

ORIGINAL ARTICLE

Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) Pada Ikan Bungo (*Glossogobius Giuris*) Yang Ditangkap di Danau TempeBioaccumulation of Heavy Metal lead (Pb) in Goby Fish *Glossogobius Giuris* Caught in Lake TempeAnis Wandî^a, Wayan Kantun^b, Awaluddin^c^aAlumni Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa^bSumber Daya Akuatik Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa^cTeknologi Hasil Perikanan Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa

***Informasi Artikel**

Received: 12 September 2021

Accepted: 20 September 2021

Corresponding Author*Anis Wandî**, Alumni Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa. Email:

aniswandi020697@gmail.com

How to cite:Wandî, A., Kantun, W., Awaluddin. 2021. Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) Pada Ikan Bungo (*Glossogobius Giuris*) Yang Ditangkap di Danau Tempe. *SIGANUS. Journal of Fisheries and Marine Science*. 3(1). 182 -187**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar logam berat timbal (Pb) dan hubungan kualitas air dengan ukuran ikan pada ikan Goby *Glossogobius giuris*. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Juni hingga Juli 2021 di Danau Tempe, Wajo, Soppeng, dan Kabupaten Sidrap. Metode Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) digunakan untuk menentukan kadar logam berat. Hasil penelitian menunjukkan kadar timbal tertinggi pada sampel Soppeng 0,055 ppm, diikuti Kabupaten Wajo (0,042 ppm), dan terendah 0,035 ppm di Kabupaten Sidrap. Kadar timbal di setiap stasiun pengambilan sampel belum melebihi ambang batas Standar Nasional Indonesia yaitu 0,3 ppm bahkan pada tingkat yang sangat minimal tidak tergolong tercemar logam timbal. Hubungan antara kualitas air dan ukuran ikan terhadap bioakumulasi logam timbal ditemukan pada 65,89% ukuran ikan, pH 53,09%, dan suhu 9,08%. Ikan goby di danau Danau Tempe mengandung Pb namun belum melebihi ambang batas dan faktor yang paling berkontribusi terhadap peningkatan logam berat timbal (Pb) adalah ukuran ikan.

Kata Kunci: Ikan Bungo, Logam Pb, SSA, Danau Tempe**ABSTRACT**

The present study aims to determine the heavy metal level of lead (Pb) and the relationship between water quality and fish size on Goby *Glossogobius giuris*. Sampling was carried out from June to July 2021 in Tempe Lake, Wajo, Soppeng, and Sidrap Regency. Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) method was applied for determining the heavy metal level. The results showed that the highest lead level was at 0.055 ppm obtained from Soppeng sample, followed by Wajo Regency (0.042 ppm), and the lowest was at 0.035 ppm in Sidrap Regency. The lead level at each sampling station has not exceeded the Indonesian National Standards threshold of 0.3 ppm for and even at the very minimum level, it was not classified as polluted by lead metal. The relationship between water quality and fish size on the bioaccumulation of lead metal was found at 65.89%, pH 53.09%, and temperature 9.08%. The goby fish in lake Lake Tempe contained Pb but it had not yet exceeded the threshold and the most contributing factor to the increase in heavy metal lead (Pb) was fish size.

Keywords: Goby, lead Pb, SSA, Lake Tempe

Pendahuluan

Danau Tempe memiliki spesies ikan air tawar yang jarang ditemui ditempat lain. Danau ini dikenal dengan produksi perikanan air tawarnya yang melimpah. Pada tahun 1957-1959 produksi perikanan di Danau Tempe sempat menembus angka 50.000 ton pertahun dan dikenal dengan mangkuk ikannya Indonesia. Namun saat ini produksi perikanan di Danau Tempe telah mengalami penurunan dikarenakan kondisi lingkungan danau yang semakin menurun. Hal ini disebabkan karena Danau Tempe mengalami sedimentasi sehingga menurunkan daya dukung danau yang pada akhirnya menyebabkan populasi ikan terancam. Salah satu populasi ikan yang terancam adalah ikan Bungo yang saat ini tergolong ikan endemik Danau Tempe. Data produksi ikan Bungo pada tahun 2019 mencapai 67,8% dan pada tahun 2020 menurun hingga 65,10% (Dinas Peternakan dan Perikanan Kab. Soppeng, 2021).

Ikan bungo (*Glossogobius giurus*) merupakan salah satu ikan yang terdapat di perairan Danau Tempe. Ikan ini memiliki nilai ekonomis tinggi karena merupakan ikan konsumsi yang disukai oleh masyarakat. Ikan Bungo dan dapat dikonsumsi dalam bentuk segar maupun kering. Dibandingkan jenis ikan ekonomis lainnya, ikan Bungo belum banyak mendapat perhatian dari pemerintah daerah termasuk para peneliti. Di sisi lain, ikan Bungo telah mengalami penurunan populasi akibat tingginya tingkat eksploitasi dan perubahan kondisi lingkungan, terutama sedimentasi dan pencemaran perairan yang menyebabkan terjadinya fragmentasi habitat. Akibatnya populasi ikan ini sudah sangat terancam (Rinandha, 2014).

Ikan Bungo merupakan ikan konsumsi yang sangat digemari oleh masyarakat di daerah sekitar Danau Tempe. Kegemaran ini tentu akan meningkatkan konsumsi dan permintaan dari masyarakat. Mengamati perkembangan ekologis Danau Tempe saat ini yang dominan mengalami sedimentasi sebagai dampak dari aktivitas manusia dan juga aktivitas keseharian yang bermuara ke Danau Tempe. Segala aktivitas ini kemungkinan berkontribusi terhadap bioakumulasi logam berat Pb yang berada pada daging ikan Bungo. Oleh sebab itu, penelitian ini menjadi penting dilakukan dengan pertimbangan untuk menyediakan informasi dan referensi bagi masyarakat tentang kelayakan mutu dan keamanan pangan Ikan Bungo untuk dikonsumsi oleh masyarakat.

Kandungan logam berat pada perairan sungai pemasok air ke Danau Tempe yang melewati batas

konsentrasi aman bagi kehidupan ikan adalah Pb, Cu dan Fe, sedangkan yang berada di bawah batas konsentrasi aman adalah Mn, Cd dan Hg. Kandungan logam pada sedimen sungai pemasok air Danau Tempe dan Perairan Danau Tempe yang telah melewati batas konsentrasi aman bagi kehidupan ikan adalah Fe, sedangkan yang berada di bawah batas konsentrasi aman adalah Pb, Mn, Cu dan Cr (Amin dan Mustafa, 2000). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup Daerah (BLHD) Sulawesi Selatan (2012) memperoleh kandungan timbal di Danau Tempe sebesar 2,01 ppm. Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam Pb dalam daging ikan Bungo, hubungan kualitas air (suhu dan pH) dan ukuran ikan terhadap bioakumulasi logam Pb pada ikan Bungo di perairan Danau Tempe dengan mengacu pada standar mutu yang tersedia.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai Juli 2021. Pengamatan dan pengambilan sampel di Danau Tempe dengan stasiun Kabupaten Soppeng, Kabupaten Wajo, dan Kabupaten Sidrap (Gambar 1). Kandungan logam berat timbal dari sampel di uji pada Laboratorium Balai Penerapan Mutu Produk Perikanan.

Teknik Sampling

Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel ikan Bungo adalah metode Simple random sampling (pengambilan sampel secara acak). Teknik sampling yang dilakukan yaitu:

1. Survei awal

Survei awal dilakukan untuk menentukan stasiun pengambilan sampel. Penentuan titik stasiun menggunakan Global Positioning System (GPS) serta dilakukan pengamatan distasiun penelitian mengenai aktivitas masyarakat.

2. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel yaitu secara acak bertingkat kemudian diberi label dan dimasukkan kedalam cool box. Pengambilan sampel ikan Bungo dilakukan 3 kali pada setiap stasiun dengan interval waktu 1 minggu. Setiap pengambilan sampel yang diambil memiliki keterwakilan ukuran kecil, sedang dan besar pada setiap stasiun. Sampel yang diambil pada tiap stasiun berjumlah 9 ekor sehingga total sampel untuk semua stasiun berjumlah 27 ekor.

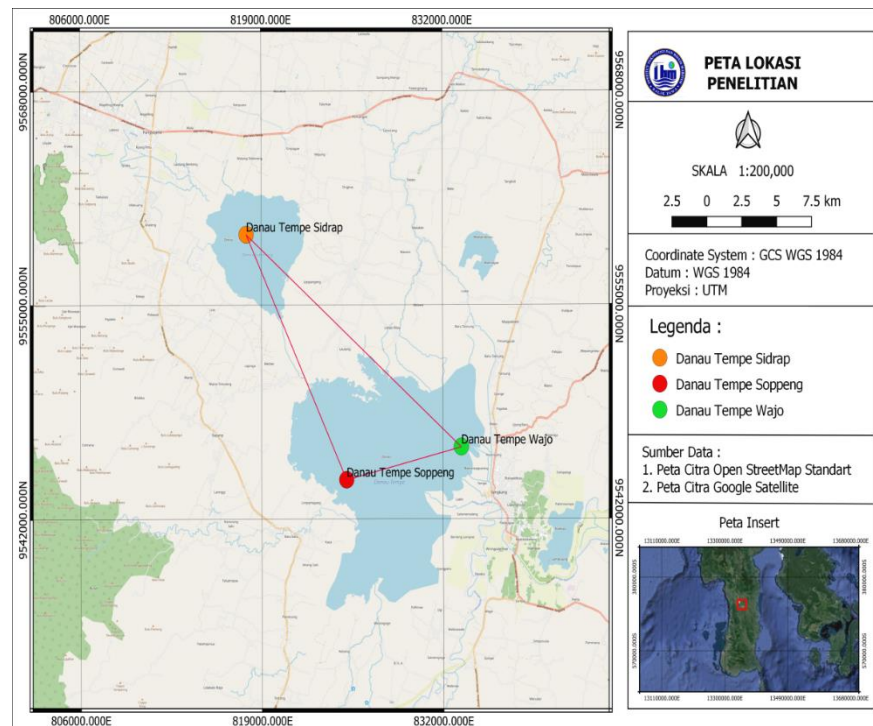
3. Stasiun Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada tiga stasiun yang dipilih berdasarkan tempat pendaratan ikan Bungo, yakni stasiun:

- Stasiun Danau Tempe Kabupaten Wajo
- Stasiun Danau Tempe Kabupaten Soppeng
- Stasiun Danau Tempe kabupaten Sidrap

4. Parameter Uji

Sampel-sampel yang diperoleh dilapangan selanjutnya dianalisis di laboratorium dengan dua kali ulangan untuk mengetahui kandungan logam berat timbal dengan menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom(AAS) (Hutagalung 1991 dalam Prartono, 1999).



Gambar 1. Peta Stasiun Penelitian

Prosedur Pengamatan

Logam berat (Pb) pada daging Ikan Bungo dalam kondisi basah diambil sebanyak 5 g dan dimasukkan ke dalam cawan porselen, kemudian buat kontrol positif Pb *spiked* 0,05 mg/kg. Menguapkan *spiked* di atas *hot plate* pada suhu 100°C sampai kering dan memasukkan sampel ketungku pengabuan (*Vurnice*). Menaikkan suhu tungku pengabuan secara bertahap 100°C setiap 30 meint sampai mencapai 450°C dan dipertahankan selama 18 jam. Setelah dingin ditambahkan 1 ml HNO₃ 65% dan digoyangkan secara hati-hati selanjutnya menguapkan di atas *hot plate* pada suhu 100°C sampai kering. Setelah kering masukkan kembali sampel kedalam tungku pengabuan. Suhu dinaikkan secara bertahap 100°C setiap 30 menit sampai 450°C dan dipertahankan selama 3 jam. Kemudain menambahkan HCL 6 m kedalam masing-

masing sampel dan digoyangkan secara hati-hati sehingga semua terlarut dalam asam. Menguapkan di atas hot plate pada suhu 100°C sampai kering. tambahkan 10 ml HNO₃ 0,1 M dan mendinginkan pada suhu ruang selama 1 jam. Memindahkan larutan kedalam labu takar dan tambahkan larutan matrik modifer, tepatkan sampai tanda batas dengan menggunakan HNO₃ 0,1 M, selanjutnya sampel daging ikan siap diukur dengan menggunakan AAS (SNI, 2011).

Hasil dan Pembahasan

Kandungan logam berat timbal yang diperoleh selama penelitian berkisar 0,011 sampai 0,0653 ppm (0,0424± SD 0,103 ppm) dengan perincian pada stasiun Sidrap berkisar 0,0158 sampai 0,049 ppm (0,035± SD 0,011 ppm), Soppeng berkisar 0,0477 sampai 0,064

ppm ($0,055 \pm SD 0,053$ ppm) dan Wajo berkisar $0,0328$ sampai $0,0494$ ppm ($0,042 \pm SD 0,103$ ppm) (Gambar 2).

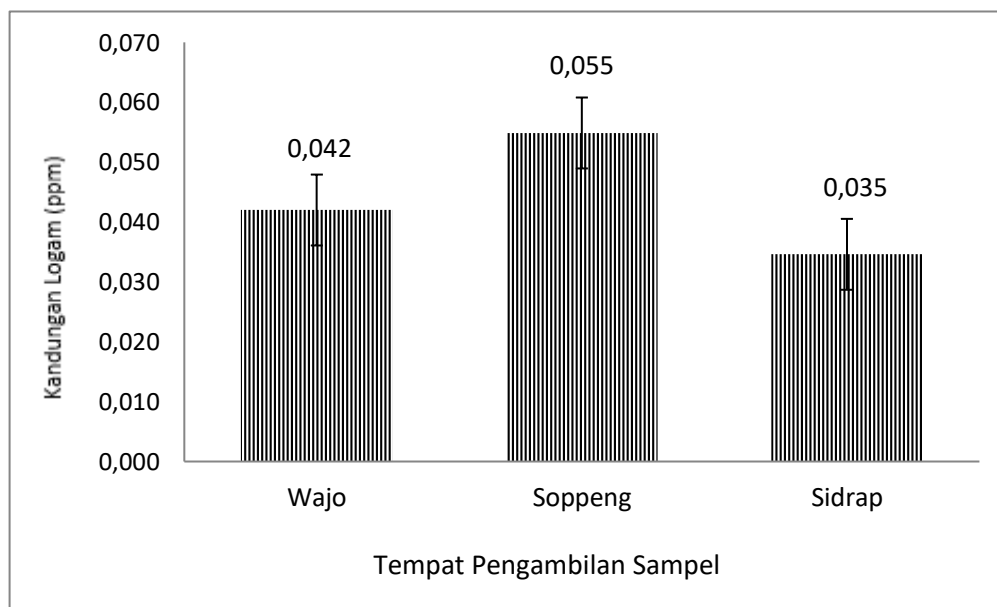
Data pada Gambar 2 memperlihatkan bahwa kandungan timbal dari stasiun Soppeng lebih tinggi dibandingkan dengan di Wajo karena dipengaruhi dari faktor lingkungan seperti banyaknya buangan limbah yang ada di Soppeng. Konsentrasi timbal pada stasiun Sidrap lebih rendah dibandingkan dengan di Wajo karena di Sidrap tidak terlalu banyak limbah buangan masyarakat yang masuk ke Danau sebagai sumber pencemaran. Konsentrasi timbal pada stasiun Soppeng dengan konsentrasi timbal di Sidrap berbeda nyata karena sumber pencemaran yang ada di Soppeng lebih besar seperti banyaknya buangan buangan limbah yang masuk ke Danau. Risna *et al.* (2020) memperoleh konsentrasi logam berat pada daging ikan bungo berkisar $0,007-4,73$ ppm dan sampel di ambil pada daerah pertengahan Danau Tempe yang terletak di Kabupaten Wajo, sedangkan BLHD (2012) memperoleh $2,01$ ppm.

Jika dibandingkan dengan kedua penelitian terdahulu, hasil yang diperoleh pada penelitian ini lebih rendah. Hal ini disebabkan pada penelitian ini sampel diambil pada stasiun yang ditumbuhi enceng gondok yang menjadi daerah ikan Bungo mencari makan. Enceng gondok diduga berperan serta dalam melakukan penyerapan logam berat timbal sehingga

konsentrasi yang ditemukan dalam daging relatif rendah. Selain itu, pada penelitian ini ada keterwakilan ukuran ikan yang dijadikan sampel yakni ukuran kecil, sedang dan besar. Ukuran ikan akan memberi kontribusi terhadap konsentrasi logam berat timbal dalam daging.

Tingginya kandungan timbal pada stasiun Soppeng di duga karena adanya kegiatan pembuangan limbah oleh masyarakat yang bermukim di sekitar danau, buangan sisa bahan bakar kapal motor, cat kapal. Kapal motor juga menggunakan cat anti korosi yang pada umumnya mengandung Pb (Siaka, 2008). Makmur (2013) menyatakan sumber kontaminasi logam cenderung berhubungan dengan kegiatan transportasi air, pembuangan sampah rumah tangga dan pertanian.

Kandungan timbal pada setiap stasiun jika dibandingkan dengan baku mutu standar SNI 7389:2009 dengan batasan kandungan timbal maksimum $0,3$ untuk ikan dan hasil olahannya, maka hasil yang diperoleh pada Danau Tempe masih dibawah ambang batas dan masih aman untuk dikonsumsi. Bahwa konsentrasi timbal pada tiga stasiun belum melampaui ambang batas yang telah ditetapkan.



Gambar 2. Konsentrasi Logam Berat Timbal dari Danau Tempe setiap stasiun pengambilan Sampel

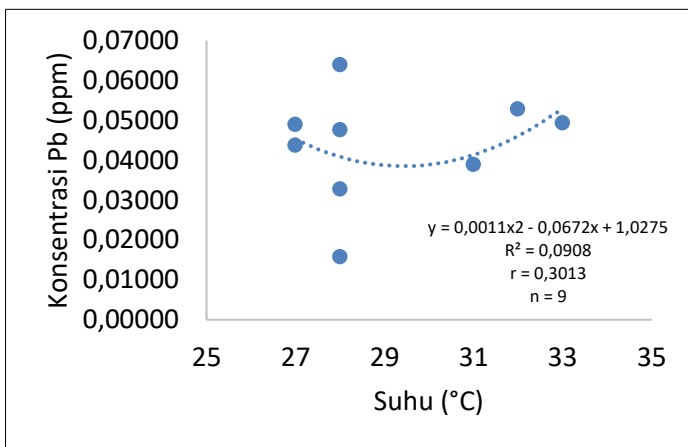
Parameter Kualitas Air dan Bioakumulasi Pb

Menurut Hutagalung (1984), parameter-parameter kualitas air yang mempengaruhi tingkat toksisitas logam berat antara lain suhu dan pH. Hasil pengukuran parameter kualitas air pada penelitian ini seperti terlihat pada Tabel 3.

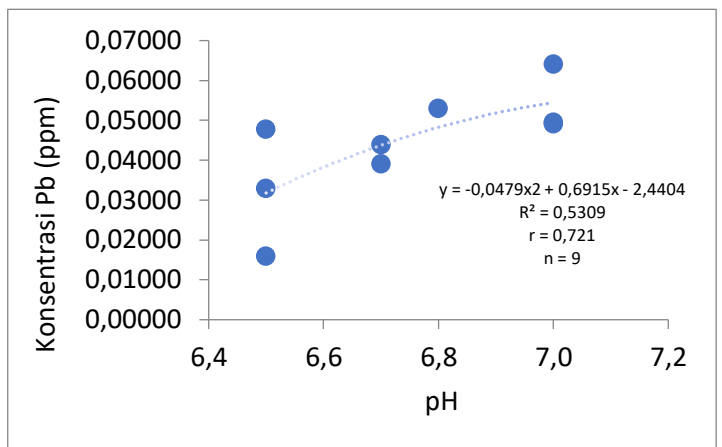
Tabel 3 menunjukkan hasil pengukuran suhu air selama pengamatan yang dilakukan pada tiga stasiun, bahwa suhu pada stasiun satu (Kabupaten Wajo) berkisar 27-33°C, stasiun dua (kabupaten Soppeng) berkisar 28-32°C, dan stasiun tiga (Kabupaten Sidrap) berkisar 27-31°C. Nilai rata-rata suhu tertinggi terdapat di Kabupaten Wajo dan Kabupaten Soppeng yaitu 29,3°C, dan terendah di Kabupaten Sidrap yaitu 28,7°C. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, maka

suhu pada ketiga stasiun tersebut berada pada kisaran yang dapat ditoleransi oleh biota perairan. Kualitas air khusus parameter fisika dan kimia masih sesuai dengan standar baku mutu pada SNI 8005:2014.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Nontji (2007) bahwa suhu normal untuk perairan Indonesia berkisar 28-31°C. Fauziah (2012) menyatakan bahwa peningkatan suhu perairan cenderung menaikkan akumulasi dan toksisitas logam berat, yang diakibatkan oleh meningkatnya laju metabolisme dari organisme air. Happy (2012) mengatakan bahwa kenaikan suhu tidak hanya akan meningkatkan metabolisme biota perairan, namun juga dapat meningkatkan toksisitas logam berat diperairan.



Gambar 2. Hubungan Kandungan Timbal dengan Suhu Perairan di Danau Tempe



Gambar 3. Hubungan antara Konsentrasi Pb dengan pH

Gambar 3 memperlihatkan bahwa 53,09% yang mampu dijelaskan oleh hasil analisis, selebihnya 46,91% yang belum mampu dijelaskan terhadap peningkatan kandungan timbal pada stasiun penelitian. Hubungan korelasi yang kuat antara konsentrasi timbal dengan pH yakni, 0,721. Sugiyono (2013) menyatakan bahwa korelasi yang kuat berkisar 0,60 sampai 0,799. Hal ini menunjukkan bahwa stasiun Soppeng memiliki pH yang paling tinggi jika dibandingkan dengan stasiun lainnya. Hal ini disebabkan bahwa di daerah ini banyak tumbuhan-tumbuhan seperti kangkung dan enceng gondok. Effendi (2007) mengungkapkan bahwa untuk melakukan fotosintesis, algae memerlukan karbondioksida. Penggunaan karbondioksida oleh tumbuhan air tersebut mengakibatkan kesetimbangan reaksi bergeser dari bikarbonat ke karbonat dan dari karbonat ke hidroksida. Ion hidroksida ini akan meningkatkan nilai pH air. Aryono (2009) mengatakan bahwa secara umum logam berat akan meningkat

toksitasnya pada pH rendah, sedangkan pada pH tinggi logam berat akan mengalami pengendapan. Kelarutan logam dalam air juga dikontrol oleh pH air. Kenaikan pH air akan menurunkan kelarutan logam dalam air, karena kenaikan pH mengubah kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang membentuk ikatan dengan partikel pada air sehingga akan mengendap membentuk lumpur. pH dapat mempengaruhi kandungan unsur ataupun senyawa kimia yang terdapat di perairan, diantaranya mempengaruhi kandungan logam berat yang ada di perairan. Toksisitas logam berat juga dipengaruhi oleh perubahan pH, toksisitas dari logam berat akan meningkat bila terjadi penurunan pH (Suakaosih *et al*, 2016).

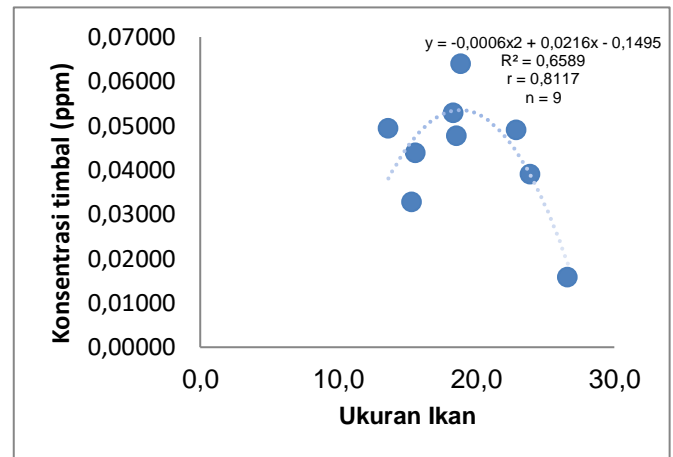
Hasil pengukuran terhadap ukuran ikan di setiap stasiun bervariasi seperti dapat dilihat pada Tabel 4. Ikan yang paling besar berukuran 30,3 cm

berada stasiun Wajo sedangkan ukuran ikan yang paling kecil ada stasiun Soppeng berukuran 12,2 cm.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut dapat kita ketahui bahwa ukuran ikan setiap stasiun berbeda-beda. Data hasil analisis regresi pada Gambar 4 menunjukkan bahwa 65,89% mampu dijelaskan oleh analisis dan sisanya 34,11% belum mampu dijelaskan terhadap peningkatan kandungan timbal pada stasiun penelitian. Selain itu, konsentrasi timbal berkorelasi positif terhadap ukuran ikan dengan status sangat kuat yakni 0,8117. Ini menunjukkan bahwa secara statistik memperlihatkan bahwa semakin besar ukuran ikan, maka semakin meningkat konsentrasi logam timbal yang ada di dalam tubuhnya. Hal disebabkan oleh sifat biologi ikan, bahwa semakin besar ukurannya, akan semakin jauh kemampuan dalam menjangkau wilayah dalam mencapai makanan. Makanan yang diperoleh dalam setiap wilayah yang dilewati akan berkontribusi terhadap peningkatan konsentrasi logam timbal yang ada dalam makanan.

Yousuf (2000) berpendapat bahwa kandungan logam akan sedikit berkurang dengan meningkatnya ukuran ikan. Leuang *dalam* Panjaitan (2006) menyatakan bahwa kandungan logam berat yang terakumulasi pada suatu organisme yang berukuran besar disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu perbedaan laju pertumbuhan, kecepatan metabolisme, tingkat sensitivitas tubuh terhadap pemasukan logam

berat tertentu dan kebutuhan fisiologis terhadap logam berat. Timbal (Pb) yang ada pada ikan lebih banyak terakumulasi pada insang dan paling rendah pada daging. Tingginya konsentrasi timbal pada insang disebabkan oleh peran fisiologi dalam metabolisme ikan dimana jaringan yang diserang oleh logam berat merupakan salah satu jaringan yang berperan aktif dalam metabolisme (Squadron, 2012).



Gambar 4. Hubungan Konsentrasi timbal dengan Ukuran Ikan

Tabel 4. Jenis Ukuran Ikan berdasarkan stasiun

Stasiun	Ukuran Ikan (cm)									
Wajo	14,3	15,3	17,2	18,2	18,3	20,2	21,3	28,3	30,3	
Soppeng	12,2	13,5	15,2	16,5	19,3	19,2	19,2	24,3	28,2	
Sidrap	13,2	14,2	16,5	17,2	18,3	20,2	20,2	22,2	26,3	

Kesimpulan

1. Kandungan timbal pada tiap stasiun pengambilan sampel menunjukkan konsentrasi timbal tertinggi pada stasiun Kabupaten Soppeng, di susul Kabupaten, dan terendah pada kabupaten Sidrap.
2. Kandungan timbal pada tiap stasiun pengambilan sampel belum melebihi ambang batas SNI 0,3 ppm untuk standar mutu bahkan sangat minim sehingga belum tergolong tercemar logam timbal
3. Hasil analisis regresi hubungan kualitas air (suhu dan pH) dan ukuran ikan terhadap bioakumulasi logam Pb yang paling

berkontribusi terhadap peningkatan logam Pb yaitu ukuran ikan.

Saran

Mengingat kandungan logam berat timbal merupakan kandungan logam berat yang berbahaya, maka perlu pengontrolan secara berkala pada suatu perairan terkait dengan pembuangan limbah.

Daftar Pustaka

Amin M dan Mustafa A. 2000. Kualitas air Danau Tempe pada saat air naik dan surut,. Dalam Prosiding Semiloka Nasional Pengelolaan dan Pemanfaatan Danau dan Waduk. Bandung: Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. hal. 183-198.

- Aryono Sarjono, 2009, "Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Pb, dan Hg pada Air dan Sedimen di Perairan Kamal Muara Jakarta Utara", at <http://repository.ipb.ac.id> diakses tanggal 11 Maret 2021
- Badan Lingkungan Hidup Daerah (BLHD) Provinsi Sulawesi Selatan, 2012. Laporan : Kajian Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau Tempe. CV. Celebes Pratama Konsultan. Makassar
- Dinas Peternakan dan Perikanan Kabupaten Soppeng. 2021. Data Produksi Ikan Bungo. Watan Soppeng.
- Effendi H. 2007. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Fauziah N. 2013. Analisis Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg) Pada air Di Perairan Yang Berbeda Di Kota Makassar. [Skripsi]. Makassar (ID). STITEK Balik Diwa Makassar.
- Happy AR, Masyamsir, Yayat D. 2012. Distribusi Kandungan Logam Berat Pb dan Cd pada Kolom Air Dan Sedimen Daerah Aliran Sungai Citaran Hulu. Jurnal Perikanan dan Kelautan. 3: 175-182.
- Hutagalung HP. 1984. Logam Berat dalam Lingkungan Laut. *Pewarta Oseana*, 9 (1): Jakarta LON LIPI.
- Makmur R, Emiryati dan La Ode. 2013. Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Sedimen di Kawasan Mangrove Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Mina Laut Indonesia*, 2 (6):
- Nontji A. 2007. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Panjaitan J. 2006. Kandungan logam berat Cu terhadap faktor skala berat jaringan lunak Annadara infranta di perairan Belawan Sumatra Utara. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru.
- Rinandha A., 2014. Biologi Reproduksi Ikan Bungo (*Glossogobius giurius* Hamilton-Buchanan, 1822) di Danau Tempe, Sulawesi Selatan. Tesis IPB. 86 hal.
- Risna A., Andriani, A.Ashrat, SBA.Omar and DK. Sari. 2020. Histopathological study of kidney and meat of Bungo Fish (*Glossogobius* sp) contaminated by lead metal (Pb) in lake Tempe, Wajo Regency. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 109.
- Sanjoyo. 2009. Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Pb dan Hg Pada Air dan Sedimen Perairan Kamal Muara. Jakarta Utara. IPB. Bogor.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 7389: 2009. Mengenai batas maksimum logam berat timbal (Pb) pada produk perikanan.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 2354.5: 2011. Cara Uji Penentuan Kadar Logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada produk perikanan.
- Standar Nasional Indonesia 8005:2014 tentang Produksi Bandeng Ukuran Konsumsi Secara Intensif di Tambak. Standar Nasional Indonesia. Jakarta: BSN; 2014
- Sugiyono. 2013. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Alfabeta Bandung.
- Squadron S, Prearo M, Brizio P, Gavinelli S, Pellegrino M, Scanzio T, Guarise S, Benedetto A, Abete MC. 2012. Heavy Metals Distribution in Muscle, Liver, Kidney, and Gill of European Catfish (*Silurus glanis*) from Italian Rivers. *Chemosphere*.
- Yousuf MH, Shahawi MS dan AlGhais SM. 2000. Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lentjan* fish species in relation to body length and sex. *The Science of the Total Environment*. 256: 87- 94.