

# JURNAL BIOLOGI UDAYANA

P-ISSN: 1410-5292 E-ISSN: 2599-2856

Volume 27 | Nomor 1 | Juni 2023

DOI: <https://doi.org/10.24843/JBIOUNUD.2023.v27.i01.p08>

## Konsentrasi logam berat kadmium, kromium, tembaga, timbal dan seng pada ikan, kerang dan siput laut di Teluk Benoa, Bali

Concentration of heavy metals cadmium, chromium, copper, lead and zinc in fish, shellfish and marine snail in Benoa Bay, Bali

Gede Surya Indrawan\*, I Nyoman Giri Putra, I Putu Sugiana

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana  
Kampus Unud Bukit Jimbaran, Bali 80361, Indonesia

\*Email: [suryaindrawan@unud.ac.id](mailto:suryaindrawan@unud.ac.id)

Diterima

4 Desember 2022

Disetujui

29 April 2023

### INTISARI

Biota laut seperti ikan, kerang, dan gastropoda lainnya merupakan sumber makanan bagi manusia. Pada Kawasan Teluk Benoa, nelayan umumnya menangkap biota tersebut dan menjualnya di pasar atau untuk dikonsumsi. Logam berat telah mencemari biota laut di sekitar Teluk Benoa. Logam berat memiliki efek fatal bagi tubuh manusia jika dikonsumsi secara berlebihan. Beberapa logam berat yang berbahaya seperti kadmium (Cd), kromium (Cr), tembaga (Cu), timbal (Pb), dan seng (Zn). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi logam berat Cd, Cr, Cu, Pb, dan Zn pada biota laut di sekitar Teluk Benoa. Sampel ikan, kerang, dan gastropoda diambil secara acak dari nelayan Teluk Benoa. Metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) digunakan untuk menentukan konsentrasi logam berat pada setiap objek. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi logam berat yang tinggi pada *Scarus Psittacus* (ikan kakatua), *Acanthurus xanthophores* (ikan madah), *Marcia hiantina* (kerang merah), *Anadara antiquata* (kerang darah), and *Cerithidea* sp. (siso/batu-batu). Perbandingan dengan baku mutu FAO (1983), WHO (1989), IAEA-407 (2003), dan SNI-7387 (2009) menunjukkan bahwa biota-biota tersebut telah melebihi baku mutu. Pencemaran logam berat dari sedimen laut di daerah yang sama dan cara makan biota menjadi indikator dari konsentrasi logam berat yang variasi pada biota tersebut.

*Kata kunci: Biota laut, AAS, logam berat, baku mutu, Teluk Benoa*

### ABSTRACT

Marine biota such as fish, shellfish, and other gastropods are human food sources. In Benoa Bay, fishers commonly catch those biotas and sold in the market or consume them by the local community. Heavy metals have contaminated marine biotas around Benoa Bay. Heavy metal has a fatal effect on the human body if consumed excessively. This research aimed to determine the heavy metal concentration of Cd, Cr, Cu, Pb, and Zn in marine biota around Benoa Bay. The samples of fish, shellfish, and gastropods were randomly taken from the Benoa Bay fishers. AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) was used to determine the heavy metal concentration for each object. The result showed high heavy metal concentrations in *Scarus Psittacus* (ikan kakatua), *Acanthurus xanthophores* (ikan madah), *Marcia hiantina* (kerang merah), *Anadara antiquata* (kerang darah), and *Cerithidea* sp. (siso/batu-batu). Comparison with quality standards from FAO (1983), WHO (1989), IAEA-407 (2003), and SNI-7387 (2009) showed that those biotas exceeded the quality standard. A heavy metal polluted from marine sediment in the same area and the way the biota eats were indicators of the variation in the concentration of heavy metals found on these biotas.

*Keywords: Marine biota, AAS, heavy metal, quality standard, Benoa Bay*

## PENDAHULUAN

Biota laut menjadi salah satu sumber makanan yang dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir. Jenis-jenis biota laut yang menjadi sumber makanan yang kaya akan protein seperti ikan, kerang-kerangan, rumput laut, kepiting, udang, bulu babi hingga teripang (Dahuri, 2003). Biota laut tersebut sering diolah dengan berbagai macam bentuk produk baik berupa makanan hingga obat-obatan dan produk kecantikan (Rasyid, 2008; Datta et al., 2015). Hal ini karena biota-biota laut memiliki khasiat antibakteri, imunomodulator, antijamur, antiinflamasi, antikanker, antimikroba, neuroprotektif, analgesik, dan antimalaria yang bermanfaat untuk kesehatan manusia (Malve, 2016).

Dibalik pemanfaatan biota-biota laut, terdapat suatu ancaman yang dapat merugikan baik bagi konsumen ataupun kondisi dari biota laut itu sendiri. Ancaman-ancaman tersebut berupa adanya penangkapan berlebih (*overfishing*) yang mengurangi kelimpahan dari biota laut itu sendiri serta ancaman dari lingkungan sekitar seperti pencemaran kualitas air (Fitriyah, 2007; Negara, 2020; Riani, 2021). Pencemaran air menyebabkan perubahan kondisi fisik dan kimia dari lingkungan itu sendiri (Kılıç, 2021). Salah satu contoh dari pencemaran air berupa pencemaran logam berat yang menimbulkan dampak negatif terhadap kehidupan biota laut (Darmono, 2001; Riani, 2021).

Teluk Benoa merupakan teluk semi tertutup yang terletak di Selatan Bali. Ciri khas teluk ini memiliki selat sempit di mulut teluk yang dibentuk oleh Pulau Serangan dan Semenanjung Benoa. Terdapat aktivitas-aktivitas berupa kapal berlabuh, stasiun minyak, olahraga air dan nelayan tradisional yang berlangsung di Teluk Benoa (Alfiaturrohmaniah et al., 2020). Aktivitas daratan juga berkontribusi terhadap keseimbangan kondisi kualitas perairan di Teluk Benoa seperti tempat pemrosesan akhir (TPA), tambak udang dan ikan, serta instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang sebagian besar berlokasi di Kelurahan Pedungan dan Pemogan. Selain itu, beberapa sungai juga bermuara ke Teluk Benoa seperti Tukad Rangda, Tukad Badung, Tukad Mati, Tukad Loloan Sanur, Tukad Bualu, Tukad Sama dan Tukad Buaji (Suteja & Purwiyanto, 2018).

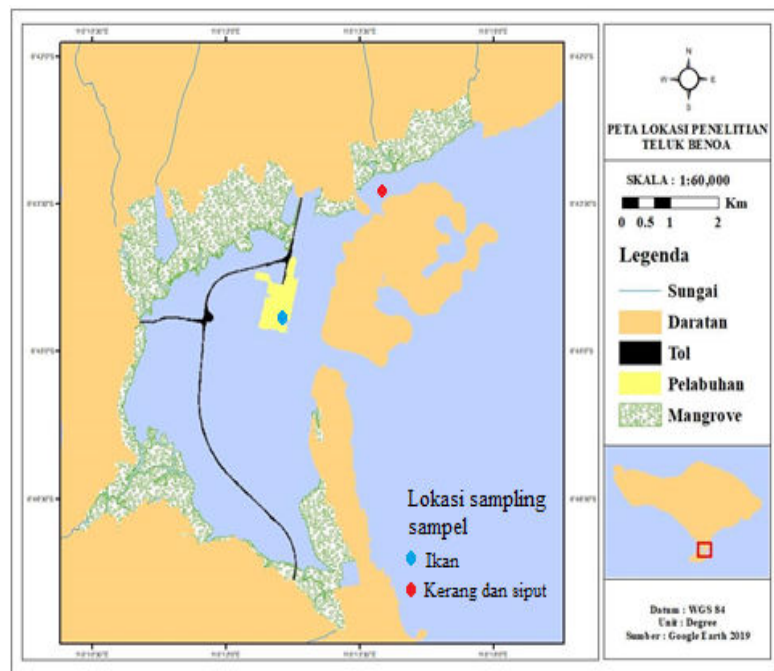
Teluk Benoa merupakan salah satu perairan di Bali yang berperan penting dalam menjaga berbagai ekosistem dan hidrologi di selatan Bali (Sudiarta et al., 2013). Meski begitu, laporan terbaru menunjukkan adanya pencemaran logam berat timbal (Pb), kadmium (Cd), tembaga (Cu) dan seng (Zn) pada air dan sedimen di Teluk Benoa (Indrawan & Putra, 2021). Di sekitar lokasi, cemaran logam berat juga ditemukan pada biota plankton (Sudarmawan et al., 2020), lamun (Budiarta et al., 2020) dan ikan secara umum (Aryawan et al., 2017). Logam berat yang mencemari lingkungan memiliki potensi untuk mencemari biota-biota laut lainnya yang dikonsumsi oleh masyarakat sekitar. Hal ini tentu berdampak buruk bagi kesehatan masyarakat sehingga menjadi sumber penyakit berbahaya. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk mengukur konsentrasi logam berat pada beberapa biota yang dimanfaatkan untuk konsumsi dan produk perikanan komersial oleh masyarakat yang tinggal di sekitar Teluk Benoa. Parameter logam berat diambil adalah Pb, Zn, Cd, Cu dan Cr.

## MATERI DAN METODE

### Tempat dan waktu penelitian

Sampel ikan dan kerang diambil dari nelayan-nelayan tradisional yang sedang beraktivitas sekitar Teluk Benoa (8°42'S - 8°48'S, 115°11'E - 115°14'E) yakni di Wilayah Serangan dan Pelabuhan Benoa (Gambar 1). Masing-masing tiga ekor per jenis ikan diambil secara acak dari nelayan tradisional yang

mendarat di sekitar Pelabuhan Benoa, sedangkan sampel kerang dengan masing-masing lima ekor per jenis dan tiga puluh ekor siput laut didapat dengan membeli dari para pencari kerang di Perairan Utara Pulau Serangan. Pengambilan sampel dilakukan pada sore hari, saat kondisi air surut di musim hujan pada bulan Februari 2021.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel ikan, kerang dan siput laut

### Bahan dan alat

Biota laut yang digunakan sebagai sampel adalah ikan kakap (*Lutjanus mahogony*), ikan madah (*Acanthurus xanthopterus*), ikan muduk (*Gerres subfasciatus*), ikan kakatua (*Scarus psittacus*) dan ikan baronang (*Siganus spinus*) yang diidentifikasi berdasarkan pedoman dari <https://www.fishbase.se> (Gambar 2). Ikan-ikan tersebut merupakan komoditas hasil tangkapan utama dari nelayan sekitar Teluk Benoa. Selain itu sampel biota lainnya yakni empat jenis kerang kerang merah (*Marcia hiantina*), kerang manila (*Marcia opima*), kerang darah (*Anadara antiquata*), kerang hijau (*Perna* sp.) dan satu jenis gastropoda (*Cerithidea* sp.). Hasil penelitian memberikan gambaran kondisi kandungan logam berat yang telah mencemari beberapa jenis ikan, kerang dan siput laut, sehingga dapat ditentukan kelayakan konsumsinya.

### Metode

Sampel ikan, kerang dan siput dipisahkan dari kulit dan cangkangnya dengan menggunakan pinset dan palu. Sebanyak masing-masing 0,5 g daging tiap sampel diambil, dicincang dan ditumbuk yang selanjutnya dimasukkan ke dalam Erlenmeyer untuk proses pencucian basah (*wet destruction*). Selanjutnya daging dimasukkan ke dalam labu cerna yang telah ditambahkan 10 mL HNO<sub>3</sub> (asam nitrat) dan 2 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (asam sulfat). Larutan sampel kemudian dipanaskan perlahan-lahan sampai warna menjadi gelap, dan dilanjutkan dengan menambahkan 1-2 mL HNO<sub>3</sub>, serta dipanaskan secara perlahan hingga berwarna lebih gelap. Setelah itu, proses pendinginan dilakukan dalam suhu ruangan bersamaan dengan penambahan HNO<sub>3</sub> lagi secara perlahan hingga larutan berwarna cerah. Ketika kondisi suhu larutan telah sama dengan kondisi suhu ruangan, maka larutan ditambahkan 10 mL akuades dan dipanaskan kembali

hingga menghasilkan uap yang tidak berwarna. Kemudian, larutan dibiarkan dingin kembali dan diencerkan dengan akuades hingga 100 mL. Larutan yang sudah jadi diuji dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) menggunakan Shimadzu/AA-7000 Series (Conti et al. 2002). Proses preparasi dan pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Analitik Universitas Udayana Bali. Hasil analisis konsentrasi logam berat pada sampel ikan disandingkan dengan beberapa baku mutu yang ditetapkan (Tabel 1), sementara untuk sampel kerang dan moluska hanya dibandingkan sesuai dengan baku mutu SNI-7387.

Tabel 1. Baku mutu logam berat menurut beberapa sumber dalam mg/kg

Logam	FAO (1983)	WHO (1989)	IAEA-407 (2003)	SNI-7387 (2009)
Pb	0,5	2	0,12	0,3
Zn	30	30	67,1	BT
Cd	0,05	1	0,19	0,1
Cu	10	30	3,28	BT
Cr	1	BT	0,73	BT

BT : Belum ditetapkan



Gambar 2. Biota-biota laut yang digunakan sebagai sampel (A: *L. mahogany*; B: *S. spinus*; C: *G. subfasciatus*; D: *A. xanthopterus*; E: *S. Psittacus*; F: *Cerithidea* sp.; G: *M. hiantina*; H: *M. opima*; I: *A. antiquata* dan J: *Perna* sp.)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Konsentrasi logam berat pada ikan di Teluk Benoa, Bali

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, tidak semua jenis logam berat ditemukan pada daging dari sampel-sampel ikan. Ikan madah (*A. xanthopterus*) ditemukan mengakumulasi jenis logam berat yang terbanyak yakni Pb, Zn dan Cr, sedangkan ikan kakap (*L. mahogany*), ikan muduk (*G. subfasciatus*) dan ikan kakatua (*S. Psittacus*) hanya mengakumulasi satu jenis logam berat yakni Cr, Zn dan Cu berturut-turut. Sementara, konsentrasi logam berat cukup bervariasi antar jenis ikan yang diamati. Konsentrasi Pb tertinggi ditemukan pada ikan madah (*A. xanthopterus*) sebesar 4,205 mg/kg, selanjutnya konsentrasi Zn dan Cu ditemukan tinggi pada ikan baronang (*S. spinus*) dan ikan kakatua (*S. Psittacus*) yakni 3,313 mg/kg dan 4,739 mg/kg berturut-turut, dan Cr sebesar 3,714 mg/kg pada ikan kakap (*L. mahogany*). Tidak ada logam berat Cd yang ditemukan pada daging di kelima sampel ikan (Tabel 2).

Bila disandingkan dengan baku mutu logam berat pada daging ikan dalam skala nasional dan internasional, terdapat dua jenis logam yang melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh FAO (1983), WHO (1989), IAEA-407 (2003) dan SNI-7387 (2009) (Tabel 1). Kedua logam berat tersebut yakni Pb dan Cr yang masing-masing memiliki nilai  $> 2$  mg/kg dan  $> 1$  mg/kg. Konsentrasi Pb yang melebihi baku mutu ditemukan pada ikan baronang (*S. spinus*), sementara pada ikan kakap (*L. mahogany*) ditemukan logam Cr yang melebihi baku mutu. Kedua logam tersebut juga ditemukan melebihi baku mutu pada ikan madah (*A. xanthopterus*). Hal ini mengindikasikan bahwa ketiga jenis ikan tersebut mempunyai kandungan logam berat yang tinggi dan diduga dalam jangka panjang dapat mempengaruhi kesehatan tubuh manusia bila dikonsumsi secara berlebihan.

Pada lokasi yang sama, konsentrasi Pb juga ditemukan tinggi pada ikan belanak (*Mugil cephalus*) oleh Mardani et al. (2018) (Tabel 2). Menurut *United States Geological Survey* (2008) dan *International Lead Association* (2018), logam berat Pb pada lingkungan laut berasal dari baterai, produk yang digulung dan diekstrusi, oksida timah dan garam, peluru, amunisi dan lainnya. Logam berat Pb dapat terakumulasi pada beberapa vegetasi laut seperti fitoplankton, makroalga atau rumput laut dan lamun (Hosea et al., 2019; Rosalina et al., 2019; Sudarmawan et al., 2020). Ikan baronang merupakan jenis ikan herbivora yang menjadikan plankton dan alga sebagai sumber makanan (Bryan, 1975). Sehingga, dapat diketahui bahwa kontaminasi logam berat Pb pada ikan baronang ataupun ikan herbivora lainnya, dapat berasal dari sumber pakannya telah terkontaminasi.

Selain ikan madah (*A. xanthopterus*) dan ikan kakap (*L. mahogany*), jenis-jenis ikan pelagis seperti ikan tenggiri (*Authis thazard*), ikan tongkol (*Acanthocybium solandri*) dan ikan kembung (*Rastrelliger faughni*) di beberapa pasar Jakarta Utara, juga mengandung kromium yang melebihi baku mutu (Mulyaningsih, 2014) (Tabel 2). Semua jenis ikan tersebut tergolong dalam ikan karnivora dan *grazer* yakni memakan zooplankton, ikan, udang dan cumi-cumi kecil. Sumber Cr di lingkungan laut berasal dari proses pelapukan mineral, masukan sungai dan atmosfer (Geisler & Schmidt, 1991). Mineral Cr dapat diakumulasi pada beberapa biota-biota laut yang berukuran kecil seperti juvenil ikan, zooplankton dan udang (Kim & Kang, 2016; Isibor et al., 2020). Maka dari itu, hal ini menjadi alasan dari tingginya kandungan Cr pada ikan karnivora. Sementara itu, ikan kakatua (*S. psittacus*) menjadi salah satu ikan yang mengandung Cu cukup tinggi. Hal ini karena ikan ini memiliki sifat makan

grazing (Bruce & Rendall, 1984), sehingga logam berat yang didapatkan dimungkinkan berasal dari sedimen yang telah terkontaminasi.

Tabel 2. Perbandingan konsentrasi logam berat pada beberapa jenis ikan di wilayah berbeda

Lokasi	Jenis Biota	Nama Lokal	Konsentrasi Logam Berat (mg/kg)					Referensi
			Pb	Zn	Cd	Cu	Cr	
Teluk Bena, Bali	<i>Lutjanus mahogany</i>	Ikan kakap	TT	TT	TT	TT	2,521 <sup>ac</sup>	Riset saat ini
	<i>Acanthurus xanthopterus</i>	Ikan madah	4,205 <sup>abcd</sup>	0,870	TT	TT	3,714 <sup>ac</sup>	
	<i>Gerres subfasciatus</i>	Ikan muduk	TT	2,819	TT	TT	TT	
	<i>Scarus Psittacus</i>	Ikan kakatua	TT	0,760	TT	4,739 <sup>c</sup>	TT	
	<i>Siganus spinus</i>	Ikan baronang	3,634 <sup>abcd</sup>	3,313	TT	TT	TT	
Teluk Bena, Bali	<i>Mugil cephalus</i>	Ikan belanak	4,999	TD	0,790	TD	TD	Mardani et al. (2018)
	<i>Siganus guttatus</i>	Ikan baronang	0,398	TD	0,293	TD	TD	
Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat	<i>Selaroides leptolepis</i>	Ikan kelarau	TT	TD	0,057	TD	TD	Caksana et al. (2021)
	<i>Choerodon rubescens</i>	Ikan kambing	TT	TD	0,051	TD	TD	
	<i>Scatophagus argus</i>	Ikan ketang	TT	TD	0,042	TD	TD	
Pasar-pasar di Jakarta Utara, Jakarta	<i>Epinephelus amblycephalus</i>	Ikan kerapu	TT	TD	0,034	TD	TD	Mulyanin gsih (2014)
	<i>Authis thazard</i>	Ikan tenggiri	TD	4,92	TD	TD	1,63	
	<i>Acanthocybium solandri</i>	Ikan tongkol	TD	5,12	TD	TD	1,54	
Perairan Belawan, Sumatera Utara	<i>Rastrelliger faughni</i>	Ikan kembung	TD	9,15	TD	TD	1,89	Fadhlin, (2019)
Perairan Belawan, Sumatera Utara	<i>Johnius belangerii</i>	Ikan gulaman	0,176	TD	0,032	TD	TD	Fadhlin, (2019)
TPI Kluwut Brebes, Jawa Tengah	<i>Lutjanus sp.</i>	Ikan kakap merah	0,094	TD	0,095	TD	TD	Haryanti (2020)
Pesisir Kota Bontang, Kalimantan Timur	<i>Siganus sp.</i>	Ikan baronang	0,721	TD	TD	TD	TD	Zainuri et al. (2011)
TPI Lelong dan TPI Rajawali, Makassar	<i>Sardinella gibbosa</i>	Ikan tembang	TD	TD	TD	0,014 – 0,019	TD	Mu'nisa & Nurham, (2020)
KUD Gabion Belawan, Medan	<i>Decapterus ruselli</i>	Ikan layang	0,035- 0,054	TD	TD	TD	TD	Sinaga dan Yusni, (2020)
Kepulauan Krakatau, Lampung	<i>Acanthurus sohal</i>		0,203	4,305	0,108	TD	0,007	Murwarni et al. (2019)
	<i>Siganus virgatus</i>		0,942	5,675	0,065	TD	0,472	
	<i>Scarus schlegeli</i>		1,670	7,277	0,126	TD	0,212	
	<i>Acanthurus xanthopterus</i>		0,730	8,012	0,106	TD	0,117	
	<i>Plectorhincus vittatus</i>		1,935	10,529	0,153	TD	0,128	
	<i>Zanclus cornutus</i>		0,121	6,548	0,103	TD	0,115	
	<i>Acanthurus nigricans</i>		0,362	8,204	0,203	TD	0,130	

TT: Tidak terdeteksi; TD: Tidak diukur; <sup>a</sup>: baku mutu melebihi FAO (1983); <sup>b</sup>: baku mutu melebihi WHO (1989); <sup>c</sup>: baku mutu melebihi IAEA-407 (2003); <sup>d</sup>: baku mutu melebihi SNI-7387 (2009)

### Konsentrasi logam berat pada kerang di Teluk Benoa, Bali

Kelima jenis logam berat ditemukan pada daging kerang dan siput laut yang diamati. Kerang merah (*M. hiantina*) dan kerang darah (*A. antiquata*) mengandung kelima jenis logam berat yang diamati begitupun juga dengan siput laut (*Cerithidea sp.*). Sebaliknya, kerang hijau (*Perna sp.*) hanya mengandung dua jenis logam berat yakni Zn dan Cu dan kerang manila (*M. opima*) yang mengandung tiga jenis logam berat Pb, Cd dan Cr. Konsentrasi jenis logam berat terlihat sangat bervariasi antar jenis kerang dan siput laut. Pada jenis kerang-kerangan, konsentrasi Pb, Zn dan Cu tertinggi ditemukan pada kerang merah (*M. hiantina*) 13,830 mg/kg, 77,790 mg/kg dan 18,580 mg/kg berturut-turut. Sementara itu, konsentrasi Cd dan Cr tertinggi ditemukan pada kerang darah (*A. antiquata*) berturut-turut 2,858 mg/kg dan 9,644 mg/kg. Pada kerang hijau (*Perna sp.*) tidak ditemukan logam berat Pb, Cd dan Cr, sementara Zn dan Cu tidak dapat ditemukan di kerang manila (*M. opima*) (Tabel 3).

Tabel 3. Perbandingan konsentrasi logam berat pada beberapa jenis kerang pada wilayah berbeda

Lokasi	Jenis Biota	Nama Lokal	Konsentrasi Logam Berat (mg/kg)					Referensi
			Pb	Zn	Cd	Cu	Cr	
Teluk Benoa, Bali	<i>Marcia hiantina</i>	Kerang merah	13,83 <sup>d</sup>	77,79	1,93	18,56	2,28	Riset saat ini
	<i>Marcia opima</i>	Kerang manila	1,88 <sup>d</sup>	TT	0,25	TT	0,35	
	<i>Anadara antiquata</i>	Kerang darah	10,34 <sup>d</sup>	63,08	2,86	2,18	9,64	
	<i>Perna sp.</i>	Kerang hijau	TT	9,70	TT	5,79	TT	
Bangka Belitung	<i>Anadara granosa</i>	Kerang darah	TT	TD	TD	0,428	TD	Selpiani et al. (2015)
Muara Sungai Indragiri, Riau	<i>Placuna placenta</i>	Kerang simping	0,48	46,52	0,71	9,06	TD	Lestari et al. (2019)
Pulau Pasaran, Lampung	<i>Anadara granosa</i>	Kerang darah	206,51	TD	TD	95,11	TD	Rahman et al. (2019)
Perairan Batam, Kepulauan Riau	<i>Anadara sp.</i>	Kerang darah	21,56	TD	1,68	11,32	TD	Amelia et al. (2019)
	<i>Perna viridis</i>	Kerang hijau	13,65	TD	0,64	5,03	TD	
	<i>Crassostrea gigas</i>	Tiram	11,33	TD	2,31	7,06	TD	
Perairan Wedung, Jawa Tengah	<i>Amusium pleuronectes</i>	Kerang simping	35,08	TD	8,01	9,47	0,73	Azhar et al. (2012)
Loa Janan ilir, Kalimantan Timur	<i>Anadara granosa</i>	Kerang darah	0,029	0,045	TD	0,039	0,089	Handayani et al. (2020)
	<i>Polymesoda erosa</i>	Kerang kepah	0,020	0,043	TD	0,012	0,105	
Perairan Serangan, Bali	<i>Marcia opima</i>	Kerang manila	2,571	TD	TD	TD	TD	Indrawan et al. (2018)
	<i>Marcia hiantina</i>	Kerang merah	2,422	TD	TD	TD	TD	
	<i>Perna sp.</i>	Kerang hijau	2,093	TD	TD	TD	TD	

TT: Tidak terdeteksi; TD: Tidak diukur; <sup>d</sup>: baku mutu melebihi SNI-7387 (2009)

Dibandingkan pada daging ikan, konsentrasi logam berat jauh lebih tinggi ditemukan pada kerang-kerangan, terutama pada konsentrasi Zn tertinggi pada kerang memiliki perbandingan nilai hampir 28 kali dari daging ikan. Kondisi sedimen di perairan Teluk Benoa pada awalnya memang telah terkontaminasi oleh logam berat Pb, Cd, Cu dan Zn (Indrawan & Putra, 2021). Hal inilah yang menjadi sebuah indikator dari pergerakan logam berat dapat terakumulasi pada kerang karena memiliki cara makan *filter feeder* (Permanawati et al., 2016; Kalangie et al., 2018).

Secara spesifik, kerang merah (*M. hiantina*) memiliki daya akumulasi logam berat tertinggi, yang dibuktikan dari banyaknya jenis logam berat dan konsentrasinya yang tinggi. Dibandingkan penelitian yang sebelumnya oleh Indrawan et al. (2018), konsentrasi logam berat cenderung lebih sedikit dan hanya Pb yang terdeteksi. Kondisi serupa juga ditemukan pada jenis *M. opima*

dan *Perna* sp. (Tabel 3). Selain jenis-jenis tersebut, kerang darah (*A. granosa*) di Teluk Benoa juga dapat mengakumulasi kelima jenis logam berat. Bila dibandingkan dengan wilayah-wilayah lainnya seperti Perairan Bangka, Bangka Belitung (Selpiani et al., 2015), Pulau Pasaran, Lampung (Rahman et al., 2019) dan Loa Janan Ilir, Kalimantan Timur (Handayani et al., 2020), konsentrasi logam berat di Teluk Benoa cenderung jauh lebih tinggi (Tabel 3).

Bila disandingkan dengan baku mutu logam berat pada moluska menurut SNI-7387 (2009), konsentrasi Pb dan Cd pada kerang hujan (*M. hiantina*) dan kerang darah (*A. antiquata*) telah melebihi baku mutu, sedangkan pada Kerang Manila (*M. opima*) hanya parameter Pb yang telah melebihi baku mutu. Sementara itu, belum ada penetapan untuk standar baku mutu konsentrasi Cu, Cr dan Zn pada biota moluska. Sehingga, dapat diketahui bahwa ketiga jenis kerang tersebut berbahaya bila untuk dikonsumsi secara berlebihan. Batasan konsumsi bahan makanan yang tercemar logam berat timbal (Pb) yang direkomendasikan adalah 0,025 mg/kg berat badan (setara dengan 1,5 mg/minggu untuk orang dewasa dengan berat 60 kg) (FAO, 2000).

### Konsentrasi logam berat kadmium, kromium, tembaga, timbal dan seng pada siput laut di Teluk Benoa, Bali

Kandungan logam berat Pb dan Cu pada siput laut lebih tinggi dibandingkan dengan kelima jenis kerang. Kedua jenis logam tersebut memiliki nilai konsentrasi tertinggi yakni 14,461 mg/kg dan 82,864 mg/kg berturut-turut. Sementara itu, logam Cd tampaknya cukup rendah yaitu 1,637 mg/kg (Tabel 4). Hal ini membuktikan bahwa siput laut cenderung mengakumulasi logam berat lebih tinggi pada dagingnya dibandingkan dengan kerang di Teluk Benoa.

Tabel 4. Perbandingan konsentrasi logam berat pada beberapa jenis siput laut di wilayah berbeda

Lokasi	Jenis Biota	Nama Lokal	Konsentrasi Logam Berat (mg/kg)					Referensi
			Pb	Zn	Cd	Cu	Cr	
Teluk Benoa, Bali	<i>Cerithidea</i> sp.	Siso, Batu-batu	14,46 <sup>d</sup>	18,62	1,64 <sup>d</sup>	82,86	9,64	Penelitian saat ini
Pulau Bintan, Kepulauan Riau	<i>Strombus canarium</i>	Siput gonggong	0,92	TD	TD	TD	TD	Nasution & Siska (2011)
Pantai Desa Gemuruh, Kepulauan Riau	<i>Cerithidea montagnei</i>	Siput sedut	1,032	4,151	TD	0,926	TD	Esteria et al. (2013)
Perairan Teluk Kendari, Sulawesi Tenggara	<i>Terebralia sulcata</i>	Siput bakau	1,11 – 1,61	TD	0,02 – 0,61	TD	TD	Ahmad et al. (2019)
Perairan Kecamatan Bukit Bestari, Riau	<i>Strombus</i> sp.	Siput gonggong	1,03 – 1,98	TD	0,031 – 0,036	TD	TD	Anam et al. (2019)
Perairan Pulau Kundur, Riau	<i>Cerithidea montagnei</i>	Siput sedut	TD	104,73 – 122,52	TD	1,08 – 1,61	1,49 – 5,04	Surya et al. (2018)

TT: Tidak terdeteksi; TD: Tidak diukur; <sup>d</sup>: baku mutu melebihi SNI-7387 (2009)

Siput laut memiliki konsentrasi logam berat lebih tinggi dari ikan dan kerang. Jenis *Cerithidea* sp. cenderung mengakumulasi logam berat Cu lebih tinggi dibandingkan jenis logam berat lainnya. Bila dibandingkan dengan penelitian di Pantai Desa Gemuruh, Kepulauan Riau (Esteria et al., 2013), pada genus yang sama tingkat akumulasi logam berat di Teluk Benoa jauh lebih tinggi, bahkan dengan spesies-spesies jenis lainnya (Tabel 4). Sesuai dengan baku mutu logam berat pada moluska menurut SNI-7387 (2009), konsentrasi



logam berat Pb dan Cd pada siput laut *Cerithidea* sp. telah melebihi baku mutu yang ditetapkan. Tingginya konsentrasi logam berat pada siput laut diduga berasal dari sedimen yang telah terkontaminasi, karena sifat siput laut yang makan sisa-sisa makanan dari sedimen.

## SIMPULAN

Konsentrasi logam berat tertinggi ditemukan pada ikan kakatua (*S. Psittacus*) untuk parameter Cu sebesar 4.739 mg/kg, sementara Pb terbesar ditemukan pada ikan madah (*A. xanthopterus*) yakni 4.205 mg/kg. kerang merah (*M. hiantina*) dan kerang darah (*A. antiquata*) merupakan dua jenis kerang yang memiliki konsentrasi logam berat yang paling tinggi. Secara keseluruhan konsentrasi logam berat juga tinggi ditemukan pada siso/batu-batu (*Cerithidea* sp.). Terdapat tiga jenis ikan yang mengandung logam berat yang melebihi baku mutu yakni ikan kakap (*L. mahogany*), ikan madah (*A. xanthopterus*) dan ikan baronang (*S. spinus*). Tiga jenis kerang juga ditemukan memiliki kandungan Pb ataupun Cd yang melebihi baku mutu SNI-7387 yakni *M. hiantina*, *M. opima* dan *A. antiquata*. Siput laut *Cerithidea* sp.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Udayana yang telah mendanai penelitian ini sesuai DIPA PNBPU Universitas Udayana TA-2021 sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian Nomor :03/UN14.2.13/PT.01.03/2021, tanggal 3 Mei 2021.

## KEPUSTAKAAN

- Alfiaturrohmaniah A, Amdani A, Djari AA. 2020. Kesesuaian Wisata Bahari di Pantai Tanjung Benoa, Provinsi Bali. *Pelagicus* **1(1)**: 11-20.
- Amelia F, Ismarti I, Ramses R, Rozirwan R. 2019. Biokonsentrasi Faktor Logam Berat pada Kerang dari Perairan Batam, Kepulauan Riau, Indonesia. *EduChemia* **4(2)**: 152-163.
- Anam K, Idris F, Syakti AD. 2019. Analisis Kandungan Logam Berat Pb dan Cd pada Siput Gonggong (*Strombus* sp) di Perairan Kecamatan Bukit Bestari. *Buana Sains* **19(1)**: 37-46.
- Aryawan IGNR, Suprihatin IE. 2017. Kandungan logam Pb dan Cu total dalam air, ikan, dan sedimen di kawasan Pantai Serangan serta bioavailabilitasnya. *Jurnal Kimia* **11(1)**: 56-63.
- Azhar H, Widowati I, Suprijanto J. 2012. Studi kandungan logam berat Pb, Cu, Cd, Cr pada kerang simping (*Amusium pleuronectes*), air dan sedimen di Perairan Wedung, Demak serta analisis maximum tolerable intake pada manusia. *Journal of Marine Research* **1(2)**: 35-44.
- Bruce RW, Randall JE. 1984. Scaridae. In W. Fischer and G. Bianchi (eds.) *FAO species identification sheets for fishery purposes*. Volume 3. FAO: Rome.
- Bryan P. 1975. Food habits, functional digestive morphology, and assimilation efficiency of the rabbitfish *Siganus spinus* (Pisces, Siganidae) on Guam. *Pac. Sci.* **29(3)**: 269-277.
- Budiarta IK, Faiqoh E, Dirgayusa IGNP. 2020. Accumulation of Heavy Metal Lead (Pb) And Cadmium (Cd) In *Halophila ovalis* And *Thalassia hemprichii* As Agents of Phytoremediation in South Serangan. *Journal of Marine and Aquatic Sciences* **6(2)**: 161-168.
- Caksana MU, Aritonang AB, Risiko R, Muliadi M, Sofiana MSJ. 2021. Analisis Kandungan Logam Berat Pb, Cd dan Hg pada Ikan di Pantai Samudra Indah Kabupaten Bengkayang. *Jurnal Laut Khatulistiwa* **4(3)**: 109-118.
- Datta D, Talapatra SN, Swarnakar S. 2015. Bioactive compounds from marine invertebrates for potential medicines-an overview. *International Letters of Natural Sciences* **7(1)**: 42-61.
- Dahuri R. 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut: Aset Berkelanjutan Pembangunan Indonesia*. PT Gramedia Pustaka: Jakarta.
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran, Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. UI Press: Jakarta.
- Esteria YY, Amin B, Yoswaty D. 2018. Analisis Kandungan Logam Pb, Cu, Zn Pada Air Laut Dan Siput *Cerithidea Montagnei* Di Perairan Pantai Desa Gemuruh Pulau Kundur Kabupaten Karimun Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* **23(2)**: 16-22.

- Fadhlin A. 2019. Analisis Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Ikan Gulamah (Johnius belangerii) di Perairan Belawan Provinsi Sumatera Utara. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara: Sumatra Utara.
- FAO. 1983. Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. *FAO Fishery Circular No. 464*, 764: 5–100.
- Fitriyah KR. 2007. “Studi Pencemaran Logam Berat Kadmium (Cd), Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb) pada Air Laut, Sedimen dan Kerang Bulu (*Anadara aniquata*) di Perairan Pantai Lekok Pasuruan”. *Skripsi*. Universitas Islam: Malang
- Geisler CD, Schmidt D. 1991. An overview of chromium in the marine environment. *Deutsche Hydrografische Zeitschrift* **44(4)**:185-196.
- Handayani R, Natalinda B, Noorlia S, Majid, A. 2020. Kadar Logam Berat Cu, Cr, Pb dan Zn pada Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Muara Elo dan Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) di Loa Janan Ilir Kalimantan Timur. *Jamb. J. Chem.* **2(2)**: 70-77.
- Haryanti ET, Martuti NKT. 2020. Analisis Cemar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Dalam Daging Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp.*) Di TPI Kluwut Brebes. *Life Science* **9(2)**: 149-160.
- Hosea F, Mantiri DM, Paulus JJ, Rompas RM, Lumoindong F, Mudeng JD. 2019. Analisis Logam Berat Timbal (Pb) pada *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Alga Merah yang di Budidaya di Teluk Totok Minahasa Tenggara, Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis* **7(3)**: 157-166.
- Indrawan GD, Arthana IW, Yusup DS. 2018. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Kerang di Kawasan Perairan Serangan Bali. *Jurnal Metamorfosa* **5(2)**: 144-150.
- Indrawan GS, Putra, ING, 2021. Heavy Metal Concentration (Pb, Cu, Cd, Zn) In Water and Sediments in Serangan Waters, Bali. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences* **8(1)**: 115-123.
- Isibor PO, Imoobe TOT, Dedeke GA, Adagunodo TA, Taiwo OS. 2020. Health risk indices and zooplankton-based assessment of a tropical rainforest river contaminated with iron, lead, cadmium, and chromium. *Scientific Reports* **10(1)**: 1-16.
- International Lead Association. 2018. Global Lead Uses. <https://www.nrcan.gc.ca/our-natural-resources/minerals-mining/minerals-metals-facts/lead-facts/20518>.
- Kalangie DJM, Widowati I, Suprijanto J. 2018. Kandungan Seng (Zn) dalam Air, Sedimen dan Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Tambaklorok Semarang. *Journal of Marine Research* **7 (1)**: 49-58.
- Kim JH, Kang JC. 2016. The chromium accumulation and its physiological effects in juvenile rockfish, *Sebastes schlegelii*, exposed to different levels of dietary chromium (Cr6+) concentrations. *Environmental toxicology and pharmacology* **41(1)**: 152-158.
- Kılıç Z. 2021. Water pollution: causes, negative effects and prevention methods. *Journal of Istanbul Sabahattin Zaim University Natural Sciences Institute* **3(2)**: 129-132.
- Lestari I, Amin BA, Marnis M. 2019. Analisis Konsentrasi Logam Berat pada Kerang Simpson (*Placuna placenta*) dan Air sebagai Indikator Kualitas Perairan Muara Sungai Indragiri. *Jurnal Ilmu Lingkungan* **13(1)**: 45-54.
- Malve H. 2016. Exploring the ocean for new drug developments: Marine pharmacology. *Journal of pharmacy & bioallied sciences* **8(2)**: 83-91.
- Mardani NPS, Restu IW, Sari AHW. 2018. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Badan Air dan Ikan di Perairan Teluk Bena, Bali. *Current Trends in Aquatic Science* **1(1)**:106-113.
- Mulyaningsih TR. 2014. Monitoring logam berat dalam ikan laut dan air tawar dan evaluasi nutrisi dari konsumsi ikan. *GANENDRA Majalah IPTEK Nuklir* **17(1)**: 9-15.
- Mu'nisa A, Nurham. 2010. Analisis Cemar Logam Berat Tembaga (Cu) pada Ikan Tembang (*Sardinella gibbosa*) yang dipasarkan di Makassar. *Bionature* **11(2)**: 61-64.
- Muwarni S. 2019. Analysis of heavy metals in coral fish species in sea natural reserves of Krakatau Islands. *International Journal of Ecophysiology* **1(2)**: 107-116.
- Nasution S, Siska M. 2011. Kandungan logam berat Timbal (Pb) pada sedimen dan siput *Strombus canarium* di Perairan Pantai Pulau Bintan. *Jurnal Ilmu Lingkungan* **5(2)**: 82-93.
- Negara GS. 2020. Dampak Lingkungan Terhadap Pencemaran Laut Di Pesisir Utara Pulau Bintan Selama Musim Angin Utara. *Jurnal Saintek Maritime* **20(2)**: 137-144.
- Permanawati Y, Zuraida R, Ibrahim A. 2016. Kandungan Logam Berat (Cu, Pb, Zn, Cd, dan Cr) Dalam Air Dan Sedimen Di Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Geologi Kelautan* **11(1)**: 9-16.
- Rahmah S, Maharani HW, Efendi E. 2019. Konsentrasi logam berat Pb dan Cu pada sedimen dan kerang darah (*Anadara granosa* Linn, 1758) di Perairan Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal* **6(1)**: 22-27.
- Rasyid A. 2008. Biota laut sebagai sumber obat-obatan. *Oseana* **33(1)**: 11-8.

- Riani E. 2021. *Perubahan iklim dan kehidupan biota akuatik (Dampak pada bioakumulasi bahan berbahaya dan beracun & reproduksi)*. PT Penerbit IPB Press: Bogor.
- Rosalina D, Herawati EY, Musa M, Sofarini D, Amin M, Risjani Y. 2019. Lead accumulation and its histological impact on *Cymodocea serrulata* seagrass in the laboratory. *Sains Malaysiana* **48(4)**: 813-822.
- Selpiani L, Rosalina D. 2015. Konsentrasi Logam Berat (Pb, Cu) Pada Kerang Darah (Anadara Granosa) di Kawasan Pantai Keranji Bangka Tengah dan Pantai Teluk Kelabat Bangka Barat. *Oseatek* **9(1)**: 21-34.
- Sinaga RZ, Yusni E. 2020. February. Analysis of lead (Pb) heavy metal content in Layang fish (*Decapterus russelli*) in KUD Gabion Belawan, Medan City. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 454, No. 1, p. 012132). IOP Publishing.
- Sudarmawan AR, Suteja Y, Widiastuti. 2020. Logam Berat Timbal (Pb) pada Air dan Plankton di Teluk Benoa, Badung, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences* **6(1)**: 133-139.
- Sudiarta K, Hendrawan IG, Putra KS, Dewantama IMI. 2013. *Kajian Modeling Dampak Perubahan Fungsi Teluk Benoa untuk Sistem Pendukung Keputusan (Decision Support System) dalam Jejaring KKP Bali*. Laporan Conservation International Indonesia (CII): Jakarta.
- Surya MR, Amin B, Yoswati D. 2018. Kandungan Logam Cr, Cu, dan Zn pada Daging Siput Sedut (*Cerithidea montagnei*) dengan Ukuran Berbeda di Perairan Pulau Kundur Kabupaten Karimun Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* **23(2)**: 16-22.
- Suteja Y, Purwiyanto AIS. 2018, June. Nitrate and phosphate from rivers as mitigation of eutrophication in Benoa bay, Bali-Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 162, No. 1, p. 012021). IOP Publishing.
- U.S. Geological Survey, 2008, Mineral commodity summary, accessed February 27, 2022, at URL [http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/statistical\\_summary/](http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/statistical_summary/)
- Wijaya B, Amin B, Nedi S. 2013. Analisis kandungan logam Pb, Cu dan Zn pada Air Laut dan Sedimen di Perairan Teluk Pangke Kabupaten Karimun Provinsi Kepulauan Riau. *Skripsi*. Universitas Riau: Pekanbaru.
- WHO. 1989. *Evaluation of certain food additives and contaminants*. 33rd Report of the Joint FAO/WHO expert committee on food additives: Technical Report Series Geneva.
- Wyse EJ, Azemard S, Mora SJ. 2003. *Report on the World-wide Intercomparison Exercise for the Determination of Trace Elements and Methylmercury in Fish Homogenate IAEA-407*. Diakses pada: [https://nucleus.iaea.org/sites/ReferenceMaterials/Shared%20Documents/ReferenceMaterials/TraceElements/IAEA-407/rs\\_iaea-407.pdf](https://nucleus.iaea.org/sites/ReferenceMaterials/Shared%20Documents/ReferenceMaterials/TraceElements/IAEA-407/rs_iaea-407.pdf)
- Zainuri M, Sudrajat S, Siboro ES. 2011. Kadar Logam Berat Pb Pada Ikan Beronang (*Siganus sp.*), Lamun, Sedimen dan Air di Wilayah Pesisir Kota Bontang-Kalimantan Timur. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology* **4(2)**: 102-118.