

## Seasonal variation in meat and liver histopathology of white snapper (*Lates calcarifer*) from mercury-polluted Kao Gulf Waters, North Halmahera, Indonesia

### Histopatologi daging dan hati ikan kakap putih (*Lates calcarifer*) pada musim berbeda dari Perairan Teluk Kao yang tercemar merkuri (Hg), Halmahera Utara, Indonesia

Azis Husen<sup>1\*</sup>, Endang Yuli Herawati<sup>2</sup>, and Yenny Risjani<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Pascasarjana, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65154, Indonesia

<sup>2</sup> Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65154, Indonesia  
\*E-mail: azishusen50@yahoo.com

**Abstract:** Fish caught in Kao Gulf waters has been contaminated by mercury in low concentration. This study aimed to identify and analyze the impact of mercury (Hg). Water, sediment and fish samples were taken using a plastic scoop, a grab, and fishing. Hg content analysis used AAS (atomic absorption spectrophotometer). While the histopathological analysis of the fish meat and liver used automated slide stainer and microscope. Hg concentration of Kobok and Taolas river water in dry season and rainy season was not safe to consume according to Indonesian National Standard of 7387/2009 for natural mineral water. Hg concentration of the sediment also did not meet the Indonesian quality standard according to Government Regulation Numbered 82/2001. Fish were still allowed to be consumed. The meat and liver histopathology in dry and rainy season had tissue cell change, such as edema, degeneration hydrophic, and lamellae fusion.

**Keywords:** Pollution; mercury(Hg); histopathology; white snapper

**Abstrak:** Ikan yang tertangkap di Perairan Teluk Kao telah terkontaminasi dengan merkuri dalam jumlah rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis dampak pencemaran merkuri (Hg) dengan menginformasikan keamanan konsumsi ikan Kakap Putih di perairan Teluk Kao Halmahera Utara. Sampel air diambil menggunakan gayung plastik, sampel sedimen dengan alat *grab sampler* sedangkan sampel ikan menggunakan alat pancing. Analisis kandungan Hg air, sedimen dan ikan dengan metode AAS (*atomic absorption spectrophotometer*). Analisis histopatologi daging dan hati ikan dengan alat *automated slide stainer* dan mikroskop. Hasil menunjukkan bahwa Nilai Hg air sungai Kobok dan Taolas pada musim panas dan musim hujan tidak layak dikonsumsi menurut SNI 7387/2009. Konsentrasi Hg dalam sedimen juga tidak memenuhi Standar Baku Mutu Indonesia menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Ikan kakap putih masih diizinkan untuk dikonsumsi. Histopatologi daging dan hati ikan kakap putih pada musim panas dan musim hujan yang mengalami perubahan jaringan sel, seperti mengalami edema, degenerasi hidropis, dan fusi *lamellae*.

**Kata-kata kunci:** Pencemaran; merkuri (Hg); histopatologi; ikan kakap putih

## PENDAHULUAN

Kawasan Teluk Kao Halmahera Utara pada awalnya memiliki potensi ikan dan sumber daya kelautan yang cukup tinggi dan merupakan andalan kegiatan perekonomian di sektor perikanan karena 90% masyarakat adalah nelayan perikanan tangkap. Hasil produksi perikanan tangkap di Teluk Kao yang tercatat di Kabupaten Halmahera Utara pada tahun 2010 sebesar 1013.07 ton, sedangkan pada tahun 2011 menurun 745.5 ton. Produksi tahun 2010 ini lebih tinggi dibandingkan dengan data produksi tahun 2011, akibat dari kegiatan penambangan emas

yang dilakukan PT. Nusa Halmahera Mineral (NHM) dan, Tambang Tradisional (PETI). (Dinas Kelautan dan Perikanan Halmahera Utara, 2011). Selain sumber daya ikan, kawasan Teluk Kao juga memiliki kekayaan sumber daya non hayati berupa emas yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Potensi emas ini menjadi daya tarik bagi berbagai pihak untuk mengeksploitasinya.

Metoda pemantauan pencemaran suatu perairan oleh logam berat, telah dikembangkan secara kimiawi, dengan menentukan kadar setiap zat pencemar pada air ataupun sedimen (Darmono, 2008). Namun pemantauan tersebut lebih efektif jika diterapkan bersama dengan pemantauan secara

biologi atau menggunakan organisme hidup. Penggunaan organisme hidup sebagai indikator pencemaran disebut bioindikator (Dinia, 1995).

Berdasarkan laporan Dinas Kelautan dan Perikanan Halmahera Utara (2007), bahwa pembuangan limbah PT. Nusa Halmahera Miniral (NHM) dan Tambang Tradisional (PETI), yang masuk ke perairan Teluk Kao, diduga mengandung bahan pencemar logam berat merkuri yang telah melebihi ambang batas yang diperbolehkan, sehingga daerah tersebut semakin sulit untuk dikembangkan sebagai daerah penangkapan ikan dan kegiatan budidaya ikan.

Menurut hasil penelitian Hamid (2011), Sungai Dum-Dum mendapatkan beban merkuri (Hg) pada Kerang Darah untuk daging sebesar 0,058-0,093 ppm. Sedangkan hasil penelitian Zamzam (2009). Air sungai Kobok dan Tabobo Kecamatan Malifut, menunjukkan kadar (Hg) 0,049 $\mu$ g/L-75,18  $\mu$ g/L. Konsentrasi logam merkuri (Hg) yang terkontaminasi di air sungai Tabobo sudah melampaui baku mutu yang ditetapkan. Dengan demikian pencemaran air sungai berpengaruh tinggi terhadap akumulasi merkuri di sedimen sungai Zamzam (2009), fakta inilah, sehingga membuat sebagian besar masyarakat Teluk Kao tidak lagi menggunakan air sungai yang ada di sekitar perairan sungai Kobok.

Hasil observasi dan wawancara dengan masyarakat sekitar sungai Tabobo dusun Beringin dan desa Dum-dum di Teluk Kao, menyebutkan bahwa hampir kurang lebih 5 tahun terakhir sebagian besar masyarakat sudah tidak lagi mengonsumsi air dari sungai Kobok tersebut karena sudah tercemar merkuri (Hg). Berdasarkan latar belakang diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisis dampak pencemaran merkuri (Hg). Menginformasikan tentang keamanan konsumsi ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*) di perairan Teluk Kao Halmahera Utara.

## MATERIAL DAN METODA

Analisis kualitas air di Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya Malang. Air, sedimen, daging dan hati ikan Kakap Putih di analisis menggunakan alat spektrofotometer penyerap atom (*atomic absorption spectrophotometer*, AAS) untuk mengetahui kandungan logam berat merkuri (Hg) dengan larutan, HNO<sub>3</sub>, SnCl<sub>2</sub>, HgSO<sub>4</sub>, dan HClO<sub>4</sub> di Laboratorium Perum Jasa Tirta Kota Malang. Tempat dan wadah yang terbuat

dari *Styrofoam* untuk menyimpan sampel air, sedimen, dan ikan, sebelum dilakukan uji laboratorium, kertas label untuk memberi tanda pada sampel, es di gunakan untuk menjaga sampel air dan ikan agar tidak rusak.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia SNI 06-2412-1991 tentang metode pengambilan contoh kualitas air:(1) sungai dengan debit kurang dari 5 m<sup>3</sup>/detik, contoh diambil pada satu titik di tengah sungai pada 0,5 kali dengan kedalaman permukaan air; (2) sungai dengan debit antara 5-150 m<sup>3</sup>/detik, contoh diambil pada dua titik masing-masing pada jarak 1/3 dan 2/3 lebar sungai yaitu 0,5 kali dengan kedalaman permukaan air; (3) sungai dengan debit lebih dari 150 m<sup>3</sup>/detik contoh diambil minimum pada enam titik masing-masing pada jarak 1/4, 1/2 dan 3/4 lebar sungai yaitu 0,2 kali dan 0,8 kali kedalaman dari permukaan air.

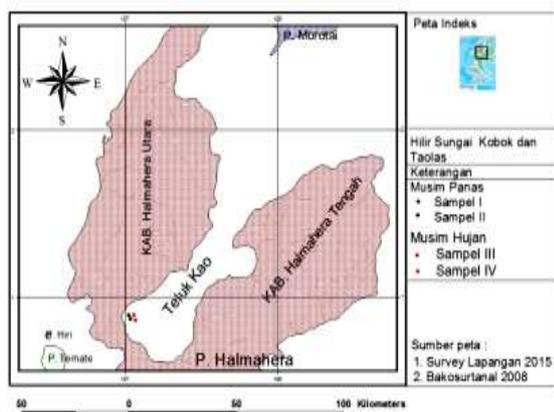
Alat untuk mengambil sampel air adalah gayung plastik bertangkai (SNI 6989.57:2008). Sedangkan sampel sedimen di ambil pada kedalaman meter 1,5 meter dengan alat yang digunakan adalah *grab sampler/dredges* EPA-Ohio (2001), berdasarkan APHA (2005).

Lokasi tangkapan ikan Kakap Putih di muara hilir sungai Kobok dan Taolas Teluk Kao. Lokasi sampel merupakan jalur tempat pembuangan limbah oleh PT. Nusa Halmahera Miniral dan Tambang Tradisional PETI yang mengeksploitasi emas sisa limbahnya di buang ke sungai Tabobo dan sungai Taolas kedua sungai ini akhirnya mengalir hingga ke muara hilir Kobok dan hilir Taolas perairan Teluk Kao.

Instrumen pengambilan sampel ikan dengan menggunakan sarana yang dapat di wujudkan yaitu dengan metode survei dengan melakukan observasi wawancara nelayan. Sampel ikan Kakap Putih di ambil dengan alat pancing tradisional dengan menggunakan perahu tradisional oleh nelayan dan peneliti. Penentuan lokasi penangkapan atau pengambilan sampel ikan dilakukan dengan cara purposive sampling.

Sebagai ikan demersal ikan kakap memiliki aktivitas gerak relatif jauh membentuk gerombol yang relatif tidak terlalu besar, bermigrasi jauh, dan mempunyai daur hidup yang stabil dikarenakan habitat didasar laut relatif stabil. Sifat yang demikian menyebabkan ikan ini rawan terhadap berbagai pengaruh, baik lingkungan perairan maupun ekspolitas (Pitcher et al., 2008).

Sampel ikan kakap putih diambil secara acak. Hasil tangkapan ikan Kakap Putih pada musim panas yaitu 6 ekor sedangkan musim hujan sebanyak 8 ekor. Lokasi tangkapan ikan kakap



Gambar 1. Lokasi stasiun pengambilan sampel di Perairan Teluk Kao Halmahera Utara (tanda warna hitam menunjukan sampel pada musim panas dan warna merah sampel musim hujan)

putih semuanya di pancung pada muara hilir Kobok dan Taolas perairan Teluk Kao.

Sebagian besar penduduk yang bermukim di sekitar wilayah Teluk Kao sangat bergantung pada spesies ikan ini sebagai sumber protein. Jenis ikan ini menurut masyarakat mempunyai nilai ekonomis tinggi, baik untuk memenuhi kebutuhan konsumsi masyarakat Teluk Kao, hal ini mendorong peneliti melakukan penelitian untuk mengetahui dampak pencemaran (Hg) pada daging dan hati ikan.

Untuk air, sedimen daging dan hati ikan kakap diasamkan dengan  $\text{HNO}_3$ , diambil sebanyak 50 ml dan ditambahkan 2 ml  $\text{KmnO}_4$  2%, dipanaskan pada suhu  $70^\circ\text{C}$  dan dicegah tidak mendidih sampai volumenya menjadi 15 ml. larutan ini kemudian ditetesi dengan hidrosilamin sampai menjadi jernih. Pengukuran logam berat AAS yang dilengkapi dengan Furnace, Flame & Hydride Vapour Generator (HVG-1) untuk analisa logam. Penentuan kandungan logam berat dengan tahap destruksi, pembacaan absorbans dan perhitungan.

Analisis histopatologi daging dan hati ikan di Laboratorium Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang. Proses pengerjaan histopatologi daging dan hati ikan untuk pemotongan jaringan berupa makross. dimasukan ke larutan formalin 10 fiksasi semalam, kemudian jaringan dipilih yang terbaik sesuai di teliti, setelah jaringan di potong ketebalan 2-3 mili meter lalu di masukan ke kaset di beri kode sesuai dengan kode gross, selanjutnya di masukan larutan formalin 10% selanjutnya proses dengan alat mesin Tissue Tex Prosesor selama 90 menit, setelah itu tanda selesai. Proses pewarnaan (HE) cat utama Harris Hematoksilin selama 10-15 menit kemudian

di cuci dengan air selama 15 menit setelah itu alkohol asam 1% 2-5 di celupkan, amonia air 3-5 celup, cat pembanding osin 1% selama 10-15 menit. Dehidrasi alkohol sebanyak 70% di biarkan selama 3 menit kemudian di tambahkan lagi alkohol 80% selama 3 menit. Pemijahan (clearing) Xylol selama 60 menit. Slaid kering pada suhu ruangan setelah slaid kering siap untuk diamati dengan alat mikroskop.

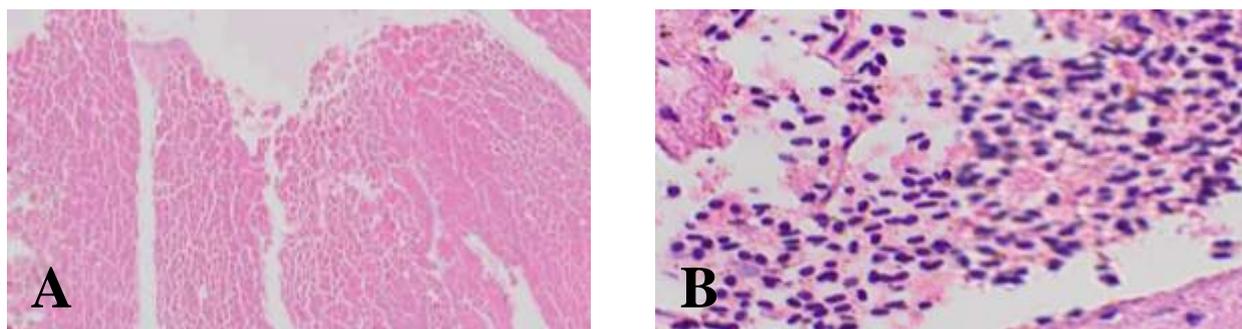
Pengambilan sampel air, sedimen, dan ikan Kakap Putih dilaksanakan di perairan Teluk Kao Kabupaten Halmahera Utara yakni pada musim panas bulan Juni 2014 dan musim hujan Januari 2015 (Gambar 1).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kandungan Merkuri (Hg) di Perairan Teluk Kao

Perairan Teluk Kao diduga sangat rentan terhadap pencemaran logam berat merkuri yang berasal dari kegiatan penambangan emas yang terdapat di sekitar Beringin, Balisosang, dan Dum-dum wilayah Kabupaten Halmahera Utara jika terbukti, maka kelimpahan ikan akan berkurang dan akhirnya dapat mengancam mata pencaharian nelayan yang beroperasi di perairan Teluk Kao. Penambangan emas di sekitar perairan Teluk Kao dilakukan sejak tahun 1998 dalam skala besar oleh perusahaan multinasional, yaitu PT. NHM dan Tambang Tradisional (PETI). Hasil penelitian Domu Simbolon *et al.* (2010), melaporkan bahwa Tanjung Taolas dan akesona perairan Teluk Kao bahwa kandungan merkuri (Hg) untuk ikan Biji Nangka pada organ hati sebesar 0,45-0,51 ppm daging 0,03-0,04 ppm, kakap merah yang mengandung merkuri (Hg) pada daging 0,06-0,19 ppm dan hati 0,13-0,38 ppm. sedangkan ikan belanak dari daging 0,16-0,36 ppm, hati 0,05-0,25 ppm. Ikan yang tertangkap di perairan Teluk Kao telah terkontaminasi dengan merkuri. Meskipun jumlah merkuri yang terdapat pada daging dan hati ikan secara umum masih tergolong kategori aman, namun logam berat merkuri (Hg) ini sangat berbahaya karena dapat memberikan efek racun terhadap fungsi organ yang terdapat dalam tubuh manusia.

Edward (2008), melaporkan hasil penelitian bahwa Teluk Kao telah tercemar kandungan Hg yang berasal dari proses penambangan emas di sekitarnya. Kondisi ini tentu saja akan mempersulit sumber penghidupan nelayan di sekitar Teluk Kao akibat terancamnya kualitas daerah penangkapan ikan dan kegiatan budidaya ikan oleh limbah Hg.



Gambar 2. Histopatologi daging dan hati ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*)

- A: Arah panah hitam menunjukkan jaringan daging ikan Kakap Putih mengalami edema di golongan dengan tingkat kerusakan ringan dengan pembesaran (40X). Menurut Ploeksic et al. (2010) edema sering terjadi akibat pemaparan polutan-polutan yang berasal dari bahan kimia, seperti logam-logam berat metaloid, pestisida, dan penggunaan bahan-bahan terapeutik (formalin dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) yang berlebihan.
- B: Arah panah hitam menunjukkan jaringan hati ikan Kakap Putih yang mengalami degenerasi hidropis digolongkan dengan tingkat kerusakan ringan dengan pembesaran (100X). Degenerasi dapat disebabkan oleh kekurangan dari bahan esensial (misalnya, oksigen atau asam panthotenat), kekurangan sumber energi yang mengganggu metabolisme, pemanasan mekanik, luka akibat akumulasi substansi abnormal di dalam sel-sel yang disebabkan oleh virus, bakteri, atau parasit atau oleh bahan kimia yang beracun, ketidakseimbangan nutrisi, dan zat-zat iritan yang ringan (Hoole, 2001).

Beberapa faktor yang mempengaruhi kadar merkuri di perairan yaitu keberadaan nilai suhu dan pH. Suhu perairan dapat mempengaruhi kelarutan dari beberapa bahan kelarutan dari beberapa bahan pencemaran seperti merkuri: Suhu perairan dapat mengatur laju perubahan bentuk lingkungan, kelarutan zat-zat alamiah dan pencemar, kestabilan pencemar dan laju metabolik makhluk hidup (Connel and Miller, 1995).

Proses perpindahan logam berat secara biologis dari suatu tingkatan trofik yang rendah ke tingkatan yang lebih tinggi di dalam suatu struktur rantai makanan disebut proses biotransfer. Proses ini akan menyebabkan organisme yang tingkat trofiknya lebih rendah mempunyai peranan ekologis yang sangat penting pada suatu perairan dalam hubungannya sebagai sumber makanan bagi organisme lainnya Ikingura and Akagi (1999). Dengan demikian, ikan yang telah terkontaminasi dengan logam berat di perairan Teluk Kao, walaupun pada saat ini terkonsentrasinya di perairan masih berada di bawah ambang batas, akan mempengaruhi status lingkungan perairan apabila dibiarkan lebih lama.

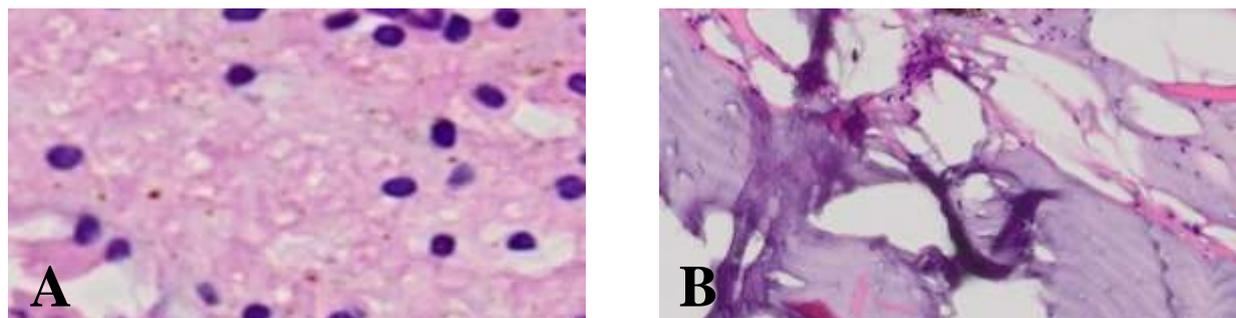
#### **Kandungan Merkuri (Hg) Ikan Kakap Putih (*L. calcarifer*)**

Analisis kandungan merkuri (Hg) sungai Kobok dan Taolas untuk daging ikan Kakap Putih musim panas adalah 0,002 ppm. Sedangkan pada musim hujan kandungan merkuri (Hg) untuk hati

ikan pada sebesar 0,005 ppm. Berdasarkan Standar Nasional (SNI Indonesia 7387:2009) Batas Maksimum Cemar Logam Berat Dalam Pangan 0,5 mg/kg sampai 1,0 mg/kg. Menurut WHO (2004) Batas Maksimum merkuri dalam kondisi masih aman dalam tubuh ikan sebesar 0,5 ppm. Melihat standar tersebut, maka dapat dikatakan bahwa untuk merkuri (Hg) pada ikan kakap putih masih dibawah ambang batas normal diperbolehkan untuk dikonsumsi.

Ikan kakap putih yang ditangkap di perairan Teluk Kao telah terkontaminasi dengan logam berat merkuri. Meskipun jumlah merkuri yang terdapat pada daging dan hati ikan secara umum masih tergolong kategori aman, namun logam berat merkuri (Hg) ini sangat berbahaya karena dapat memberikan efek racun terhadap fungsi organ yang terdapat dalam tubuh ikan. Menurut Sanusi (1980). Akumulasi logam berat dalam tubuh ikan berurutan dari yang besar ke yang kecil adalah hati, ginjal, insang dan daging.

Hasil analisis kandungan merkuri (Hg) daging dan hati ikan nilainya berfluktuasi tidak tetap dari musim panas dan musim hujan hal ini disebabkan, Ikan kakap putih merupakan ikan yang memiliki kemampuan toleransi yang tinggi terhadap kadar garam (*euryhaline*). Selain itu, ikan kakap putih juga termasuk ikan katadromus besar di air tawar dan kawin di air laut, kisaran toleransi fisiologis ikan kakap putih cukup luas (FAO, 2006).



Gambar 3. Histopatologi daging dan hati ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*)

- A: Arah panah hitam menunjukkan jaringan daging ikan Kakap Putih yang mengalami edema di golongan dengan tingkat kerusakan ringan dengan pembesaran (100X). Menurut Hibiyah and Fumio (1995) dalam Ersu (2008), Edema menandakan telah terjadi kontaminasi tetapi belum ada pencemaran.
- B: Arah panah hitam diatas menunjukkan jaringan hati ikan Kakap Putih mengalamifusi lamellaedi golongan kerusakan berat dengan pembesaran (40X). Fusi lamela akibat hiperplasia dapat mengurangi efisiensi difusi gas Hoole et al. (2001). Roberts (2001), menyatakan bahwa pembengkakan pada lamela sekunder dapat dihubungkan dengan edema lamela, hipertropi sel epitel (bertambahnya ukuran atau volume suatu bagian tubuh karena peningkatan ukuran dari sel-sel individu), dan perubahan pada dasar arsitektur sel tiang.

#### Analisis (Hg) air sungai Kobok dan Taolas

Kandungan merkuri (Hg) air sungai Kobok dan Taolas pada musim panas untuk stasiun 1 dan 2 dengan nilai rata-rata adalah 0,003 ppm. Sedangkan musim hujan stasiun 3 dan 4 sebesar 0,0038 ppm. Sesuai Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 907/MENKES/SK/VII/2002 Air minum yaitu 0,001 mg/L. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa mutu air sungai Kobok dan Taolas di perairan Teluk Kao Halmahera Utara tidak aman untuk dikonsumsi.

Menurut Palar (2008), bahwa dengan adanya pencemaran logam berat dalam badan perairan pada konsentrasi tertentu dapat berubah fungsi menjadi sumber racun bagi kehidupan perairan. Meskipun daya racun yang ditimbulkan oleh satu jenis logam berat terhadap semua organisme perairan tidak sama, namun kehancuran dari satu kelompok dapat menjadikan terputusnya satu mata rantai kehidupan. Pada tingkat selanjutnya, keadaan tersebut akan menghancurkan ekosistem perairan.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Air merupakan komponen lingkungan hidup yang penting bagi kelangsungan hidup dan kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Bahwa untuk melestarikan fungsi air perlu dilakukan pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air secara bijaksana dengan memperhatikan kepentingan generasi sekarang dan mendatang serta keseimbangan ekologis.

#### Suhu

Hasil analisis suhu air sungai Kobok dan Taolas perairan Teluk Kao pada musim panas

dengan nilai rata-rata adalah 27-28<sup>0</sup>C. Sedangkan suhu air untuk musim hujan sebesar 26-26.4 <sup>0</sup>C. Suhu rata-rata perairan kabupaten Halmahera Utara selama tahun 2012-2013 berkisar antara 21<sup>0</sup>C–30.5<sup>0</sup>C. Faktor ini di pengaruhi oleh iklim laut tropis dan iklim musim (Dinas Kelautan dan Perikanan Halmahera Utara, 2011). Berdasarkan kisaran suhu permukaan air sungai Kobok dan Taolas Teluk Kao, Kabupaten Halmahera Utara selama pengamatan masih pada kisaran normal dan dapat bertoleransi oleh biota perairan.

Menurut Ariawan (1994), faktor utama yang berpengaruh terhadap penurunan suhu dalam suatu badan air adalah intensitas cahaya yang diterima oleh badan air dan senyawa logam yang ada di volume air. Kisaran suhu yang mampu ditoleransi suatu biota laut yaitu berkisar 20.35 <sup>0</sup>C (Rahman, 2006). Sedangkan berdasarkan baku mutu Kepmen LH No 51 tahun 2004 untuk biota laut berkisar 28.30 <sup>0</sup>C. Berdasarkan hal tersebut, kisaran suhu permukaan air sungai Kobok dan Talos Teluk Kao, Kabupaten Halmahera Utara selama pengamatan masih pada kisaran normal dan dapat bertoleransi oleh biota perairan.

#### Salinitas

Analisis salinitas air sungai Kobok dan Taolas di perairan Teluk Kao pada musim panas dengan nilai rata-rata 27.311 ppt. Sedangkan pada musim hujan salinitas air sungai Kobok sebesar 27.023 ppt. Berdasarkan kisaran salinitas tersebut, perairan Teluk Kao tergolong pada perairan mixohaline, yang memiliki kisaran salinitas antara

0,1 ppt sampai 32,33 ppt (DKP Halmahera Utara, 2008).

Salinitas merupakan gambaran tentang jumlah garam dalam suatu perairan (Dahuri et al., 1996). Sebaran salinitas di air laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai.

### **Derajat Keasaman (pH)**

Kisaran nilai pH air pada musim panas sungai Kobok dan Taolas di perairan Teluk Kao dengan nilai rata-rata yaitu 8.279. Sedangkan pada musim hujan nilai pH sebesar 8.227. Hasil analisis derajat keasaman perairan Teluk Kao menunjukkan bahwa nilai derajat keasam (pH) dengan kadar sudah mendekati nilai di atas ambang batas, untuk perairan laut yaitu 7,0–8,3. Brook et al. (1989). Ikan yang hidup di perairan air tawar, angka pH yang dianggap sesuai untuk kehidupan ikan-ikan tersebut berkisar 6,5 hingga 8,4. Sementara itu kebanyakan jenis ganggang tidak dapat hidup di perairan dengan pH lebih dari 8,5 (Asdak, 2001).

Beberapa faktor yang mempengaruhi kadar merkuri di perairan yaitu keberadaan nilai suhu dan pH. Suhu perairan dapat mempengaruhi kelarutan dari beberapa bahan kelarutan dari beberapa bahan pencemaran seperti merkuri: Suhu perairan dapat mengatur laju perubahan bentuk lingkungan, kelarutan zat – zat alamiah dan pencemar, kestabilan pencemar dan laju metabolik makhluk hidup (Connel and Miller, 1995).

Pengelolaan kualitas air adalah untuk menjamin kualitas air yang diinginkan sesuai dengan peruntukannya agar tetap dalam kondisi alamiah serta menjamin kualitas air sesuai dengan baku mutu air melalui upaya pencegahan, penanggulangan dan pencemaran air serta pemulihan kualitas air. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Air merupakan komponen lingkungan hidup yang penting bagi kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Bahwa untuk melestarikan fungsi air perlu dilakukan pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air secara bijaksana dengan memperhatikan kepentingan generasi sekarang dan mendatang serta keseimbangan ekologis.

Parameter yang mempengaruhi konsentrasi logam berat di perairan adalah suhu, salinitas, arus, pH dan padatan tersuspensi total atau seston Nanty (1999). Dengan sendirinya interaksi dari faktor-faktor tersebut akan berpengaruh terhadap fluktuasi konsentrasi logam berat dalam air, karena sebagian logam berat tersebut akan masuk ke dalam sedimen.

### **Oksigen Terlarut (DO)**

Hasil analisis oksigen terlarut (DO) musim panas sungai Kobok dan Taolas dengan nilai rata-rata 7.54. Sedangkan pada musim hujan nilai oksigen terlarut (DO) sebesar 7.311. Distribusi oksigen vertikal dipengaruhi oleh gerakan air, proses kehidupan di laut dan proses kimia Achmad (2006). Sedangkan menurut Salmin (2005), perairan dapat dikategorikan sebagai perairan yang baik dan tingkat pencemarannya rendah jika kadar oksigen terlarutnya > 5 ppm.

Menurut Sutika (1989), pada dasarnya proses penurunan oksigen dalam air disebabkan oleh proses kimia, fisika dan biologi yaitu proses respirasi baik oleh hewan maupun tanaman, proses penguraian (dekomposisi) bahan organik dan proses penguapan. Kelarutan oksigen ke dalam air terutama dipengaruhi oleh faktor suhu, oleh sebab itu, kelarutan gas oksigen pada suhu rendah relative lebih tinggi jika dibandingkan pada suhu tinggi.

### **Penetrasi Cahaya**

Kecerahan air sungai Kobok dan Taolas perairan Teluk Kao musim panas relatif tidak normal sesuai hasil analisis dengan nilai kecerahan rata-rata 46.87 cm. Sedangkan pada musim hujan kecerahan air Kobok dan Taolas sebesar 45.5 cm. Al Qodri (1999), mengatakan kecerahan yang diperbolehkan adalah  $\geq 3$  meter. Perairan yang memiliki nilai kecerahan rendah pada waktu cuaca normal (cerah), memberikan suatu petunjuk atau indikasi banyaknya partikel yang terlarut dan tersuspensi dalam perairan.

Nybakken (1992), mengemukakan bahwa kecerahan merupakan salah satu faktor penentu dalam suatu perairan dimana proses fotosintesis masih dapat berlangsung. Banyak sedikitnya sinar matahari yang menembus kedalam perairan sangat tergantung dari kecerahan air. Semakin cerah perairan tersebut, maka semakin dalam sinar yang menembus kedalam perairan demikian sebaliknya.

### **BOD (Biological Oxygen Demand)**

Analisis BOD (Biological Oxygen Demand) pada musim panas sungai Kobok dan Taolas di perairan Teluk Kao dengan nilai rata-rata 9.262 mg/L. Sedangkan musim hujan nilai BOD air sebesar 3.651 mg/L. Faktor faktor yang mempengaruhi keberadaan COD antara lain: volume reaktor atau air, waktu tinggal padatan atau substrat, permintaan oksigen dan volume lumpur Pazstor et al. (2009).

Jumlah organisme dalam air di suatu lingkungan perairan tergantung pada tingkat kebersihan air. Air yang telah tercemar oleh bahan

buangan yang bersifat antiseptik atau bersifat racun, seperti fenol, kreolin, deterjen, asam sianida, insektisida dan sebagainya, sehingga makin besar kadar BOD, maka di kategorikan indikasi suatu perairan telah tercemar. Menurut UNESCO/WHO/UNEP (1992) Batas Maksimum BOD<sub>5</sub> yang diperbolehkan untuk kepentingan air minum dan kehidupan organisme akuatik adalah 3,0–6,0 mg/L.

### **COD (Chemical Oxygen Demand)**

Analisis nilai COD (Chemical Oxygen Demand) air sungai Kobok dan Taolas di perairan Teluk Kao musim panas dengan nilai rata-rata 782.198 mg/L. Sedangkan pada musim hujan nilai COD air sebesar 573.2666 mg/L. Peningkatan nilai BOD dari sungai Kobok dan Taolas Teluk Kao mengindikasikan bahwa semakin ke hilir kualitas air sungai semakin menurun atau telah terjadi pencemaran di bagian hilir.

Menurut UNEP (1992) nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/L. Perairan yang memiliki nilai COD tinggi tidak diinginkan bagi kepentingan pertanian dan perikanan (Effendi, 2003).

### **Alkalinitas**

Nilai alkalinitas air sungai Kobok dan Taolas perairan Teluk Kao musim panas dengan nilai rata-rata 100 mg/L. Sedangkan pada musim hujan nilai alkalinitas air sebesar 206.8 mg/L. Perubahan nilai alkalinitas, terlihat bahwa pada setiap konsentrasi menunjukkan peningkatan dan penurunan pada setiap musim, nilai alkalinitas air perairan Teluk Kao masih di bawah ambang batas dengan nilai tertinggi 380 mg/L. Sesuai dengan Standar baku mutu untuk perairan adalah tidak pernah melebihi 500 mg/L CaCO<sub>3</sub> menurut Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001.

### **Kesadahan**

Nilai kesadahan air sungai Kobok dan Taolas perairan Teluk Kao musim panas nilai rata-rata 172 mg/L. Sedangkan pada musim hujan nilai kesadahan air sebesar 244.8mg/L. Kesadahan air sungai dan air laut di perairan Teluk Kao masih dibawah ambang batas yang ditetapkan oleh Pemerintah yaitu 500 mg/L berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 20 Tahun 1990 tentang Kriteria Kualitas Air serta SK. Menteri KLH No. Kep-02/MENKLH/I/1988 tentang Baku Mutu Air dan Sumber Air Golongan A dan B. yaitu kesadahan 500 mg/L.

### **Kandungan Merkuri (Hg) pada Sedimen**

Analisis sedimen sungai Kobok dan Taolas stasiun 1 dan 2 yang terkontaminasi merkuri (Hg)

pada musim panas dengan nilai rata-rata 0,0032 ppm. Sedangkan pada musim hujan nilai sedimen sungai stasiun 3 dan 4 Kobok dan Taolas sebesar 0,0076 ppm. Hasil analisis kandungan merkuri pada sedimen di perairan Teluk Kao sudah tidak memenuhi Standar Mutu Bahan Baku Mutu sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 kelas I. 0,001 mg/L kelas II. 0,002 mg/L kelas III. 0,002 mg/L kelas IV 0,005 mg/L.

Menurut Dahuri et al. (2001) bahwa perairan yang sedimentasinya tinggi dapat membahayakan kehidupan di lingkungan perairan, diantaranya sedimen menyebabkan peningkatan kekeruhan air dengan menghalangi penetrasi cahaya yang masuk ke dalam air sehingga dapat mengganggu kehidupan organisme di dalamnya. Sedimen merupakan tempat proses akumulasi logam berat di sekitar perairan laut.

Hasil penelitian Mance(1987) yang mengatakan bahwa konsentrasi logam berat di sedimen jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan yang ada pada kolom perairan. Hal ini disebabkan logam berat yang masuk ke dalam kolom perairan akan diserap oleh partikel-partikel tersuspensi. Apabila konsentrasi logam berat lebih besar dari daya larut terendah komponen yang terbentuk antara logam dan anion yang ada di dalam air, seperti karbonat, hidroksil atau klorida, maka logam tersebut akan diendapkan (Lindquist et al., 1984).

### **Histopatologi Daging dan Hati Ikan Kakap Putih (*L. calcarifer*) pada musim panas**

Pengamatan histopatologi digunakan sebagai parameter untuk mengetahui perubahan yang terjadi akibat masuknya bahan pencemar pada tubuh ikan. Menurut Darmono (2001), logam berat masuk kedalam jaringan tubuh makhluk hidup melalui beberapa jalan yaitu saluran pernafasan, pencernaan dan penetrasi melalui kulit. Tingginya kandungan logam berat dalam organ dalam organ akan mengakibatkan kerusakan sel pada organ tersebut.

Analisis histopatologi ikan Kakap Putih dilakukan untuk mengetahui kandungan logam berat merkuri dalam daging dan hati ikan kakap putih akibat tercemar sehingga mengalami perubahan jaringan secara langsung menyebabkan terjadinya kerusakan sel yang diamati dengan menggunakan mikroskop.

Analisis histopatologi daging dan hati ikan Kakap Putih yang di temukan mengalami perubahan stuktur jaringan sel akibat paparan logam berat merkuri (Hg) yaitu 0,002 ppm menunjukan arah panah lihat pada Gambar 2.

Arifin (1989) *dalam* Kusumahadi (1998), dibandingkan dengan organ tubuh ikan yang lain, logam berat yang terakumulasi dalam insang lebih sedikit, karena logam berat yang terabsorpsi dan terakumulasi di insang mengalami proses metabolisme dan akan diekskresikan dari tubuh bersama-sama metabolit yang lain.

Perubahan histopatologi diatas terjadi akibat adanya zat beracun yang masuk ke dalam tubuh ikan dari lingkungan. Ikan yang hidup di sungai Kobok baik di daerah hulu maupun hilir mengalami kerusakan tingkat berat seperti yang diutarakan oleh Darmono (2005), bahwa kerusakan hati dibagi menjadi tiga yaitu ringan yang ditandai dengan perlemakan dan pembengkakan sel (oedema); sedang, ditandai dengan kongesti dan hemoragi berat, ditandai dengan kematian sel atau nekrosis.

### **Histopatologi daging dan Hati ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*) pada musim hujan**

Hasil analisis mendapatkan kerusakan histopatologi daging dan hati ikan Kakap Putih di perairan Teluk Kao yang mengalami perubahan struktur jaringan sel akibat terakumulasi logam berat merkuri (Hg) yaitu 0,005 ppm. Hasil analisis dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan hasil analisis histopatologi daging dan hati ikan Kakap Putih pada musim hujan di perairan Teluk Kao mendapatkan kerusakan jaringan sel akibat terakumulasi logam berat merkuri (Hg) berupa edema, degenerasi, fusi lamellae. Dengan mengacu pada metode Tandjung 1982, Ressang (1986), Sudiono (2003), dan Darmono (1995), adanya edema, dan degenerasi digolongkan tingkat kerusakan ringan., sedangkan fusi lamela digolongkan pada tingkat kerusakan berat.

Menurut Koesumadinata and Sutrisno (1997) *dalam* Syafriadiman (2010), menyatakan bahwa kerentanan organisme terhadap toksikan berbeda-beda berdasarkan konsentrasi bahan toksik, spesies dan ukuran organisme. Underwood (1992), menyatakan bahwa infiltrasi sel radang pada tingkat akut ditandai dengan adanya peningkatan permeabilitas pembuluh darah, cairan, dan sel yang keluar dari pembuluh darah serta adanya netrofil pada jaringan yang mengalami radang.

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian ini bahwa merkuri (Hg) sungai Kobok dan Taolas perairan Teluk Kao Hasil penelitian musim panas dan hujan dengan konsentrasi merkuri (Hg) pada air sudah melebihi

standar baku mutu sesuai Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Sedimen di perairan Teluk Kao Halmahera Utara sudah tidak memenuhi Standar Mutu Bahan Baku yang ditetapkan. Sesuai Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Hasil analisis (Hg) untuk ikan Kakap Putih masih dibawah aman berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 7387:2009) Batas Maksimum Cemar Logam Berat Dalam Pangan. Sedangkan untuk *histopatologi daging dan hati ikan Kakap Putih di perairan Teluk Kao di temukan mengalami kerusakan jaringan sel secara ringan, sedang dan berat akibat terkontaminasi merkuri (Hg).*

**Ucapan terima kasih.** Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK), Universitas Brawijaya (UB), yang menyediakan fasilitas penelitian; Kepala Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan FPIK-UB; Kepala Laboratorium Patologi Anatomi, Fakultas Kedokteran UB; Kepala Laboratorium Perum Jasa Tirta, Kota Malang; masyarakat nelayan yang ada di Desa Tabanoma, Desa Dum-Dum, Kecamatan Teluk Kao Halmahera Utara, sehingga dapat terselesainya penelitian ini.

### **REFERENSI**

- AL QODRI, A. H. (1999) Pemilihan Lokasi Budidaya Ikan Kerapu. *Seminar Nasional Penelitian dan Diseminasi Teknologi Budidaya Laut dan Pantai*. Desember 1999.
- ACHMAD, R. (2006) *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta: Andi.
- ARIAWAN, I. K. (1994) *Beberapa Istilah dan Peubah Penting dalam Pengelolaan Mutu Air tambak pada budidaya Udang Intensif*. Jepara: Balai Budidaya Air Payau.
- ASDAK, C. (2001) *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai DAS*. Yogyakarta: UGM Press.
- APHA (2005) *Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19<sup>th</sup> edition. Washington DC: 3-37-3-77.
- BROOKS, G.F. et al. (1989) *Medical Microbiology*, 19<sup>th</sup> Edition. California: A Large Medical Book, San Matters.
- CONNEL, D.W. and MILLER, G.J. (1995) *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Terjemahan. Jakarta: Universitas Indonesia.
- DARMONO (1995) *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk hidup*. Jakarta: UI Press.
- DARMONO (2008) *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya Dengan*

- Toksikologi Senyawa Logam. Jakarta: UI Press.
- DARMONO (2001) *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya Dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta: UI Press.
- DARMONO (2005) *Toksikologi Logam Berat*, Surabaya.
- KURNIAWAN, W. (2008) *Hubungan Kadar Pb dalam Darah Dengan Profil Darah pada Mekanik Kendaraan Bermotor di Kota Pontianak*. Semarang: Program Pasca-sarjana Universitas Diponegoro.
- DAHURI, R. (2001) *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Edisi 3. Jakarta: Penerbit PT. Pradnya Paramita.
- DAHURI, R. et al. (1996) *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- DINIAH (1995) *Korelasi Antara Kandungan Logam Berat Hg, Cd, dan Pb pada beberapa Ikan Konsumsi Dengan Tingkat Pencemaran di Perairan Teluk Jakarta*. Tesis. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- DINAS KELAUTAN DAN PERIKANAN HALMAHERA UTARA (2007) *Rencana tata ruang laut, pesisir dan pulau-pulau kecil di Kabupaten Halmahera Utara*. Tobelo.
- DINAS KELAUTAN DAN PERIKANAN HALMAHERA UTARA (2008) *Rencana tata ruang laut, pesisir dan pulau-pulau kecil di Kabupaten Halma-hera Utara*. Tobelo.
- DINAS KELAUTAN DAN PERIKANAN HALMAHERA UTARA (2011) *Rencana tata Ruang Laut Pesisir dan pulau-pulau kecil di Kabupaten Halmahera Utara*. Tobelo.
- EDWARD (2008) *Pengamatan Kadar Merkuri di Perairan Teluk Kao (Halmahera) dan Perairan Anggai (Pulau Obi) Maluku Utara*. *Makara, Sain*, 12 (2), pp. 97-101.
- EFFENDI, H. (2003) *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Cetakan Kelima. Yogyakarta: Kanisius.
- EPA-OHIO (2001) *Sediment Sampling Guide and Methodologies*. 2<sup>nd</sup> Edition. Environmental Protection Agency, State of Ohio.
- FAO (2007) *The state of the World Fisheries and Aquaculture 2006*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- HAMID, M. (2011) *Konsentrasi Merkuri Pada Air Laut, Sedimen dan Kerang Darah (Anadara granosa Linn.) di Perairan Teluk Kao dan Guraping Halmahera Maluku Utara*. Tesis. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- HOOLE, D. et al. (2001) *Diseases of Carp and other Cyprinid Fishes*. USA: Wiley-Blackwell Science.
- IKINGURA, J. R. and AKAGI, H. (1999) Methylmercury production and distribution in aquatic systems. *The Science of Total Environment*, 234, pp. 109-118.
- KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN RI No. 907/MENKES /SK/VII /200 Tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum.
- KEPUTUSAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP RI No 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut.
- KOESUMADINATA, S. and SUTRISNO (1997) Penentuan toksisitas letal dan ambang konsentrasi aman herbisida 2,4-D dimetil amina, isopropil glifosat dan butaklor pada benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 3 (2), pp. 18-26.
- LINDQVIST, O. et al. (1984) *Mercury in Swedish environment: global and local source*. Swedish Environmental Protection Board Report No. 1816. Stockholm: Swedish Environmental Protection Board.
- MANCE, G. (1987) *Pollutan Threat of Heavy Metals in Aquatic Environmens*. New York: Elsevier Applied Science.
- MENKLH (1988) Keputusan Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor: 02/MENKLH/1988, tentang pedoman penetapan baku mutu lingkungan. Sekretariat MENKLH.
- NANTY, I.H. (1999) *Kandungan Logam Berat Dalam Bahan Air Dan Sedimen Di Muara Way Kambas Dan Way Sekampung*. Tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- NYBAKKEN, J.W. (1992) *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. Terjemahan. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- PALAR, H. (2008) *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- PASZTOR I., THURY, P. and PULAI, J. (2009) Chemical oxygen demand fractions of municipal wastewater for modeling of wastewater treatment. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 6 (1), pp. 51-56.
- PERATURAN PEMERINTAH RI No. 82 Tahun 2001 Tanggal 14 Desember 2001 Tentang

- Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- PERATURAN PEMERINTAH RI No. 20 Tahun 1990 Tentang Pengendalian dan Pencemaran Air.
- PITCHER, T.J., et al. (2008) Raiding the larder: a quantitative evaluation framework and trophic signature for Seamount food webs. In: Pitcher, T.J. and Bulman, C., *Seamounts: Ecology, Fisheries & Conservation*. UK: Blackwell, Oxford, pp. 282-295.
- POLEKSIC, V., LENHARDT, M., JARIC, I., DJORDJEVIC, D., GACIC, Z., CVIJANOVIC, G. and RASKOVIC, B. (2010) Liver, gills, and skin histopathology and heavy metal content of the danube sterlet (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758). *Environmental Toxicology and Chemistry*, 29 (3), pp. 515-521.
- RAHMAN, A. (2006) Kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada beberapa jenis krustasea di Pantai Batakan dan Takisung Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. *Bioscientiae*, 3, pp. 93-101.
- ROBERTS, R.J. et al. (1986) *Field and Laboratory Investigations into Ulcerative Fish Diseases in the Asia-Pacific Region*. Bangkok: FAO Project.
- SALMIN, (2005) Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologi (BOD) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan. *Oseana*, 30 (3), pp. 1-6.
- SANUSI and HARPASIS, S. (1980) *Sifat-sifat logam berat merkuri di lingkungan perairan tropis*. Pusat Studi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan. Bogor: Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor.
- SUTIKA, N. (1989) *Ilmu Air*. Bandung: Universitas Padjadjaran.
- SUDIONO, J. (2003) *Ilmu Patologi*. Denpasar: EGC.
- SYAFRIADIMAN (2010) Toksisitas limbah cair minyak kelapa sawit dan uji sub lethal terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Berkala Perikanan Terubuk*, 38 (1), pp. 95-106.
- TANJUNG, S. D. (1982) *The Acute Toxicity and Histopathology of Brook Trout (Salvelinus fontinalis mitchill) Exposed to Aluminium in Acid Water*. Dissertation. ETD Collection for Fordham University. Paper AAI8219262.
- UNDERWOOD, J. C. E. (1992) *General and Systematic Pathology*. New York: Churchill Livingstone pp. 133-136.
- UNEP (1992) *Water Quality Assessment*. Chapman, D. (Ed.). London: Chapman and Hall, Ltd.
- WHO (2004). *Hydrogen cyanide and cyanides*, Human health aspects, Conicies International Chemical Assesment 61. Dokumen Geneva.
- ZAM, Z.Z. (2008) *Profil Sebaran Merkuri di Daerah Penambangan Emas Kecamatan Malifut Kabupaten Halmahera Barat Propinsi Maluku Utara*. Tesis. Yogyakarta: Program Studi Ilmu Kimia Pascasarjana Universitas Gadjah Mada.

Diterima: 19 April 2016

Disetujui: 30 April 2016