

KAJIAN AWAL RUTE PAPARAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) DAN TEMBAGA (Cu) PADA IKAN GABUS DI DANAU SENTANI, PROVINSI PAPUA

Gunawan Pratama Yoga, Nina Hermayani Sadi

Pusat Penelitian Limnologi – LIPI, Cibinong

yoga@limnologi.lipi.go.id

ABSTRAK

Sedimentasi dan limpasan permukaan dari pembangunan infrastruktur dan sarana transportasi merupakan pintu bagi masuknya berbagai logam berat ke Danau Sentani, Provinsi Papua. Hasil monitoring kualitas air yang dilakukan oleh Badan Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Hidup Provinsi Papua pada tahun 2013 menunjukkan bahwa pada beberapa lokasi kandungan logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) berada sedikit diatas ambang batas baku mutu air kelas I. Berdasarkan kondisi tersebut di atas, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi logam berat toksik dalam kolom air danau dengan akumulasi logam dalam biota akuatik. Informasi yang diperoleh dalam penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan ilmiah bagi pengelolaan lingkungan danau. Penelitian dilaksanakan pada bulan April dan Oktober 2014 di Danau Sentani. Sampel air yang diambil meliputi sampel air permukaan dan dasar dari delapan lokasi. Sedangkan pengambilan sampel ikan Gabus sebagai ikan predator dilakukan dengan menggunakan jaring insang dengan berbagai ukuran mata jaring. Pengukuran kualitas air meliputi kondisi fisika-kimia air (pH, suhu, DO, Konduktivitas, Salinitas, ORP), total padatan terlarut, logam berat Cu dan Cd. Analisis kandungan logam berat Cu dan Pb dalam ikan hanya dilakukan pada bagian hati dan insang ikan Gabus yang tertangkap. Bobot ikan dan hati diamati untuk mengetahui nilai indeks hepato-somato. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam Pb dan Cu di bagian air dasar danau lebih besar dibandingkan dengan kandungan logam di permukaan. Akumulasi logam Cu terdeteksi di insang dan hati ikan Gabus. Sedangkan logam Pb tidak terdeteksi baik di insang maupun di hati ikan Gabus. Hal tersebut mengindikasikan bahwa rute paparan logam berat Cu pada ikan Gabus melalui jalur respirasi dan rantai makanan. Peningkatan konsentrasi Cu menyebabkan penurunan nilai hepato-somato indeks ($R^2 = 0.678$). Nilai tersebut mengindikasikan bahwa ikan tersebut sudah mengalami tekanan lingkungan.

Kata Kunci : *Danau Sentani, Logam berat Cu dan Pb, ikan gabus , rute paparan logam berat, indeks hepato-somato*

PENDAHULUAN

Peningkatan aktivitas antropogenik pada suatu daerah tangkapan air seringkali menyebabkan terjadinya peningkatan kontaminasi bahan-bahan pencemar berbahaya, seperti halnya logam berat. Di lingkungan perairan, keberadaan logam berat cenderung untuk berikatan dengan bahan organik dan kemudian terakumulasi di dasar perairan, membentuk sedimen (Baldwin & Howitt 2007).). Keberadaan logam berat di perairan seringkali berasal dari limbah industri maupun domestik, yang melalui saluran pembuangan masuk ke

dalam ekosistem perairan. Pencemaran logam berat di suatu badan air biasanya menimbulkan dampak yang membahayakan bagi kesehatan ekosistem perairan karena daya toksisitas serta sifat akumulatifnya dalam jangka panjang (Prica *et al.* 2007). Toksisitas logam berat di suatu perairan dapat bersifat kronik maupun akut. Toksisitas kronik logam berat meliputi terganggunya proses fisiologis, kecacatan morfologi, perubahan pada struktur komunitas dan pada akhirnya berakibat pada menurunnya integritas biotik perairan Bisthoven *et al.* (1998). Sedangkan toksisitas akut biasanya menyebabkan kematian biota air tersebut.

Timah hitam (Pb), kadmium (Cd), dan arsenik (As) adalah beberapa jenis logam berat yang telah diketahui memiliki daya toksisitas tinggi dan bersifat akumulatif bagi biota perairan (Förtstner & Whittmann 1983).

Logam berat dapat terakumulasi dalam tubuh ikan melalui makanan (zooplankton, fitoplankton dan hewan-hewan dasar perairan), atau melalui insang dan kulit. Ikan mengasimilasi logam berat yang memasuki tubuhnya melalui pencernaan, pertukaran ion logam terlarut melalui membran lipofilik dan melalui adsorpsi (Matasin *et al.* 2011).

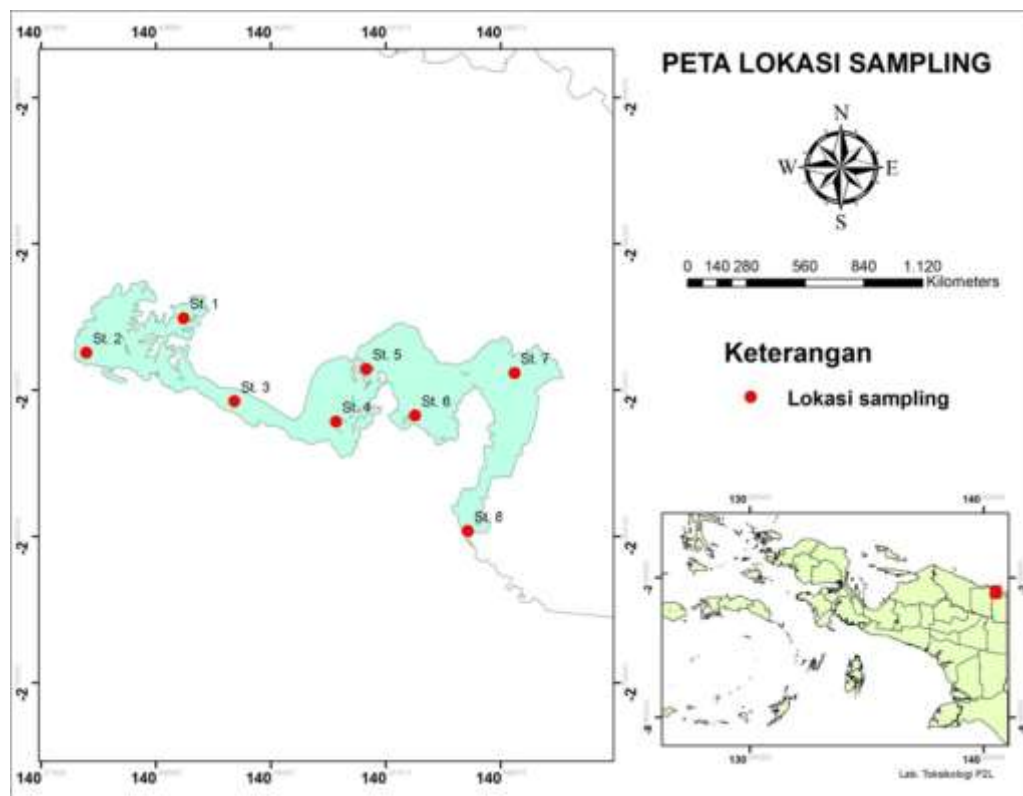
Ikan predator biasanya mengakumulasi bahan pencemar lebih banyak dibandingkan dengan ikan-ikan herbivora. Oleh karena itu konsentrasi bahan pencemar seperti logam berat pada ikan predator yang menempati puncak rantai makanan perlu dianalisis mengingat kemungkinan terjadinya akumulasi logam tersebut melalui rantai makanan (Matasin *et al.* 2011).

Ikan Gabus dipilih sebagai sampel untuk uji pemaparan logam karena ikan ini merupakan salah satu top predator dalam rantai makanan sehingga mempunyai resiko untuk mengakumulasi bahan pencemar, termasuk logam berat, lebih banyak dibanding ikan herbivora dan omnivora.

METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan April dan Oktober 2014 di Danau Sentani. Pengambilan sampel bulan April mewakili kondisi musun hujan sedangkan bulan Oktober mewakili musim kemarau. Penelitian dilakukan di delapan lokasi sampling yaitu di daerah Doyolama (St. 1); Boroway (St. 2);



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Di Danau Sentani.

Sentani Tengah (St. 3); Atamali (St. 4); Yabaso (St. 5); Yobehe (St. 6); Jembatan Dua (St. 7); dan Muara Sungai Jaifuri (St. 8) (Gambar 1).

Ke delapan lokasi tersebut dipilih untuk mewakili kondisi Danau Sentani yaitu meliputi lokasi inlet, bagian tengah, dan outlet danau; lokasi yang terdapat aktivitas penduduk dan padat pemukiman; lokasi yang terdapat kegiatan pertambangan; dan lokasi yang masih alami (Tabel 1).

Tabel 1. Kondisi lingkungan lokasi sampling Danau Sentani.

Kode	Lokasi	Keterangan
St. 1	Doyo Lama	Terdapat pemukiman penduduk di tepi danau Wilayah danau terdalam sisi bagian barat Danau Sentani
St. 2	Boroway	Relatif alami tidak ada pemukiman ditepi danau Masih banyak hutan yang tumbuh di bukit yang ada disekitar danau.
St. 3	Sentani tengah	Bagian Danau Sentani dengan kedalaman sekitar 6 m (paling dangkal) Muara Sungai Doyo

St. 4	Atamali	Banyak terdapat tanaman air eceng gondok dan teratai
St. 5	Yabaso	Banyak pemukiman penduduk di tepi danau maupun beberapa pulau-pulau. Dekat dengan bandara udara Sentani
St. 6	Yobehe	Tidak banyak rumah penduduk
St. 7	Jembatan Dua	Dekat dengan Jalan utama Sentani-Jayapura Sepanjang tepian danau terdapat pemukiman padat Bagian terdalam Danau Sentani bagian Timur Bermuaranya sungai jembatan dua dimana bagian hulu sungai terdapat aktivitas penambangan emas oleh penduduk lokal.
St. 8	Jaifuri	Merupakan bagian outlet Danau Sentani Tidak banyak pemukiman

Pengambilan Sampel Air dan Pengukuran Paramater Fisiko-kimia Air

Sampel air yang diambil meliputi air permukaan dan air dasar dari delapan lokasi tersebut di atas. Sampel air permukaan diambil secara langsung sedangkan sampel air dasar diambil dengan menggunakan *Kemerrer water sampler*. Pengukuran parameter pH, suhu, oksigen terlarut (*dissolved oxygen*, DO), konduktivitas, salinitas, dan *oxydation-reduction potential* (ORP) dilakukan secara *in-situ* menggunakan *Horiba Water Quality Checker*. Sampel air untuk analisis logam disimpan di dalam botol sampel dan diberi larutan HNO₃ pekat hingga pH sampel mencapai 2 (APHA, 2012). Sedangkan untuk analisis total padatan terlarut, sampel air disaring menggunakan kertas saring Whatmann-GFF dan didinginkan dalam refrigator (APHA, 2012).

Pengambilan Sampel Ikan

Sampel ikan Gabus diambil dari daerah tepian di tiga lokasi yaitu St. 1, St. 2, dan St. 5. Ketiga lokasi tersebut dipilih karena kondisinya cukup baik untuk kehidupan ikan (kedalaman airnya cukup dangkal dan banyak terdapat vegetasi riparian dan tanaman air) sehingga diharapkan dapat diperoleh sampel ikan gabus dalam jumlah yang cukup. Sampel ikan diambil dengan menggunakan jaring insang dengan berbagai ukuran mata jaring ($\frac{3}{4}$, 1, 1½, 2, dan 3 inci) yang dipasang selama 2-3 jam. Sampel ikan yang diperoleh kemudian diukur panjang dan bobotnya. Selanjutnya bagian hati dan isang dari masing-masing sampel ikan

diambil dan ditimbang bobotnya, kemudian diawetkan dengan larutan formalin 4% dan disimpan dalam refrigerator.

Analisis Indeks Hepato-somatik Ikan

Nilai indeks hepato-somatik gabus dihitung berdasarkan rumus:

$(wh/w) \times 100\%$ (Fernandes et al., 2008)

Keterangan :

wh : Bobot hati

w : Bobot tubuh ikan

Analisis Logam Berat Dalam Sampel Air

Pengukuran kandungan logam berat Cu dan Pb di air, dan sedimen, mengacu pada prosedur yang tercantum dalam American Public Health Association (APHA) 2012 dengan menggunakan alat Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) pada panjang gelombang 357,9 nm.

a. Pengukuran kandungan logam berat Cu dan Pb di air

Air contoh yang diperoleh dari lapangan kemudian disaring dengan peralatan penyaring yang steril, sebelumnya direndam dengan HCl 0,5 N atau HNO₃ 1 N selama 1 jam kemudian dibilas dengan aquades. Hasil penyaringan tersebut kemudian diawetkan dengan HNO₃ pekat sampai pH larutan < 2 dan diukur menggunakan AAS.

b. Pengukuran kandungan logam berat Cu dan Pb di sedimen

Pengukuran kandungan logam berat Cu dan Pb dalam sedimen dilakukan dengan memasukkan masing-masing contoh sedimen ke dalam cawan petri secara merata dan dipanaskan pada suhu 105°C selama 24 jam, kemudian setelah kering ditumbuk sampai halus. Setiap contoh sedimen ditimbang sebanyak ± 5 g, dimasukkan ke dalam gelas beaker, ditambahkan 5 ml larutan aquades, dan dipanaskan pada suhu 130°C. Setelah semua terlarut dilakukan pemanasan sampai larutan hampir kering dan didinginkan pada suhu ruang, kemudian dipindahkan ke sentrifus polyethylen dengan ditambahkan aquades hingga volumenya mencapai 30 ml sampai mengendap, dan tampung fasa airnya. Fasa air yang terbentuk diukur dengan AAS.

Analisis Logam Berat dalam Sampel Ikan

Bagian tubuh ikan gabus yang diukur kandungan logam beratnya adalah hati, dan insang. Sampel bagian tubuh ikan uji dimasukkan ke dalam beaker gelas dan ditimbang. Kemudian dilakukan pengabuan kering dengan dipanaskan dalam oven pada suhu 130°C hingga mencapai ± 5 g berat kering, dan dilarutkan dalam asam encer. Selanjutnya ditambahkan 5-6 ml HCN 6 N ke dalam cawan berisi hasil pengabuan dan dipanaskan di atas hot plate dengan pemanasan rendah sampai kering. Ditambah 15 ml HCN 3N kemudian cawan dipanaskan diatas pemanas sampai mulai mendidih. Setelah mendidih, larutan didinginkan dan disaring dengan menggunakan kertas saring millipore 0,45 μm . Filtrat dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml. Cawan dicuci dengan air sedikitnya 3 kali lalu saring air cucian dan dimasukkan ke dalam labu takar. Setelah setiap organ menjadi larutan di dalam labu ukur 10 ml, lakukan pengukuran kandungan logam berat kromium menggunakan AAS.

Analisis Data

Kandungan logam berat Cu dan Pb dalam air, sedimen, dan ikan gabus dianalisis secara deskriptif, yaitu membandingkan kandungan logam berat Cu dan Pb yang diperoleh dari pengukuran menggunakan AAS dengan baku mutu yang telah ditentukan Untuk melihat hubungan antara kandungan logam berat Pb dan Cu dalam hati dan dengan nilai indeks hepato-somatic, digunakan analisis regresi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

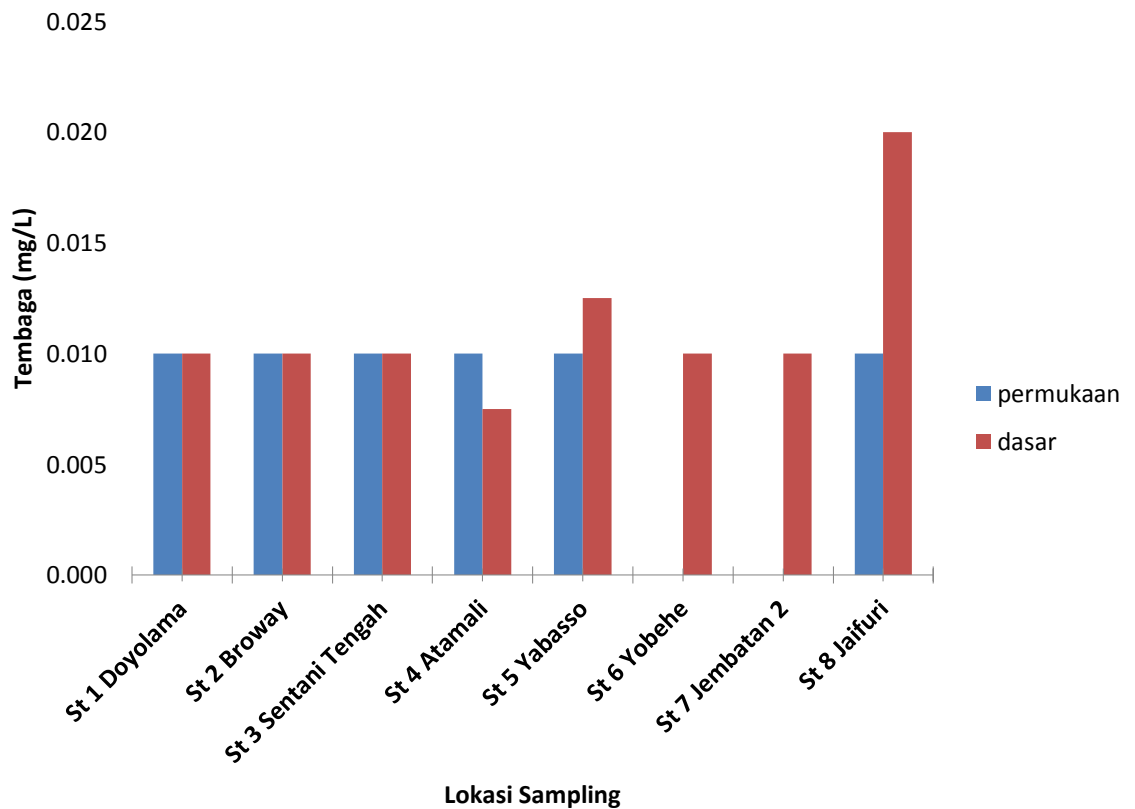
Dari hasil pengambilan sampel ikan di delapan lokasi di Danau Sentani, ikan Gabus hanya berhasil ditemukan di dua lokasi, yaitu Borowai, empat ekor, dan Yabasso, satu ekor (Tabel 2). Dari kedua lokasi tersebut ikan Gabus terkecil dan terbesar ditemukan di Borowai, yaitu 8,9 dan 64,8 gr.

Konsentrasi logam Pb dan Cu di Danau Sentani

Konsentrasi Cu yang terlarut di Danau Sentani berkisar antara 0,00 – 0,01 mg/L (Gambar 2). Konsentrasi Cu terlarut di Yobehe dan Jembatan 2 tidak terdeteksi, sedangkan di lokasi sampling lainnya konsentrasi Cu terlarutnya 0,01 mg/L. Menurut Effendi (2003) pada perairan yang masih alami konsentrasi Cu

biasanya kurang dari 0,02 mg/L, sedangkan menurut Kementerian Lingkungan Hidup Kanada, konsentrasi Cu diperairan berkisar antara 2-4 µg/L (CCME, 2007). Nilai ambang batas konsentrasi Cu diperairan tersebut sangat dipengaruhi oleh nilai kesadahan perairan tersebut. Berdasarkan Peraturan Pemerintah nomor 82 tahun 2001 mengenai Pengelolaan Kualitas air dan Pengendalian Pencemaran Air, konsentrasi Cu untuk kelas III atau untuk perikanan adalah 0,02 mg/L.

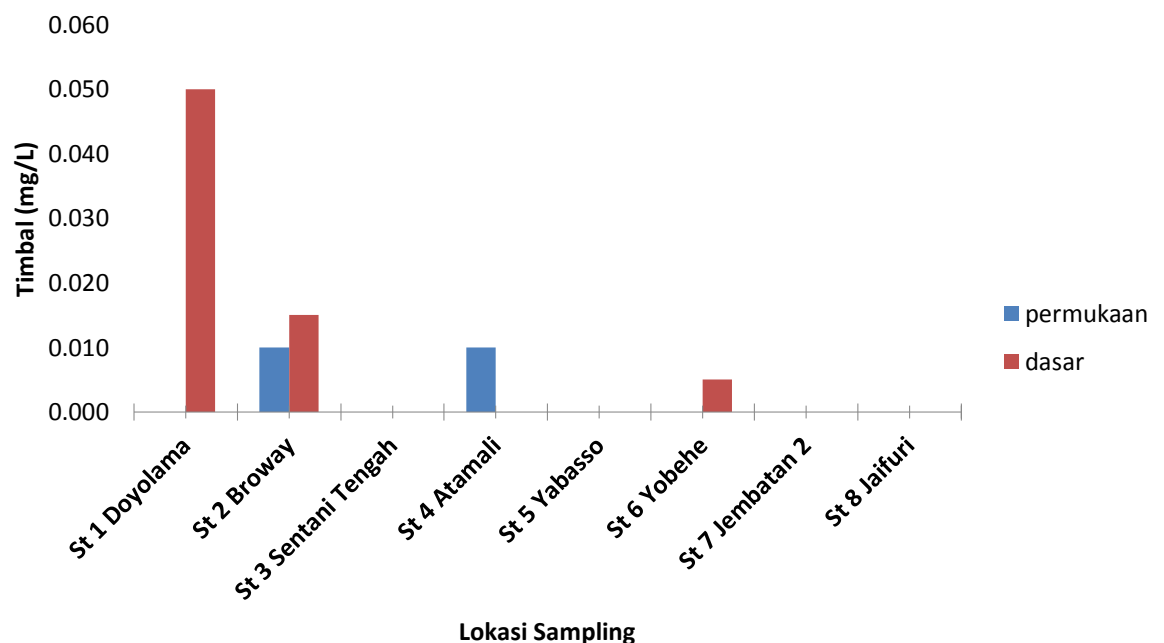
Konsentrasi Cu di Sedimen berkisar antara 0,008 mg/L sampai dengan 0,02 mg/L. Konsentrasi Cu sedimen terendah teramati di lokasi Atamali, sedangkan yang tertinggi ditemukan di Jaifuri. Menurut CCME (2002), baku mutu Cu di sedimen tidak boleh melebihi 35,7 mg/Kg.



Gambar 2. Konsentrasi Tembaga (Cu) Danau Sentani

Konsentrasi timbal (Pb) di Danau Sentani hanya di temukan di empat lokasi, Doyolama, Broway, Atamali, dan Yohebe. Konsentrasi Pb terlarut hanya ditemukan di lokasi Broway dan Atamali (Gambar 3). Di kedua lokasi tersebut konsentrasi Pb terlarutnya adalah 0,01 mg/L. Menurut Effendi (2003) pada

perairan yang masih alami konsentrasi Pb biasanya kurang dari 0,05 mg/L, sedangkan menurut Kementerian Lingkungan Hidup Kanada, konsentrasi Pb diperairan berkisar antara 1-7 $\mu\text{g/L}$ (CCME, 2007). Nilai ambang batas konsentrasi Pb diperairan tersebut sangat dipengaruhi oleh nilai kesadahan perairan tersebut. Berdasarkan Peraturan Pemerintah nomor 82 tahun 2001 mengenai Pengelolaan Kualitas air dan Pengendalian Pencemaran Air, konsentrasi Pb untuk kelas III atau untuk perikanan adalah 0,03 mg/L. Sedangkan akumulasi Pb di sedimen ditemukan di Doyolama, Broway dan Yohebe. Dari ketiga lokasi tersebut, konsentrasi Pb sedimen tertinggi ditemukan di Doyolama, yaitu sebesar 0,05 mg/L. Menurut CCME (2002), baku mutu Cu di sedimen tidak boleh melebihi 35 mg/Kg.



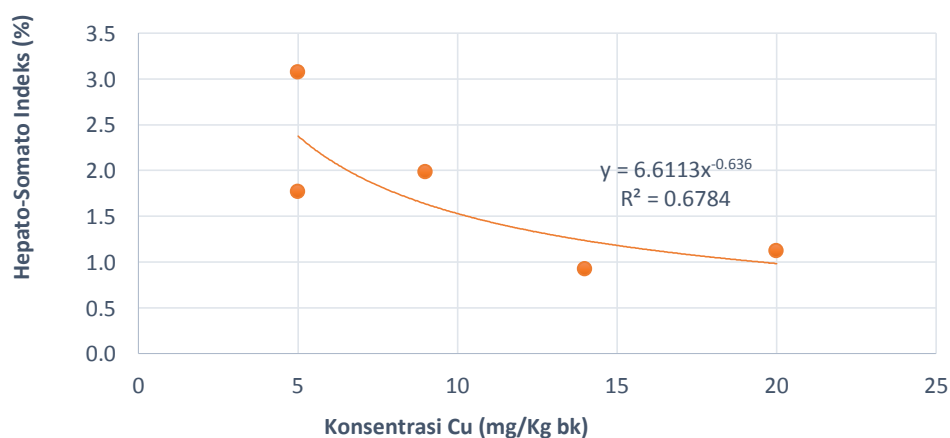
Gambar 3. Konsentrasi Timbal (Pb) Danau Sentani

Konsentrasi logam Pb baik di organ insang maupun hati ikan gabus yang didapat di dua lokasi, Boroway dan Yabasso, di bawah ambang batas deteksi AAS, sehingga dapat dikatakan tidak terdeteksi. Akumulasi logam Cu di insang ikan gabus berkisar antara 1,0 – 5,0 mg/Kg. Akumulasi Cu di hati ikan gabus bahkan lebih tinggi yaitu antara 5,0 – 20,0 mg/Kg.

Tabel 2. Konsentrasi logam Pb dan Cu pada organ insang dan hati ikan gabus.

No	Lokasi Sampling		Bobot (gr)		Hepato-somato Indeks (%)	Logam-Insang (mg/Kg)		Logam-Hati (mg/Kg)	
			Tubuh	Hati		Pb	Cu	Pb	Cu
	St 2 1 Boroway	(Muara sungai Deyau)	48.8	1.5	3.07	< 0,01	1.0	< 0,01	5.0
	St 2 2 Boroway	(Muara sungai Deyau)	8.9	0.1	1.12	< 0,01	5.0	< 0,01	20.0
	St 2 3 Boroway	(Muara sungai Deyau)	64.8	0.6	0.93	< 0,01	< 0,01	< 0,01	14.0
	St 2 4 Boroway	(Muara sungai Deyau)	22.6	0.4	1.77	< 0,01	< 0,01	< 0,01	5.0
	5 St 5 Yabasso	(Muara sungai Dondai)	50.3	1.0	1.99	< 0,01	2.0	< 0,01	9.0

Nilai Konsentrasi Cu di hati berkorelasi negatif secara eksponensial dengan nilai HSI (Gambar 4). Hal tersebut menunjukkan dengan semakin tingginya konsentrasi Cu di hati ikan gabus, akan menurunkan nilai HSI ikan tersebut. Menurunnya nilai HSI menunjukkan adanya peningkatan aktivitas metabolisme di hati untuk mendetoksifikasi Cu, sehingga menyebabkan penurunan bobot hati ikan.



Gambar 4. Korelasi antara nilai HSI dengan konsentrasi Cu di hati ikan Gabus.

KESIMPULAN

Rute pemaparan logam berat Cu pada ikan Gabus melalui jalur respirasi dan rantai makanan. Peningkatan konsentrasi Cu berhubungan dengan penurunan nilai hepato-somato indeks ($R^2 = 0.678$). Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa ikan tersebut sudah mengalami tekanan lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh DIPA Pusat Penelitian Limnologi LIPI tahun anggaran 2014. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Margaretha (Badan Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Hidup Provinsi Papua), Bpk Hendrik Palo (Kantor Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Jayapura), Dr. Ir. Syahroma Husni Nasution, Tri Suryono, M.Si, Agus Waluyo, S.Si dan seluruh tim yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1986. *Quality Criteria for Water 1986, United States Environmental Protection Agency*. EPA 440/5-86-001. Washington.
- APHA. 2012. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition (Eds. E.W. Rice, R.B. Baird, A.D. Eaton, and L.S. Clesceri)*. Washinton DC, American Public Health Association.
- Baldwin, D. S. and Howitt, J., 2007, Baseline assessment of metals and hydrocarbons in the sediments of Lake Mulwala, Australia, *Lakes and reservoirs : research and management* 12(3): 167-174.
- Bisthoven, L. J, J. P. Postma, P. Parren, K. R. Timmermans, and F. Ollevier. 1998. Relation between heavy metal in aquatic sediments in chironomus larvae of Belgian Lowland Rivers and their morphological deformities. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 55: 688-703.
- Canadian Council of Ministers of the Environment. 2002. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: Summary tables. Updated. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.

- Canadian Council of Ministers of the Environment. 2007. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: Summary table. Updated December, 2007. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta. 258 halaman.
- Fernandes, C. Fontaínhas-Fernandes, A. Rocha, E. Salgado, M. A. 2008. Monitoring pollution in Esmoriz – Paramos lagoon, Portugal: Liver histological and biochemical effects in *Liza saliens*. *Environ Monit Assess* 145:315-322
- Förtstner, U., and G. T. Whittmann. 1983. Toxic Metal. *Metal Pollution in Aquatic Environment*. Springer Verlag. Berlin Heidelberg. Germany. 3-68 hal.
- Matasin Z, M. Ivanusic, V. Orescanin, S. Nejedli, I. T. Gajger. 2011. Heavy Metal Concentration in Predator Fish. *J. Anim. Vet. Adv.*, 10 (9): 1214-1218.
- Prica, M., B. Dalmajica, S. Roncevic, D. Kremar, and M. Bacelic. 2007. A Comparison of Sediment Quality Results with Acid Volatile Sulfide (AVS) and Simultaneously Extracted Metal (SEM) Ratio in Vojvodina (Serbia) Sediments. *Sci.Total Environ.* 20: 1-10.