BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Tahap Pengujian Awal

Berdasarkan data pelaporan Badan Lingkungan Hidup Yogyakarta (2017) mengenai Laporan Kualitas Air Sungai Code Tahun 2017, diketahui bahwa kandungan Timbal (Pb) di 3 titik sampling selama 1 tahun nilainya bervariasi mulai dari 0,01 mg/L hingga 0,07 mg/L dan kandungan logam Cr selama 1 tahun dengan titik sampling yang sama juga bervariasi mulai dari 0,001 mg/L hingga 0,03 mg/L. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air konsentrasi Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) yang berada di perairan untuk Kelas III tidak boleh melebihi 0,03 mg/L dan 0,05 mg/L. Jika dibandingkan dengan peraturan tersebut maka konsentrasi Pb di salah beberapa titik sampling di Sungai Code memiliki kadar Pb yang melebihi baku mutu dengan rentang konsentrasi 0,04 sampai 0,07 mg/L. Sedangkan konsentrasi Cr masih berada di bawah bawa baku mutu. Merujuk dari laporan kualitas air Sungai Code pada tahun 2017 tersebut dapat dilihat bahwa air di Sungai Code mengandung pencemar logam Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) sehingga adanya kemungkinan ikan yang hidup di Sungai Code menyerap dan mengakumulasi logam Pb dan Cr tersebut.

Untuk mengetahui bioakumulasi logam berat oleh ikan yang hidup di Sungai Code maka dilakukan tahap pengujian awal *(preliminary test)* sebagai referensi untuk penelitian ini. Pengujian dilakukan menggunakan 1 ekor ikan mas *(Cyprinus carpio)* dengan umur ± 5 bulan yang diperoleh dari hasil memancing warga sekitar Sungai Code. Sampel ikan yang akan digunakan dalam pengujian awal ini tidak ditentukan jenis dan ukuran ikan karena sampel ikan mengikuti ketersediaan hasil pancingan warga di lapangan. Namun demikian, kriteria hewan uji yang digunakan sebagai sampel *preliminary test* tetap memenuhi syarat karena ikan tersebut merupakan salah satu ikan yang biasa di konsumsi oleh warga sekitar maupun

warga Yogyakarta pada umumnya dan merupakan biota asli yang hidup di Sungai Code. Secara fisik ikan yang diperoleh memiliki kondisi yang baik seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 4.1** berikut ini.

Gambar 4.1 Sampel ikan mas dari Sungai Code

Hasil pembacaan AAS sampel ikan yang diperoleh dari Sungai Code dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian AAS Sampel Ikan dari Sungai Code

Logam	Berat Kering (gr)	Konsentrasi (mg/kg)	Baku Mutu (mg/kg)	Sumber Baku Mutu
Pb	0,0135	1,342	0,3	SNI 7387:2009
Cr		0,7	2,0	CFDA GB 2762-2017

Dari hasil AAS yang ditampilkan pada **Tabel 4.1** diatas, dapat dilihat bahwa konsentrasi Pb pada daging sebesar 1,34 mg/kg (berat kering). Sedangkan berdasarkan SNI 7387:2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan, batas maksimum kandungan Timbal (Pb) pada ikan dan hasil olahannya adalah sebesar 0,3 mg/kg berat kering. Tingginya konsentrasi logam

pada ikan tersebut dapat dipengaruhi oleh konsentrasi logam Pb yang terdapat di air Sungai Code dan sedimennya yang terdapat di Sungai Code.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Anjani (2018) konsentrasi Pb di Sungai Code berkisar antara 0,03 mg/L sampai dengan 0,38 mg/L. Nilai konsentrasi tersebut jika dibandingkan dengan baku mutu yang terdapat pada PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air dengan klasifikasi air pada Kelas I sampai dengan Kelas III maka konsentrasi Pb di air Sungai Code telah melebihi baku mutu dan sungai sudah tergolong tercemar ringan hingga sedang. Tinggi konsentrasi logam di air sungai dapat disebabkan oleh tingginya kadar logam di sedimen (Permanawati, *dkk*., 2013) dan limbah-limbah yang dihasilkan oleh industri-industri yang berada di sekitar sungai yang menggunakan Pb dalam proses produksinya (Hidayah, 2012).

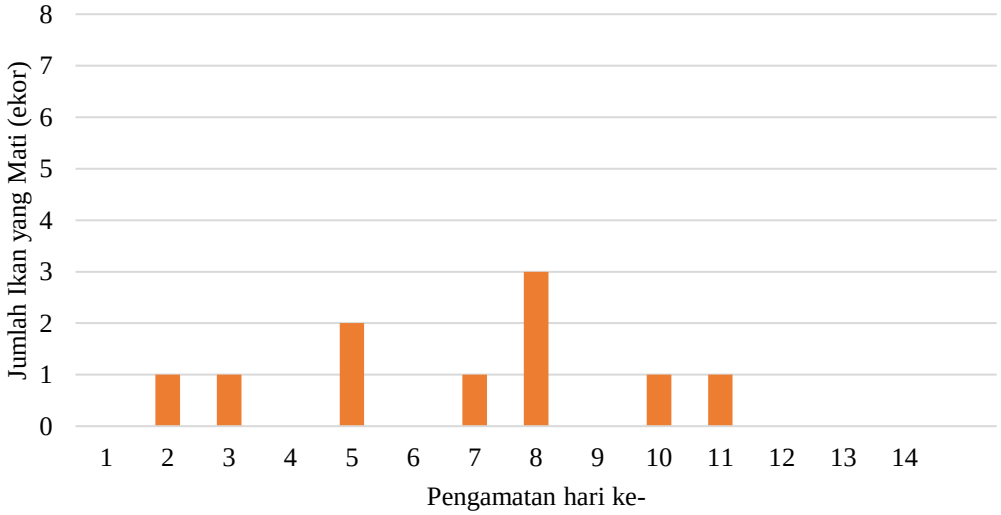
Dari hasil penelitian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa kandungan logam Pb pada ikan tersebut telah mengalami akumulasi yang diakibatkan oleh tingginya angka konsentrasi Pb di Sungai Code. Konsentrasi logam Pb pada ikan tersebut telah melebihi baku mutu dan jika dikonsumsi tanpa melakuan depurasi terlebih dahulu maka ikan tersebut berbahaya untuk dikonsumsi oleh manusia. Berbeda dengan hasil pengujian logam Pb, logam Cr yang terdapat pada ikan masih berada dibawah baku mutu CFDA GB 2762-2017.

4.2. Tahap Aklimatisasi

Bibit ikan nila yang digunakan dalam penelitian ini terlihat baik secara fisik karena tidak terlihat tanda-tanda adanya penyakit yang disebabkan oleh jamur, bakteri maupun parasit. Ikan tergolong tidak sehat jika memliki tanda-tanda penyakit seperti hilangnya keseimbangan, terdapat radang pada sirip dan kulit, mata melotot, kornea buram, terdapat bercak keputihan hingga abu-abu tidak teratur pada kulit dan/atau pada sirip, terdapat cairan berdarah di rongga tubuh, bengkak, terdapat koloni putih, abu-abu atau coklat yang menyerupai jumbai kapas di tubuh ikan (FAO, 2009).

Gambar 4.2 Proses Aklimatisasi Ikan

Selama proses aklimatisasi dilakukan pengamatan terhadap jumlah ikan yang mati yang ditampilkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.3 Mortalitas Ikan Selama Proses Aklimatisasi

Dari **Gambar 4.3** dapat dilihat bahwa angka kematian rata-rata ikan selama aklimatisasi berjumlah 1 ekor. Jumlah ikan yang mati paling banyak selama proses aklimatisasi terdapat pada hari ke-8. Setelah diamati, hal tersebut disebabkan karena filter yang digunakan mengalami penyumbatan (*clogging*) sehingga air di dalam akuarium tersebut tidak tersaring dengan baik pada filter sehingga air

menjadi kotor. Kondisi ini diduga menjadi penyebab matinya ikan dalam jumlah yang cukup banyak dikarenakan kondisi air yang tidak mampu ditoleransi oleh ikan.

Gambar 4.4 Ikan yang mati pada masa aklimatisasi

Selama proses aklimatisasi tidak terlihat perubahan perilaku ikan baik itu menjadi lebih aktif dari sebelumnya ataupun sebaliknya. Ikan juga tidak mengalami kenaikan ataupun penurunan nafsu makan. Berdasarkan data pada **Gambar 4.3**, dapat dilihat bahwa pada aklimatisasi hari ke-12 hingga hari ke-14 tidak terjadi kematian pada ikan. Hal ini menunjukkan bahwa ikan mulai menyesuaikan diri dengan baik terhadap lingkungan baru.

Dari hasil pemantauan yang diperoleh menunjukkan bahwa jumlah keseluruhan mortalitas bibit ikan yang digunakan selama proses aklimatisasi adalah sebanyak 10 ekor. Angka mortalitas tersebut tidak melebih 10% dari jumlah keseluruhan ikan yang digunakan dan telah memenuhi syarat aklimatisasi untuk dilanjutkan ke tahap pengujian selanjutnya (US EPA, 2000). Ikan yang mati selama proses aklimatisasi tidak memperlihatkan adanya tanda-tanda kelainan di bagian tubuh ikan yang disebabkan oleh penyakit.

Selain melakukan pengamatan terhadap kematian bibit ikan nila yang digunakan selama masa aklimatisasi, pengamatan terhadap beberapa parameter kualitas air seperti pH, suhu dan kandungan oksigen terlarut yang menjadi syarat hidup pemeliharaan ikan nila juga dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara kondisi pemeliharaan ikan selama proses aklimatisasi dengan syarat hidup pemeliharaan ikan nila berdasarkan SNI 6141:2009 tentang Produksi benih ikan nila hitam (*Oreochromis niloticus Bleeker*) kelas benih sebar.

Tabel 4.2 Kriteria Air Media berdasarkan Wadah Budidaya Ikan Nila

Wadah	**Suhu (^oC)**	**nilai pH**	**Oksigen terlarut (mg/l)**
Kolam	25 – 30	6,5 – 8,5	> 5
Bak Semen	25 – 30	6,5 – 8,5	> 5
Karamba Jaring Apung	25 – 30	6,5 – 8,5	-

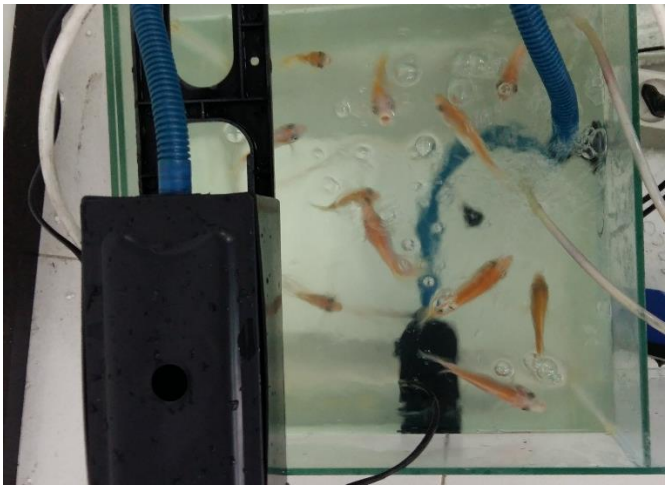
Sumber : SNI 6141:2009

Dalam SNI 6141:2009 tersebut tidak disebutkan secara spesifik nilai dari parameter pH, suhu maupun konsentrasi oksigen terlarut yang menjadi syarat untuk kulturisasi bibit ikan nila di laboratorium, maka nilai dari ketiga parameter tersebut untuk kulturisasi di laboratorium mengikuti kriteria pada tabel diatas. Selama 14 hari proses aklimatisasi diperoleh data hasil pemantauan nilai pH air berada pada rentang 6,0-7,0 dan suhu air berada pada rentang 24,0-25,6^oC serta kandungan oksigen terlarut yang lebih dari 5 mg/L. Hasil pemantauan tersebut telah memenuhi syarat hidup pemeliharaan ikan nila sesuai dengan yang ditetapkan oleh SNI 6141:2009. Dari data tersebut proses aklimatisasi dapat dinyatakan berhasil karena telah memenuhi syarat batas mortalitas ikan serta syarat-syarat parameter kualitas air untuk kulturisasi bibit ikan nila. Sehingga penelitian dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu tahap uptake dan depurasi.

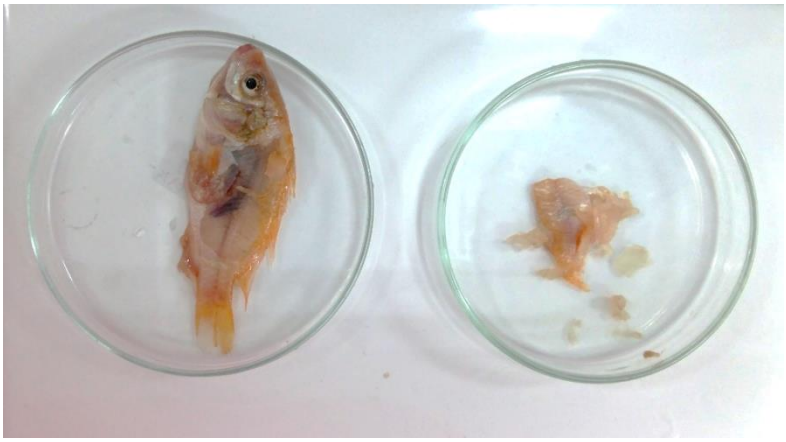
4.3. Uptake dan Depurasi

Pada tahap uptake sebanyak 70 ekor bibit ikan nila dengan kondisi yang baik yang telah melalui proses aklimatisasi digunakan sebagai hewan uji pada tahap proses uptake dengan air terkontaminasi yang mengandung logam timbal (Pb) dan kromium (Cr). Bibit ikan nila tersebut dibagi ke dalam 3 akuarium yang berbeda.

Gambar 4.5 Bak A (kiri) dan Bak B (kanan) yang diberi perlakuan

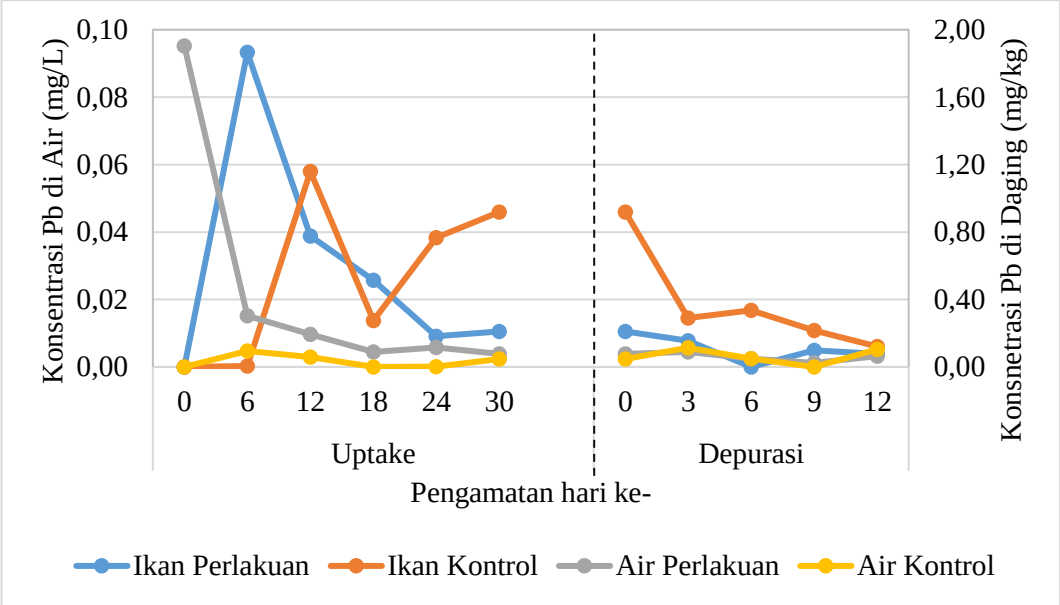


Gambar 4.6 Bak Kontrol

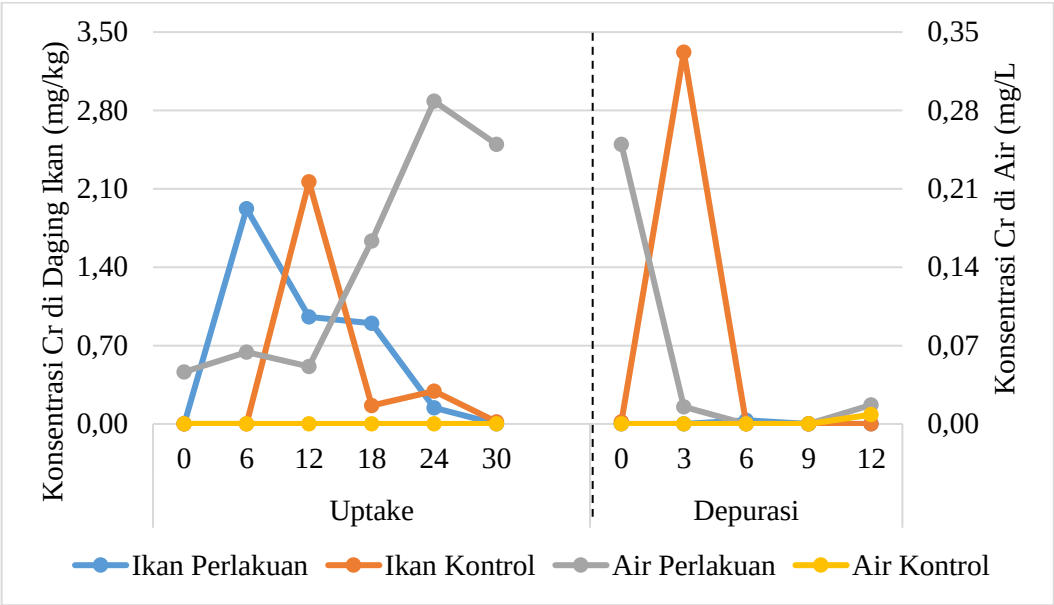


Gambar 4.7 Sampel Daging Ikan

Dari data pengamatan yang dilakukan selama proses uptake (30 hari) dan proses depurasi (12 hari) diperoleh hasil seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 4.8 Konsentrasi Logam Pb di Ikan dan Air



Gambar 4.9 Konsentrasi Logam Cr di Ikan dan Air

Dari **Gambar 4.8** dan **Gambar 4.9** yang ditampilkan dapat dilihat bahwa konsentrasi kedua logam di daging ikan yang berasal dari bak perlakuan dan kontrol pada hari ke-0 adalah 0 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa semua sampel ikan yang digunakan belum terpapar dengan logam Pb maupun Cr. Namun dapat dilihat bahwa adanya konsentrasi logam Pb dan Cr yang diperoleh pada sampel air yang diberi perlakuan, hal ini dikarenakan oleh adanya penambahan logam yang dilakukan pada akuarium yang diberi perlakuan. Serta dapat dilihat juga, sampel air kontrol tidak mengandung konsentrasi logam Pb dan Cr.

Konsentrasi logam Pb **(Gambar 4.8)** dan Cr di ikan **(Gambar 4.9)** mengalami peningkatan yang tinggi pada hari ke-6 proses uptake dengan konsentrasi Pb 1,87 mg/kg dan konsentrasi Cr sebesar 1,92 mg/kg. Kenaikan konsentrasi logam Pb dan Cr tersebut menandakan bahwa ikan mengalami penyerapan logam pada masa uptake. Kenaikan konsentrasi logam di daging ikan tersebut diiringi dengan penurunan konsentrasi logam yang ada di air. Hal ini sesuai dengan beberapa teori bahwa air akan mempengaruhi konsentrasi logam Pb dan Cr pada ikan. Adanya konsentrasi logam pada daging ikan menandakan bahwa adanya penyerapan logam oleh ikan serta adanya akumulasi pada bagian daging ikan.

Dari gambar tersebut juga dapat dilihat bahwa konsentrasi logam Pb dan Cr semakin mengalami penurunan konsentrasi setelah hari ke enam. Namun penurunan konsentrasi tersebut tidak diiringi dengan kenaikan konsentrasi kedua logam tersebut di air. Cr sendiri merupakan salah satu logam yang dibutuhkan oleh ikan dalam konsentrasi tertentu, sehingga penurunan konsentrasi Cr pada daging ikan dapat terjadi karena Cr yang telah diserap oleh ikan dimanfaatkan kembali untuk meningkatkan insulin yang berfungsi dalam metabolisme tubuh ikan. Menurut Anderson (1987), proses tersebut terkait dengan bioaktivitas insulin yang meningkat dengan adanya kromium. Hal ini mengindikasikan bahwa glukosa darah dapat segera dimanfaatkan oleh sel sebagai sumber energi dalam melakukan metabolisme. Sehingga penurunan konsentrasi logam Cr di daging ikan dapat terjadi karena logam telah di manfaatkan ikan untuk meningkatkan insulin. Nam

Akumulasi logam berat pada ikan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain makanan yang diberikan, suhu, kesadahan air, pH, umur hewan uji, jenis interaksi antar ikan dan lain sebagainya (Fawad *et al*., 2016). Beberapa faktor yang lainnya yang dapat mempengaruhi hasil pengujian AAS antara lain adalah jumlah sampel, sumber sampel dan cara pengujian sampel. Pada sebagian besar spesies ikan, tingkat sensivitas dapat dipengaruhi oleh ukuran tubuh yang dapat berkaitan dengan retensi dan akumulasi logam sepereti kadmium, seng dan timah. Hal ini dapat juga dikaitkan denga kebutuhan ekologis dan aktivitas metabolisme ikan yang dapat mempengaruhi konsentrasi logam pada ikan (Yi, 2012).

Dalam SNI 7387:2009 tentang Batas Maksimal Cemaran Logam Berat dalam Pangan batas maksimum kandungan Timbal pada ikan dan hasil olahannya adalah 0,3 mg/kg (berat kering). Demikian juga dengan batas konsentrasi maksimum logam timbal (Pb) yang terkandung dalam ikan yang diperbolehkan oleh FAO adalah 0,3 mg/kg (berat kering). Akademi Sains Nasional Amerika Serikat (*The US National Academy of Science*) menetapkan asupan harian yang aman untuk kromium pada orang dewasa yakni 50-200 µg per hari (Institute of Medicine, 2001). Sedangkan *National Health Commission* dan CFDA (*China Food and Drug Administration*) menetapkan standar baku mutu untuk logam Cr untuk biota akuatik dan produk olahannya adalah 2,0 mg/kg (berat kering).

Bila hasil pengujian contoh uji dibandingkan dengan batas maksimum tersebut, maka konsentrasi logam Pb dan Cr melampaui batas maksimum pada hari ke-enam uptake. Namun konsentrasi logam Pb mulai berada di bawa baku mutu hari ke-4 masa uptake hingga hari terakhir masa depurasi. Berbeda dengan konsentrasi logam Pb, Konsentrasi logam Cr telah berada dibawah baku mutu sejak hari ke-12 hingga hari terakhir depurasi.

Hasil deteksi AAS terhadap daging ikan kontrol diperoleh mengalami peningkatan konsentrasi Cr yang tinggi pada hari ke-3. Kromium yang terdeteksi dapat berasal dari sedimen melalui rantai makanan, melalui insang dan usus (Callaveri *et al.*, 1985). Adapun faktor yang dapat mempengaruhinya seperti; kurangnya ketelitian pada saat preparasi sampel, pembacaan sampel yang tidak dilakukan dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah, pembacaan AAS dilakukan bersamaan dengan sampel-sampel lain yang berasal dari berbagai sumber dan tidak di dahului dengan pembacaan blangko pada saat pembacaan konsentrasi contoh uji. Interferensi (gangguan) yang terjadi pada AAS dapat diakibatkan oleh ketidaksempurnaan instrumen dan kondisi perlakuan yang tidak tepat (Braun, 1985). Interferensi ini paling sering terjadi dan paling mengganggu padaanalisa dengan AAS. Terjadinya reaksi kimia antara pengotor/pengganggu (kontaminan) dengan analit (Djunaidi, 2018).

Dari hasil deteksi AAS yang dilakukan, konsentrasi logam Cr di air yang diberi perlakuan mengalami peningkatan konstentrasi pada hari ke-18 dan hari ke-24 yang cukup tinggi. Hal ini diduga disebabkan oleh metode aliran yang digunakan (semi-statis yang diperbarui). Dalam penelitian ini volume air yang dikuras hanya sebanyak 80% kemudian saat jadwal penggantian air, air yang baru yang telah mengandung Pb dan Cr ditambahkan dengan konsentrasi yang sama seperti sebelumnya. Sehingga dapat terjadi akumulasi dari proses penggantian air tersebut. Selain itu faktor lain yang dapat mempengaruhi tingginya konsentarsi adalah pengaruhi oleh kadar logam di sedimen (Permanawati, *dkk.*, 2013) maupun oleh kotoran ikan.

Gambar 4.10 Eksresi lendir pada ikan

Selama proses uptake, sampel ikan yang digunakan mengeluarkan lendir yang berlebih pada permukaan tubuh ikan **(Gambar 4.10)**. Produksi lendir yang berlebih pada ikan merupakan salah satu bentuk pertahanan diri ikan terhadap racun dan toksisitas logam berat yang terdapat pada lingkungan tempat ikan tersebut hidup (Coello *et al.,* 1996). Keracunan akut oleh senyawa kromium dapat menyebabkan sekresi lendir berlebih pada ikan, kerusakan pada epitel pernapasan insang dan ikan dapat mati dengan gejala mati lemas (Authman *et al.,* 2015). Lebedeva *et al.,* (2002) melaporkan bahwa studi mikroskopis elektron menunjukkan perubahan ikan mas yang signifikan dalam melepaskan lendir dalam waktu 24 jam akibat paparan terhadap logam berat. Namun, hal ini juga dapat mengindikasikan bahwa ikan melakukan depurasi logam yang ada di dalam tubuhnya meskipun ikan sedang dalam prose uptake logam. Heath (1995) menyatakan bahwa umumnya, rute eliminasi logam dari ikan adalah melalui insang, empedu, urin, dan lendir.

Setelah melakukan proses uptake pada ikan selama 30 hari untuk melihat akumulasi logam Pb dan Cr pada ikan, kemudian dilanjutkan dengan proses depurasi selama 14 hari. Depurasi merupakan pelepasan logam berat yang telah terakumulasi di dalam tubuh ikan dapat dilakukan dengan menempatkan ikan pada air bersih tanpa terkontaminasi logam berat. Proses depurasi dapat terjadi melalui ekskresi, transformasi ke dalam bentuk-bentuk lain yang lebih sederhana dan

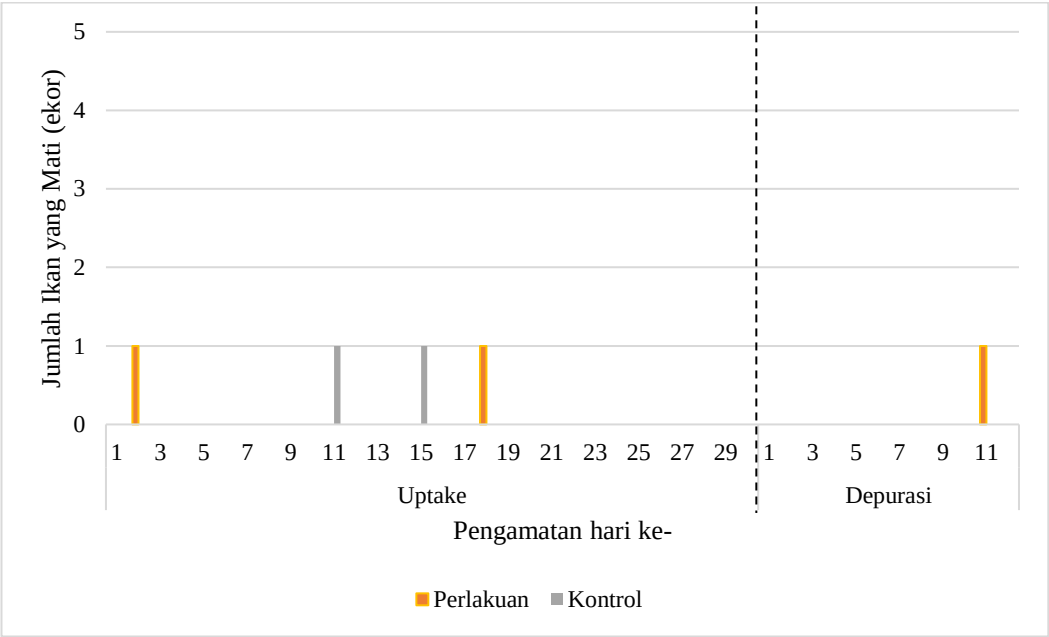
bersifat kurang toksit. Aktifitas ini dapat terjadi karena proses biologi dan metabolisme atau dikeluarkan dalam jaringan nonaktif secara metabolik (Connell et al. 1999).

Selama proses depurasi air yang digunakan adalah *tap water* yang bersih (tidak diberi pencemar). Air diganti setiap enam hari sekali secara keseluruhan. Dari data hasil pemantauan depurasi menunjukan hasil bahwa terjadi penurunan terhadap konsentrasi logam yang cukup signifikan sejak hari ke-3 proses depurasi. Jika dibandingkan dengan teori depurasi, maka penelitian ini telah berhasil melakukan depurasi pada ikan sesuai dengan metode yang digunakan.

Dari data konsentrasi logam Pb dan Cr yang diperoleh selama masa depurasi, dapat dilihat bahwa penurunan konsentrasi logam pada ikan telah terjadi mulai dari hari ke tiga masa depurasi dan mencapai angka nol mulai hari ke enam hingga hari terakhir masa depurasi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa, ikan dapat menurunkan konsentrasi logam dari dalam tubuhnya dengan proses depurasi mulai hari ke tiga.

Selama masa depurasi selain perubahan konsentrasi logam yang terdapat pada daging ikan, perubahan perilaku serta nafsu makan ikan juga terlihat dengan jelas. Pada saat ikan melalui peroses pemaparan dengan logam, ikan menjadi lebih aktif dan mengalami peningkatan nafsu makan daripada sebelumnya. Namun setelah memasuki proses depurasi ikan terlihat lebih tenang dan mengalami penurunan nafsu makan daripada saat proses uptake.

Selain melakukan pengujian terhadap kandungan konsentrasi logam yang terdapat pada daging ikan selama masa uptake, pemantauan terhadap mortalitas ikan juga tetap dilakukan untuk mengetahui layak tidaknya penelitian ini dilanjutkan. Data mortalitas ikan selama masa uptake dapat dilihat pada tabel dan gambar di bawah ini.



Gambar 4.11 Mortalitas Ikan Selama Masa Uptake dan Depurasi

Mortalitas pada data perlakuan adalah data rata-rata mortalitas pada Bak A dan B (yang diberi perlakuan). Dari data hasil pemantauan ikan yang diberi perlakuan mengalami kematian maskimal satu ekor ikon dengan waktu yang tidak menentu, hal ini dapat disebabkan karena masing-masing individu memiliki kemampuan dalam mentoleransi tingkat toksik suatu pencemar. Pada Bak C (kontrol) kematian ikan tidak sesering yang terjadi pada bak yang diberi perlakuan karena selama masa uptake hanya terjadi satu kali kematian yaitu pada hari ke dua belas masa uptake dan sekaligus dalam jumlah yang lebih banyak dari pada bak-bak yang diberi perlakuan. Hal ini disebabkan karena pada hari sebelumnya terjadi penyumbatan pada penyaring air yang dipasang pada bak tersebut sehingga mengakibatkan air tidak tersaring dengan baik dang mengakibatkan air menjadi kotor.

Terdapat mortalitas ikan sebanyak 2 ekor selama masa uptake pada masing-masing bak perlakuan dan bak kontrol. Pada masa depurasi tidak terjadi mortalitas pada ikan yang berada di bak kontrol dan terdapat mortalitas ikan sebanyak 1 ekor pada bak yang diberi perlakuan. Angka mortalitas di masing-masing bak tersebut baik yang diberi perlakuan maupun kontrol selama masa uptake dan depurasi tidak

lebih dari 10% dari total biota yang digunakan sebagai hewan uji. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penelitian ini telah memenuhi syarat untuk jumlah hewan uji yang hidup selama masa penelitian.

Mortalitas ikan selama tahap depurasi juga menjadi salah satu hal yang tetap diperhatikan sebagai data untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara mortalitas ikan dengan proses depurasi. Data mortalitas ikan tersebut ditampilkan pada gambar berikut ini. Selama masa depurasi mortalitas hewan uji hanya terjadi pada hari ke sebelas di Bak A dan hari ke dua belas di Bak B dengan jumlah masing-masing satu ekor ikan. Hal ini dapat disimpulkan proses depurasi tidak mempengaruhi kelangsungan hidup ikan dikarenakan ikan dari awal sudah beradaptasi dengan baik pada saat masa aklimatisasi dan uptake sehingga ikan tidak mengalami stress saat proses depurasi.

Beberapa parameter kualitas air juga dilakukan pemantauan selama proses pemaparan ikan dengan logam adalah parameter pH, Suhu dan DO. Ketiga parameter tersebut dilakukan pengecekan setiap hari pada dengan waktu yang sama setiap harinya untuk memastikan ketiga parameter tersebut memenuhi syarat-syarat kelayakan parameter untuk pemeliharaan ikan sebagai hewan uji. Dari hasil pegamatan, nilai pH selama proses uptake dan depurasi berada pada kisaran 6,0-7,3 sedangkan suhu air berada pada kisaran 25°-26°C dan konsentrasi DO lebih dari 5 mg/L. Ketiga parameter kualitas air tersebut telah memenuhi standar.

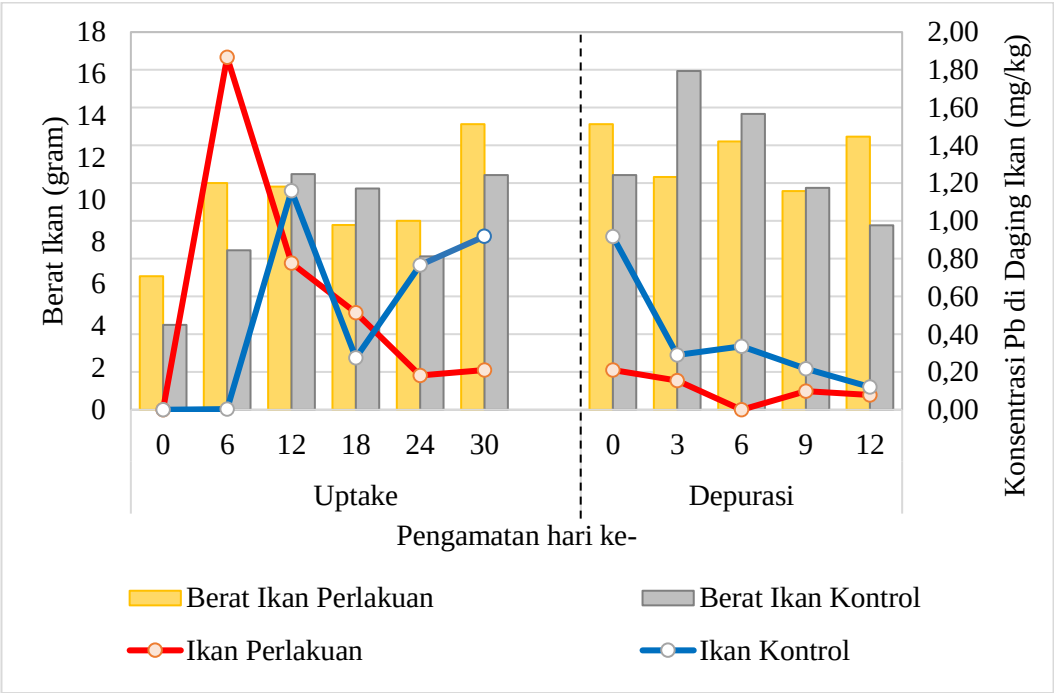
4.4. Pengaruh Paparan Logam Terhadap Pertumbuhan Ikan

Timbal yang masuk ke dalam pembuluh darah sebagian besar diserap dalam bentuk ikatan dengan eritrosit. timbal dapat menghambat sistem kerja enzim oksidase yang mengakibatkan terhambatnya sistem metabolisme sel. Jika metabolisme terganggu maka hal ini dapat mengganggu pertumbuhan. Dalam penelitian yang dilakukan Yulaipi (2013) di peroleh kesimpulan bahwa semakin lama paparan akan menurunkan laju pertumbuhan. Tetapi laju pertumbuhan tidak dipengaruhi oleh bioakumulasi kandungan timbal (Pb) pada daging ikan.

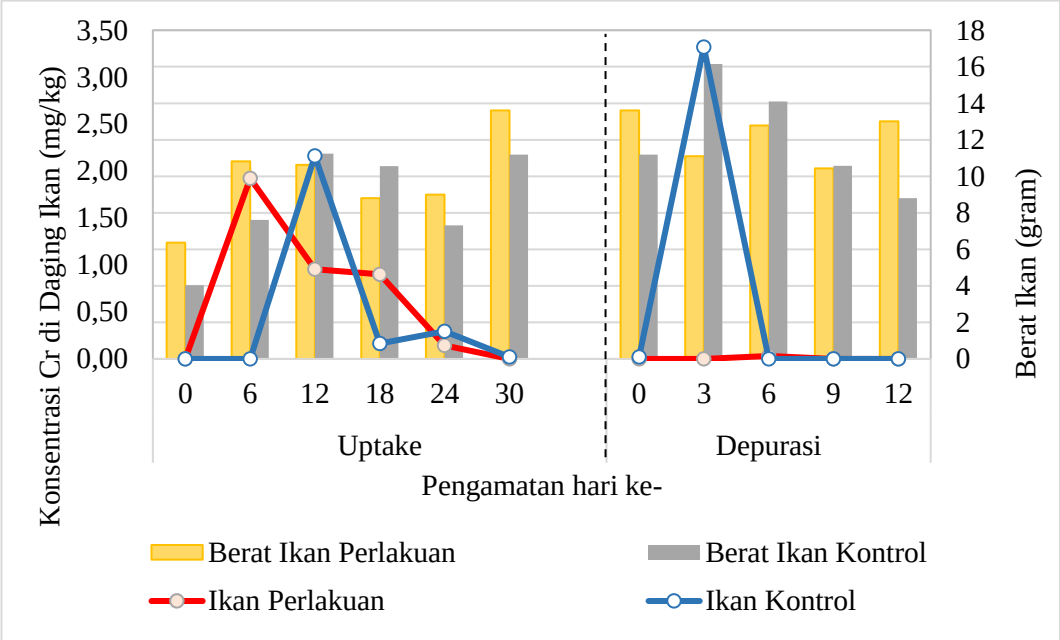
Proses metabolisme memiliki peranan penting dalam pertumbuhan, jika metabolisme pada tubuh terganggu maka pertumbuhan juga akan terganggu. Proses metabolisme membutuhkan energi yang berasal dari makanan, jika semakin kecil kemampuan ikan dalam mengkonsumsi makanan maka semakin kecil pula untuk memperoleh nutrient (karbohidrat, lemak, protein, vitamin, dan mineral) yang seimbang dan energi yang cukup untuk proses metabolisme, aktifitas fisik, dan pertumbuhan. Proses metabolisme dapat terganggu akibat kerja organ yang terganggu. Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan, sebagian besar logam terakumulasi di organ-organ dengan jumlah yang banyak sehingga dapat mempengaruhi kerja organ, bahkan dapat menyebabkan kematian jika ikan tidak mampu lagi mentoleransi jumlah pencemar yang masuk kedalam tubuhnya.

Selama penelitian dilakukan, sebelum ikan dibedahan untuk diambil dagingnya, terlebih dahulu dilakukan pengukuran terhadap panjang dan berat ikan untuk melihat pengaruh paparan logam terhadap pertumbuhan ikan. Data hasil pengamatan perbandingan konsentrasi logam terhadap pertumbuhan ikan dalam penelitian ini, dapat dilihat pada gambar berikut.

Gambar 4.12 Sampel Ikan yang Diukur Panjang dan Beratnya



Gambar 4.13 Pengaruh Konsentrasi Pb terhadap Berat Ikan



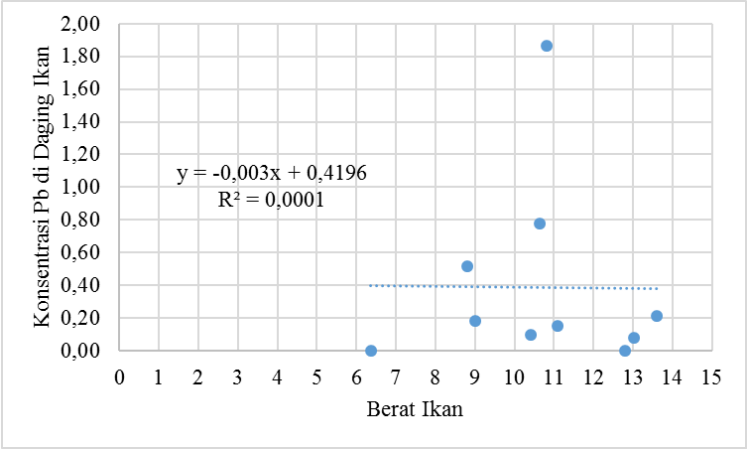
Gambar 4.14 Pengaruh Konsentrasi Cr terhadap Berat Ikan

Setelah ikan dipaparkan dengan logam, sangat terlihat dengan jelas perubahan perilaku ikan dibandingkan pada saat aklimatisasi. Pada proses uptake ikan menjadi lebih aktif. Dari pemantauan yang dilakukan beberapa ikan terlihat lebih aktif saat diberi makan sehingga dapat terlihat dengan jelas perbedaan ukuran tubuhnya dengan ikan-ikan yang lainnya. Hal ini juga sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Wood (2011), selama masa tes toksisitas akut ikan yang terpapar dengan konsentrasi logam tertinggi, menunjukkan perubahan perilaku seperti berenang di dekat permukaan serta menunjukkan terjadinya perubahan dalam homeostasis, menunjukkan bahwa zat uji dapat mempengaruhi fisiologi mereka melalui kerusakan pernapasan. Pb memiliki sifat neurotoksin yang dapat menyebabkan perubahan perilaku pada ikan (Weber et al., 1997). Logam Pb juga menyebabkan penurunan dalam kelangsungan hidup, tingkat pertumbuhan, perkembangan, pembelajaran, dan metabolisme. Di samping itu, logam Pb dapat meningkatan pembentukan lendir pada ikan (Eisler, 1988). Dalam beberapa peenlitian fenomena ikan menjadi hiperaktif dan berenang tidak menentu sering ditemukan sebagai fenomena yang paling banyak terjadi saat ikan terpapar kontaminasi krom (Bakshi *et al.,* 2018).

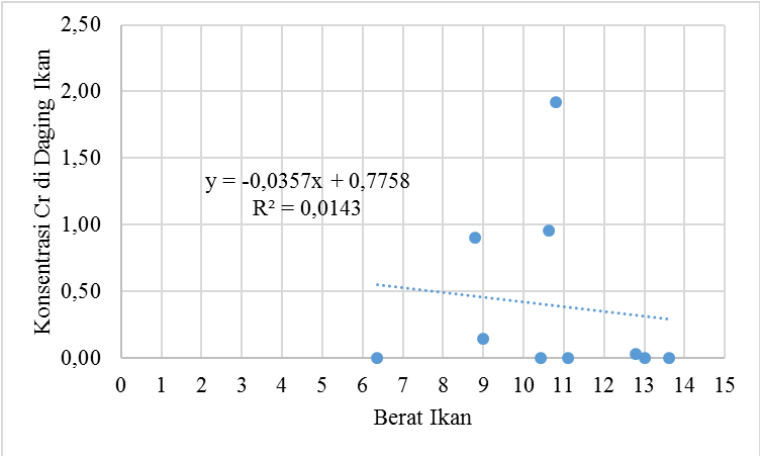
Dari **Gambar 4.12** dan **Gambar 4.13** diatas dapat dilihat bahwa ikan yang dipaparkan dengan logam mengalami laju pertumbuhan yang lebih cepat pada 6 hari pertama masa uptake. Pertumbuhan ikan tersebut berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi logam Pb dan Cr yang ada di daging ikan. Hal ini diduga karena adanya hubungan dengan perubahan sifat ikan yang menjadi lebih aktif saat diberikan makanan pada masa uptake diakibatkan karena tingginya konsentrasi logam yang ada di dalam tubuh ikan yang memperngaruhi perilaku ikan.

Pada **Gambar 4.13** dan **Gambar 4.14** juga dapat dilihat pada hari uptake ke 12 dan 18 serta pada hari depurasi ke 3, ikan kontrol memiliki berat badan yang lebih berat daripada ikan yang diberi perlakuan dan hal ini diperlihatkan dengan tingginya konsentrasi logam pada ikan kontrol di hari tersebut dibandingkan pada ikan yang diberi perlakuan. Namun demikian, dilihat dari gambar grafik pertumbuhan ikan diatas, pertumbuhan ikan yang diberi paparan logam dengan ikan kontrol tidak memiliki perbedaan berat badan yang signifikan mulai hari ke dua

belas masa uptake. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa konsentrasi logam di dalam tubuh ikan dapat mempengaruhi peningkatan berat badan ikan namun tidak begitu signifikan. Untuk melihat hubungan antara konsentrasi logam yang ada di dalam daging ikan terhadap pertumbuhan ikan, dibuat grafik regresi antara kedua data tersebut seperti yang dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.15 Hubungan Konsentrasi Pb di Daging terhadap Pertumbuhan Ikan



Gambar 4.16 Hubungan Konsentrasi Cr di Daging terhadap Pertumbuhan Ikan

Dari hasil regresi pada **Gambar 4.15** dan **Gambar 4.15** dapat dilihat bahwa baik logam Pb maupun logam Cr tidak memiliki hubungan dengan berat badan ikan yang diberi perlakuan. Sehingga dapat dikatakan bahwa paparan logam terhadap ikan yang digunakan sebagai hewan uji tidak mempengaruhi pertumbuhan ikan dilihat berdasarkan data berat badan ikan yang diperoleh.

4.5. *Bioconcentration Factor* (BCF)

Faktor biokonsentarsi (BCF) digunakan untuk melihat kemampuan ikan menyerap logam Pb dan Cr. BCF merupakan perbandingan antara konsentrasi logam yang diserap oleh ikan pada daging ikan dengan konsentrasi logam yang ada di air. Dalam sistem akuatik, BCF biasanya dinyatakan dalam satuan L/kg (Karlsson *et al.,* 2002). Faktor biokonsentrasi adalah rasio konsentrasi suatu zat dalam suatu organisme, setelah penyerapan langsung dari lingkungan sekitarnya (air), dengan konsentrasi zat yang sama di lingkungan sekitarnya. Faktor bioakumulasi juga mempertimbangkan penyerapan dari makanan (Speight, 2017). Kategori nilai BCF ditentukan seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 4.3 Kategori Nilai BCF

No.	Nilai BCF	Kategori sifat
1.	> 1000 L/kg	Akumulasi tinggi
2.	100-1000 L/kg	Akumulasi sedang
3.	<100 L/kg	Akumuasi rendah

(Prastyo *dkk*., 2016)

Hasil perolehan BCF dari perhitungan yang dilakukan berdasarkan data yang diperoleh selama masa uptake menggunakan berat kering adalah sebagai berikut.

Tabel 4.4 Nilai BCF pada Daging Ikan

	Pengamatan hari ke					
	0	6	12	18	24	30
Pb	0,00	123,27	80,44	114,77	31,54	54,11
Cr	0,00	29,90	18,64	5,51	0,50	0,00

Dari hasil perhitungan BCF yang dilakukan dapat dilihat pada tabel diatas, Nilai BCF untuk logam Pb pada ikan lebih besar dibandingkan nilai BCF logam Cr. BCF pada logam Pb termasuk dalam kategori akumulasi rendah hingga akumulasi sedang. Sedangkan akumulasi logam Cr di daging ikan termasuk dalalm kategori rendah. Hal ini menunjukan bahwa ikan nila yang digunakan memiliki kemampuan dalam menyerap logam Pb lebih besar daripada penyerapan logam Cr. Organisme memiliki mekanisme internal (homeostasis) yang memungkinkan mereka untuk mengatur penyerapan logam esensial dan untuk mengendalikan keberadaan logam lain. Sehingga, jika konsentrasi logam esensial di lingkungan sekitarnya rendah dan organisme membutuhkan lebih banyak, organisme akan secara aktif mengakumulasi logam tersebut. Hal ini akan menghasilkan peningkatan nilai BCF (Speight, 2017).