



Bioakumulasi Logam Cd, Cu, Pb Dan Zn Pada Beberapa Bagian Tubuh Ikan Gulama (*Sciaena russelli*) dari Perairan Dumai, Riau

Irvina Nurrachmi, Bintal Amin* dan M. Nudi Habibi

*Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau
Kampus Binawidya Panam, Pekanbaru 28293*

*E-mail: bamin63@yahoo.com

Received 21 September 2010

ABSTRACT

Determination of heavy metal concentrations (Cd, Cu, Pb and Zn) in different parts (muscle, bone, scale, intestine, gills and fin) of a croacker fish (*S. russelli*) collected from Dumai coastal waters were carried out during May to July 2009. The concentration of each metal was determined by Atomic Absorption Spectrophotometer Perkin Elmer 3110 in the Marine Chemistry Laboratory, Marine Science Department University of Riau Pekanbaru. The results showed that Zn was found to be the highest concentrations in most of the fish body parts analyzed followed by Pb, Cu and Cd in both samples from the western and eastern regions of Dumai coastal waters. In general, the concentrations of all metals analyzed in the present study were higher in fish collected from the eastern region of Dumai coastal waters where more anthropogenic activities such as industries and human habitations along the coastal area were found. The concentration of heavy metals observed were Cd: 0.098 – 0.103, 0.189 – 0.283, 0.099 – 0.289, 0.107 – 0.302, 0.182 – 0.377 and 0.118 – 0.397; Cu: 0.130 – 0.198, 0.189 – 0.341, 0.082 – 0.073, 0.132 – 0.285, 0.520 – 0.746 and 0.175 – 0.337; Pb: 3.979 – 4.109, 4.144 – 4.601, 0.970 – 2.527, 2.853 – 4.367, 5.053 – 7.074 and 4.637 – 6.262 and Zn: 5.713 – 5.755, 7.956 – 8.558, 4.649 – 6.232, 5.730 – 7.745, 8.988 – 11.115 and 8.777 – 10.686 µg/g for muscle, bone, scale, intestine, gills and fins respectively. Concentrations of heavy metals in each body part of the fish were as follow: fin > gills > intestine > scale > bone > muscle for Cd; gills > bone > fin > intestine > muscle > scale for Cu; gills > Fin > bone > intestine > muscle > scale for Pb and gills > fin > bone > intestine > scale > muscle for Zn. The concentrations of heavy metals in muscle were lower than other analyzed organs in the present study and this was considered to be an advantageous from the human health points of view as because muscle constitute the greatest mass of the fish that is consumed.

I. PENDAHULUAN

Perairan laut Dumai merupakan salah satu perairan di Sumatera yang padat dengan aktivitas pelayaran dan di pesisir pantainya banyak terdapat aktivitas industri dan pemukiman penduduk. Padatnya aktivitas pelayaran dan perindustrian di sekitar perairan Dumai serta masuknya limbah domestik melalui sungai akan mengakibatkan menurunnya kualitas perairan dan timbulnya pencemaran. Hal seperti ini akan memberikan ancaman yang serius terhadap terganggunya

keseimbangan ekosistem perairan dan kehidupan biota perairan. Amin *et al.* (2009) menyatakan bahwa konsentrasi logam berat pada sedimen di perairan pantai Dumai secara umum masih dapat diklasifikasikan sebagai perairan yang belum tercemar sampai dengan tercemar sedang. Namun demikian kandungan logam berat yang lebih tinggi diketahui dijumpai pada kawasan yang dekat dengan daerah industri dan pusat kota. Logam berat dalam perairan menjadi masalah yang serius karena sifat toksiknya dan mempunyai kecenderungan untuk

terakumulasi dalam rantai makanan (Friligos, 1985; Mason dan Barak, 1990; Barlas, 1999; Parlak et al., 1999).

Penelitian tentang akumulasi logam berat pada ikan, baik dalam kaitannya dengan faktor lingkungan, biologi maupun standar untuk konsumsi, telah banyak dilakukan sejak beberapa tahun yang lalu (Hutagalung dan Syamsu, 1987; Amin dan Nurrachmi, 1999; Hornung dan Kress, 1991; Kargin, 1996; Kalay et al., 1999; Chen, 2002; Canlı and Atlı, 2003; Turkmen et al., 2005). Demikian juga halnya dengan penelitian akumulasi logam berat pada beberapa organ ikan (Usero et al., 2003; Bustamante et al., 2003; Yilmaz, 2003; Karadede, 2004; Agusa et al., 2005, 2007). Namun demikian hingga saat ini belum ada penelitian tentang kandungan logam berat pada beberapa organ ikan Gulama yang merupakan ikan komersial cukup ekonomis di wilayah Sumatera.

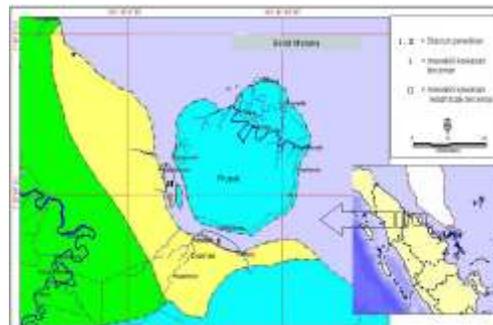
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat Cd, Cu, Pb, dan Zn yang terdapat pada beberapa bagian tubuh yang berbeda (daging, tulang, sisik, usus, insang dan sirip) ikan Gulama (*S. russelli*) sehingga dapat diketahui distribusi kandungan logam berat pada jenis ikan tersebut yang dikumpulkan dari perairan Dumai pada dua kawasan dengan aktivitas antropogenik berbeda. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi tentang dampak aktivitas antropogenik di sekitar perairan tersebut terhadap akumulasi logam berat pada ikan Gulama dari perairan Dumai, Riau.

II. METODOLOGI

Sampel ikan Gulama dikumpulkan dari perairan Dumai (Gambar 1) dari kawasan perairan dengan aktivitas antropogenik yang lebih banyak (sekitar Guntung dan Kota Dumai) dan dari kawasan dengan aktivitas antropogenik yang relatif sedikit (sekitar Lubuk Gaung dan Basilam Baru). Sampel ikan tersebut ditangkap dengan jaring dan pengerih dengan bantuan nelayan setempat. Sebanyak 15 ekor ikan dengan ukuran relatif

sama (19 – 25 Cm; 68 – 146 g) dianalisis kandungan logam beratnya di Laboratorium Terpadu Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau.

Analisis kandungan logam berat pada ikan Gulama (*S. russelli*) dilakukan dengan mengacu pada prosedur Yap et al (2003). Sampel ikan Gulama dikeluarkan dari dalam freezer dan dibiarkan beberapa saat agar gumpalan es yang melekat pada ikan mencair. Kemudian bagian-bagian yang dianalisis (daging, tulang, sisik, usus, insang dan sirip) dipisahkan dan dibersihkan dengan aquabides untuk selanjutnya dipersiapkan untuk analisis kandungan logam beratnya (Cd, Cu, Pb dan Zn).



Gambar 1. Lokasi penelitian dan pengambilan sampel ikan Gulama (*S. russelli*)

Sampel yang sudah dipersiapkan dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 80°C. Sebanyak 1,0 gram sampel kering tersebut kemudian dilarutkan dalam 10 ml asam nitrat pekat (HNO₃) dalam tabung reaksi dengan menggunakan alat pemanas (*hot plate*) pada suhu rendah (40°C) selama 1 jam dan dilanjutkan pada suhu yang lebih tinggi yaitu 140°C selama ± 3 jam (Yap et al, 2003) dan setelah terdestruksi secara sempurna sampel tersebut didinginkan. Setelah itu ke dalam tabung reaksi tersebut ditambahkan aquabides sehingga volumenya menjadi 25 ml dan selanjutnya sampel disaring ke dalam botol sampel. Penyaringan dilakukan dengan kertas saring *Whatman* berukuran 0,45µm. Alat yang digunakan dalam analisis kandungan logam berat Cd,

Cu, Pb dan Zn adalah AAS merk Perkin Elmer model 3110.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan logam berat pada setiap bagian tubuh ikan Gulama (*S. russelli*) dari perairan Dumai bervariasi. Rata-rata kandungan logam Cd dari Stasiun 1 dan 2 berturut-turut adalah 0,098 dan 0,103 µg/g (daging), 0,283 dan 0,189 µg/g (tulang), 0,289 dan 0,099 µg/g (sisik), 0,302 dan 0,107 µg/g (usus), 0,377 dan 0,182 µg/g (insang) dan 0,397 dan 0,118 µg/g (sirip). Untuk logam Cu dalam daging 0,198 dan 0,130 µg/g, tulang 0,341 dan 0,189 µg/g, sisik 0,073 dan 0,082 µg/g, usus

0,285 dan 0,132 µg/g, insang 0,746 dan 0,520 µg/g, dan sirip 0,337 dan 0,175 µg/g. Logam Pb dalam daging 4,109 dan 3,979 µg/g, tulang 4,601 dan 4,144 µg/g, sisik 0,970 - 2,527 µg/g, usus 4,367 dan 2,853 µg/g, insang 7,074 dan 5,053 µg/g, dan sirip 4,637 - 6,262 µg/g. Sedangkan Zn pada daging 5,755 dan 5,713 µg/g, tulang 8,558 dan 7,956 µg/g, sisik 6,232 dan 4,649 µg/g, usus 7,745 dan 5,730 µg/g, insang 11,115 dan 8,988 µg/g dan sirip 10,686 dan 8,777 µg/g. Kandungan logam berat pada beberapa bagian tubuh ikan Gulama (*S. russelli*) untuk setiap stasiunnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan logam berat (Rata-rata ± SD) pada ikan Gulama (*S. russelli*)

Stasiun	Bagian Tubuh	N	Kandungan logam berat (µg/g)			
			Cd	Cu	Pb	Zn
I	Daging	15	0,098±0,060	0,198±0,174	4,109±1,905	5,755±1,414
	Tulang	15	0,283±0,192	0,341±0,120	4,601±2,181	8,558±1,923
	Sisik	15	0,289±0,067	0,073±0,023	0,970±0,236	6,232±1,389
	Usus	12	0,302±0,098	0,285±0,120	4,367±1,453	7,745±1,279
	Insang	12	0,377±0,063	0,746±0,342	7,074±1,471	11,115±2,218
	Sirip	8	0,397±0,116	0,337±0,110	4,637±2,069	10,686±1,589
II	Daging	15	0,103±0,063	0,130±0,099	3,979±1,058	5,713±1,473
	Tulang	15	0,189±0,096	0,189±0,086	4,144±1,001	7,956±1,567
	Sisik	15	0,099±0,047	0,082±0,045	2,527±0,578	4,649±1,484
	Usus	9	0,107±0,126	0,132±0,104	2,853±0,877	5,730±1,280
	Insang	8	0,182±0,061	0,520±0,116	5,053±1,220	8,988±1,268
	Sirip	9	0,118±0,037	0,175±0,083	6,262±1,517	8,777±1,002

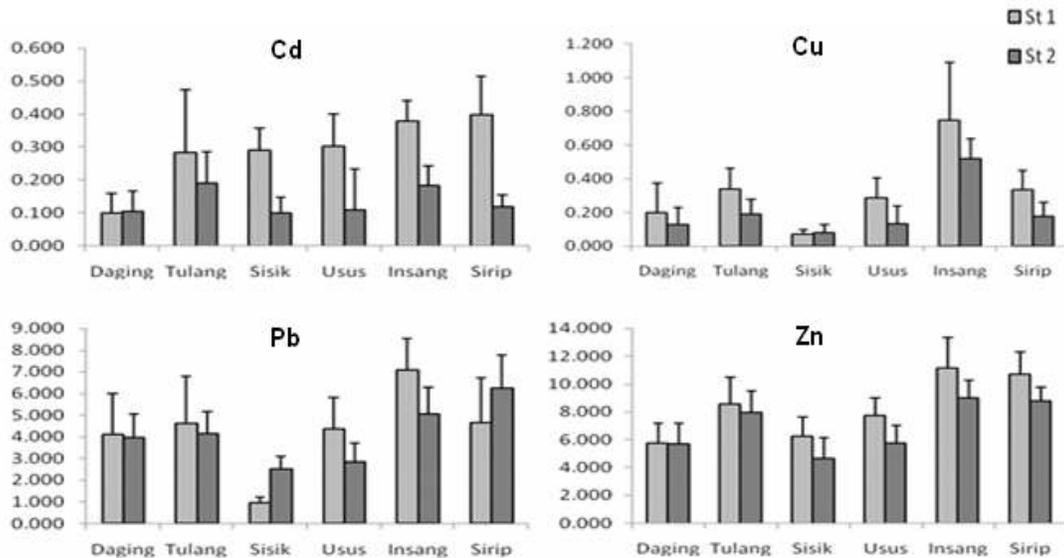
Kandungan logam berat dalam beberapa bagian tubuh ikan Gulama (*S. russelli*) secara berurutan dari yang tertinggi sampai yang terendah adalah sebagai berikut: Logam Cd : Sirip > Insang > Usus > Sisik > Tulang > Daging; Logam Cu : Insang > Tulang > Sirip > Usus > Daging > Sisik; Logam Pb : Insang > Sirip > Tulang > Usus > Daging > Sisik; Logam Zn : Insang > Sirip > Tulang > Usus > Sisik > Daging. Rata-rata kandungan logam berat pada masing-masing bagian tubuh ikan Gulama (*S. russelli*) pada stasiun 1 dan 2 dapat dilihat pada Gambar 2.

Kandungan rata-rata logam berat Cd, Cu, Pb dan Zn pada ikan Gulama (*Sciaena*

russelli) pada Stasiun 1 lebih tinggi dari Stasiun 2. Perbedaan kandungan logam berat tersebut dapat disebabkan oleh adanya perbedaan kondisi lingkungan kedua perairan tersebut dimana pada Stasiun 1 lebih banyak terdapat aktivitas antropogenik dibandingkan pada Stasiun 2. Amin et al. (2009) juga melaporkan bahwa kandungan logam berat pada sedimen di sekitar perairan Pelintung yang berada di Stasiun 1 lebih tinggi daripada di sekitar perairan Bangsal Aceh yang berada di sekitar Stasiun 2. Penyebab tingginya konsentrasi logam di sekitar Stasiun 1 ini selain karena aktivitas industri, pelayaran dan rumah tangga juga disebabkan oleh arah arus Selat

Rupat yang membawa massa air dari sekitar pusat Kota Dumai dari barat laut menuju arah Selat Malaka pada waktu pasang di Selat Rupat dan seabiknya pada waktu surut.

Kedua hal ini diduga sangat berperan penting dalam peningkatan kandungan logam berat di kawasan perairan Stasiun 1.



Gambar 2. Distribusi logam berat Cd, Cu, Pb dan Zn pada tubuh ikan Gulama (*S. russelli*)

Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa logam berat yang masuk ke dalam tubuh ikan Gulama (*S. russelli*) terdistribusi ke seluruh bagian tubuh ikan tersebut namun dengan konsentrasi yang berbeda. Konsentrasi rata-rata logam Cd, Cu, Pb dan Zn di dalam daging, tulang, sisik, usus, insang dan sirip ikan Gulama (*S. russelli*) cukup bervariasi. Perbedaan tingkat akumulasi di dalam masing-masing organ dapat disebabkan oleh perbedaan dalam peran fisiologis dari setiap organ tersebut (Karuppasamy dalam Murugan, 2008). Kemampuan dan fungsi regulasi serta faktor lain juga dapat mempengaruhi perbedaan akumulasi dalam berbagai organ. Seperti halnya konsentrasi logam dalam hati (tidak langsung kontak dengan logam di dalam air) yang berperan dalam detoksifikasi maupun penyimpanan akan berbeda dengan konsentrasi yang terdeteksi di dalam insang (dalam kontak langsung dengan logam di dalam air) yang berperan dalam pengambilan

dan ekskresi logam (Romanenko et al. dalam Murugan, 2008).

Secara umum terlihat bahwa akumulasi logam berat pada daging tergolong rendah dibandingkan dengan bagian tubuh lainnya dan hal ini sangat penting sebab daging merupakan bagian yang paling banyak dikonsumsi oleh manusia. Khaled (2004) menyatakan bahwa rendahnya konsentrasi logam berat di dalam daging ada kaitannya dengan peran fisiologi dalam metabolisme ikan tersebut. Karadede dan Unlo (dalam Al-Weher, 2008) juga menyatakan bahwa daging bukan merupakan jaringan aktif dalam mengakumulasi logam berat. Wong (dalam Nicula et al., 2008) juga menyatakan bahwa daging merupakan jaringan yang biasanya paling rendah konsentrasi logam esensial dan non esensialnya pada ikan.

Insang merupakan bagian tubuh ikan Gulama (*S. russelli*) yang paling tinggi kandungan logam beratnya pada penelitian ini. Yilmaz (2003) menyatakan bahwa hati,

ginjal, gonad dan insang memiliki kecenderungan mengakumulasi logam berat lebih tinggi, sebagaimana ditunjukkan di beberapa spesies ikan pada daerah lainnya. Tingginya kandungan logam berat dalam insang ini, dikarenakan insang merupakan organ pertukaran aktif dan pasif yang terjadi antara ikan dengan lingkungannya. Heath (dalam Dural et al., 2006) menyatakan bahwa absorpsi logam pada permukaan insang juga sangat penting pengaruhnya terhadap konsentrasi logam berat dalam insang. Begitu juga dengan sirip, konsentrasi logam berat pada bagian ini juga cenderung tinggi dan hal ini bisa disebabkan karena sirip merupakan bagian dari tubuh ikan yang selalu aktif bergerak dan juga berinteraksi langsung dengan lingkungannya. Khaled (2004) menyatakan bahwa yang menjadi target dari logam berat adalah pada jaringan yang selalu aktif. Oleh karena itu, akumulasi logam berat pada semua jaringan lebih tinggi pada jaringan yang aktif.

Logam berat juga relatif tinggi pada bagian tulang yang kemungkinan dapat disebabkan oleh adanya pengikatan logam di dalam jaringan tulang ikan Gulama (*S. russelli*). Palar (2004) juga menyatakan dalam organ tubuh, terutama logam Pb akan terakumulasi pada tulang, karena logam ini dalam bentuk ion (Pb^{2+}) mampu menggantikan keberadaan ion Ca^{2+} (kalsium) yang terdapat dalam jaringan tulang. Beberapa penelitian yang dilakukan pada organisme lainnya juga menunjukkan adanya pengikatan logam berat terhadap keberadaan kalsium. Penelitian Amin (2009) menunjukkan bahwa pengikatan logam berat di dalam cangkang memiliki hubungan yang sangat kuat dengan keberadaan kalsium di dalam cangkang *Nerita lineata*. Selain itu Watson (1995) juga menambahkan bahwa beberapa substitusi logam menyatu di dalam cangkang moluska dan teritip melalui substitusi dari ion kalsium dalam fase kristalin cangkang atau terkait dengan matriks organik cangkang.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat pada sisik

lebih tinggi bila dibandingkan dengan daging. Al-Weher (2008) menyatakan bahwa konsentrasi logam berat tinggi di dalam insang dan kadang-kadang di dalam tulang dan sisik. Sementara itu konsentrasi logam berat dalam usus lebih tinggi daripada dalam daging dan sisik. Al-yousuf (2000) menyatakan bahwa logam dapat berada dalam konsentrasi tinggi pada insang, usus dan pencernaan kelenjar. Organ-organ ini memiliki potensi yang relatif tinggi akumulasi logamnya. Olaifa (2004) juga menyatakan bahwa akumulasi melalui saluran pencernaan biasanya dipengaruhi oleh pH, laju pergerakan melalui saluran ini dan keberadaan bahan lainnya. Kombinasi dari faktor-faktor ini salah satunya bisa meningkatkan ataupun menurunkan absorpsi logam berat di dalam saluran pencernaan.

Kandungan logam Zn paling tinggi dibanding logam lainnya. Ini disebabkan oleh sifat logam Zn yang esensial bagi organisme di tambah lagi dengan banyaknya limbah yang mengandung Zn baik yang berasal dari rumah tangga maupun industri yang masuk ke perairan. Darmono (1995) menyatakan juga bahwa logam Zn memiliki batasan kadar maksimum lebih tinggi dari logam Cu dan Pb karena logam berat Zn banyak terdapat di dalam enzim yang digunakan dalam proses metabolisme dan membantu pertumbuhan.

Kandungan logam Cu di dalam tubuh ikan Gulama (*S. russelli*) lebih kecil daripada logam Zn dan juga logam Pb meskipun logam Cu juga termasuk logam yang esensial bagi organisme. Jhonson (dalam Sachira, 2005) menyatakan bahwa organisme perairan sangat memerlukan Cu untuk proses fisiologis sebagai metal kofaktor dalam fisiologis enzim, dimana Cu terdapat sebagai haemosianin dan otochrom bersama-sama Fe dan Zn sebagai karbonik anhidrase. Hal inilah yang membuat logam Cu diperlukan oleh organisme dibandingkan Pb. Akan tetapi rendahnya konsentrasi Cu ini bisa disebabkan karena kandungan logam Cu yang berada di lingkungan perairan tersebut konsentrasinya lebih rendah dibandingkan dengan logam Pb. Penelitian Amin et al. (2009) pada sedimen

dan Anggraini (2007) pada Lokan (*Geloina coaxans*) sebelumnya juga menyebutkan bahwa di kedua stasiun ini konsentrasi logam Cu lebih rendah daripada logam berat Pb. Leung et al. (2001) menyatakan bahwa kecilnya kandungan logam berat pada suatu organisme disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain yaitu perbedaan laju pertumbuhan, kecepatan metabolisme, tingkat sensitivitas tubuh terhadap pemasukan logam berat tertentu dan kebutuhan fisiologis terhadap logam.

Begitu juga dengan logam Cd yang merupakan logam non esensial, konsentrasi yang terkandung di dalam tubuh ikan Gulama sangat kecil karena memang logam ini tidak dibutuhkan oleh organisme termasuk ikan. Namun rendahnya kandungan logam berat Cd ini juga dapat disebabkan oleh faktor lingkungan selain karena faktor fisiologis ikan tersebut. Palar (2004) menyatakan bahwa apabila jumlah Cd yang masuk telah melebihi nilai ambang batas, maka biota suatu level atau strata tersebut akan mengalami kematian dan bahkan kepunahan.

Beberapa penelitian tentang logam berat pada ikan dan biota lainnya pernah dilakukan di perairan Dumai dan hasilnya

menunjukkan adanya perbedaan konsentrasi logam berat yang terkandung pada masing-masing spesies. Ini sesuai dengan pendapat Darmono (2001) yang menyatakan bahwa perbedaan kandungan logam berat dalam tubuh biota perairan dapat dipengaruhi oleh perbedaan spesies, jenis kelamin, kemampuan organisme untuk menghindari kondisi buruk (polusi), fase siklus hidup, kebutuhan makanan, dan pengaruh lingkungan (suhu, salinitas, pH dan oksigen terlarut dalam air).

Bila dibandingkan dengan penelitian Canli dan Atli (2003) dan Dural et al. (2006) terhadap konsentrasi logam berat pada ikan yang dilakukan di kawasan lainnya. Hasil penelitian tersebut menunjukkan konsentrasi logam beratnya jauh lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian ini terutama logam berat Zn. Tingginya perbedaan konsentrasi ini karena adanya sumbangan limbah yang cukup besar di kawasan tersebut yang berasal dari lahan pertanian, industri besi dan baja, industri minuman, pabrik LPG, serta dermaga pengiriman minyak. Untuk lebih jelasnya perbedaan kandungan logam berat pada ikan Gulama (*S. russelli*) dengan ikan dan biota lainnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan kandungan logam berat pada ikan Gulama (*S. russelli*) dengan ikan dan biota lain

Kelompok	Spesies	Bagian Tubuh	Logam Berat ($\mu\text{g/g}$)				Referensi
			Cd	Cu	Pb	Zn	
Ikan	<i>Periophthalmus sp</i>	Daging	0,08-0,34	-	1,30-2,86	-	Wahyuni (1997)
		Daging	-	3,41	-	-	Rahmi (1997)
	<i>Periophthalmus sp</i>	Insang	-	3,36	-	-	
		Daging	-	-	1,56	3,15	Efrizon (1997)
	<i>S. russelli</i>	Daging	-	4,91	5,93	-	Fairy (2008)
		Daging	0,66	4,41	5,53	37,39	Canli & Atli (2003)
	<i>Mugil cephalus</i>	Insang	2,08	13,48	8,95	71,21	
		Daging	0,12	-	-	67,75	
	<i>Sparus auratus</i>	Insang	0,50	-	-	139,32	Dural et al (2006)
		Daging	0,06	-	-	101,1	
	<i>Mugil chepalus</i>	Insang	0,54	-	-	113,24	
		Daging	0,098-0,103	0,130-0,198	3,979-4,109	5,713 - 5,755	
	<i>S. russelli</i>	Tulang	0,189-0,283	0,189-0,341	4,144-4,601	7,956 - 8,558	
		Sisik	0,099-0,289	0,082-0,073	0,970-2,527	4,649 - 6,232	Penelitian ini
		Usus	0,107-0,302	0,132-0,285	2,853-4,367	5,730 - 7,745	
Insang		0,182-0,377	0,520-0,746	5,053-7,074	8,988- 11,115		
Sirip		0,118-0,397	0,175-0,337	4,637- 6,262	8,777- 10,686		
Biota Lain	<i>T. telescopium</i>	Jar.Lunak	0,33-0,69	9,38-52,29	1,73-0,78	14,69-69,87	Amin et al. (2005)
	<i>N. lineata</i>	Jar.Lunak	0,71	15,16	9,35	94,69	Amin et al. (2006)
	<i>U. dussumieri</i>	Cangkang & Jar.Lunak	0,520	15,198	12,919	19,629	Amin (2004)

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini disimpulkan bahwa kandungan logam berat pada ikan Gulama (*S. russelli*) di Stasiun 1 lebih tinggi daripada Stasiun 2. Logam Cd, Cu, Pb dan Zn yang masuk ke dalam tubuh ikan tersebut kemudian terdistribusi ke seluruh bagian tubuhnya. Insang merupakan bagian tubuh ikan yang kandungan logam beratnya paling tinggi untuk semua logam yang masuk ke dalam tubuh karena insang merupakan organ pertukaran aktif dan pasif yang terjadi antara ikan dengan lingkungannya. Selain itu dari keempat logam yang diteliti logam Zn adalah yang paling tinggi konsentrasinya diikuti logam Pb, Cu dan Cd. Penelitian lanjutan mengenai kandungan logam lain dan ikan komersial lainnya perlu dilakukan secara periodik untuk mengetahui kadar rata-rata logam beratnya sehingga tidak membahayakan bagi konsumen.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan teimakasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Riau yang telah memberikan bantuan dana pada penelitian ini melalui DIPA Universitas Riau Tahun Anggaran 2009 No. 0198.0/023-04.2/IV/2009.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusa, T., T. Kunito, A. Sudaryanto, I. Monirith, S. Kan-Atireklap, H. Iwata, A. Ismail, J. Sanguansin, M. Muchtar, T.S Tana dan S. Tanabe, 2007. Exposure assessment for trace elements from consumption of marine fish in Southeast Asia. *Environmental Pollution* 145: 766-777.
- Agusa, T., T. Kunito, G. Yasunaga, H. Iwata, A. Subramanium, A. Ismail dan S. Tanabe, 2005. Concentrations of trace elements in marine fish and its risk assessment in Malaysia. *Marine Pollution Bulletin* 51: 896-911.
- Al-Weher, S. M., 2008. Levels of Heavy Metal Cd, Cu and Zn in Three Fish Species Collected from the Northern Jordan Valley, Jordan. *Jordan Journal of Biological Sciences* 1: 41-46.
- Al-Yousuf, M.H., M.S El-Shahawi dan S.M Al-Ghais, 2000. Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lentjan* fish species in relation to body length and sex, *Science of the Total Environment* 256: 87-94.
- Amin, B., 2004. Heavy Metals Concentration in Crabs from Sungai Mesjid Estuary, Dumai Coastal line. *Torani* 4 vol. 14: 187-194.
- Amin, B., 2009. Assessment of Heavy Metal Pollution In Seawater, Suspended Particulate Matter, Algal Mat, Sediment and Gastropod (*Nerita lineata*) in Dumai Coastal Waters, Sumatra, Indonesia. Thesis Doctor of Philosophy. University Putra Malaysia.
- Amin, B., A. Ismail, A. Arshad, C.K. Yap and M.S. Kamarudin, 2005. Heavy Metal (Cd, Cu, Pb, Zn) Concentration in *Telescopium telescopium* from Dumai Coastal Water, Indonesia. *Pertanika Journal Tropical Agriculture Science* Vol 28 (1): 33-39.
- Amin, B., A. Ismail, A. Arshad, C.K. Yap and M.S. Kamarudin, 2006. A Comparative Study on Heavy Metal Concentration in *Nerita lineata* from the Intertidal Zone between Dumai Indonesia and Johor Malaysia. *Coastal Development* Vol. 10 (1): 19-32.
- Amin, B., A. Ismail, A. Arshad, C.K. Yap and M.S. Kamarudin, 2009. Anthropogenic Impacts on Heavy

- Metal Concentrations In the Coastal Sediments of Dumai, Indonesia. Environment Monitoring and Assessment 148: 291-305.
- Amin, B., dan I. Nurrachmi, 1999. Ikan tembakuil (*Periophthalmus* sp) sebagai bioindikator pencemaran logam berat di perairan Dumai. Jurnal Natur Indonesia. I (1): 19-24.
- Anggraini, D., 2007. Analisis Kadar Logam Berat Pb, Cd, Cu dan Zn pada Air Laut, Sedimen dan Loka (*Geloina coxans*) di Perairan Pesisir Dumai, Provinsi Riau. Skripsi Ilmu Kelautan FAPERIKA Unri. Pekanbaru.
- Barlas, M.E., 1999. Determination of organochlorine pesticides residues in aquatic systems and organisms in upper Sakarya Basin, Turkey. Bulletin Environmental Contamination Toxicology 62: 278-285.
- Bustamante, P., P. Bocher, Y. Cherel, P. Miramand dan F. Caurant, 2003. Distribution of trace elements in the tissues of benthic and pelagic fish from the Kerguelen Islands. Science of the Total Environment 313: 25-39.
- Canli, M. dan G. Atli, 2003. The Relationships between Heavy Metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) Levels and the Size of Six Mediterranean Fish Species. Journal of Environmental Pollution 121: 129-136.
- Chen, M.H., 2002. Baseline metal concentrations in sediments and fish, and the determination of bioindicators in the subtropical Chiku Lagoon, S.W. Taiwan. Baseline/Marine Pollution Bulletin 44: 703-714.
- Darmono, 1995. Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. Jakarta: Universitas Indonesia Press
- Darmono, 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran, Hubungan dengan Toksikologi Senyawa Logam. Universitas Indonesia Press, Jakarta. 167 hal.
- Dural, M., M.Z. Lugal L, A. A. Ozak, B. Derici, 2006. Bioaccumulation Of Some Heavy Metals In Different Tissues Of *Dicentrarchus Labrax* L, 1758, *Sparus Aurata* L, 1758 and *Mugil Cephalus* L, 1758 From The C, Amlık Lagoon Of The Eastern Cost Of Mediterranean (Turkey). Journal of Environmental Monitoring and Assessment. 118: 65-74.
- Efrizon, Y., 1997. Kandungan Logam berat Pb dan Zn pada Ikan Tembakul (*Periophthalmus* sp) dengan Ukuran yang Berbeda di Perairan Dumai. Skripsi Ilmu Kelautan FAPERIKA Unri. Pekanbaru. (tidak diterbitkan).
- Fairy, T. I, 2008. Kandungan Logam Berat Pb dan Cu Pada Daging Ikan Gulama (*Sciaena russelli*) Dengan Ukuran Yang Berbeda. Skripsi Ilmu Kelautan FAPERIKA Unri. Pekanbaru. (tidak diterbitkan).
- Friligos, N., 1985. Nutrient conditions in the Euboikos Gulf West Aegean. Marine Pollution Bulletin 16: 435-442.
- Hornung, H dan N. Kress, 1991. Trace elements in offshore and inshore fish from the Mediterranean coast of Israel. Toxicological and Environmental Chemistry 31/32: 135 - 145.
- Hutagalung, H.P dan S. Syamsu, 1987. Heavy metal content in some sea foods collected from Muara Angke Fish Auction Place, Jakarta. Marine research Indonesia 26: 51 - 58.
- Kalay, M., O. Ay dan M. Canli, 1999, Heavy metal concentration in fish tissues

- from the Northeast Mediterranean Sea. *Environmental Contamination and Toxicology* 63: 673-681.
- Karadede, H., Oymak, S.A., Unlu, E., 2004. Heavy metals in mullet, *Liza abu*, and catfish, *Silurus triostegus*, from the Ataturk Dam Lake (Euphrates), Turkey. *Environmental International* 30: 183-188.
- Kargin, F., 1996, Seasonal changes in levels of heavy metals in tissues of *Mullus barbatus* and *Sparus aurata* collected from Iskenderun Gulf (Turkey). *Water, Air and Soil Pollution* 90: 557-562.
- Khaled A., 2004. Heavy metal concentrations in certain tissues of five commercially important fishes from El-Mex Bay, Al-Exandria, Egypt. pp 1-11
- Leung, K.M.Y., I.J Morgan, R.S.S Wu, T.C Lau, J. Svavarsson and R.W Furness, 2001. Growth rate as a factor confounding the use of the dogwhelk *Nucella lapillus* as biomonitor of heavy metal contamination. *Marine Ecology Progress Series* 221: 145-159.
- Mason, C.F dan N.A.E Barak, 1990. A catchment survey for heavy metals using the eel *Anguilla Anguilla*. *Chemosphere* 21 (43): 695-699.
- Murugan, S. S., R. Karuppasamy, K. Poongodi, S. Puvaneswari, 2008. Bioaccumulation Pattern of Zinc in Freshwater Fish *Channa punctatus* (Bloch.) After Chronic Exposure. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 8: 55-59.
- Nicula, M., P. Negrea, I. Gergen, M. Harmanescu, Gogoasai, and M. Lunca, 2008. Mercury Bioaccumulation In Tissues Of Fresh Water Fish *Carassius auratus gibelio* (Silver Crucian Carp) After Chronic Mercury Intoxication. *Universitatea de Ştiinţe Agricole şi Medicină Veterinară Iaşi Lucrări Ştiinţifice* . vol. 52, Seria Zootehnie ; 676 – 679.
- Olaifa, F.E., A.K Olaifa, A.A Adelaja dan A.G Owolabi, 2004. Heavy Metal Contamination of *Clarias gariepinus* from a Lake and Fish Farm in Ibadan, Nigeria. *African Journal of Biomedical Research* Vol. 7: 145-148.
- Palar, H., 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta, Jakarta. 152 halaman.
- Parlak, H., B. Katalay dan B. Buylakisik, 1999. Accumulation and loss of chromium by mussels *M. galloprovincialis*. *Bulletin Environmental Contamination Toxicology* 62: 286-292.
- Rahmi, N.J., 1997. Kandungan Logam Berat (Pb, Cd, Ni) pada Ikan Tembakul (*Periophthalmus sp*) di Perairan Dumai. *Skripsi Ilmu Kelautan FAPERIKA Unri. Pekanbaru.* (tidak diterbitkan).
- Sachira, Y., 2005. Kandungan Logam Berat pada Cd, Cu, Pb dan Zn *Telescopium telescopium* Di Kawasan Mangrove Pesisir Dumai. *Skripsi Ilmu Kelautan FAPERIKA Unri. Pekanbaru.* (tidak diterbitkan).
- Turkmen, A., M. Turkmen, Y. Tepe dan I. Akyurt, 2005. Heavy metals in three commercially valuable fish species from 'Iskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, Turkey. *Food Chemistry* 91: 167-172.
- Usero, J., C. Izquierdo, J. Morillo dan I. Gracia, 2003. Heavy metals in fish (*Solea vulgaris*, *Anguilla anguilla* and *Liza aurata*) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. *Environmental International* 29: 949-956.

- Wahyuni, Y., 1997. Distribusi Logam Berat Cu dan Cr pada Ikan Tembakul (*Periophthalmus sp*) di Perairan Dumai. Skripsi Ilmu Kelautan FAPERIKA Unri. Pekanbaru. (tidak diterbitkan).
- Watson, D., P. Foster dan G. Walker, 1995. Barnacle shells as biomonitoring materials. *Marine Pollution Bulletin* 31: 111-115.
- Yap, C.K., A. Ismail dan S.G Tan, 2003. Concentration of Cu, Cu, Pb, Zn in the Green-lipped Mussel *Verna viridis* (*Linnaeus*) from Peninsula Malaysia. *Marine Pollution Buletin* 46: 1035-1048.
- Yilmaz, A.B., 2003. Levels of heavy metals (Fe, Cu, Ni, Cr, Pb, and Zn) in tissue of *Mugil cephalus* and *Trachiurus mediterraneus* from Iskenderun Bay, Turkey. *Environmental Research* 92: 277-281.