

**KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DI SUNGAI  
TENGGANG, SEMARANG, JAWA TENGAH**

*Heavy Metal Concentration of Pb in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in the Tenggang River, Semarang, Central Java*

**Dana Yuli Agustina, Djoko Suprpto\*), Sigit Febrianto**

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Departemen Sumberdaya Akuatik  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/Fax. +6224 7474698  
Email : [danayuliagustina97@gmail.com](mailto:danayuliagustina97@gmail.com)

**ABSTRAK**

Timbal merupakan logam berat yang bersifat toksik dan biasanya bersumber dari industri cat, baterai dan percetakan. Sungai Tenggang berdekatan dengan Lingkungan Industri Kecil (LIK) dan pemukiman sehingga meningkatkan limbah ke dalam perairan termasuk logam berat. Hal tersebut menjadi alasan mengapa penelitian mengenai kandungan logam berat timbal pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Sungai tenggang, Semarang, Jawa Tengah ini dilaksanakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat timbal pada air dan ikan nila, mengetahui nilai biokonsentrasi faktor ikan nila serta mengetahui batas konsumsi mingguan daging ikan nila. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2019. Metode yang digunakan adalah metode deskriptif dengan pendekatan secara kuantitatif serta sampling menggunakan metode *purposive sampling*. Hasil perhitungan konsentrasi logam berat Pb dalam air rata-rata sebesar 0,155 mg/l. Konsentrasi logam berat Pb dalam daging ikan nila rata-rata 2,35 mg/kg. Hasil perhitungan *bioconcentration factor* (BCF) berkisar antara 12,03 – 17,17. Hasil perhitungan berat maksimal konsumsi ikan nila mingguan diperoleh rata-rata sebesar 0,63 kg/minggu. Berdasarkan hasil yang telah diperoleh dapat disimpulkan bahwa kadar konsentrasi logam berat timbal pada air dan ikan nila di Sungai Tenggang tergolong cukup tinggi serta sudah melebihi ambang batas baku mutu yang telah ditentukan. Angka BCF logam berat timbal pada ikan nila termasuk dalam kategori tingkat akumulatif rendah (BCF < 100).

**Kata kunci:** Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*); Logam Berat Timbal; Sungai Tenggang, Semarang, Jawa Tengah

**ABSTRACT**

*Plumbum is heavy metal that is toxic and source from paint industry, battery and printing. Tenggang river near with small industrial environment (LIK) and settlement so that increasing the waste entering to river including heavy metal waste. This is the reason for this research do. This study aims to determine the heavy metal Pb of water and Nile tilapia meat, bioconcentration factor of nile and knowing the limit of weekly consumption of nile tilapia meat (MTI). The study was conducted in April 2019. The method used was a descriptive method with the determination of sampling using purposive sampling. The result of heavy metal Pb concentration in water averaged by 0,155 mg/l. Concentration of heavy metal Pb in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) meat averaged by 2,35 mg/kg. The calculation result of bioconcentration factor (BCF) is range between 12,03 – 17,17. The maximum limit result of weekly fish consumption is averaged by 0,63 kg/minggu. Based on the results obtained it can be concluded that concentration of heavy metal Pb in water and nile tilapia tenggang river quite high and has reached above the permissible limit. BCF number of heavy metal in nile tilapia fall into the category of low accumulative levels (BCF < 100).*

**Keywords:** Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*); Heavy Metal Pb; Tenggang River, Semarang, Central java

\*) Penulis penanggungjawab

**1. PENDAHULUAN**

Sistem drainase Kali Tenggang merupakan bagian dari drainase wilayah timur Kota Semarang. Total daerah layanan drainase wilayah timur terbagi menjadi sistem Sungai Tenggang, Sungai Seringin dan Sungai Banjir Kanal Timur (BBWS Pemali-Juwana, 2018). Sungai Tenggang dimanfaatkan oleh manusia sebagai tempat pembuangan limbah baik dari kegiatan industri maupun limbah rumah tangga. Salah satu penyumbang Pb di sungai tersebut adalah dari industri percetakan dan industri cat yang terletak di kawasan Lingkungan Industri Kecil (LIK) yang berdekatan dengan sungai tersebut. Menurut Humairo dan Keman (2017), timbal sering ditemukan pada industri cat, industri perpipaan, industri pengelasan logam, industri baterai, industri keramik dan industri percetakan. Pada industri percetakan timbal yang sering digunakan yaitu timbal jenis inorganik yang berfungsi untuk melekatkan warna cetak dan memperkuat kualitas warna.

Salah satu biota yang dapat menjadi indikator pencemaran adalah Ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Ikan ini dapat digunakan sebagai bioindikator perairan karena mempunyai beberapa keunggulan yakni memiliki toleransi luas terhadap kualitas lingkungan, memiliki kemampuan tumbuh yang baik dan memiliki resistensi kualitas air dan penyakit (Oktapiandi *et al.*, 2019). Ikan Nila adalah salah satu biota yang terdapat di Sungai Tenggang, Semarang. Dengan pemaparan diatas, maka penelitian mengenai kandungan logam berat timbal (Pb) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Sungai Tenggang dilakukan. Sehingga dapat dilakukan pula analisa mengenai nilai biokonsentrasi faktor pada ikan dan nilai batas maksimum konsumsi ikan oleh manusia. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi logam berat timbal (Pb) pada air dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*), nilai *bioconcentration factor* (BCF) dan nilai *Maximum Tolerable Intake* (MTI) di sungai tersebut.

## 2. MATERI DAN METODE

### Materi

Alat yang digunakan untuk sampling lapangan adalah jaring angkat untuk menangkap ikan nila, botol sampel sebagai wadah sampel, kertas label, alat tulis dan kamera digital. Alat yang digunakan pada saat pengukuran kualitas air yaitu: termometer air raksa untuk mengukur suhu air, pH universal untuk mengukur pH. Alat yang digunakan dalam analisis di laboratorium yakni *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) untuk mengukur kandungan logam berat, erlenmeyer, pipet serologis, bola hisap, gelas ukur, pipet tetes, corong, kertas saring, timbangan analitik, botol gelap, corong, labu ukur dan satu set buret.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut air sampel sungai tenggang, sampel ikan nila (*Oreochromis niloticus*), asam klorida (HCl), asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ), larutan iodida ( $\text{I}_2$ ), mangan sulfat ( $\text{MnSO}_4$ ), asam sulfat pekat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat), tiosulfat ( $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ) dan amilum ( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ ) □.

### Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Menurut Lufiana *et al.*, (2016), metode survei merupakan metode penyelidikan yang diadakan untuk memperoleh fakta dari gejala yang ada dan mencari keterangan secara faktual. Metode survei dapat memberikan evaluasi serta perbandingan terhadap hal serupa dan hasilnya dapat digunakan sebagai pembuatan rencana dan pengambilan keputusan di masa yang akan datang

### Metode Sampling

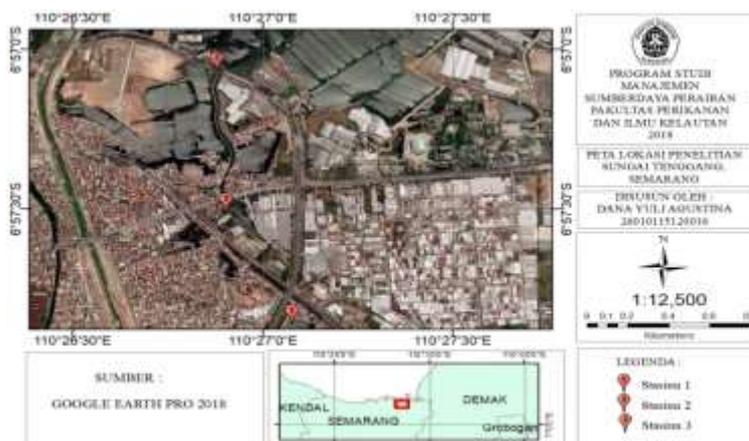
Metode sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *purposive sampling*. Menurut Sugiyono (2008) dalam Mukhsin *et al.*, (2017), metode *purposive sampling* merupakan teknik pengambilan sampel dengan menentukan kriteria-kriteria tertentu.

### Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel air dilakukan dengan menggunakan botol sampel masing-masing 600 ml untuk sampel analisis logam berat. Sampel air diambil pada bagian permukaan perairan kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel. Pengambilan sampel ini dilakukan pada tiga stasiun penelitian. Setelah itu botol sampel diberikan label dan disimpan dalam *cool box*.

### Pengambilan Sampel Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Ikan nila diambil menggunakan jaring anco dari masing-masing stasiun dengan bantuan nelayan setempat. Ikan nila diambil dari perairan sebanyak 5 ekor ikan pada masing-masing stasiun penelitian. Pengambilan sampel ikan tersebut dilakukan secara acak dan tidak memperdulikan umur ikan. Setelah itu, ikan tersebut diambil dagingnya kemudian diblender. Setelah daging ikan sudah halus maka daging dimasukkan ke dalam plastik yang telah diberi label kemudian disimpan ke dalam *cool box*. Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Sungai Tenggang, Semarang, Jawa Tengah.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Sungai Tenggang, Semarang, Jawa Tengah

## Analisis Data

### Analisis Konsentrasi Logam Berat

Konsentrasi logam berat yang telah diperoleh kemudian dilakukan analisis data secara inferensi yaitu membandingkan kandungan logam dalam air dan daging ikan nila dengan baku mutu kandungan logam berat dalam air menurut PP RI No. 82 Tahun 2001, tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Adapun baku mutu kandungan logam berat pada ikan nila dibandingkan dengan SNI 7387:2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan. Hasil konsentrasi logam berat timbal pada air dan ikan nila yang telah diperoleh kemudian dihitung angka *bioconcentration factor* (BCF) dan batas maksimum konsumsi ikan.

### Biokonsentrasi Faktor (BCF)

Menurut Emilia (2015), cara mengetahui mekanisme akumulasi logam berat dalam organisme perairan dengan cara melakukan perhitungan nilai *bioconcentration factor* (BCF) atau faktor biokonsentrasi yakni konsentrasi logam berat yang ada di dalam organisme dibagi dengan konsentrasi logam berat dalam medium organisme tersebut. Menurut Hidayah *et al.*, (2014), untuk mengetahui faktor biokonsentrasi dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$BCF = \frac{C_{org}}{C}$$

Dimana:

C org = Konsentrasi Logam Berat dalam Organisme (mg/kg atau ppm)

C = Konsentrasi Logam Berat dalam Air (ppm)

Berdasarkan kategori nilai BCF sifat pencemar dibagi ke dalam 3 urutan yakni sebagai berikut:

BCF > 1.000 = sangat akumulatif

BCF 100 – 1.000 = akumulatif sedang

BCF < 100 = akumulatif rendah

### Maximum Tolerable Intake (MTI)

Menurut Mirawati *et al.*, (2016), untuk mengetahui nilai MTI (*Maximum Tolerable Intake*), terlebih dahulu harus mencari nilai MWI (*Maximum Weekly Intake*). Untuk mencari kedua nilai tersebut dapat dilihat pada rumus dibawah ini:

$$MWI (g) = \text{Berat Badan}^1 \times PTWI^2$$

Keterangan:

<sup>1</sup> Berat Badan = Untuk asumsi berat badan 60 kg

<sup>2</sup> PTWI = Angka toleransi batas maksimum per minggu untuk Pb = 25 µg/kg (FAO/WHO)

Setelah mengetahui nilai MWI serta mengetahui kadar logam berat pada organisme uji, maka dapat dihitung berat maksimal dalam mengkonsumsi ikan setiap minggunya. Nilai *Maximum Tolerable Intake* (MTI) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$MTI = \frac{MWI}{Ct}$$

Keterangan:

MWI = *Maximum Weekly Intake* (g untuk orang dengan berat badan 60 kg per minggu)

Ct = Konsentrasi logam berat yang ditemukan dalam daging ikan (g/kg)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

#### Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dalam pengambilan sampel air dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) terletak di Sungai Tenggang, Kota Semarang, Jawa Tengah, yang terletak di dekat Lingkungan Industri Kecil (LIK), serta di sepanjang sungai tersebut terdapat pemukiman warga.

Sampel air dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) diambil pada tiga stasiun. Stasiun 1 adalah bagian hulu sungai yang mendapatkan sumber air selain dari air hujan juga dari polder yang terdapat di dekat hulu sungai tenggang tersebut. Secara geografis, stasiun 1 terletak pada titik koordinat S 6°57'49.8" dan E 110°27'04.6". Stasiun 2 berada di dekat Lingkungan Industri Kecil (LIK) serta dekat dengan pemukiman warga. Secara geografis, stasiun 2 terletak pada S 6°57'28.5" dan E 110°26'53.8". Stasiun 3 berada di dekat muara serta masih agak dekat dengan pemukiman warga. Secara geografis, stasiun 3 terletak pada titik koordinat S 6°57'04.5" dan E 110°26'53.7".

Di lokasi sampling terdapat banyak sampah yang berserakan dan hanyut di sepanjang sungai dan keadaan perairan bila dilihat secara langsung berwarna hitam serta sedimen lumayan tinggi dan berbau baik perairan maupun sedimennya. Pada saat sampling pertama dan kedua dalam kondisi cerah. Namun pada saat sampling kedua terjadi pendangkalan perairan karena mendekati musim panas.

### Variabel Kualitas Perairan di Lokasi Penelitian

Variabel lingkungan dapat memberikan pengaruh yang cukup besar, baik terhadap kandungan konsentrasi logam berat di perairan maupun terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang menjadi objek penelitian pada setiap stasiun penelitian. Variabel lingkungan yang diukur pada penelitian kandungan biokonsentrasi logam berat timbal (Pb) pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) ini yaitu suhu, pH dan oksigen terlarut.

Hasil perhitungan variabel lingkungan stasiun 1 tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Lingkungan pada Stasiun I di Sungai Tenggang, Semarang

Variabel Lingkungan	Stasiun I		
	10/04/2019	24/04/2019	Rata-rata
Suhu Air (°C)	31	30	30,5
pH	7	7	7
DO (mg/l)	0,343	0,686	0,514

Hasil perhitungan variabel lingkungan stasiun 2 tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Variabel Lingkungan pada Stasiun II di Sungai Tenggang, Semarang

Variabel Lingkungan	Stasiun II		
	10/04/2019	24/04/2019	Rata-rata
Suhu Air (°C)	30	30	30
pH	7	7	7
DO (mg/l)	0,457	2,057	1,25

Hasil perhitungan variabel lingkungan stasiun 3 tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Variabel Lingkungan pada Stasiun III di Sungai Tenggang, Semarang

Variabel Lingkungan	Stasiun III		
	10/04/2019	24/04/2019	Rata-rata
Suhu Air (°C)	30	30	30
pH	7	7	7
DO (mg/l)	1,2571	0,343	0,80

### Konsentrasi Logam Berat Pb dalam Air

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi logam berat timbal dalam air terlihat bahwa rata-rata pada stasiun 1 lebih tinggi daripada stasiun 2 dan 3 yakni sebesar 0,247 mg/l. Hal tersebut diduga dipengaruhi oleh kolam retensi di dekat stasiun 1 yang menampung baik air hujan, air limpasan jalan, limbah-limbah rumah tangga serta ada beberapa bengkel di sepanjang aliran menuju kolam retensi tersebut. Hasil perhitungan konsentrasi logam berat timbal dalam air di Sungai Tenggang tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Konsentrasi Logam Berat Timbal dalam Air di Sungai Tenggang, Semarang

Tanggal	Konsentrasi Logam Berat Timbal dalam Air (mg/l)			Peraturan Pemerintah RI. No. 82 Tahun 2001*
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	
10 April 2019	0,238	0,13	0,098	0,03 mg/l
24 April 2019	0,256	0,021	0,187	0,03 mg/l
Rataan	0,247	0,0755	0,1425	

Keterangan: \*Baku Mutu Logam Berat (mg/l) pada Air Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI. No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

### Konsentrasi Logam Berat Pb dalam Daging Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Berdasarkan hasil analisis kandungan logam berat timbal pada daging ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Sungai Tenggang, Semarang diperoleh kandungan logam berat timbal tertinggi pada sampel ikan nila (*Oreochromis niloticus*) adalah di stasiun 1 yakni rata-rata sebesar 4,242 mg/kg. Hal ini diduga disebabkan oleh kolam retensi yang menampung dari berbagai sumber seperti air limpasan jalan, air hujan, banjir, limbah rumah tangga serta terdapat beberapa bengkel yang menuju aliran kolam retensi tersebut. Sedangkan pada stasiun 2 dan 3 lebih rendah dengan rata-rata berkisar antara 1,106 – 1,7155 mg/kg. Hal ini disebabkan oleh sifat ikan yang *mobile* (berpindah-pindah) serta pola pergerakan arus yang mempengaruhi penyebaran serta pengenceran perairan tersebut. Hasil konsentrasi logam berat timbal pada daging ikan nila (*Oreochromis niloticus*) tersaji pada Tabel 5.

### Faktor Biokonsentrasi Logam Berat Pb pada Daging Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Berdasarkan perhitungan faktor biokonsentrasi logam berat timbal pada daging ikan nila (*Oreochromis niloticus*) diperoleh angka BCF dengan kisaran antara 12,03 – 17,17. Hasil tersebut menunjukkan BCF < 100 atau bersifat akumulatif rendah. Angka BCF logam berat timbal pada daging ikan nila tersaji pada Tabel 6.

Tabel 5. Konsentrasi Logam Berat Timbal dalam Daging Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Sungai Tenggang, Semarang

Tanggal	Konsentrasi Logam Berat Timbal dalam Daging Ikan (mg/kg)			SNI 7387:2009*
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	
10 April 2019	0,605	0,801	0,914	0,3 mg/kg
24 April 2019	7,879	1,411	2,517	0,3 mg/kg
Rataan	4,242	1,106	1,7155	

Keterangan: \*Baku Mutu Logam Berat (mg/kg) tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan

Tabel 6. Angka BCF Logam Berat Timbal pada Daging Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Stasiun	Konsentrasi Timbal pada Air (mg/l)	Konsentrasi Timbal pada Daging Ikan Nila (mg/kg)	Angka BCF
1	0,247	4,242	17,17
2	0,0755	1,106	14,64
3	0,1425	1,7155	12,03

### Nilai MTI (*Maximum Tolerable Intake*)

MTI adalah berat maksimal dalam mengkonsumsi makanan yang terkontaminasi oleh logam berat setiap minggunya, atau dalam hal ini adalah ikan nila yang merupakan biota penelitian. MTI juga merupakan salah satu mekanisme untuk meminimalisasi efek logam berat terhadap kesehatan manusia. Dari sampel ikan nila yang telah didapat dari ketiga stasiun, kemudian diperoleh data berat maksimal mengkonsumsi ikan nila setiap minggunya atau MTI. Berdasarkan perhitungan diatas, konsentrasi logam berat timbal dalam daging ikan nila berkisar antara 1,106 – 4,242 mg/kg dengan rata-rata sebesar 2,3545 mg/kg. Dari perhitungan MTI (*Maximum Tolerable Intake*) tersebut, dapat diketahui bahwa seseorang memiliki batas konsumsi mingguan yang mampu ditoleransi oleh tubuh sebesar rata-rata 0,63 kg. Hasil perhitungan nilai MTI tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7. Berat Maksimal dalam Mengkonsumsi Daging Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Sungai Tenggang, Semarang

Logam Berat	Stasiun	Konsentrasi Logam Berat dalam Ikan Nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) (mg/kg)	MWI* (mg)	MTI** (kg)
Timbal (Pb)	1	4,242	1,5	0,35
	2	1,106	1,5	1,35
	3	1,7155	1,5	0,87
Rata-rata		2,3545	1,5	0,63

Keterangan:

\*MWI (*Maximum Weekly Intake*) sesuai dengan ketentuan dari WHO untuk MWI Pb = 1,5

\*\*MTI (*Maximum Tolerable Intake*) = MWI dibagi konsentrasi logam berat dalam daging ikan nila (*Oreochromis niloticus*)

### Pembahasan

#### Kandungan Pb dalam Air Sungai Tenggang, Semarang

Konsentrasi logam berat timbal (Pb) dalam air di Sungai Tenggang hampir keseluruhan melebihi baku mutu yang telah ditentukan oleh PP RI No 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air yakni 0,03 mg/l. Kandungan logam berat timbal dalam air pada stasiun 1 rata-rata sebesar 0,247 mg/l; pada stasiun 2 rata-rata sebesar 0,0755 mg/l dan pada stasiun 3 rata-rata sebesar 0,1452 mg/l. Hanya ada satu stasiun penelitian yang kurang dari baku mutu tersebut yakni pada stasiun 2 pengukuran tanggal 24 april 2019 sebesar 0,021 mg/l. Tingginya konsentrasi logam berat tersebut diduga karena masukan dari limbah industri, air limpasan jalan serta buangan dari limbah bengkel.

Karakteristik dari ketiga stasiun penelitian di Sungai Tenggang antara lain yakni pada stasiun 1 terletak didekat kolam retensi, kolam tersebut selain menampung air hujan juga menampung air limpasan jalan, limbah rumah tangga serta buangan limbah dari bengkel; dekat dengan pemukiman; air berwarna hitam jika dilihat di sungai tersebut, dan terdapat beberapa ikan mati pada sampling kedua. Stasiun 2 memiliki karakteristik yakni dekat dengan Lingkungan Industri Kecil (LIK), dimana LIK terdiri dari banyak industri serta dari berbagai macam industri, mulai dari industri percetakan, cat, industri kayu, industri beton dan lain sebagainya. yang membuang limbahnya ke sungai tersebut; dekat dengan pemukiman; air berwarna hitam; bau sangat menyengat; serta dekat dengan jalan raya. Stasiun 3 memiliki karakteristik yakni hampir mendekati muara; dekat dengan pemukiman; air berwarna hitam; lumayan banyak sampah; bau menyengat; dan dekat dengan jalan raya.

Menurut Gawad (2018), hasil penelitian di Danau Manzala, Egypt menunjukkan bahwa sedimen mengakumulasi logam berat dan polutan lebih tinggi daripada air, sehingga terdapat pengungkapan bahwa sedimen bertindak sebagai penyimpan untuk semua polutan. Menurut Yi *et al.*, 2012, hasil penelitian di Sungai Bijiang, Tiongkok menunjukkan kandungan Zn dan Pb dalam air sungai dapat sangat dipengaruhi oleh Zn dan Pb yang

dilepaskan dari sedimen. Menurut analisis sampel lumpur yang telah dilakukan, lebih banyak logam Pb yang dapat dilepaskan dari sedimen untuk meningkatkan kandungannya dalam air dibandingkan dengan As dan Zn. Namun pada pH tertinggi hasil penelitian tersebut yakni sebesar 8,01 yang dapat menghambat pelepasan logam berat terbatas dari sedimen dan menghasilkan nilai Zn dan Pb yang rendah dalam air.

Hasil penelitian di Sungai Karnaphuli, Bangladesh membuktikan bahwa ketika ketinggian air sungai meningkat karena curah hujan yang tinggi menunjukkan konsentrasi logam berat dalam air dan sedimen lebih rendah daripada ketika tidak ada curah hujan dan ketinggian air sungai menurun. Rendahnya konsentrasi logam berat ini disebabkan oleh efek pengenceran oleh air hujan (Ali *et al.*, 2016).

Berdasarkan pengukuran variabel lingkungan di Sungai Tenggang, Semarang (Tabel 2 – 4), menunjukkan bahwa kondisi suhu perairan sungai tenggang rata-rata masih termasuk optimal untuk pertumbuhan ikan dengan rata-rata hasil perhitungan suhu perairan adalah 30°C. Hal ini diperkuat oleh Wahyuni dan Zakaria (2018), suhu optimal untuk pertumbuhan ikan berkisar antara 20 – 30°C. Menurut Wulandari (2009), suhu yang lebih tinggi akan meningkatkan pembentukan ion logam berat dan meningkatkan proses pengendapan pada sedimen sehingga konsentrasi logam berat lebih rendah di dalam perairan. Walaupun pada hasil pengujian logam berat timbal pada air rata-rata sudah melebihi baku mutu, namun masih tergolong konsentrasi yang rendah.

Hasil pengukuran oksigen terlarut dalam perairan tergolong rendah yakni berkisar antara 0,343 – 2,057 mg/l. Menurut Sastrawijaya (2009), untuk mempertahankan hidupnya, makhluk hidup bergantung pada oksigen terlarut ini, oleh karena itu oksigen terlarut dalam digunakan untuk menentukan kualitas mutu air. Kehidupan di air dapat bertahan pada kondisi oksigen terlarut minimal 5 mg oksigen setiap liter air (5 ppm). Namun selebihnya tergantung pada ketahanan makhluk hidup tersebut. Menurut Fujastuti *et al.*, (2013), kadar oksigen mempengaruhi keberadaan logam berat. Di daerah yang kekurangan oksigen, daya larut logam menjadi lebih rendah sehingga konsentrasi logam berat akan berkurang. Dapat dilihat bahwa pada stasiun 1 pengujian DO pada tanggal 24 april menunjukkan hasil yang cukup rendah, namun pada stasiun dan waktu yang sama pula kandungan logam berat pada ikan lebih tinggi diduga dapat disebabkan ketika oksigen rendah kelarutan logam berkurang maka logam akan mengendap, sehingga kandungan logam pada sedimen meningkat yang mungkin mempengaruhi tingginya kandungan logam berat pada ikan tersebut.

Hasil pengukuran pH didapatkan rata-rata pH 7 (netral) dan masih tergolong pH optimum untuk biota perairan. Menurut Wahyuni dan Zakaria (2018), nilai pH yang baik untuk kehidupan organisme di perairan berkisar antara 6 – 9. Kondisi pH yang terlalu rendah dapat mematikan keberadaan organisme serta meningkatkan kelarutan logam berat di perairan. Menurut Sembel (2015), kebanyakan racun berfungsi dalam kondisi pH normal yakni pH 6 – 7,5. Berdasarkan hasil yang telah didapatkan seperti pada stasiun 1 pengukuran tanggal 24 april ditemui banyak ikan yang mati, hal ini diduga karena pH normal sehingga racun berfungsi dalam kondisi normal serta karena rendahnya nilai oksigen terlarut pada stasiun tersebut.

### **Kandungan Pb dalam Daging Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Sungai Tenggang, Semarang**

Berdasarkan sampling yang telah dilakukan di Sungai Tenggang, keberadaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) termasuk masih cukup melimpah. Hal tersebut dinyatakan oleh beberapa orang yang masih menangkap ikan di perairan tersebut. Selain ikan nila, biasanya juga terdapat ikan mujair dan ikan bandeng.

Perhitungan MWI (*Maximum Weekly Intake*) digunakan untuk mengetahui batas maksimum konsentrasi dari bahan pangan yang terkontaminasi logam berat per minggu. Menggunakan angka ambang batas yang diterbitkan oleh WHO (*World Health Organization*) dan JEFCA (*Joint Expert Commite on Food Additives*). Dimana setelah melakukan perhitungan nilai MWI serta mengetahui konsentrasi logam berat pada biota uji, maka dapat dihitung nilai MTI (*Maximum Tolerable Intake*) atau berat maksimal dalam mengkonsumsi ikan setiap minggunya (Mirawati *et al.*, 2016).

Kandungan konsentrasi logam berat timbal dalam daging ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Sungai Tenggang yakni berkisar antara 0,801 – 7,586 mg/kg atau dapat disimpulkan bahwa keseluruhan sudah melebihi batas maksimum cemaran logam dalam pangan oleh SNI 7387:2009 yakni 0,3 mg/kg. Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh terakumulasinya timbal dalam tubuh ikan nila (*Oreochromis niloticus*) secara terus menerus sehingga terjadi peningkatan konsentrasi logam berat timbal.

Menurut Baharom dan Ishak (2015), hasil penelitian di Sungai Galas dan Kolam Penambangan yang tidak digunakan di Selangor, Beranang menyatakan bahwa konsentrasi rata-rata logam berat dalam jaringan berbeda-beda antar spesies walaupun berasal dari daerah yang sama. *Oreochromis sp* memiliki kapasitas yang lebih besar untuk bioakumulasi logam Pb dan Cd.

Menurut Sarah *et al.*, (2019), konsentrasi logam berat di berbagai jaringan atau organ ikan secara langsung dipengaruhi oleh kontaminasi di lingkungan perairannya, pengambilannya, dan eliminasi di dalam tubuh ikan. Ikan juga memiliki kemampuan untuk mengkonsentrasikan logam dalam otot mereka.

Menurut Sarkar *et al.*, (2016), hasil penelitian di Sungai Rupsha, Bangladesh menunjukkan bahwa kulit udang mengandung konsentrasi Pb yang lebih tinggi daripada di jaringan udang. Sedangkan kandungan Pb dalam air relatif rendah. Menurut Ullah *et al.*, (2017), hasil penelitian di Bangladesh menunjukkan bahwa kadar logam berat Pb pada ikan diperoleh hasil antara 0,083 – 2,354 mg/kg. Konsentrasi timbal minimum sebesar 0,358 mg/kg ditemukan pada ikan *Cyprinus carpio* dan maksimum sebesar 0,977 mg/kg pada ikan *Pangasius*. Kontaminasi Pb ini kemungkinan disebabkan oleh buangan dari industri baterai.

Menurut El-Moshelhy *et al.*, (2014), hasil penelitian di Laut Merah menunjukkan bahwa semua ikan penelitian mengandung konsentrasi logam terendah dalam otot, sementara hampir semua menunjukkan konsentrasi tertinggi Cu,

Zn, Fe di hati serta kandungan tertinggi logam berat Pb dan Mn pada insang. Menurut Azaman *et al.*, (2015), konsentrasi logam berat dalam otot ikan akan selalu rendah jika dibandingkan dengan jaringan ikan yang lain. Hal ini dikarenakan karena aktivitas metaboliknya yang rendah. Menurut Edward *et al.*, (2013), hasil penelitian di Sungai Odo-Ayo Nigeria, insang ikan yang diperiksa memiliki konsentrasi tertinggi dari semua logam, sementara otot tercatat sebagai konsentrasi terendah. Pengaruh konsentrasi total logam pada insang adalah bahwa logam dapat diadsorpsi ke permukaan insang sebagai titik kontak pertama untuk polutan dalam air. Konsentrasi logam ditemukan secara umum lebih rendah pada jaringan otot ikan daripada di insang, ginjal dan hati. Ini sangat penting karena otot menyumbang massa terbesar daging yang dikonsumsi sebagai makanan untuk manusia dan hewan lainnya. Selain itu, toksisitas timbal yang relatif pada lokasi penelitian ini mungkin disebabkan oleh kontaminasi sungai dari kegiatan cuci mobil dan bengkel mobil yang terletak di area tersebut.

Menurut Palar (2008), walaupun tubuh hanya menyerap sedikit logam timbal, namun logam ini ternyata sangat berbahaya. Karena senyawa timbal ini bisa menyebabkan efek racun terhadap banyak fungsi organ tubuh. Setiap organ yang diserang logam ini, akan memperlihatkan efek yang berbeda-beda pula. Menurut Edward *et al.*, (2013), Pb dan Cd adalah elemen beracun yang tidak memiliki fungsi signifikan dan menunjukkan efek karsinogenik pada biota air dan manusia bahkan pada paparan rendah. Paparan timbal diketahui dapat menyebabkan efek muskuloskeletal, ginjal, neurologis, imunologis, reproduksi dan perkembangan.

Logam berat timbal merupakan logam yang tidak dibutuhkan oleh tubuh atau termasuk ke dalam logam non esensial. Angka faktor biokonsentrasi (BCF) logam berat timbal pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Sungai Tenggang, Semarang berkisar antara 12,03 – 17,17. Berdasarkan perhitungan BCF pada daging ikan nila (*Oreochromis niloticus*), hasil tersebut masih dalam kategori tingkat akumulatif rendah.

Menurut Cahyani *et al.*, (2016), pengklasifikasian hasil perhitungan BCF dalam kategori tingkat akumulasi antara lain: sifat akumulatif rendah ( $BCF < 100$ ); sifat akumulasi sedang ( $100 < BCF \leq 1000$ ); dan sifat akumulatif tinggi ( $BCF > 1000$ ). Menurut Yulaipi dan Aunurohim (2013), tingkat akumulasi bahan toksik dipengaruhi oleh keberhasilan tubuh dalam proses detoksifikasi dan ekskresi sehingga pengaruh toksik logam berat masih dapat ditoleransi oleh tubuh ikan. Adapun zat *xenobiotik* dalam tubuh ikan yang dapat merangsang ikan untuk melakukan perlawanan secara fisiologis agar dapat meminimalisir dampak racun yang ditimbulkan. Walaupun begitu, ada juga ikan yang tidak bisa beradaptasi dengan lingkungan yang terpapar logam timbal maka ikan tersebut bisa mengalami kematian.

Berdasarkan perhitungan (Tabel 8), kadar unsur timbal dalam sampel ikan nila (*Oreochromis niloticus*), angka MTI (*Maximum Tolerable Intake*) atau angka kadar maksimal yang masih mampu ditoleransi oleh tubuh per mingguannya rata-rata sebesar 0,63 kg. Jadi manusia masih dapat mengkonsumsi ikan ini dalam batasan angka MTI tersebut.

Menurut Sastrawijaya (2009), timbal mempengaruhi sistem pusat saraf. Ciri-ciri keracunan timbal antara lain adalah pusing, sakit kepala, suka tidur, hilang selera, lemah dan keguguran. Bahaya paling besar yakni terhadap sel darah merah. Timbal dapat mengubah ukuran dan bentuk sel darah merah ini. Kecurangan timbal yang akut adalah pingsan dan mati. Timbal merupakan racun yang bersifat kumulatif.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah konsentrasi Pb pada air rata-rata berkisar antara 0,0755 - 0,1425 mg/l sehingga tergolong cukup tinggi dan sudah melebihi ambang batas baku mutu yang telah ditetapkan Peraturan Pemerintah RI No. 82 Tahun 2001, tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yaitu 0,03 mg/l. Sedangkan konsentrasi Pb pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) rata-rata berkisar antara 1,106 - 4,242 mg/kg sehingga tergolong cukup tinggi dan sudah melebihi baku mutu yang ditetapkan SNI 7387:2009 tentang Batas Maksimum Cemar Logam Berat dalam Pangan yakni 0,3 mg/kg. Hasil *bioconcentration factor* (BCF) logam berat timbal pada ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) rata-rata berkisar antara 12,03 - 17,17 termasuk dalam kategori akumulatif rendah ( $BCF < 100$ ). Hasil nilai MTI (*Maximum Tolerable Intake*), manusia masih dapat mengkonsumsi serta mentoleransi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada Sungai Tenggang, Semarang tidak melebihi 0,63 kg per mingguannya.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Dr. Bambang Sulardiono, M.Si dan Ir. Siti Rudiyantri, M.Si yang telah memberikan saran dan kritik yang sangat bermanfaat bagi penulis. Kepada semua pihak yang telah membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan artikel ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M.M., M.L. Ali., Md. S. Islam dan Md. Z. Rahman. 2016. *Preliminary Assessment of Heavy Metals in Water and Sediment of Karnaphuli River, Bangladesh. Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management* : 27 – 35.
- Alpharesy, M.A., Z. Anna dan A. Yustiati. 2012. Analisis Pendapatan dan Pola Pengeluaran Rumah Tangga Nelayan Buruh di Wilayah Pesisir Kampak Kabupaten Bangka Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3 (1) : 11 – 16.
- Azaman, F., H. Juahir., K. Yunus., A. Azid., M.K.A. Kamarudin., M.E Toriman., A.D. Mustafa., M.A, Amran., C.N.C. Hasnam dan A.S.M. Saudi. 2015. *Heavy Metal in Fish: Analysis and Human Health-A Review*. *Jurnal Teknologi*. 7 (1) : 61 – 69.

- Baharom, Z.S. dan M.Y. Ishak. 2015. *Determination of Heavy Metal Accumulation in Fish Species in Galas River, Kelantan and Beranang Mining Pool, Selangor. Procedia Environmental Sciences* : 320 – 325.
- BBWS Pemali-Juwana. 2018. Laporan Akhir Kajian Sub Sistem.
- Cahyani, N., D.T.F.L. Batu dan Sulistiono. 2016. Kandungan Logam Berat Pb, Hg, Cd dan Cu pada Daging Ikan Rejung (*Sillago sihama*) di Estuari Sungai Donan, Cilacap, Jawa Tengah. *JPHPI*. 19 (3) : 267 – 276.
- Edward, J.B., Idowu, E.O., Oso, J.A. dan Ibidapo, O.R. 2013. *Determination of Heavy Metal Concentration in Fish Samples, Sediment and Water from Odo-Ayo River in Ado-Ekiti, Ekiti-State, Nigeria. International Journal of Environmental Monitoring and Analysis*. 1 (10) : 27 – 33.
- El-Moselhy, Kh.M., A.I. Othman., H.Abd. El-Azem dan M.E.A. El-Metwally. 2014. *Bioaccumulation of Heavy Metals in Some Tissues of Fish in the Red Sea, Egypt. Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences* : 97 – 105.
- Emilia, I. 2015. Biokonsentrasi Logam Kadmium (Cd) dalam Jaringan Remis (*Corbicula sp.*) terhadap Lingkungan Abiotik (Air dan Sedimen) di Perairan Sungai Musi Kota Palembang. *Sainmatika*. 12 (1) : 25 – 31.
- Fujiastuti, I. Said dan J. Sakung. 2013. Akumulasi Logam Timbal (Pb) dan Logam Tembaga (Cu) dalam Udang Rebon (*Mysis sp*) di Muara Sungai Palu. *J.Akad.Kim*. 2 (3) : 128 – 133.
- Gawad. 2018. *Concentration of Heavy Metals in Water, Sediment and Mollusk Gastropod, Lanistes caranatus from Lake Manzala, Egypt. Egyptian Journal of Aquatic Research* : 77 – 82.
- Hidayah, A.M., Purwanto dan T.R. Soeprobawati. 2014. Biokonsentrasi Faktor Logam Berat Pb, Cd, Ce dan Cu pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Linn.) di Karamba Danau Rawa Pening. *Bioma*. 16 (1) : 1 – 9.
- Humairo, M.V dan S. Keman. 2017. Kadar Timbal Darah dan Keluhan Sistem Syaraf Pusat pada Pekerja Percetakan Unipress Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 9 (1) : 48 – 56.
- Lufiana, T., Haeruddin dan C. Ain. 2016. Analisis Beban Pencemaran dan Indeks Kualitas Air Sungai Silandak dan Sungai Siangker, Semarang. *Diponegoro Journal of Maquares*. 5 (3) : 127 – 134.
- Mirawati, F., E. Supriyantini dan R.A.T. Nuraini. 2016. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Air, Sedimen dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Trimulyo dan Mangunharjo Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*. 5 (2) : 121 – 126.
- Mukhsin, R., P. Mappigau dan A.N. Tenriawaru. 2017. Pengaruh Orientasi Kewirausahaan Terhadap Daya Tahan Hidup Usaha Mikro Kecil dan Menengah Kelompok Pengolahan Hasil Perikanan di Kota Makasar. *Jurnal Analisis*. 6 (2) : 188 – 193.
- Oktapiandi, J. Sutrisno dan Sunarto. 2019. Analisis Pertumbuhan Ikan Nila yang Dibudidaya pada Air Musta'mal. *Bioeksperimen*. 5 (1) : 16 – 20.
- Palar, H. 2008. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta, Jakarta.
- PP RI NO. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Sarah, R., B. Tabassum., N. Idrees., A. Hashem dan E.F. Abd\_Allah. 2019. *Bioaccumulation of Heavy Metals in Channa punctatus (Bloch) in River Ramganga (U.P.), India. Saudi Journal of Biological Sciences*.
- Sarkar, T., M.M. Alam., N. Parvin., Z. Fardous, A.Z. Chowdhury., S. Hossain., M.E. Haque dan N. Biswas. 2016. Assessment of Heavy Metals Contamination and Human Health Risk in Shrimp Collected from Different Farms and Rivers at Khulna-Satkhira Region, Bangladesh. *Toxicology Report* : 346 – 350.
- Sastrawijaya, A.T. 2009. Pencemaran Lingkungan. PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Sembel, D.T. 2015. Toksikologi Lingkungan. Ed. 1, CV. Andi Offset, Yogyakarta, 344 hlm.
- SNI 7387: 2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan.
- Ullah, A.K.M.A., M.A. Maksud., S.R. Khan., L.N., dan S.B. Quraishi. 2017. *Dietary Intake of Heavy Metals from Eight Highly Consumed Species of Cultured Fish and Possible Human Health Risk Implications in Bangladesh. Toxicology Reports* : 574 – 579.
- Wahyuni, T.W dan A. Zakaria. 2018. Keanekaragaman Ikan di Sungai Luk Ulo Kabupaten Kebumen. *Biosfera*. 35 (1) : 23 – 28.
- Warman, I. 2015. Uji Kualitas Air Muara Sungai Lais untuk Perikanan di Bengkulu Utara. *Jurnal Agroqua*. 13 (2) : 24 – 33.
- Wulandari, S.Y., B. Yulianto., G.W. Santosa dan K. Suwartimah. 2009. Kandungan Logam Berat Hg dan Cd dalam Air, Sedimen dan Kerang Darah (*Anadara granossa*) dengan Menggunakan Metode Analisis Pengaktifan Neutron (APN). *Ilmu Kelautan*. 14 (3) : 170 – 175.
- Yi, Q., X.D. Dou., Q.R. Huang dan X.Q. Zhao. 2012. *Pollution Characteristics of Pb, Zn, As, Cd in the Bijiang River. Procedia Environmental Sciences* : 43 – 52.
- Yulaipi, S. dan Anurohim. 2013. Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Hubungannya dengan Laju Pertumbuhan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 2 (2) : 166 – 170.