

## AKUMULASI TIMBAL (Pb) DAN TEMBAGA (Cu) PADA IKAN KUNIRAN (*Upeneus sulphureus*) DI PERAIRAN ESTUARIA TELUK PALU

### Metal Accumulation of Lead (Pb) and Copper (Cu) in Yellow Goat Fish (*Upeneus sulphureus*) in Estuarine Water Bay Palu

\* Irwan Said, Dessy Amalia Lubis dan Suherman

Pendidikan Kimia/FKIP - Universitas Tadulako, Palu - Indonesia 94118

Received 03 April 2014, Revised 02 May 2014, Accepted 03 May 2014

#### Abstract

*Estuarine waters is the meeting place of various estuaries to the open sea, which causes the estuarine water vulnerable to pollution by heavy metals. The source of pollution in the waters may come from gold mining activities, workshop waste, agricultural waste, motor vehicles activities, and domestic industrial activity. The pollutant materials may vary and one of which is heavy metal such as Pb dan Cu. Estuarine water of Palu Bay extends along a semicircle around the city. The bay is also the source of income of the local fishermen. One of the commodity fish in the water is yellow goat fish (*Upeneus sulphureus*). This study aimed to determine the levels of lead (Pb) and copper (Cu) containing in yellow goat fish (*Upeneus sulphureus*) that live in the water of the Palu gulf, Central Sulawesi Tengah. This study started by making field notes on the observation around Palu Bay. The next stage is to do the yellow goat fish sampling (*Upeneus sulphureus*) in the Palu Gulf then continuing to conduct the research in the chemistry Laboratory in Teacher Training and Education Faculty. To measure the level of lead and copper metal in yellow goat fish (*Upeneus sulphureus*) in Palu Bay, the researcherof, employed Direct Spectro tool. The data obtained were analyzed descriptively, which compared to the standard quality of food by the General Director of Drug and Food Control No. 03725/B/SK/VII/89 and ISO 7387:2009. The results showed that levels of lead metal in yellow goat fish (*Upeneus sulphureus*) were 0,567 mg/kg, meaning that the levels of lead metal has exceeded the threshold value of the specified foods (0,3 mg/kg). While the copper metal content in yellow goat fish (*Upeneus sulphureus*) was 2,237 mg/kg and still below the specified threshold (5 mg/kg).*

Keywords: Lead, Copper, Yellow Goat Fish (*Upeneus sulphureus*), Accumulation Estuarine water of Palu Bay

#### Pendahuluan

Perairan estuaria yang merupakan pertemuan antara muara sungai dengan laut bebas. Oleh karena itu, dalam perairan estuaria banyak hidup berbagai jenis biota yang khas. Karena sifat perairan estuaria maka hewan-hewan yang dapat hidup diperairan tersebut merupakan hewan-hewan yang mempunyai adaptasi tinggi terhadap perubahan salinitas dari lingkungannya, seperti jenis ikan, crustacea dan kerang-kerangan. Perairan estuaria memiliki tiga komponen biota, yakni fauna yang berasal dari lautan, fauna perairan tawar, dan fauna khas estuaria atau air paya (Furqon, 2007).

Pencemaran pada air sungai berpengaruh besar terhadap biota di perairan estuaria,

berdasarkan hasil penelitian Melisa Arsyad dalam jurnal akademik kimia menunjukkan bahwa perairan Teluk Palu telah mengalami pencemaran, terutama oleh logam-logam berat diantaranya timbal (Pb). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar timbal (Pb) dalam jaringan ikan belanak sebesar 1,746-1,673 mg/kg. Hasil ini menunjukkan bahwa perairan teluk palu sudah tercemar logam berat (Arsyad, 2013). Selain itu, hasil penelitian Fujiastuti (2013) menginformasikan bahwa udang rebon yang hidup di muara sungai Palu sudah tercemar timbal (Pb) dan tembaga (Cu). Kandungan logam timbal (Pb) pada udang rebon yaitu sebesar 0,55 - 0,60 ppm, sedangkan kandungan tembaga (Cu) pada udang rebon yaitu < 0,5 ppm.

Menurut Marinus (2005) timbal merupakan salah satu logam yang belum diketahui manfaatnya bagi biota laut selain Cd, dan Hg. Sumber logam berat dalam perairan

\*Korespondensi:

I. Said

Program Studi Pendidikan kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tadulako  
email: puangatto@yahoo.com

© 2014 - Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Tadulako

secara umum bisa berasal dari limbah industri, perbengkelan, pertanian, kelistrikan, pabrik bahan peledak, industri bahan pengawet, pestisida, industri kimia, pengolahan emas dan masih banyak yang lain. Menurut Marinus (2005), penyebab utama peningkatan kadar Pb dalam lingkungan yaitu timbal yang terkandung dalam cat yang digunakan sebagai pigmen.

Menurut Hardiana, dkk (2011), Pb merupakan Logam berat yang sangat beracun dan tidak dibutuhkan oleh manusia, sehingga bila makanan tercemar oleh logam tersebut, tubuh akan mengalami keracunan. Timbal (Pb) adalah logam yang mendapat perhatian utama dalam segi kesehatan, akan menyebabkan keracunan pada sebagian manusia bila mencemari makanan pada jumlah yang melebihi ambang batas. Udara yang terkontaminasi dengan logam Pb memiliki sifat toksisitas berbahaya bagi makhluk hidup (Retyoadhi, dkk 2005). Menurut Sudarmaji, dkk (2006) sumber pencemaran Pb dapat berasal dari industri bahan bakar, industri kabel, industri kimia yang menggunakan bahan pewarna, industri pengecoran maupun pemurnian, industri baterai, dan hasil pembakaran bahan tambahan dari bahan bakar.

Tarigan dkk, (2003), mengatakan bahwa Cu merupakan unsur yang esensial, dan dalam kadar rendah dibutuhkan oleh organisme sebagai koenzim dalam proses metabolisme tubuh dan sifat racunnya baru muncul dalam kadar yang tinggi. Sumber pencemaran Cu bias berasal dari limbah cat, limbah perlistrikan, insektisida dan fungisida.

Apabila kita melihat kewilayah perairan estuaria teluk Palu, banyak terdapat aktivitas nelayan dalam mencari ikan. Salah satu jenis ikan yang ditangkap yaitu ikan kuniran (*Upeneus sulphureus*) atau biasa disebut oleh masyarakat setempat yaitu ikan lamotu, yang memang banyak terdapat di perairan ini. Ikan ini, tinggal di muara sungai yang berpasir atau muara yang ditumbuhi gulma. Ikan lamotu dibedakan dengan ujung hitam pada sirip dorsal pertama dan 2 -3 garis keemasan pada sisinya. Ikan ini banyak terdapat di perairan Australia Barat Laut sampai di Asia Tenggara. Ukuran ikan ini bisa mencapai 23 cm (Alien, 1997). Ikan kuniran merupakan ikan yang masuk ke dalam famili Mullidae, dan merupakan ikan demersal yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi dan tersebar di seluruh wilayah perairan di Indonesia, salah satunya di wilayah perairan estuaria Teluk Palu. Kelompok ikan demersal mempunyai ciri-ciri bergerombol tidak terlalu besar, aktivitas relatif rendah

dan gerak ruangnya tidak terlalu jauh. Secara ekologis, family mullidae menghuni habitat di dasar atau di dekat dasar perairan (Ernawati dan Sumiono, 2006). Selain jumlahnya yang banyak di perairan teluk Palu, ikan kuniran baik kualitasnya seperti dagingnya yang sangat gurih dan lezat bila dimasak.

### Metode

Dilakukan di muara sungai Palu. Penelitian dilakukan di laboratorium kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Tadulako.

Sampel ikan diambil menggunakan jaring di muara sungai palu. Dari 3 titik yang berbeda diberi kode dengan A1, A2 dan A3. Selanjutnya sampel diangin-anginkan agar berkurang kadar air dalam daging. Sampel air diambil dari satu titik yang berada di teluk palu menggunakan botol plastik yang berwarna gelap. Botol plastik dimasukan di ke dalam air yang akan diambil setelah penuh tutup botol.

### Prosedur Analisis

Sampel ikan yang sudah diangin-anginkan, kemudian di timbang sebanyak 50,53 gram, 50,50 gram dan 50,60 gram. Selanjutnya sampel di oven selama  $\pm 2$  jam dengan suhu  $105^{\circ}\text{C}$ . Setelah itu didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Dipanaskan kembali dalam oven lalu didinginkan dalam desikator dan ditimbang kembali hingga diperoleh berat konstan. Langkah ini digunakan untuk menentukan kadar air pada ikan, sedangkan untuk rumus untuk menentukan kadar air yaitu sebagai berikut :

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Berat daging awal} - \text{Berat daging kering}}{\text{Berat daging awal}} \times 100\%$$

Sedangkan untuk menentukan kadar abu dan kadar biomassa dilakukan dengan cara sampel ikan kering Sampel ikan kering di timbang sebanyak 13,00 g, 13,00 g dan 13,00 g. Lalu sampel ikan kering diabukan dalam tanur pada suhu  $600^{\circ}\text{C}$ . Kemudian abu yang diperoleh ditimbang dan ditentukan kadar biomassa dan kadar abunya. Untuk kadar biomassa dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Berat Biomassa} &= \text{Berat kering} - \text{berat abu} \\ \text{Kadar Biomassa} &= 100\% - (\text{kadar abu} + \text{kadar air}) \end{aligned}$$

Sedangkan untuk kadar abu dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Selanjutnya sampel dianalisis yaitu dengan cara menimbang masing-masing abu ikan

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{Berat abu}}{\text{Berat kering}} \times 100\%$$

kuniran, yaitu sebanyak 3,40 g, 3,44 g dan 3,45 g. Kemudian menambahkan larutan HNO<sub>3</sub> pekat sebanyak 10 ml pada masing-masing abu ikan kuniran. Selanjutnya diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 100 ml sampai tanda batas. Masing-masing cuplikan siap untuk dianalisis menggunakan alat Spectro Direct.

Larutan yang sudah siap dianalisis kemudian di masukan ke dalam Vial (tempat sampel yang berbentuk botol berukuran 10 ml), kemudian untuk mendeteksi kadar timbal pada sampel ditambahkan 0,5 ml pereaksi 1 dan 0,5 ml pereaksi 2 untuk Pb. Selanjutnya sampel siap dianalisis dengan Spectro Direct, selanjutnya hasil yang diperoleh dirata-ratakan.

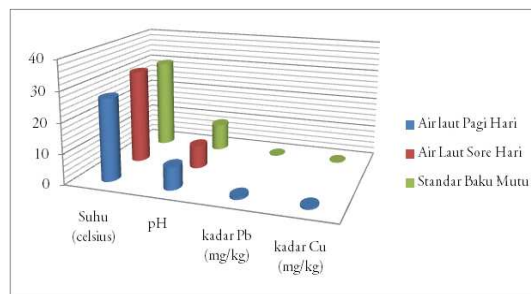
Analisis kadar tembaga, dilakukan dengan cara memasukan 10 ml sampel dalam vial dan menambahkan pereaksi tembaga yang berbentuk tablet. Selanjutnya mengocok sampel sampai pereaksi larut semua. Sampel siap untuk di analisis menggunakan Spectro Direct, selanjutnya hasil yang diperoleh dirata-ratakan.

Hasil analisis diperoleh kadar tembaga dan timbal dalam mg/L (ppm), selanjutnya konversi konsentrasi logam dalam larutan cuplikan (ppm) menjadi konsentrasi logam berat kering sampel (mg/kg).

### Hasil dan Pembahasan

Air merupakan komponen ekologis yang mutlak di perlukan bagi proses hidup dan kehidupan biota. Nilai guna air dan sumber daya perairan ditentukan oleh kualitasnya yang sangat berkaitan dengan semua aktivitas yang aada di sekitar perairan (Amrizal dalam Amin, 2002). Menurut Ubbe dalam Amin (2002), kualitas air di muara sungai dan pantai ditentukan oleh limbah-limbah yang terbuang baik secara langsung maupun tidak, yang merupakan bahan-bahan organik dan anorganik.

Kualitas air yang mempengaruhi konsentrasi logam berat pada perairan yaitu suhu perairan dan pH perairan serat kesadahan dari air itu sendiri. Untuk kesadahan dari air pada penelitian ini tidak di amati karena air laut memiliki tingkat kesadahan yang yang tinggi bila dibandingkan dengan air lainnya. Hal ini karena dalam air laut banyak terkandung senyawa-senyawa penyebab kesadahan air. Sedangkan untuk suhu, pH, kadar Pb, kadar Cu air laut dari perairan estuaria teluk Palu, dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Data Nilai pH, Suhu, Kadar Timbal dan Tembaga Pada Air Muara Sungai Palu.

Hasil pengukuran kualitas air di muara sungai palu meliputi keadaan suhu dan pH perairan estuaria teluk Palu terlihat pada tabel di atas menunjukkan bahwa secara umum tidak ada parameter yang ekstrim dan dapat mendukung kehidupan organisme perairan. Suhu air di perairan estuaria teluk palu yaitu pada pagi hari 27,2° C sedangkan pada sore hari suhu air di perairan estuaria teluk Palu, yaitu sebesar 31,1 °C. Dari Gambar 1, terlihat suhu pada pagi hari tidak melebihi dari suhu air laut yang di perbolehkan yaitu 20 – 30° C. Sedangkan pada sore hari, suhu di perairan estuaria yaitu 31,1°C. Suhu yang diperoleh melebihi dari suhu standar baku mutu air yaitu berkisar dari 20 – 30° C. Tingginya suhu ini disebabkan waktu pengukuran yaitu sore hari hal ini karena air laut sudah terpapar panas matahari selama satu hari sehingga air akan menyerap panas dan melepaskannya secara perlahan. Menurut Efendi (2002), suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman badan air. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi badan air. Peningkatan suhu juga menyebabkan peningkatan viskositas reaksi kimia, evaporasi dan volatilitas. Menurut Sorensen (2012) menyebutkan bahwa peningkatan suhu perairan cenderung menaikkan akumulasi dan toksisitas logam berat, diantaranya logam timbal dan tembaga. Menurut Sitorus (2011), hal ini terjadi akibat meningkatnya laju metabolisme dari organisme air. Dalam penelitian Soraya, dkk (2012), mengatakan bahwa ikan yang terpapar logam berat seperti Cu akan cenderung mengakumulasi logam berat lebih banyak pada pengaruh temperatur 30° C bila dibandingkan dengan suhu kamar.

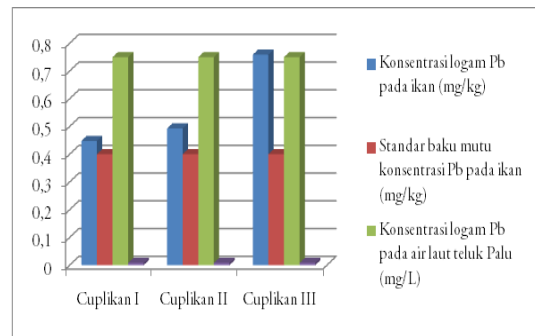
Parameter selanjutnya yaitu pH yang menggambarkan konsentrasi ion hidrogen.

Efendi (2003), berpendapat bahwa pH berkaitan erat dengan karbondioksida dan alkalinitas. Pada  $\text{pH} < 5$ , alkalinitas dapat mencapai nol. Semakin tinggi nilai pH semakin tinggi pula nilai alkalinitas dan semakin rendah kadar karbondioksida bebas. Nilai pH diperairan teluk Palu yaitu pada pagi hari 7,42 sedangkan pada sore hari sebesar 7,58. Bila kita lihat nilai pH normal untuk perairan laut yaitu berkisar antara 6 – 9. Ini menunjukkan bahwa perairan estuaria teluk Palu nilai pHnya masih normal. Biota-biota akuatik masih dapat hidup di perairan ini. Hal ini karena menurut Efendi (2003), menyatakan bahwa sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan paling optimal pertumbuhannya di pH berkisar 7 -8,7. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biologi perairan. Nilai pH juga mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Toksisitas logam memperlihatkan peningkatan pada pH rendah (Efendi, 2003). Menurut Purnomo & Muchyiddin (2007), menyatakan bahwa perairan yang mengandung logam berat akan bersifat asam dari pada perairan yang bebas logam berat. Sehingga perubahan derajat keasaman ke arah asam pada perairan mengakibatkan semakin besar kelarutan pada logam timbal tersebut (Efendi, 2003). Selain itu, menurut Rochyatun & Rozak (2007), menyatakan bahwa penurunan pH akan menyebabkan daya racun logam berat semakin besar.

Konsentrasi timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada perairan estuaria teluk Palu, sudah melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh pemerintah. Hasil yang diperoleh konsentrasi Pb dalam air laut teluk Palu yaitu 0,75 mg/L (0,75 ppm) dan konsentrasi Cu dalam air laut teluk Palu yaitu 0,5 mg/L (0,5 ppm). Sedangkan untuk konsentrasi Pb yang diperbolehkan pada air laut yaitu 0,008 mg/L dan untuk Cu yaitu sebesar 0,05 mg/L. Dari hasil di atas terlihat bahwa air laut di perairan estuaria teluk Palu sudah tercemar oleh logam berat yaitu timbal (Pb) dan tembaga (Cu).

Penelitian ini menggunakan destruksi kering atau pengabuan kering pada suhu 600° C. Untuk menghilangkan zat-zat organik, lemak dan zat pengganggu digunakan  $\text{HNO}_3$  pekat (Budiarti dkk, (2010)).

Berdasarkan hasil analisis timbal dalam sampel ikan kuniran (*Upeneus sulphureus*) dengan menggunakan alat Spectro Direct diperoleh data konsentrasi logam dalam cuplikan pada Gambar 2:



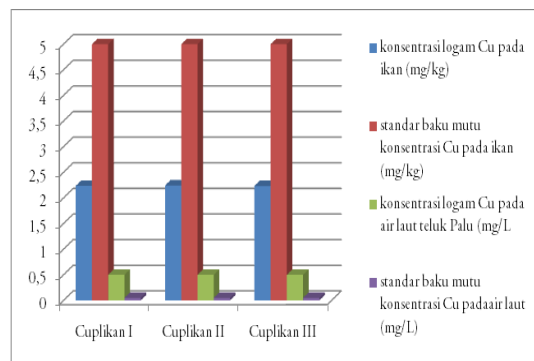
**Gambar 2.** Data Konsentrasi Timbal di Perairan Estuaria Teluk Palu Sulawesi Tengah.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari percobaan seperti yang terlihat pada Gambar 2, terlihat bahwa rata-rata konsentrasi Pb pada ikan kuniran setelah di konversi dari konsentrasi logam dalam larutan cuplikan (ppm) menjadi konsentrasi logam berat kering sampel (mg/kg) yaitu sebesar 0,568 mg/kg. Nilai timbal yang diperoleh tersebut lebih besar dari nilai batas makanan yang diperbolehkan. Menurut standar makanan SNI 7387:2009, yaitu kadar timbal yang diperbolehkan terdapat dalam makanan adalah 0,3 mg/kg. Dari data di atas terlihat bahwa ikan kuniran sudah tercemar oleh Pb.

Ikan yang hidup pada habitat yang terbatas misalnya sungai, danau dan teluk akan lebih mudah terkontaminasi logam berat bila dibandingkan dengan ikan yang hidup di perairan terbuka. Proses akumulasi Pb dalam jaringan ikan terjadi setelah adsorpsi Pb dari air atau melalui pakan yang terkontaminasi (Ratnawati dkk, 2008). Timbal masuk ke ikan melalui insang, karena insang sangat peka terhadap pengaruh toksisitas logam. Logam sangat reaktif terhadap ligan sulfur dan nitrogen, sehingga ikatan ligan sulfur dan nitrogen sangat penting bagi fungsi normal metaloenzim dan metabolisme terhadap sel. Pb akan terbawa oleh sistem darah dan didistribusikan ke dalam jaringan. Timbal di dalam tubuh akan diikat oleh gugus -SH dalam molekul protein dan hal ini menyebabkan hambatan pada aktivitas kerja sistem enzim (Purnomo dan Muchyiddin, 2007).

Menurut Heriyanto (2011), ikan dan udang merupakan bio-indikator terhadap pencemaran lingkungan, termasuk cemaran kimia. Hal ini karena ikan dan udang menunjukkan reaksi terhadap cemaran di perairan dalam batas konsentrasi tertentu, seperti perubahan aktivitas, efek pada pertumbuhan yang tidak normal hingga kematian.

Hasil analisis tembaga dalam sampel ikan kuniran (*upeneus sulphureus*) dengan menggunakan alat Spectro Direct diperoleh data konsentrasi logam dalam cuplikan pada Gambar 3:



**Gambar 3.** Data Konsentrasi Tembaga di Perairan Estuaria Teluk Palu Sulawesi Tengah.

Hasil yang diperoleh dari penelitian mengenai kandungan tembaga (Cu) dalam ikan kuniran yaitu sebesar 2,235 mg/kg, 2,243 mg/kg dan 2,234 mg/kg. Sedangkan untuk rata-rata kandungan tembaga pada ikan kuniran yang hidup di teluk palu yaitu sebesar 2,237 mg/kg. Kadar tembaga yang diperbolehkan dalam ikan yang ditetapkan oleh Dirjen Pengawas Obat dan Makanan No : 03725/B/SK/VII/89, yaitu sebesar 5,0 mg/kg. Bila kita lihat dari hasil yang diperoleh, ikan kuniran yang hidup di perairan estuaria teluk Palu belum tercemar dengan tembaga. Walaupun sudah ada akumulasi tembaga dalam ikan kuniran tetapi belum melampaui dari ambang batas yang ditetapkan oleh pemerintah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam berat yang diperoleh dari ketiga titik yang diambil, menunjukkan perbedaan hasil yang diperoleh. Kandungan logam berat lebih banyak terdapat pada titik pengambilan sampel didekat muara sungai. Menurut Supriatno & Lelifajri (2009), perbedaan ini disebabkan karena perjalanan air yang mengalami kontaminasi, baik mengalami pencemaran dari sepanjang tepi sungai.

Hasil penelitian yang diperoleh apabila dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya, yaitu penelitian Fujiastuti (2013) mengenai akumulasi Pb dan Cu pada udang rebon, terjadi akumulasi logam timbal pada udang rebon sebesar 4,41 mg/kg. Terlihat lebih tinggi kandungan timbal pada udang rebon bila dibandingkan dengan pada ikan kuniran. Hal ini disebabkan karena kulit pada udang

lebih mudah menyerap logam-logam berat bila dibandingkan dengan ikan kuniran yang tidak mempunyai kulit pelapis luar seperti pada udang. Sedangkan untuk Cu sudah terjadi akumulasi tetapi belum melebihi ambang batas. Hasil yang diperoleh lebih tinggi pada udang rebon dibandingkan dengan pada ikan kuniran hal ini disebabkan karena struktur kulit pada udang lebih muda menyerap logam-logam berat dibandingkan dengan ikan. Pada kulit udang rebon mengandung senyawa kitin dan kitosan. Kitin diketahui banyak terdapat pada kelompok hewan mollusca, crustaceae, insect dan anthropoda. Kandungan kitin paling tinggi erdapat pada hewan keiting, udang dan lobster. Kandungan kitin pada ketiga hewan ini bias mencapai 20 – 50% (Hanjana, dkk, 2013). Menurut Mohadi dkk (2007), kitosan merupakan polimer dari proses deasetilasi kitin yang mempunyai sifat tidak beracun dan dapat terbiodegradasi. Kitosan juga memiliki gugus fungsi yang dapat digunakan sebagai ligan untuk berkoordinasi dan bereaksi. Gugus fungsi yang ada dlam kitosan yaitu gugus amino (-NH<sub>2</sub>) dan gugus hidroksil (-OH). Oleh karena itu, Kitosan sering digunakan sebagai adsorben pada ion logam transisi dan spesies organik.

Dalam penelitian Arsad dkk (2012) menunjukkan terdapat akumulasi Pb pada ikan belanak (*Liza melinoptera*) yang hidup di perairan muara poboya rata-rata sebesar 1,746 mg/kg. Hasil penelitian yang diperoleh akumulasi Pb pada ikan kuniran (*Upeneus sulphureus*) yaitu sebesar 0,567 mg/kg. Terdapat perbedaan hasil yang diperoleh hal ini disebabkan jenis ikan yang diteliti berbeda pula sehingga sistem eksresi dari ikan berbeda pula.

### Kesimpulan

Akumulasi timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada ikan kuniran (*upeneus sulphureus*) di perairan estuaria teluk palu secara berturut-turut, yaitu sebesar 0,568 mg/kg dan 2,242 mg/kg dalam berat kering. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan kuniran sudah teakumulasi Pb dan kadarnya sudah melebihi dari ambang batas yang ditetapkan oleh pemerintah sedangkan untuk tembaga (Cu) menunjukkan bahwa sudah teakumulasi Cu pada iakan kuniran tetapi kadarnya belum melebihi dari ambang batas yang ditetapkan oleh pemerintah.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tasrik dan Fitri barau atas segala bantuan

dan dukungannya kepada penulis sehingga penelitian ini dapat berlangsung dengan baik dan dapat terselesaikan dengan baik pula.

## Referensi

- Alien, G. (1997). *A field guide for anglers and divers marine fishes of south-east Asia*. Australia: Periplus.
- Amin, B. (2002). Distribusi berat Pb, Cu dan Zn pada sedimen di perairan telaga tujuh karimun kepulauan Riau. *Jurnal Nature Indonesia*, 5(1), 9 – 16.
- Arsyad, M., Said, I., & Suherman. (2012). Akumulasi logam timbal (Pb) dalam ikan belanak (liza melinoptera) yang hidup di perairan muara Poboya. *Jurnal Akademik Kimia*, 1(4), 187-192.
- Budiarti, A. (2010). Analisis kadar timbal (Pb) dan merkuri (Hg) pada ikan pindang salem (scomber australasicus) yang diperoleh dari tiga pasa tradisional terbesar di kota semarang. Diunduh kembali dari <http://www.unwahas.ac.id/publikasiilmiah/index.php/ilmuFarmasidanklinik/article/download/641/757>.
- Efendi, H. (2003). *Telaah kualitas air*. Yogyakarta: Kanisius.
- Ernawati, T., & Sumiono, B. (2006). Sebaran dan kelimpahan ikan kuniran (mullidae) di perairan selat Makasar. Makalah pada Seminar Nasional Ikan IV, Jatiluhur.
- Fujiastuti. (2013). Akumulasi logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) dalam udang rebon (Mysis, sp) di muara sungai Palu. (Skripsi tidak diterbitkan). Universitas Tadulako, Palu.
- Furqon, A. M. (2007). Tipe estuaria binuangeun (banten) berdasarkan distribusi suhu dan salinitas perairan. *Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, (33), 97 - 110.
- Hanjaya, S., Darjito., & Purwonugroho, D. (2013). Pengaruh pH dan waktu kontak pada adsorpsi Cd(II) menggunakan adsorben kitin terfosforilasi dari limbah cangkang bekicot (Achatina fulica). *Kimia Student Journal*, 2(2), 503 – 509.
- Hardiana, H., Kardianyah, T. & Sugesty, S. (2011). Bioremediasi logam timbal (Pb) dalam tanah terkontaminasi limbah sludge industri kertas proses deinking. *Jurnal Selulosa*, 1(1), 31 - 41.
- Heriyanto, H. M. (2011). Kandungan logam berat pada tumbuhan, tanah, air, ikan dan udang di hutan mangrove. *Jurnal Penelitian Hutan dan Tanaman*, 4(8), 197 – 2005.
- Marinus, J. (2005). Kanudungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam air, sedimen dan organ tubuh ikan sokang (triacanthus nieuhofi) di perairan Ancol, teluk Jakarta. (Skripsi tidak diterbitkan). Fakultas Peternakan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Mohadi, R., Hidayati, N., & Melany, N. R. (2007). Preparasi dan karakterisasi kompleks kitosan hidrogen-tembaga(II). *Jurnal Molekul*, 1(2), 35 – 43.
- Purnomo, T. M., & Muchyiddin. (2007). Analisis kandungan timbal (Pb) pada ikan bandeng (chanos chanos Forsk.) di tambak Kecamatan Gresik. *Jurnal Neptunus*, 1(14), 68 - 77.
- Ratnawati, E., Sunarko & Hartaman, S. (2008). Penentuan kandungan logam dalam ikan kembung dengan metode analisis aktivasi neutron. *Jurnal Buletin Pengolahan Reaktor Nuklir*, 1(5), 24 -29.
- Retyoadhy, A. Y., Susanto, T., & Martati, E. (2005). Kajian cemaran Pb, total mikroba dan Ecoli Kerang Darah. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 6(3), 203 – 211.
- Rochyatun, B. & Rozak, A. (2007). Pemantauan kadar logam berat dalam sedimen di perairan teluk Jakarta. *Jurnal Makara Sains*, 1(11), 28 – 36.
- Sitorus, H. (2011). Analisis beberapa parameter lingkungan perairan yang mempengaruhi akumulasi logam berat timbal dalam tubuh kerang darah di perairan pesisir timur sumatra utara, *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan* 19(1), 374 – 384.
- Soraya, Y. (2012). Pengaruh temperatur terhadap akumulasi dan depurasi tembaga (Cu) serta kadmium (Cd) pada ikan nila (Oreochromis niloticus). Diunduh kembali dari <http://www.ftsl.itb.ac.id/wp-content/uploads/2012/07/25309305-Yara-Soraya.pdf>.

- Sudarmaji, Mukono, J. & Corie, I.P. (2006). Toksikologi logam berat b3 dan dampaknya terhadap kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 2(2), 129–142.
- Supriatmo & Lelifajri. (2009). Analisis logam berat Pb dan Cd dalam sampel ikan dan kerang secara spektrofotometri serapan atom. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 1(7), 2-8.
- Tarigan, Z., Edward, & Rozak, A. (2003). Kandungan logam berat Pb, Cd, Cu, Zn dan Ni dalam air laut dan sedimen di muara sungai Membramo, Papua dalam kaitannya dengan kepentingan budidaya perikanan. *Jurnal Makara Sains*, 3(7), 119–127.