

Kualitas Air dan Cemaran Logam Berat Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Hasil Tangkapan dari Waduk Tunggu Pampang Kota Makassar

Water Quality and Heavy Metal Contamination of Mercury (Hg) and Lead (Pb) in Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Caught from Waduk Tunggu Pampang Makassar City

Andi Santi, Muh. Ali Arsyad*

*) Email: muh.aliarsyadabdullah@gmail.com

Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan, Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan, Jl. Poros Makassar-Pare Km 83 Pangkep, Indonesia

ABSTRAK

Tingkat cemaran logam berat merkuri (Hg) dan timbal (Pb) pada ekosistem perairan Waduk Tunggu Pampang, Kota Makassar diketahui dengan menentukan konsentrasi logam berat tersebut pada air dan biota (ikan nila). Ikan nila adalah hasil tangkapan yang cukup melimpah di Waduk Tunggu Pampang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas air dan tingkat cemaran Hg dan Pb, pada air dan ikan nila hasil tangkapan dari Waduk Tunggu Pampang. Kualitas air ditentukan dengan mengukur 1) derajat keasamaan (pH); 2) Oksigen terlarut (DO); 3) Kebutuhan oksigen biologis (BOD) dan 4) Kebutuhan oksigen kimiawi (COD). Hasil penelitian menunjukkan nilai BOD dan COD telah melewati ambang batas, sehingga Perairan Waduk Tunggu Pampang telah tercemar bahan organik. Namun belum tercemar logam berat Hg dan Pb (<0.001 mg/kg). Ikan nila hasil tangkapan dari Waduk Tunggu Pampang mengandung logam berat Pb, tetapi konsentrasinya jauh di bawah nilai yang diperbolehkan. Walau demikian konsumsi ikan nila dari Waduk Tunggu Pampang harus tetap diwaspadai karena logam berat bersifat akumulatif.

Kata kunci: ikan nila; logam berat; merkuri; timbal; waduk.

ABSTRACT

The level of heavy metal contamination of mercury (Hg) and lead (Pb) in the aquatic ecosystem of the Waiting Pampang Reservoir, Makassar City, is known by determining the concentration of these heavy metals in water and biota (tilapia). Tilapia is a catch that is relatively abundant in the Waiting Pampang Reservoir. This study aimed to determine water quality and levels of Hg and Pb contamination in water and tilapia caught from the Waiting Pampang Reservoir. Water quality is determined by measuring 1) the degree of acidity (pH), 2) Dissolved oxygen (DO), 3) Biological oxygen demand (BOD), and 4) Chemical oxygen demand (COD). The results showed that the BOD and COD values had passed the threshold so that the waters of the Waiting Pampang Reservoir were contaminated with organic matter. However, it has not been contaminated with Hg and Pb (<0.001 mg/kg) heavy metals. Tilapia caught from the Waiting Pampang Reservoir contained heavy metal Pb, but the concentration was far below the permissible value. However, the consumption of tilapia from the Waiting Pampang Reservoir must still be watched out for because heavy metals are accumulative.

Keywords: *tilapia; heavy metal; mercury; lead; reservoir.*

I. PENDAHULUAN

Tingkat cemaran logam berat pada ekosistem suatu perairan dapat diketahui dengan

menentukan konsentrasi logam berat tersebut pada air, sedimen dan biota. Konsentrasi logam berat yang berlebihan pada perairan akan memberikan tekanan terhadap pertumbuhan dan perkembangan biota air di dalamnya, karena kemampuan biota dalam mengakumulasi logam berat yang ada dalam air. Ikan dapat menjadi bioindikator yang sangat penting dalam menentukan tingkat pencemaran logam berat suatu perairan. Waduk Tunggu Pampang Kota Makassar memiliki beban terhadap aktifitas manusia yang cukup tinggi, yang berpotensi menghasilkan cemaran logam berat pada perairan. Sumber cemaran logam berat diduga dari limbah rumah tangga dan dari kendaraan bermotor, sebab sepanjang aliran Waduk Tunggu Pampang merupakan arus transportasi dan pemukiman yang cukup padat. Proses perpindahan logam berat dari air waduk ke dalam tubuh ikan sangat mungkin terjadi, yang berdampak buruk bagi ikan tersebut dan manusia yang mengkonsumsinya.

Ikan nila adalah hasil tangkapan yang cukup melimpah di Waduk Tunggu Pampang. Hasil tangkapan tersebut sebagian besar untuk dikonsumsi dan selanjutnya untuk diperjualbelikan di sekitar waduk. Ikan nila merupakan hasil tangkapan/budidaya terbesar di beberapa waduk besar di Indonesia, seperti di Waduk Ir. H. Juanda Jatiluhur (Putri dan Purnamaningtyas, 2010), Jatigede (Nurhayati et al., 2020), Gajah Mungkur dan Kedung Ombo (Dharyati et al., 2009). Beberapa penelitian telah melaporkan bahwa ikan yang berasal dari perairan yang tercemar logam berat juga cenderung mengandung logam berat yang cukup tinggi. Residu logam berat Zn dan Hg ditemukan sangat tinggi pada daging ikan yang berasal dari perairan tercemar di Pantai Utara Jawa Tengah (Suyanto dkk, 2010). Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi tingkat cemaran logam berat Waduk Tunggu Pampang melalui pengukuran konsentrasi logam berat pada ikan nila dan air Waduk Tunggu Pampang. Hasil penelitian memberikan informasi tentang tingkat keamanan pangan ikan nila terhadap cemaran logam berat.

II. METODE PENELITIAN

1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Agustus-September 2019 di Perairan Waduk Tunggu Pampang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan.

2. Bahan dan Metode Analisa

Pengambilan sampel air dilakukan pada 3 tempat yang berbeda (Gambar 1), yaitu pada daerah hulu, hilir, dan antara hulu dan hilir. Ketiga lokasi yang berbeda tersebut diharapkan mampu menggambarkan kondisi perairan Waduk Tunggu Pampang. Sampel ikan nila digunakan dalam penelitian ini adalah hasil tangkapan dari Waduk Tunggu Pampang Kota Makassar.

3. Analisa Cemaran Logam Berat Hg dan Pb

Analisis kualitas air kanal dan cemaran logam berat (Hg dan Pb) pada ikan dan air dari Waduk Tunggu Pampang kota Makassar dilakukan di Balai Besar Industri Hasil Perkebunan (BBIHP), Kementerian Perindustrian dan Perdagangan, Kota Makassar. Analisa logam berat merkuri (Hg) pada air berdasarkan pada SNI 6989.78: 2011 dan logam berat timbal (Pb)

berdasarkan pada SNI 6989.8:2009. Logam berat Hg dan Pb pada daging dan insang dianalisa berdasarkan SNI 01-2354.6:2006 dan SNI 2354.5:2011.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel air pada Waduk Tunggu Pampang Kota Makassar.

4. Analisa Kualitas Air

Metode yang digunakan dalam pengukuran kualitas air adalah: 1) Derajat keasamaan (pH) (SNI 6989.57:2008); 2) Oksigen terlarut atau DO (Disolved Oxygen) (SNI 06-6989.14-2004); 3) Kebutuhan oksigen biologis atau BOD (Biochemical Oxygen Demand) (SNI 6989.72:2009) dan 4) Kebutuhan oksigen kimiawi atau COD (Chemical Oxygen Demand) (SNI 6989.2:2009).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kualitas Air Waduk Tunggu Pampang

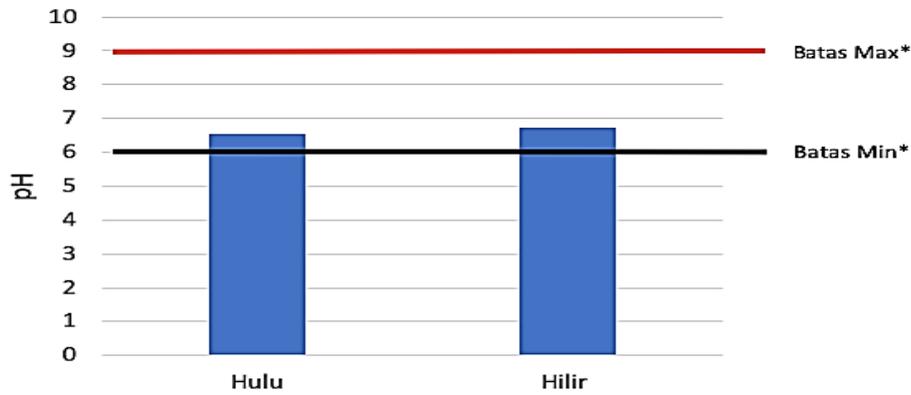
Perairan di Waduk Tunggu Pampang Kota Makassar secara kasat mata cukup baik. Air berwarna sedikit kehijauan, berbeda dengan air kanal yang terdapat di pusat kota yang berwarna hitam. Arus air di Waduk Tunggu Pampang sangat baik, tidak dipenuhi oleh tumpukan sampah dan enceng gondok serta tidak mengeluarkan bau yang mengganggu seperti bau anyir. Sehingga tepian Waduk Tunggu Pampang bisa menjadi alternatif tempat untuk bersantai seperti memancing ikan.

Analisis kimia air Waduk Tunggu Pampang dibandingkan dengan status mutu air berdasarkan klasifikasi mutu air kelas III menurut PP RI No. 82 Tahun 2001, yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui tingkat pencemaran perairan Waduk Tunggu Pampang dan pengaruhnya terhadap keamanan bahan pangan seperti ikan nila dari perairan tersebut. Kualitas dan parameter kimia air meliputi pH, DO, BOD dan COD.

a. Derajat Keasaman (pH) Air

Nilai pH pada kedua titik pengambilan sampel, hulu dan hilir hampir sama. Nilai pH

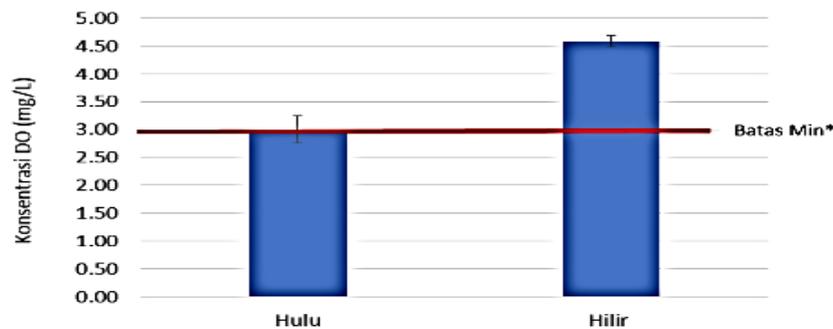
pada hulu yaitu 6.55 sedikit lebih rendah dibandingkan nilai pH pada hilir sebesar 6.73 (Gambar 2). Secara umum rata-rata nilai pH air Waduk Tunggu Pampang sebesar 6.64, nilai tersebut masih berada pada kisaran nilai pH yang cukup baik untuk biota budidaya. Nilai optimum pH air yang disarankan untuk kegiatan budidaya adalah 5,5-9,0 (Hermansyah, 2017; Wanna dkk, 2018).



Gambar 2. Grafik nilai rata-rata pH air Waduk Tunggu Pampang pada dua titik pengambilan sampel (Kriteria mutu berdasarkan kelas III PP RI. No. 82 Tahun 2001).

b. Oksigen Terlarut/Dissolved Oxygen (DO)

Konsentrasi oksigen terlarut (DO) menjadi parameter yang paling banyak dianalisa untuk mencerminkan kualitas air dan kesehatan suatu ekosistem perairan (Sugianti dan Astuti, 2018). Keberadaan oksigen terlarut dalam perairan menentukan kehidupan biota di dalamnya. Oksigen terlarut dalam perairan berasal dari proses difusi dari udara ke dalam air, aerasi mekanis, dan fotosintesis tanaman akuatik. Sementara itu, konsentrasi oksigen terlarut dalam air dapat menurun akibat adanya respirasi dan pembusukan bahan organik pada dasar perairan (Department of Primary Industries and Resources of South Australia, 2003 dalam Mubarak, Satyari U, dan Kusdawarti, 2010). Data perolehan nilai DO perairan Waduk Tunggu Pampang ditampilkan pada Gambar 3.



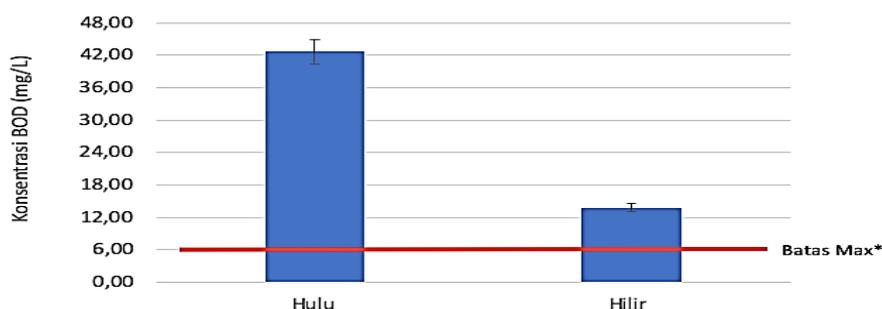
Gambar 3. Rata-rata konsentrasi dissolved oxygen (DO) air Waduk Tunggu Pampang pada dua titik pengambilan sampel (Kriteria mutu berdasarkan kelas III PP RI. No. 82 Tahun 2001).

Secara umum rata-rata konsentrasi nilai DO perairan Waduk Tunggu Pampang adalah 3.88 mg/L. Konsentrasi DO tersebut masih berada di atas batas minimum konsentrasi DO

berdasarkan PP RI No. 82 Tahun 2001. Konsentrasi DO pada hilir lebih tinggi 1.4 kali dibandingkan konsentrasi pada hulu. Konsentrasi DO yang lebih tinggi ditemukan pada daerah hilir dibandingkan hulu juga dilaporkan oleh Wanna et al., (2018) Kandungan oksigen pada hilir lebih tinggi disebabkan oleh aliran arus yang cukup baik dan ditumbuhi oleh tanaman liar. Kandungan oksigen terlarut ditemukan lebih tinggi pada perairan yang memiliki gerakan air/arus (Al Husainy, Bakti dan Leidonald, 2017) dan tumbuhan air atau tanaman di sekitar perairan akibat aktivitas fotosintesis (Efendi, 2002 dalam Wanna et al., 2018). Jika dibandingkan dengan kandungan oksigen terlarut (6,2-6,3 mg/L) pada Perairan Kanal Hertasning yang lokasinya sekitar 2 km dari lokasi penelitian, Waduk Tunggu Pampang memiliki kandungan oksigen lebih rendah. Semua jasad hidup membutuhkan DO untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan. Oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Kebutuhan oksigen oleh organisme relatif bervariasi tergantung pada jenis, stadium dan aktivitasnya. Ikan dalam keadaan diam membutuhkan oksigen relative lebih sedikit dibandingkan dengan ikan yang bergerak. Kandungan DO minimal adalah 2 ppm dalam keadaan normal dan tidak tercemar oleh senyawa beracun (Wardoyo 1987 dalam Aslin, 2012).

c. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Hasil yang diperoleh dari pengukuran rata-rata nilai BOD air lebih tinggi ditemukan pada hulu sebesar 42,67 mg/l dan rata-rata nilai BOD pada hilir sebesar 13,81 mg/l. Grafik perubahan BOD air pada Waduk Tunggu Pampang dapat dilihat Gambar 4.



Gambar 4. Rata-rata konsentrasi BOD air Waduk Tunggu Pampang pada hulu dan hilir (Kriteria mutu berdasarkan kelas III PP RI. No. 82 Tahun 2001).

BOD yang diperoleh menunjukkan nilai yang telah melewati ambang batas untuk standar mutu kualitas air kelas III (PP RI No. 82 Tahun 2001). Besarnya nilai BOD menunjukkan perairan tersebut telah tercemar bahan organik. Nilai BOD merupakan nilai yang menunjukkan kebutuhan oksigen oleh bakteri aerob untuk mengoksidasi bahan organik dalam air (Rizki, Yunasfi dan Muhtadi, 1971). Nilai BOD pada hulu lebih tinggi dibandingkan pada hilir di Perairan Kanal Hertasning dilaporkan oleh Wanna et al., (2018). Nilai BOD yang lebih tinggi pada hulu karena daerah tersebut sangat dekat dengan pemukiman penduduk yang padat dengan aktivitas seperti pasar dan kegiatan refreshing dibandingkan dengan pada daerah hilir. Besarnya limbah organik pada perairan banyak dipengaruhi oleh kegiatan di darat, seperti black water (kotoran manusia). Semakin dekat

pemukiman penduduk dengan perairan, semakin besar kontribusinya terhadap beban pencemaran (Rahayu dkk, 2018).

d. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Nilai rata-rata COD air Waduk Tunggu Pampang hasil pengamatan sebesar 135,61 mg/L, telah melewati ambang batas untuk standar mutu kualitas air kelas III (PP RI No. 82 Tahun 2001). COD pada hulu ditemukan 1,7 kali lebih tinggi dibandingkan pada hilir. Tingginya COD menunjukkan keberadaan limbah anorganik di perairan waduk cukup tinggi (Gambar 5). COD pada hulu yang lebih tinggi dibandingkan dengan hilir mengindikasikan bahwa limbah anorganik pada waduk berasal dari kegiatan pertanian, industri, dan domestik yang banyak terdapat di sekitar pemukiman dan pertanian. Limbah anorganik bersifat non biodegradable sehingga tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme (Priyanto, Dwiyoitno dan Ariyani, 2008).



Gambar 5. Rata-rata konsentrasi COD air Waduk Tunggu Pampang pada hulu dan hilir (Kriteria mutu berdasarkan kelas III PP RI. No. 82 Tahun 2001).

Nilai BOD dan COD ditemukan lebih tinggi pada daerah hulu, hal tersebut berhubungan erat dengan nilai DO yang lebih rendah pada daerah hulu, karena semakin tinggi BOD dan COD menyebabkan rendahnya DO di perairan (Wanna, Yanto dan Kadirman, 2018).

2. Cemar Logam Berat

Cemar di perairan Waduk Tunggu Pampang diduga berasal dari limbah domestik, pertanian, dan beberapa aktivitas darat lainnya. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai BOD dan COD ditemukan lebih tinggi pada hulu yang berjarak lebih dekat dengan pemukiman padat dan aktivitas darat dibandingkan pada daerah hilir. Beberapa laporan juga menemukan bahwa kandungan logam berat pada perairan bersumber dari kegiatan rumah tangga, industri, transportasi, dan pertanian.

Ikan merupakan bioindikator terhadap pencemaran lingkungan, termasuk cemaran logam berat, karena ikan menunjukkan reaksi terhadap adanya cemaran di perairan pada batas konsentrasi tertentu, seperti perubahan aktivitas, efek pada pertumbuhan yang tidak normal hingga kematian (Chahaya, 2003 dalam Priyanto et al., 2008). Arsyad (2001), melaporkan bahwa akumulasi logam berat Hg dan Pb pada daging ikan yang ditangkap pada daerah perairan yang tercemar logam berat.

Logam berat pada perairan dapat bersumber dari partikel-partikel logam yang terdapat di udara yang terbawa saat hujan dan aliran air serta dari aktivitas manusia itu sendiri seperti aktivitas industri maupun buangan rumah tangga. kandungan logam berat merkuri (Hg) dan logam berat timbal (Pb) air di hulu dan hilir Waduk Tunggu Pampang disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Residu logam berat pada air Waduk Tunggu Pampang.

Titil Sampel	Parameter Logam Berat	
	Hg (ml/L)	Pb (ml/L)
Titik Hulu	nd	nd
Titik Hilir	nd	nd
Ambang Batas ^{*)}	0,002	0,003

Keterangan: nd (Not detected/tidak terdeteksi). *(Kriteria mutu berdasarkan kelas III PP RI. No. 82 Tahun 2001).

Hasil pengukuran kandungan logam berat Hg dan Pb pada ke dua titik pengambilan sampel, hulu, dan hilir tidak terdeteksi. Rendahnya kandungan Hg dan Pb air pada waduk tersebut diperkirakan karena terjadi pengendapan pada sedimen. Logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen (Rosalina, 2014 dalam Wanna et al., 2018). Rendahnya logam berat yang terdeteksi juga karena perubahan bentuk logam berat tersebut melalui aktivitas metabolisme pada biota air seperti ikan dan kerang. Hal ini menyebabkan logam berat Hg dan Pb masuk ke dalam dan terakumulasi dalam tubuh biota perairan. Ini dibuktikan dengan meningkatnya kadar logam berat khususnya Pb yang terdapat dalam daging dan insang ikan nila sebesar 20,10 - 24,16 mg/kg, sementara kadar logam berat Pb pada air tidak terdeteksi baik di hulu maupun di hilir.

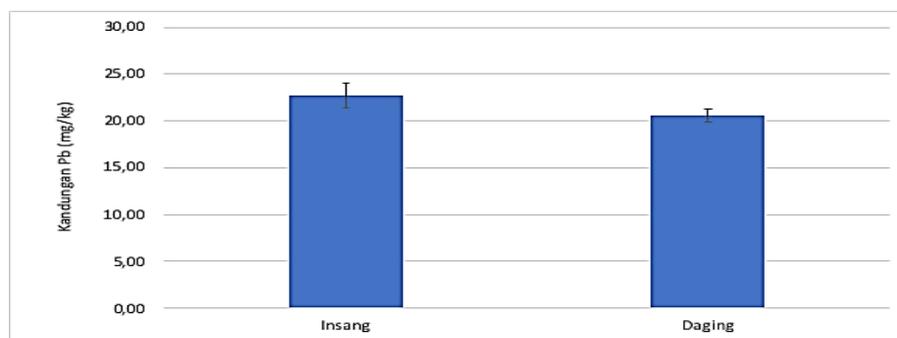
3. Kandungan Logam Berat Pada Ikan

Mekanisme logam berat masuk ke tubuh ikan melalui tiga tahapan atau proses (Madusari and Pranggono, 2016), yaitu melalui pernafasan atau insang yang menyerap logam berat, melalui makanan yang diserap oleh saluran pencernaan, dan penyerapan air ke dalam permukaan tubuh. Analisis kandungan logam berat pada ikan dilakukan pada insang. Insang menjadi jalur penting masuknya logam berat ke dalam tubuh ikan sehingga dapat digunakan untuk mengkaji tingkat cemaran logam berat (Catsiki and Stroglyoudi 1999 dalam Aprilyani, 2014).

Kandungan logam berat Hg pada daging dan insang ikan nila yang ditangkap di Waduk Tunggu Pampang tidak terdeteksi. Hal tersebut karena kandungan Hg pada air juga tidak terdeteksi, sehingga tidak ada akumulasi Hg di daging dan insang dari cemaran logam berat Hg pada air. Logam berat bersifat akumulatif pada biota dan lingkungan (Maddusa et al., 2017). Kandungan Hg pada daging dan insang tidak terdeteksi diperkirakan juga karena kandungan logam tersebut masih berada di bawah batas deteksi alat AAS, yaitu sebesar 0.001 mg/kg (Aprilyani, 2014). Sumber cemaran logam berat pada perairan sebagian besar berasal dari limbah industri pertanian yang menggunakan senyawa merkuri (Hg) dalam bentuk senyawa organo merkuri (Hg) yang berfungsi untuk menghalangi pertumbuhan

jamur pada bibit (Palar, 2012 dalam Wanna et al., 2018). Sumber utama lain terhadap cemaran Hg berasal dari kegiatan limbah industri seperti industri kosmetik, batu baterai, dan lampu neon (Anon, 2003 dalam Priyanto et al., 2008). Hasil pengamatan di lapangan, tidak ditemukan industri yang berlokasi di sekitar Waduk Tunggu Pampang yang bisa menjadi sumber cemaran Hg terhadap perairan air waduk. Wanna et al., (2018) melaporkan bahwa air kanal hertasning tercemar logam berat Hg, sumber cemaran tersebut diduga berasal dari industri pertanian dan limbah laboratorium keperawatan yang berlokasi tepat di pinggiran kanal.

Kandungan logam berat timbal (Pb) pada daging dan insang berada pada kisaran 20,10 - 24,16 mg/kg (Gambar 6). Kandungan Pb terbukti terakumulasi pada daging dan insang sebab Pb pada air tidak terdeteksi atau konsentrasinya berada di bawah batas deteksi alat AAS, yaitu sebesar 0.001 mg/kg, namun diasumsikan bahwa kandungan logam berat Pb yang ditemukan di perairan tersebut sebesar 0.001mg/kg (Aprilyani, 2014). Kandungan Pb pada insang ditemukan 10% lebih tinggi dibanding pada daging. Hasil penelitian ini sejalan dengan Aprilyani, (2014), yang melaporkan bahwa kandungan Pb lebih besar berturut-turut ditemukan pada insang, daging dan air. Namun kandungan timbal (Pb) yang terdapat pada daging dan insang masih berada di bawah ambang batas maksimum logam berat yang diperbolehkan dalam ikan segar sebesar 0,3 mg/kg (SNI 2729:2013).



Gambar 6. Grafik konsentrasi logam timbal (Pb) pada ikan nila yang berasal dari Waduk Tunggu Pampang.

Cemaran logam berat timbal (Pb) di Waduk Tunggu Pampang kemungkinan berasal dari udara akibat buangan gas kendaraan bermotor dengan jumlah yang besar. Buangan gas tersebut membentuk kristal dengan bantuan air hujan dan dibawa ke perairan (Palar dalam Wanna et al., 2018). Sepanjang pinggiran Waduk Tunggu Pampang terdapat jalan yang sangat ramai lalu lalang kendaraan bermotor. Jalan tersebut menghubungkan Jalan Hertasning pada bagian utara, Antang pada bagian timur, Borong pada bagian selatan, dan Todopuli pada bagian barat (Rizal, 2015). Selain berdasarkan sumber pencemar, kandungan logam Pb pada insang dapat dikarenakan adanya adsorpsi Pb organik/Pb partikulat oleh insang ikan. Saat insang merespirasikan CO₂, pH di insang menjadi rendah sehingga dapat membuat Pb menjadi bentuk terlarut dan membuat logam Pb dapat berdifusi ke dalam insang (Squadrone et al., 2013 dalam Aprilyani, 2014).

IV. KESIMPULAN

Perairan Waduk Tunggu Pampang Kota Makassar telah tercemar yang ditunjukkan

oleh nilai BOD dan COD yang telah melewati ambang batas. Namun perairan Waduk Tunggu Pampang belum tercemar logam berat merkuri (Hg) dan timbal (Pb). Cemaran logam berat pada perairan tersebut masih berada pada kisaran di bawah batas deteksi alat AAS, yaitu sebesar 0.001 mg/kg. Ikan nila yang berasal dari Waduk Tunggu Pampang telah tercemar logam berat Pb, namun kandungan logam berat Pb masih berada jauh di bawah nilai yang diperbolehkan. Namun konsumsi ikan nila dari Waduk Tunggu Pampang harus tetap diwaspadai karena logam berat bersifat akumulatif.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini sepenuhnya didanai oleh Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan (No. Kontrak 49/PL.22.71/SP-PG/2019).

REFERENSI

- Aprilyani, Fani. (2014). Analisis Kandungan Logam Berat pada Ikan Tenggiri *Scomberomorus Commersonii* (Lacepède, 1800) di Perairan Pesisir Tangerang. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Arsyad, Muhammad Ali. (2001). Mempelajari Hubungan Antara Kandungan Hg dan Pb dalam Air dengan Ikan Beronang (*Siganus spinus*) Hasil Tangkapan di Muara Manding Propinsi Sulawesi Selatan. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Aslin, La Ode. (2012). Depurasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) dengan Menggunakan Salinitas Berbeda. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor.
- Badan Standar Nasional Indonesia. (2013). Standar Nasional Indonesia. SNI 2729:2013.
- Dharyati, E., Utomo, A. D., Adjie, S., Wijaya, A. D., Subroto, G., Busrol, Ismeywati, D., Harmilia, E. D., Ridho, R., Putranto, D., & Sukimin. (2009). Bio-Ekologi dan Potensi Sumberdaya Perikanan di Waduk Kedung Ombo dan Gajah Mungkur Jawa Tengah. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan Perikanan. Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Hermansyah. (2017). Rancang Bangun Pengendali pH Air untuk Pembudidayaan Ikan Lele Berbasis Mikrokontroler Atmega16. *Jurnal Teknik Elektro. Universitas Tanjungpura* 2(1): 1–13.
- Al Husainy, I., Bakti, D., & Leidonald, R.. (2014). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) di Air dan Sedimen pada Aliran Sungai Percut Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Aquacoastmarine*, 2(4).
- Maddusa, S. S., Paputungan, M. G., Syarifuddin, A. R., Maambuat, J., Alla, G., Kesehatan, B., Fkm, L., & Sam, U. (2017). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Merkuri (Hg), Zink (Zn) dan Arsen (As) Pada Ikan dan Air Sungai Tondano, Sulawesi Utara. *Al - Sihah : Public Health Science Journal* 9: 153–59.
- Madusari, B. D., & Pranggono, H. (2016). Analisis Kandungan Timbal (Pb), Cadmium (Cd) pada Air dan Ikan Bandeng (*Chanos Chanos*) di Tambak Kota dan Kabupaten Pekalongan. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Ke-V Hasil-Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*.

- Mubarak, A. S., Satyari U, D. A., & Kusdawarti, R. (2010). Korelasi Antara Konsentrasi Oksigen Terlarut pada Kepadatan yang Berbeda dengan Skoring Warna. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 2(1): 45–50.
- Nurhayati, A., Herawati, T., Lili, W., Yustiati, A., & Nurruhwati Matindas, I. (2020). Enviromental Socio-Economic Value for Capture Fisheries Resources at Jatigede Reservoir, Sumedang, West Java Province. *Jurnal Penyuluhan* 16(1): 122–33.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2001). Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/53103/pp-no-82-tahun-2001>.
- Priyanto, N., Dwiwitno, D., & Ariyani, F. (2008). Kandungan Logam Berat (Hg, Pb, Cd, Dan Cu) pada Ikan, Air, dan Sedimen di Waduk Cirata, Jawa Barat. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* 3(1): 69.
- Putri, M. R. A., & Purnamaningtyas, S. E. (2010). Distribusi Ikan di Waduk Ir. H. Djuanda. *Prosiding Seminar Nasional Ikan VI 401*(1): 407.
- Rahayu, Y., Juwana, I., & Marganingrum, D. (2018). Kajian Perhitungan Beban Pencemaran Air Sungai Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cikapundung dari Sektor Domestik. *Jurnal Rekayasa Hijau* 2(1): 61–71.
- Rizal, Muh. (2015). Kawasan Wisata Tepian Air Waduk Tunggu Pampang di Makassar. Skripsi. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Rizki, A., Yunasfi, & Muhtadi, A. (1971). Analisis Kualitas Air dan Beban Pencemaran Di Danau Pondok Lapan Kecamatan Salapian Kabupaten Langkat. *The journal of the Japan Prosthodontic Society* 15(2): 472–73.
- Sugianti, Y., & Astuti, L. P. (2018). Respon Oksigen Terlarut Terhadap Pencemaran dan Pengaruhnya Terhadap Keberadaan Sumber Daya Ikan di Sungai Citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 19(2): 203.
- Suyanto, A., Kusmiyati, S., & Retnaningsih, C. (2010). Residual Heavy Metals in Fish from Contaminated Water in North Coast of Central Java. *Jurnal Pangan dan Gizi* 1(2): 33–38.
- Aprilyani, Fani. (2014). Analisis Kandungan Logam Berat pada Ikan Tenggiri *Scomberomorus Commersonii* (Lacepède, 1800) di Perairan Pesisir Tangerang. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Arsyad, Muhammad Ali. (2001). Mempelajari Hubungan Antara Kandungan Hg dan Pb dalam Air dengan Ikan Beronang (*Siganus spinus*) Hasil Tangkapan di Muara Manding Propinsi Sulawesi Selatan. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Aslin, La Ode. (2012). Depurasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) dengan Menggunakan Salinitas Berbeda. Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Badan Standar Nasional Indonesia. (2013). Standar Nasional Indonesia. SNI 2729:2013.
- Dharyati, E., Utomo, A. D., Adjie, S., Wijaya, A. D., Subroto, G., Busrol, Ismeywati, D., Harmilia, E. D., Ridho, R., Putranto, D., & Sukimin. (2009). *Bio-Ekologi dan Potensi Sumberdaya Perikanan di Waduk Kedung Ombo dan Gajah Mungkur Jawa Tengah*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan Perikanan. Kementerian Kelautan dan Perikanan.

- Hermansyah. (2017). Rancang Bangun Pengendali pH Air untuk Pembudidayaan Ikan Lele Berbasis Mikrokontroler Atmega16. *Jurnal Teknik Elektro. Universitas Tanjungpura* 2(1): 1–13.
- Al Husainy, I., Bakti, D., & Leidonald, R.. (2014). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) di Air dan Sedimen pada Aliran Sungai Percut Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Aquacoastmarine Vol 2 No.4*.
- Maddusa, S. S., Papatungan, M. G., Syarifuddin, A. R., Maambuat, J., Alla, G., Kesehatan, B., Fkm, L., & Sam, U. (2017). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Merkuri (Hg), Zink (Zn) dan Arsen (As) Pada Ikan dan Air Sungai Tondano, Sulawesi Utara. *Al - Sihah : Public Health Science Journal* 9: 153–59.
- Madusari, B. D., & Pranggono, H. (2016). Analisis Kandungan Timbal (Pb), Cadmium (Cd) pada Air dan Ikan Bandeng (*Chanos Chanos*) di Tambak Kota dan Kabupaten Pekalongan. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Ke-V Hasil-Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*.
- Mubarak, A. S., Satyari U, D. A., & Kusdawarti, R. (2010). Korelasi Antara Konsentrasi Oksigen Terlarut pada Kepadatan yang Berbeda dengan Skoring Warna. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 2(1): 45–50.
- Nurhayati, A., Herawati, T., Lili, W., Yustiati, A., & Nurruhwati Matindas, I. (2020). Environmental Socio-Economic Value for Capture Fisheries Resources at Jatigede Reservoir, Sumedang, West Java Province. *Jurnal Penyuluhan* 16(1): 122–33.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2001). Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/53103/pp-no-82-tahun-2001>.
- Priyanto, N., Dwiyitno, D., & Ariyani, F. (2008). Kandungan Logam Berat (Hg, Pb, Cd, Dan Cu) pada Ikan, Air, dan Sedimen di Waduk Cirata, Jawa Barat. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* 3(1): 69.
- Putri, M. R. A., & Purnamaningtyas, S. E. (2010). Distribusi Ikan di Waduk Ir. H. Djuanda. *Prosiding Seminar Nasional Ikan VI* 401(1): 407.
- Rahayu, Y., Juwana, I., & Marganingrum, D. (2018). Kajian Perhitungan Beban Pencemaran Air Sungai Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cikapundung dari Sektor Domestik. *Jurnal Rekayasa Hijau* 2(1): 61–71.
- Rizal, Muh. (2015). Kawasan Wisata Tepian Air Waduk Tunggu Pampang di Makassar. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Rizki, A., Yunasfi, & Muhtadi, A. (1971). Analisis Kualitas Air dan Beban Pencemaran Di Danau Pondok Lapan Kecamatan Salapian Kabupaten Langkat. *The journal of the Japan Prosthodontic Society* 15(2): 472–73.
- Sugianti, Y., & Astuti, L. P. (2018). Respon Oksigen Terlarut Terhadap Pencemaran dan Pengaruhnya Terhadap Keberadaan Sumber Daya Ikan di Sungai Citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 19(2): 203.
- Suyanto, A., Kusmiyati, S., & Retnaningsih, C. (2010). Residual Heavy Metals in Fish from Contaminated Water in North Coast of Central Java. *Jurnal Pangan dan Gizi* 1(2): 33–38.

Wanna, M., Yanto, S., & Kadirman, K. (2018). Analisis Kualitas Air dan Cemar Logam Berat Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb) pada Ikan di Kanal Daerah Hertasing Kota Makassar. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian* 3: 197.