perairan Anggai (Pulau Obi) Maluku Utara. *Makara Seri Sains*, 97-101.
- Edward E. 2017. Prediksi kualitas sedimen di Teluk Kao Halmahera dengan pendekatan analisis indeks. *Pros Seminar Nasional Perikanan UGM 2017*, 163-174
- Edward E. 2017a. Prediksi kualitas sedimen di teluk koa, halmahera dengan pendekatan analisis indeks. *Pros Semnaskan UGM XV*, Yogyakarta: 252- 261.
- Edward E. 2017b. Pengamatan awal kadar merkuri (Hg) dalam ikan dan kerang di Teluk Kao, Pulau Hal mahera. *Depik*, 6(3): 188-198.
- Febrianto F. 2018. Kondisi Terumbu Karang Indonesia Jelek, KKP: Segera Kami Pulihkan. *Online at <https://bisnis.tempo.co/>* [diakses 03 Juni 2018, pukul 13.44 WIB].
- FSA NZ (Food Standards Australia New Zealand). 2008. *Australia New Zealand Food Standards Code* (Incorporating amendments up to and including Amendment 97). Anstat Pty Ltd., Melbourne: 20 p.
- FSAOI. (Food Savety Authority of Ireland). 2009. Mercury, lead, cadmium, tin and arsenic in food. *Issue*, No. 1, May 2009. 13 p.
- FSSAI (Food Safety Standards Authority of India). 2011. *Food Safety and Standards* (contaminants, toxins and residues) *regulations*: 19 p.
- Gu Y, Kodama H, Sato, E, Mochizuki D, Yanagawa Y, Takayanagi M, & Lee C. 2002. Prenatal diagnosis of menkes disease by genetic analysis and copper measurement. *Brain & Development*, 24: 715-718.
- Hauser-Davis RA, FF Bastos, TF de Oliveira, RL Ziolli, & RC de Campos. 2012. Fish bile as a biomarker for metal exposure. *Marine Pollution Bulletin*, 64: 1589- 1595.
- Hutagalung HP, SH Riyono, & D Setiapermana. 1997. *Metode Analisis Air Laut, Sedimen, dan Biota*. Buku 2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. LIPI. 81 hal.
- Ikem A & Egilla J. 2008. Trace element content of fish feed and bluegill sunfish (*Lepomis Macro chirus*) from aquaculture and wild source in Missouri. *Food Chemistry*, 110 (2): 301-309.
- Inswiari A, Tugaswati T, & Lubis A. 1997. Metal levels Cu, Pb, Cd, dan Cr in Fresh Fish and Shellfish from the Jakarta Bay. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 25 (1) : 19-26.
- Kaban AM. 2015. Analisis Kandungan logam berat Pb dan Cu pada ikan planktivora bawal putih (*Pampus argenteus*) yang tertangkap di perairan Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Skripsi: Program Studi Kelautan, FMIPA Universitas Sriwijaya Inderalaya*. 116 hal.
- Kakulu SE, Osibanjo O, & Ajayi SO. 1987. Trace metals content in fish and shellfishes of the Niger delta area of Nigeria. *Environment International*, 13: 247-51.
- Kamaruzzaman YB, Z Rina, B Akbar John, & KCA Jalal. 2011. Heavy metal accumulation in commercially important fishes of South West Malaysian Coast. *Research Journal of Environmental Sciences*, 5: 595-602.
- Kuras R, Wojciech Wasowicz, & Beata Janasik. 2017. Assessment of mercury intake from fish meals based on intervention research in the polish subpopulation. *Biol Trace Elem Res*, 179: 23–31.
- Luoma SN & PS Rainbow. 2008. *Metal contamination in aquatic environment: science and lateral*

- management*. Cambridge University Press: 126 p.
- Mangampe A, Anwar Daud, & Agus Bintara Birawida. 2014. Analisis risiko merkuri (Hg) dalam ikan kembung dan kerang darah pada masyarakat di wilayah pesisir Kota Makassar. *Makalah: Bagian Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Univ Hasanuddin* : 15 hal.
- Mshana G Johnson. 2015. Mercury and Lead Contamination in Three Fish Species and Sediments from Lake Rukwa and Catchment Areas in Tanzania. *Journal of Health & Pollution*, 5 (8): 1-12.
- Peycheva K, Veselina Panayotova, & Mona Stancheva. 2016. Assessment of human health risk for copper, arsenic, zinc, nickel, and mercury in marine fish species collected from Bulgarian black sea coast. *Int Jour of Fisheries and Aquatic Studies*, 4(5): 41-46.
- Prastyo Y, Djamar TF Lumban Batu, & Sulistiono. 2017. Kandungan logam berat Cu dan Cd pada ikan *Belanak* di estuari Sungai Donan, Cilacap, Jawa Tengah. *JPHPI*, 20 (1):18-27.
- Rajeshkumar S & Xiaoyu Li. 2018. Bioaccumulation of heavy metals in fish species from the Meiliang Bay, Taihu Lake, China. *Toxicology Report*, 5: 288-295
- Said I, Dessy Amalia Lubis, & Suherman. 2014. Akumulasi timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada ikan *kuniran* (*Upeneus sulphureus*) di Perairan Estuaria Teluk Palu. *J. Akad. Kim*, 3(2): 66-72.
- Seafood Trade Advisory Group. 2017. Food Standards for Seafood in China. Summary of China's Food Safety Law: 29 p.
- Siregar HT & JTI Murtini. 2008. Kandungan logam berat pada beberapa lokasi perairan Indonesia pada tahun 2001 sampai dengan tahun 2005. *Squalen*, 3(1): 7-15.
- SNI (Standar Nasional Indonesia). 2009. *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam pangan* : 25 hal.
- Stancheva M, L Makedonski, & K Peycheva. 2014. Determination of heavy metal concentrations of most consumed fish species from Bulgarian Black Sea coast. *Bulgarian Chem Communicatios*, 46 (1): 195-203.
- Tabinda BA, M Hussain, I Ahmed, & A Yasar. 2010. Accumulation of toxic and essential trace metals in fish and prawns from Keti Bunder Thatta District, Sindh. *Pakistan J. Zool*, 42(5): 631-638.
- Turkmen M, Turkmen A, & Tepe Y. 2008. Metal contaminations in five species from, Marmara, Aegean, and Mediteranean Sea. Turkey. *Journal Chil Chem Soc*, 53 (1): 1435-1439.
- USDHHS (U.S. Department of Health and Human Services). 2004. Toxicological Profile for Copper Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Public Hea*, 1-314.
- USEPA. 2000. *Guidance for assessing chemical contaminant data for use in fish advisories:1, Fish sampling and analysis* 3rd Edition, Office of Science and Technology, Office of Water, USEPA, Washington, DC EPA 823-B-00-007: 1-200.
- Velusamy A, PS Kumar, A Ram, & S Chinnadurai. 2016. Bioaccumulation of heavy metals in commercially important marine fishes from Mumbai Harbor, India. *Marine Pollution Bulletin*, 81: 218-224.
- Yap CK, Ismail A, & Tan SG. 2005. Cadmium, Copper, Lead and Zinc Levels in the Green-Lipped Mussel *Perna viridis* (L.) from the West Coast of Peninsular Malaysia: Safe as Food? *Pertanika J. Trop. Agric. Sci*, 28(1): 41- 47.
- Zolfaghari G. 2018. Risk assessment of mercury and lead in fish species from Iranian international wetlands. *MethodsX*, 5:438-447.

**Lampiran:**

			
Ikan Biji Nangka: <i>Upeneus vittatus</i> (Forsskål, 1775)	Ikan Gaca ( <i>Lutjanus argentimaculatus</i> )	Ikan Bubara ( <i>Caranx</i> sp)	Ikan Gurara ( <i>Nemipterus japonicas</i> ) (Bloch, 1791)
			
Ikan Suo ( <i>Sphyræna jello</i> ) (Cuvier and Valenciennes, 1829)	Ikan Totodi ( <i>Synodus foetens</i> ) (Linnaeus, 1766)	Ikan Tatameri <i>Gazza minuta</i> (Bloch, 1795)	Ikan Ngafi ( <i>Stolephorus indicus</i> ) (Van Hasselt, 1823)