



Faktor konsentrasi Pb, Cd, Cu, Ni, Zn dalam sedimen perairan pesisir Kota Dumai

Yusni Ikhwan Siregar dan Jhon Edward

Program Studi Ilmu Kelautan FPIK Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia

Received 28 June 2010; received in revised form 29 June 2010; accepted 31 June 2010

ABSTRACTS

Anthropological pollution threat to coastal and marine ecosystems Dumai City is intensifying with the acceleration of industrial development in various sectors. Aquatic ecosystem as a final address pollution supply of land will bear the burden of heavy metal contamination. Has been studied heavy metal concentrations in water, sediment and fish. The research aims to identify the heavy metal pollutants travel on ecosystem components and evaluate the security status of fish as a public consumption.

Results showed that bottom sediment has accumulated Pb, Cd, Cu, Ni and Zn as indicated by Factor Concentration (doubling), consecutive 25-27, 13-18, 9-38, 74-93 and 34-162 times the heavy metal body of water. In fish flesh Gulama (*Pseudociena amoyensis*) undetected Pb, Cd, Cu and Zn, consecutive from 4.07 to 5.52; 0.09 to 0.19; 0.13 to 0.29 and from 5.64 to 7.56 $\mu\text{g} / \text{g}$. This value is still below the safe limit consumption of fish when referring to the standard DG POM.

Keyword: Concentration Factor, heavy metal, sediment

ABSTRAK

Ancaman pencemaran antropologis terhadap ekosistem pesisir dan laut Kota Dumai semakin meningkat sejalan dengan percepatan pembangunan industri berbagai sektor. Ekosistem perairan sebagai alamat akhir pencemaran daratan akan menanggung beban pasokan cemaran logam berat. Telah dilakukan penelitian konsentrasi logam berat pada badan air, sedimen dan ikan. Penelitian bertujuan menemukenali perjalanan pencemar logam berat pada komponen ekosistem dan mengevaluasi status keamanan ikan sebagai konsumsi masyarakat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sedimen dasar telah mengakumulasi Pb, Cd, Cu, Ni dan Zn yang ditunjukkan dengan Faktor Konsentrasi (pelipatgandaan), berturut turut 25-27, 13-18, 9-38, 74-93 dan 34-162 kali lipat dari logam berat badan air. Pada daging ikan Gulama (*Pseudociena amoyensis*) terdeteksi Pb, Cd, Cu dan Zn, berturut turut 4,07-5,52; 0,09-0,19; 0,13-0,29 dan 5,64-7,56 $\mu\text{g}/\text{g}$. Nilai ini masih dibawah batas aman konsumsi ikan bila merujuk standar Dirjen POM.

Kata kunci: Factor Konsentrasi, logam berat, Ikan, sedimen

I. PENDAHULUAN

Sebagai daerah otonom yang berkembang, Kota Dumai terus melaju pesat dan kegiatan aktifitas ekonomi dan pembangunan di berbagai sektor. Sebagai kota pelabuhan yang semakin berkembang, implikasi dan tekanan lingkungan di Kota Dumai akan semakin berat. Berbagai aktifitas

industri mencakup pengilangan minyak bumi (*hydrocracker*), pengilangan minyak sawit, docking kapal, aktifitas pelabuhan, menjadi potensial sebagai sumber utama (*point sources*) pencemaran di wilayah pesisir laut Dumai. Berbagai laporan menunjukkan bahwa kecenderungan pencemaran perairan pesisir dan laut Dumai terus meningkat.

Pencemaran logam berat pada berbagai ekosistem pesisir dan laut saat ini sudah menjadi isu sentral dan penting diteliti terutama pencemaran oleh Pb, Cd, Cu, Ni dan Zn. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perairan pantai (*coastal waters*) pesisir dan laut Kota Dumai yang terus menunjukkan telah terjadinya pencemaran antropogenik yang bersumber dari input cemaran logam berat yang terkait dengan intensnya aktifitas multi-sektor di pesisir daratannya. Hal ini dijustifikasi akan menyebabkan peningkatan dan akumulasi logam berat pada komponen ekosistem seperti pada kolom air, sedimen dan ikan sebagai pada penghuni ekosistem.. Penelitian ini bermaksud mendeskripsikan konsentrasi Logam berat Pb, Cd, Cu, Ni dan Zn pada berbagai badan air, sedimen dasar dan ikan, dari perairan pesisir Dumai. Logam berat merupakan bahan pencemar yang dapat merugikan kesehatan manusia (sebagai consumer akhir) dalam rentang waktu lama, karena efek lanjutnya (*delayed effect*) dapat mempengaruhi sistem syaraf, penyebab mutasi gen, menghambat sistem metabolisme sel dan dapat menyebabkan kanker.

Logam berat yang masuk ke perairan akan mengalami berbagai proses mencakup transport oleh arus pasang surut, pengenceran, berasosiasi dengan bahan tersuspensi, koagulasi dan sedimentasi ke dasar, berasosiasi dengan bahan organik sedimen, diserap oleh plankton (Siregar, 2009). Logam berat yang berasosiasi dengan plankton dan sedimen, pada gilirannya akan memasuki rantai makanan (*food chain*) yang selanjutnya mengalami akumulasi pada hewan ikan. Ikan laut, pada hierarki rantai makanan tingkat atas, secara langsung akan menyerap (*uptake*) pencemaran dari badan air, atau secara tidak langsung akan terjadi biomagnifikasi melalui rantai makanan. Proses transport Pb, Cd, Cu, Ni dan Zn ke dalam tubuh ikan dapat melalui pasif (*passive transport*) karena adanya gradient konsentrasi (Gorning, 2004) dan melalui transport aktif (*facilitated transport*) yang dimediasi molekul makro. Kadar Pb, Cd, Cu, Ni dan Zn ikan konsumsi di perairan; waduk buatan, sungai, perairan pesisir, yang telah diindikasikan

tercemar, menunjukkan kadar yang mendekati standar baku mutu.

Masalah akan muncul jika konsentrasi pencemar logam berat pada ikan melampaui *Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI)*, indeks mana akan menyebabkan gangguan pada kesehatan manusia seperti telah terjadi pada kasus *Minamata* dan *Itai Itai* di Jepang. Nasib atau perjalanan pencemar logam berat di ekosistem perairan perlu dipelajari pada skala Laboratorium dan skala lapangan. Sedimen telah dijadikan sebagai indikator perjalanan sejarah pencemaran pencemar, karena pada sedimen dapat terjadi penimbunan. Kadar akumulasi pada sedimen merupakan fungsi dari waktu dan konsentrasi pencemar di badan perairan.

Ikan sebagai pemangsa puncak (*top predator*) di perairan akan mendapatkan (*intake*) pencemar secara aktif dari rantai makanan, dan atau terserap secara pasif melalui lingkungan melalui proses pengaturan tekanan osmose cairan tubuh (*osmoregulasi*). Ikan yang terdedah pada kolom air yang tercemar logam berat akan menyerap secara pasif ion positif (kation) dari lingkungannya melalui berbagai tahapan system organ. Perjalanan pencemar tersebut melalui *diffuse* ke kulit (*uptake*), melalui peredaran darah ke ginjal, melalui saluran pencernaan ke daging, hati dan empedu. Secara fisiologis ikan memiliki system eliminasi pencemar dari dalam tubuhnya. Namun pencemar yang masuk aktif melalui rantai makanan (*feeding*) akan mengalami perubahan bentuk secara biologi (*biotransformation*) dan terakumulasi dalam system daging sesuai dengan pertumbuhan biomassa ikan (daging, tulang, usus, kulit dan sirip). Proses akumulasi pada biomassa ikan bersifat tidak dapat berbalik (*irreversible*) dan bila dikonsumsi oleh manusia maka akan tertimbun dalam biomassa manusia.

Penelitian bertujuan mendeskripsikan besaran konsentrasi Pb, Cd, Cu, Ni dan Zn di berbagai komponen ekosistem mencakup badan air (*water column*), sediment dasar perairan (*benthic*) dan dalam berbagai bagian tubuh ikan sebagai bagian tidak terpisahkan dari perjalanan (*fate*) pencemar dalam ekosistem

perairan pesisir Kota Dumai. Selanjutnya mendeskripsikan hubungan konsentrasi pencemar pada badan air dengan sedimen.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Sampel air laut dan sedimen dasar perairan pesisir Dumai dikoleksi dari tujuh stasiun yang ditetapkan secara purposif. Kriteria lokasi pengambilan sampel didasarkan pada jenis aktifitas pesisir mencakup (Gambar 1). Titik pengambilan contoh air ditetapkan sekitar 100 m dari garis pantai, sedangkan titik pengambilan sampel sedimen diambil pada daerah intertidal dengan kedalaman air 5-10 m.

Alat yang digunakan dalam sampling mencakup Eckman Grab untuk sedimen dasar. Untuk pengambilan contoh air digunakan botol "water sampler", botol plastik polyethilen, gelas piala, corong pisah. Kaca arloji, labu ukur, pipet ukur, pipet tetes, kertas saring Whatman 42 mikron, hot plate. Untuk analisa logam berat pada sampel air, sedimen dan ikan digunakan HNO₃ pekat, HCl pekat, larutan standard Pb, Cd, Cu, Ni, Zn.

Stasiun pengambilan sampel berada berdekatan dengan: (1) Pelabuhan minyak bumi (oil wharf), (2) Pelabuhan penumpang, (3) Processing dan pelabuhan minyak sawit (4) Pelabuhan Rakyat Sungai Dumai (5) Dok Kapal Pertamina (6) Pelabuhan Perikanan dan (7) Muara Sungai Masjid (Stasiun Kelautan UNRI) (Gambar 1).



Gbr 1. Lokasi Sampling

Analisis kandungan logam Pb, Cd, Cu, Ni dan Zn pada sampel air dilakukan sesuai dengan buku standar Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi-LIPI (dalam Hutagalung, 1997). Analisis kandungan logam sedimen dilakukan dengan metode analisis logam berat pada sampel biota berdasarkan buku standar Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi-LIPI (dalam Hutagalung, 1997).

Sampel ikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan gulamah (*Pseudociena amoyensis*) yang merupakan ikan yang umum dikonsumsi masyarakat dan yang sering tertangkap nelayan perairan pantai. Ikan contoh untuk uji laboratorium ditangkap dari Perairan Dumai, Selat Rupert dengan alat tangkap sondong dan gombang. Ikan tersebut dibawa ke laboratorium dipisahkan menurut ukuran panjang berat. Ikan kemudian dibersihkan dan dipisahkan berbagai bagian; daging, kulit dan usus. Selanjutnya bagian tersebut preservasi dalam ice box (4°C) dan dibawa ke Laboratorium untuk uji konsentrasi Pb, Cd, Cu, Ni dan Zn.

Alat yang digunakan dalam pengukuran logam Pb, Cd, Cu, Ni dan Zn ini adalah AAS (Atomic Absorbtion Spectrophotometer) SOLAAR 969 dengan lampu katoda sebagai sumber radiasi. Pengukuran konsentrasi logam berat Pb, Cd, Cu, Ni dan Zn menggunakan udara asetilen sebagai sumber energi. Pembacaan pada AAS tipe SOLAAR 969 adalah pembacaan nilai konsentrasi dari absorbansi yang kemudian dilakukan perhitungan untuk memperoleh nilai kandungan logam berat yang sesungguhnya dari sampel berdasarkan rumus Hutagalung (1997) sebagai berikut:

$$K = \frac{a \times b}{c}$$

Keterangan:

K = Kadar sebenarnya dari sampel (ppm);

a = Kadar dari sampel yang terbaca pada AAS (µg/ml);

b = Volume akhir larutan contoh (ml);

c = sampel (gr)

Data dianalisis secara deskriptif, nilai-nilai kandungan logam yang diperoleh dari hasil analisis laboratorium dibandingkan Baku mutu air golongan B menurut surat KEPMEN LH No.28 tahun 1994 tentang penggolongan, baku mutu dan peruntukan air. Untuk batas aman ikan merujuk Peraturan Direktorat Jendral Pengawas Obat Dan Makanan (POM) No.03725/B/SK/VII/ 1989 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam daging.

Perbandingan antara kadar logam berat pada sedimen dan dalam air dinyatakan dengan Faktor Konsentrasi (FK). Angka Rasio ini menggambarkan kemampuan akumulasi logam berat dalam sedimen yang dibandingkan dengan pada kolom air laut. Faktor Konsentrasi juga memberikan informasi berapa kali lipat konsentrasi logam berat dalam badan air yang terendap dan terakumulasi pada sedimen.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perairan Dumai yang termasuk dalam sistem Selat Rupa termasuk perairan semi tertutup yang terlindung dari pengaruh gelombang dan arus musim Utara oleh pulau Rupa (Gambar 1). Dinamika masa air laut dipengaruhi arus pasang dan arus surut. Pola pasang surut termasuk kategori pasang campuran dengan kisaran tinggi pasang 1-2 meter. Dari arah daratan Perairan Dumai merupakan tempat bermuaranya dua buah sungai yaitu Sungai Dumai dan Sungai Masjid yang mana kedua sungai melewati daerah pemukiman yang padat dan dimanfaatkan sebagai sarana transportasi dan jalur pengangkutan barang serta penumpang. Perairan pantai Dumai selain dimanfaatkan sebagai daerah pelabuhan, industri dan jalur pelayaran, juga merupakan tempat penangkapan ikan oleh penduduk yang tinggal di tepi pantai. Pelabuhan penyeberangan penumpang juga menggunakan perairan Dumai untuk fasilitas bongkar muat. Kondisi tersebut menjadikan perairan ini sebagai jalur pelayaran antar pulau dan antar negara yang padat.

Parameter sifat fisik dan kimia air laut perairan dumai yang diamati mencakup

kecepatan arus, terang tembus cahaya (daya tampak pinggan Sechi, suhu, kadar garam, pH disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat fisika kimia air laut Dumai yang disampel dari 7 stasiun dan masing-masing 3 substasiun.

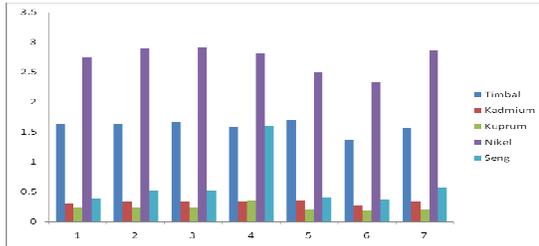
| STN | Suhu (°C) | Salinitas (ppt) | pH | Kec Arus (cm/s) | Kedalaman (cm) |
|-----------|-----------|-----------------|-----|-----------------|----------------|
| 1 | 30,1 | 30,5 | 8,2 | 25,8 | 88 |
| 2 | 30,1 | 30,4 | 8,0 | 15,7 | 80 |
| 3 | 30,2 | 30,4 | 7,8 | 13,3 | 84 |
| 4 | 30,2 | 29,0 | 7,5 | 22,1 | 66 |
| 5 | 30,8 | 30,5 | 7,8 | 13,2 | 63 |
| 6 | 31,1 | 30,5 | 7,3 | 26,3 | 64 |
| 7 | 30,4 | 22,1 | 7,5 | 19,5 | 65 |
| Rata-rata | 30,4 | 29,1 | 7,8 | 19,4 | 73 |

Konsentrasi logam berat badan air laut Pesisir Dumai disajikan pada Tabel 2. Sampel air merupakan komposit dari air permukaan, tengah dan dekat dasar laut.

Tabel 2. Konsentrasi Logam Berat Dalam Air Laut di Kota Dumai.

| STN | KONSENTRASI LOGAM (ppm) ± Std | | | | |
|--------|-------------------------------|------|------|------|------------------|
| | Pb | Cd | Cu | Ni | Zn |
| 1 | 1,64± | 0.31 | 0.25 | 2,75 | 0,3910 ± 0.84 |
| | 0.01 | ± | ± | ± | |
| 2 | 1,64± | 0.33 | 0.23 | 2,90 | 0,5195 ± 0.12 |
| | 0.07 | ± | ± | ± | |
| 3 | 1,66± | 0.33 | 0.23 | 2,91 | 0,5197 ± 0.19 |
| | 0.05 | ± | ± | ± | |
| 4 | 1,59± | 0.33 | 0.35 | 2,82 | 1,6083 ± 0.79 |
| | 0.08 | ± | ± | ± | |
| 5 | 1,69± | 0.35 | 0.21 | 2,50 | 0,4082 ± 0.02 |
| | 0.07 | ± | ± | ± | |
| 6 | 1,37± | 0.28 | 0.18 | 2,33 | 0,3673 ± 0.07 |
| | 0.40 | ± | ± | ± | |
| 7 | 1,57± | 0.33 | 0.21 | 2,86 | 0,5655 ± 0.00 |
| | 0.01 | ± | ± | ± | |
| Rerata | 1.50 | 0.32 | 0.24 | 2.72 | 0,6256 |

Dari data pada Tabel 2 digambarkan grafik perbedaan konsentrasi logam berat (ppm) menurut stasiun pengamatan di perairan Dumai (Gambar 2).



Gbr 2. Grafik Konsentrasi Logam Berat Pb, Cd, Cu, Ni dan Zn (ppm) Menurut Stasiun Pengamatan di Wilayah Laut Pesisir Kota Dumai.

Hasil analisis logam berat menunjukkan bahwa kadar logam berat pada kolom air dari tinggi ke rendah berturut Ni, Pb, Zn, Cd dan Cu dengan rata rata konsentrasi berturut turut 2,72 ppm, 1,5 ppm, 0,62, 0,32 dan 0,24 ppm. Konsentrasi ini masih tergolong di bawah standard baku mutu golongan air B untuk perairan.

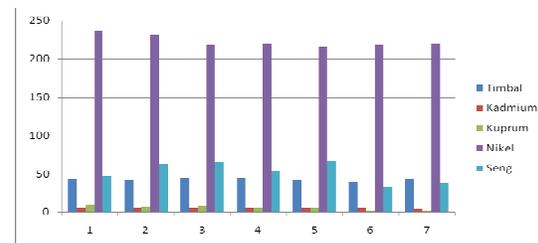
Berbeda dengan pada kolom air, konsentrasi logam berat pada sedimen dasar jauh lebih tinggi. Kandungan logam tertinggi sampai terendah adalah Ni, Zn, Pb, Cu dan Cd yakni rata rata berturut turut 223.32, 53.09, 42.50, 5.55 dan 5.1 ppm. Bila dibanding dengan konsentrasi pada air konsentrasi ini meningkat puluhan sampai ratusan kali. Dilihat dari perjalanan pencemar, sedimen dasar merupakan tempat penimbunan bahan tersuspensi yang terus menerus menerima input logam berat dari badan air dan selanjutnya mengendap pada dasar laut

Konsentrasi logam berat sedimen dasar Laut Pesisir Dumai yang disampel dari 7 stasiun, disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Konsentrasi Logam Berat Sedimen Dasar Laut Kota Dumai.

| Stasi | Konsentrasi logam (ppm) \pm Std | | | | |
|--------|-----------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|
| | Pb | Cd | Cu | Ni | Zn |
| 1 | 42.95 \pm 1.32 | 5.09 \pm 0.33 | 9.64 \pm 0.03 | 237.18 \pm 16.83 | 47.67 \pm 3.97 |
| 2 | 42.30 \pm 3.02 | 5.03 \pm 0.44 | 6.68 \pm 1.45 | 232.35 \pm 11.21 | 63.02 \pm 5.91 |
| 3 | 43.94 \pm 4.06 | 5.54 \pm 0.17 | 7.78 \pm 2.02 | 218.33 \pm 13.03 | 65.46 \pm 3.92 |
| 4 | 43.58 \pm 3.07 | 4.74 \pm 0.20 | 5.22 \pm 0.36 | 220.41 \pm 17.31 | 54.63 \pm 4.04 |
| 5 | 42.41 \pm 1.61 | 5.17 \pm 0.30 | 5.60 \pm 1.02 | 215.04 \pm 7.59 | 66.82 \pm 7.70 |
| 6 | 40.19 \pm 0.78 | 5.06 \pm 0.46 | 1.77 \pm 0.73 | 219.73 \pm 8.03 | 35.47 \pm 9.39 |
| 7 | 43.21 \pm 0.30 | 4.45 \pm 0.3 0 | 2.14 \pm 0.1 3 | 220.16 \pm 12.02 | 38.53 \pm 0.32 |
| Rerata | 42.50 | 5.01 | 5.55 | 223.32 | 53.09 |

Variasi konsentrasi logam berat sedimen (ppm) menurut stasiun pengamatan di wilayah pesisir laut Dumai yang diukur pada bulan November 2009 disajikan pada Gambar 3.

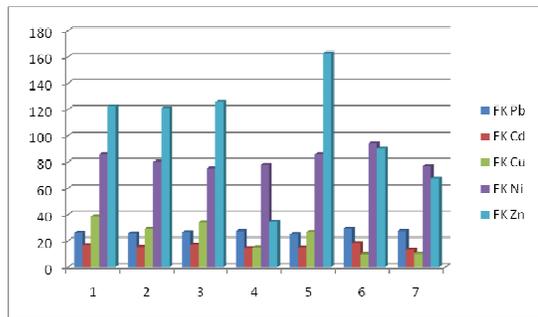


Gbr 3. Grafik Konsentrasi Logam Berat Pb, Cd, Cu, Ni dan Zn (ppm) pada sedimen laut Menurut Stasiun Pengamatan (1 s/d 7) di Kota Dumai.

Terlihat bahwa kadar Ni sedimen jauh lebih tinggi dari Zn, Pb. Sedangkan kadar Cu dan Cd keduanya lebih rendah kandungan logam berat bila dibanding Ni dan Zn.

Faktor konsentrasi logam berat pada sedimen perairan dumai menggambarkan

bagaimana akumulasi logam terjadi menurut waktu pada ekosistem benthos, yang tentunya bersumber dari kegiatan di wilayah pesisir daratan (*landward activity*) dan atau berasal dari kegiatan di laut (*seaward activity*). Angka ini merupakan resultante dari dinamika dan proses alamiah (pengenceran, penyerapan, pengendapan, penyerapan) logam berat pada ekosistem perairan pantai. Faktor konsentrasi Logam Berat pada sedimen laut dari hasil penelitian ini bervariasi berkisar antara 25-27 untuk Pb, 13-18 untuk Cd, 9-38 untuk Cu, 74-93 untuk Ni dan 34-162 untuk Zn (Gambar 4.)



Gbr 4. Angka Faktor Konsentrasi Logam Berat Pada Sedimen Laut Kota Dumai.

Hasil Uji Laboratorium kandungan logam berat Cd, Cu, Pb, dan Zn pada bagian daging dan tulang ikan Gulama (*Pseudociena amoyensis*) di perairan Dumai diperoleh rata-rata kandungan logam seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan Logam Berat Cd, Cu, Pb, dan Zn pada Daging dan Tulang Ikan Gulama di Perairan Dumai

| Organ Tubuh | Rata-rata Kandungan Logam Berat (µg/gr) | | | |
|-------------|---|------|------|------|
| | Cd | Cu | Pb | Zn |
| Daging | 0,13 | 0,21 | 2,31 | 6,38 |
| Tulang | 0,29 | 0,37 | 5,05 | 8,45 |

Dari Tabel 4 tampak bahwa rata rata kandungan logam berat pada tulang ikan gulamah ternyata lebih tinggi sampai sampai dua kali lipat pada daging ikan. Bila dibanding dengan konsentrasi pada kolom air (Pb 1.50) kadar Pb pada tulang ikan (5.05 ppm) telah terakumulasi 300 persen. Sedangkan pada daging ikan meningkat 100 persen (2.31 ppm).

Selanjutnya Zn tulang ikan (8,45 ppm) jauh lebih tinggi dibanding Zn kolom air (0.62 ppm). Sama halnya, Zn daging ikan juga meningkat yakni (6.38 ppm) dibanding 0.62 pada kolom air. Dengan kata lain telah terjadi akumulasi logam berat pada daging dan tulang ikan gulamah di perairan Dumai.

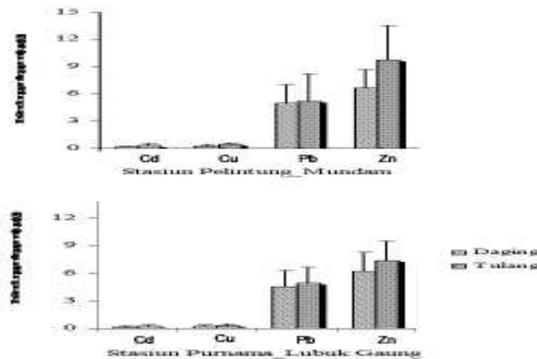
Hasil analisis kandungan logam berat Cd, Cu, Pb, dan Zn pada daging dan tulang ikan Gulama berdasarkan lokasi sampling disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kandungan Logam Berat Cd, Cu, Pb, dan Zn pada Daging dan Tulang Ikan Gulama (Rata² ± Standar Deviasi) di Setiap Stasiun Penelitian

| Stasiun Penelitian | Organ Tubuh | Kandungan Logam Berat (µg/gr) | | | |
|---------------------|-------------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | | Cd | Cu | Pb | Zn |
| Pelintung-Mundam | Daging | 0,14 ± 0,09 | 0,21 ± 0,22 | 4,96 ± 2,08 | 6,60 ± 2,07 |
| | Tulang | 0,34 ± 0,20 | 0,45 ± 0,19 | 5,20 ± 3,05 | 9,76 ± 3,81 |
| Purnama-Lubuk Gaung | Daging | 0,12 ± 0,07 | 0,20 ± 0,15 | 4,55 ± 1,13 | 6,20 ± 1,59 |
| | Tulang | 0,25 ± 0,16 | 0,31 ± 0,21 | 4,93 ± 1,75 | 7,40 ± 2,15 |

Tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata kandungan logam berat pada daging ikan Gulama (*Pseudociena amoyensis*) yang tertinggi adalah logam Zn dan diikuti berturut-turut Pb, Cu, dan Cd kemudian untuk konsentrasi logam berat pada tulang juga yang tertinggi terdapat pada logam Zn dan diikuti berturut-turut Pb, Cu, dan Cd.

Untuk mendapatkan gambaran lebih jelas rata-rata kandungan logam berat Cd, Cu, Pb, dan Zn pada daging dan tulang ikan Gulama (*Pseudociena amoyensis*) di masing-masing stasiun penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.



Gbr 5. Grafik Kandungan Logam Cd, Cu, Pb, dan Zn (Rata-rata \pm Standar Deviasi) pada Ikan Gulama Berdasarkan Stasiun Penelitian.

Perbandingan logam berat pada ikan bila ditinjau menurut stasiun pengambilan ikan contoh dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Rata-rata Logam Berat ($\mu\text{g}/\text{gr}$) Cd, Cu, Pb, dan Zn pada Daging dan Tulang ikan Gulama di Setiap Stasiun Penelitian

| Logam | Organ | Arah Pelintung > Arah Purnama | | P |
|-------|--------|-------------------------------|------|---------------------|
| Cd | Daging | 0,14 | 0,12 | 0,536 ^{ns} |
| | Tulang | 0,34 | 0,25 | 0,079 ^{ns} |
| Cu | Daging | 0,21 | 0,20 | 0,734 ^{ns} |
| | Tulang | 0,45 | 0,31 | 0,009 |
| Pb | Daging | 4,96 | 4,55 | 0,254 ^{ns} |
| | Tulang | 5,20 | 4,93 | 0,702 ^{ns} |
| Zn | Daging | 6,60 | 6,20 | 0,638 ^{ns} |
| | Tulang | 9,76 | 7,40 | 0,016 |

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat pada komponen badan air laut Dumai bervariasi menurut stasiun. Secara alamiah perairan laut mengandung logam berat dalam jumlah yang kecil, namun bila dalam perairan tersebut jumlahnya meningkat maka dapat bersifat racun bagi organisme yang ada di dalamnya ataupun manusia yang mengkonsumsi organisme tersebut. Pada umumnya semua logam berat dapat menimbulkan efek negatif bagi organisme perairan pada batas konsentrasi tertentu. Pengaruh tersebut bervariasi tergantung pada jenis logam, spesies

organisme, daya permeabilitas dan mekanisme detoksikasi (Darmono, 1995).

Logam berat dalam air mudah terserap dan tertimbun dalam fitoplankton yang merupakan titik awal dari rantai makanan, selanjutnya melalui rantai makanan sampai ke organisme lainnya (Fardiaz, 1992). Kadar logam berat dalam air selalu berubah-ubah tergantung pada saat pembuangan limbah, tingkat kesempurnaan pengelolaan limbah dan musim. Logam berat yang terikat dalam sedimen relatif sukar untuk lepas kembali melarut dalam air, sehingga semakin banyak jumlah sedimen maka semakin besar kandungan logam berat di dalamnya. Sedimen merupakan tempat penimbunan segala pencemar yang terdapat pada kolom air. Melalui proses pengikatan dengan bahan tersuspensi, terkoagulasi dan mengendap (*sinking*) dan menjadi tertimbun pada sedimen dasar. Penimbunan ini terus terjadi selagi adanya input pencemar dari badan air dan terikat dengan bahan tersuspensi dan mengendap. Endapan ini akan sulit terresuspensi lagi kecuali ada gaya pengadukan pada dasar perairan, atau pengerukan untuk pendalaman alur pelayaran.

Unsur-unsur logam berat dapat masuk ke tubuh manusia melalui makanan dan minuman serta pernafasan dan kulit. Peningkatan kadar logam berat dalam air laut akan diikuti oleh peningkatan logam berat dalam tubuh ikan dan biota lainnya, sehingga pencemaran air laut oleh logam berat akan mengakibatkan ikan yang hidup di dalamnya tercemar. Pemanfaatan ikan-ikan ini sebagai bahan makanan akan membahayakan kesehatan manusia (Hutagalung dalam Purnomo, 2007).

Sebagai perairan Selat dan secara hidrografi terlindung oleh pulau Rupa, kecepatan arus termasuk rendah dan terlindung dari rambatan gelombang musim Utara dari Selat Malaka. Kondisi ini menyebabkan selat ini merupakan daerah tenang dan proses pengendapan dan sedimentasi sedimen yang terbawa dari daratan oleh sungai sungai dan dari arah lautan menjadi dominan. Dari sisi pencemaran suspensi dan partikel logam berat, berarti input pencemaran logam berat dari "point sources" kegiatan antropogenik di

wilayah pesisir Dumai, akan mengalami proses dispersi pada badan air, penempelan (*adsorpsi*) pada padatan tersuspensi, terkoagulasi dan akhirnya tersedimentasi. Tingkat logam berat pada fraksi sedimen terkonsentrasi dengan faktor yang sangat nyata antara 20 – 120. Dengan kata lain kadar logam berat sedimen terutama timbal mencapai 120 kali dari kadar pada air laut (Gambar 3). Kadar logam berat sedimen bila dibanding dengan penelitian sebelumnya di Dumai (Zulkifli, 1994; Adriman 1995; Mariati 1996, Arisanti 2003; Siagian 2006) termasuk tinggi. Penimbunan logam berat di ekosistem benthik Dumai selama 15 tahun terakhir terus menunjukkan peningkatan.

Tercemarnya ekosistem sedimen pada gilirannya melalui rantai dan jejaring makanan, tropik level yang lebih tinggi termasuk hewan penempel dan penyaring makanan hewan sessile dan sedentary bivalvia akan menimbun/mengakumulasi logam. Dari hasil penelitian Siregar 2004, Edygia 2005, hewan benthos gastropoda, bivalvia, polychaeta yang berasosiasi dengan sedimen dasar, ternyata telah mengandung logam berat dengan kadar yang nyata. Pada gilirannya vertebrata ikan penghuni ekosistem perairan dan pada tingkatan tropik yang lebih tinggi akan mengkonsumsi dan biokonsentrasi logam berat akan terjadi.

Berdasarkan nilai rata-rata kandungan logam berat yang terakumulasi di dalam daging dan tulang ikan Gulama tersebut, menunjukkan bahwa konsentrasi logam beratnya masih berada di bawah ambang batas maksimum logam berat untuk biota air kecuali pada logam Pb yang telah melewati ambang batas logam berat untuk biota, seperti keputusan yang telah ditetapkan oleh Ditjen POM Depkes RI No. 03725/B/SK/1989 yaitu Cd 1 ppm, Cu 20 ppm, Pb 2 ppm, dan Zn 100 ppm. FAO (1983) juga menetapkan bahwa kadar maksimum konsentrasi logam berat yang dapat dikonsumsi oleh manusia yaitu untuk logam Cd dan Pb 0,5 mg/kg, untuk logam Cu dan Zn sebesar 30 mg/kg.

Tingginya kandungan logam Pb yang terdapat pada daging dan tulang ikan Gulama (*Pseudociena amoyensis*) dimungkinkan karena

logam Pb bersifat logam non esensial, dimana logam tersebut akan mengalami peningkatan konsentrasi di dalam jaringan seiring dengan kenaikan logam berat dalam badan perairan (Darmono, 1995). Selanjutnya dikatakan bahwa Zn mempunyai batasan kadar maksimum lebih tinggi dari Cu, Pb karena Zn banyak terdapat dalam enzim metabolisme yang penting untuk pertumbuhan.

Batas maksimum Pb untuk konsumsi manusia 0.5 mg/kg, Cu dan Zn 30 mg/kg (FAO, 1983). Di Indonesia berdasarkan SK Dirjen POM No: 03725/B/SK/1989, standar untuk Pb biota 2 ppm, Cu 20 ppm dan Zn 100 ppm. Dengan demikian temuan penelitian ini memberikan informasi bahwa ikan perairan Dumai masih aman untuk dikonsumsi, karena kadar logamnya masih jauh dibawah nilai ambang batas bawah yang diatur Pemerintah melalui Dinas Kesehatan.

Konsentrasi logam berat yang terkandung dalam daging dan tulang ikan Gulama pada umumnya keempat logam berbeda. Zia (*dalam Al_Yousuf et al., 2000*) menyatakan bahwa konsentrasi tembaga akan berkurang seiring dengan meningkatnya ukuran ikan, secara fisiologis organ daging dianggap bukanlah merupakan jaringan yang tepat untuk mengakumulasi logam Cu. Sharif *et al., (1991)* menemukan adanya akumulasi logam Zn, Cu, Mg, dan Cd pada jaringan hati ikan *Lithrinus letjan* ditemukan lebih tinggi bila dibandingkan pada jaringan.

Menurut Sutrisno *et al. (1996)* timah hitam (Pb) dan persenyawaannya adalah beracun. Pb cenderung untuk berakumulasi dalam tubuh (sistem syaraf). Sifat racun ini dapat disebabkan karena timbal merupakan penghambat yang kuat terhadap reaksi-reaksi enzim. Begitu pula dengan tembaga (Cu) dalam jumlah besar dapat menyebabkan rasa tidak enak di lidah, selain dapat menyebabkan kerusakan pada hati. Konsentrasi Cu 2,5-3,0 ppm dalam badan perairan dapat membunuh ikan (Jakickins *et al., 1970*; Bryan, 1976; Resch *et al., 1979* dalam Palar, 1994). Selanjutnya Palar (1994) juga menyatakan bahwa konsentrasi Pb yang mencapai 188 mg/l dapat membunuh ikan-ikan. Menurut Dirjen POM (mg/kg) Pb pada daging ikan (mg/kg) Pb

maksimal pada daging ikan menurut SK.DirJen POM (mg/kg) 1 <0,002 2,0 <0,002 2,0 2 <0,002 0,0054. Rata-rata <0,002 <0,0037.

Menurut Palar (1994) meskipun jumlah Pb yang diserap oleh tubuh hanya sedikit, logam ini ternyata menjadi sangat berbahaya. Hal ini disebabkan senyawa-senyawa Pb dapat memberikan efek racun terhadap banyak fungsi organ yang terdapat dalam tubuh. Dalam jaringan dan atau organ tubuh, Pb akan terakumulasi pada tulang, karena logam ini dalam bentuk ion (Pb^{2+}) mampu menggantikan keberadaan ion Ca^{2+} (kalsium) yang terdapat dalam jaringan tulang. Sementara untuk konsumsi tembaga yang baik bagi manusia menurut Palar (1994) adalah sebesar 2,5 mg/kg berat tubuh/hari bagi orang dewasa dan 0,005 mg/kg berat tubuh/hari untuk anak-anak dan bayi.

IV. KESIMPULAN

Konsentrasi Logam berat Pb, Cd, Cu, Ni dan Zn pada sedimen perairan Dumai menunjukkan adanya akumulasi dimana konsentrasi jauh lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi pada badan air. Faktor konsentrasi pada sedimen, yang menggambarkan bagaimana akumulasi logam berat dari air ke sedimen, muncul dengan kisaran 25-27 untuk Pb, 13-18 untuk Cd, 9-38 untuk Ni, dan 34-162 untuk Zn.

Kandungan logam berat pada daging ikan Gulama (*Pseudociena amoyensis*) untuk logam Cd berkisar 0,09 - 0,19 $\mu\text{g/g}$, rata-rata kandungan logam Cu berkisar 0,13-0,29 $\mu\text{g/g}$, rata-rata kandungan logam Pb berkisar 4,07-5,52 $\mu\text{g/g}$, dan rata-rata kandungan logam Zn berkisar 5,64-7,56 $\mu\text{g/g}$. Nilai ini masih dibawah batas aman konsumsi dari Dirjen POM.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus. 1997. Abstract Book Trace Metals in The Aquatic Environment Fourth International Conference, 19-23 May 1997, University Kebangsaan Malaysia, Kuala Lumpur. 121 + ix p.
- Anggraini, S., 2007. Hubungan Konsentrasi Logam Berat Kolom Air dan Sedimen di Perairan Pantai Pulau Rupa. Skripsi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. 60 hal (tidak diterbitkan).
- Barnes, D. R. 1980. Invertebrate Zoology. Saaunders College. Philadelphia. 416 - 421 pp.
- Bourne, N. 1986. Intertidal Clams. P 22 In G. S. Jamieson and Francis (Eds) Invertebrate and Marine Plant Resources of British Columbia. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci 91.
- Buchanan, J. B. 1984. Sediment Analysis, pp 41 - 65. In N. A. HOLMER and A. D. MC INTRYRE (Eds). Methods for the Study of Marine Benthos Blakweel Sci. Publ, Oxford and Edinburg.
- Broom, N. 1985. The Biology and Culture of Marine Bivalves Mollusca of The Genus Anadara. International Centre for Living Aquatic Resources Management, Manila. 37 pp.
- Bourne, N. 1986. Intertidal Clams. P.22 In G. S. Jamieson and Francis (Eds) Invertebrate and Marine Plant Resources of British Columbia. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci 91.
- Broom, N. 1985. The Biology and Culture of Marine Bivalves Mollusca of The Genus Anadara. International Centre for Living Aquatic Resources Management, Manila. 37 pp.
- Connel, D. W. and Miller, G. J. 1995. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Terjemahan Yanti Koestoer. UI Press, Jakarta.
- Dewi, U. 1996. Hubungan Tekstur Sedimen dengan Kelimpahan Bivalva di Perairan Pantai Pulau Rupa Kabupaten Bengkalis Propinsi Riau. Skripsi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. 60 hal (tidak diterbitkan).
- Darmono, 1995. Logam Beraty Dalam Sistim Biologi Mahluk Hidup. Universitas Indonesia (UI-Press) Jakarta 146 hal
- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran. Hubungannya dengan

- Toksikologi Senyawa Logam. UI Press, Jakarta.
- Dewi, U. 1996. Hubungan Tekstur Sedimen dengan Kelimpahan Bivalva di Perairan Pantai Pulau Rupa Kabupaten Bengkalis Propinsi Riau. Skripsi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. 60 hal (tidak diterbitkan).
- EPA (Environmental Protection Agency). 1973. Water Quality Criteria. Ecology Research Series. Washington 595 p.
- AO 1983. Compilation of Legal Limits for Hazardous Substances in Fish and Fishery Products, FAO Fishery Circulation 464: 5-100.
- Hutabarat, S. W. dan S. M. Evans. 1985. Pengantar Oseanografi. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 159 hal.
- Hutagalung, H. P. 1997. Metode Analisis Air Laut, Sedimen, dan Biota. Buku 2. PPPO-LIPI. Jakarta. 80 hal.
- Hutagalung, H. P. 1991. Pencemaran Laut oleh Logam Berat. Hal 45 – 59 *dalam* D. H. Kunarso dan Ruyitno (Eds). Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya. PPPO – LIPI, Jakarta.
- Knox, G. A. 1986. Estuarine Ecosystem. A System Approach (Volume 1). CRC Press, Inc. New Zealand. 194 pp.
- Loade, M. A. 1991. Budidaya Rumput Laut, Kanisius, Yogyakarta. 32 hal.
- Lu, Frank. 1994. Toksikologi Dasar Edisi Kedua. UI Press, Jakarta.
- Nontji, A. 1993. Laut Anonimus. 1997. Abstract Book Trace Metals in The Aquatic Environment Fourth International Conference, 19-23 May 1997, University Kebangsaan Malaysia, Kuala Lumpur. 121 + ix p.
- Nontji, A. 1993. Laut Nusantara. Djambatan, Jakarta. 351 hal.
- Nusrawati. 2000. Tingkah Laku dan Lubang Galian Sipetang (*Pharus* sp) di Hutan Mangrove Marine Station Dumai. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. 50 hal (tidak diterbitkan).
- Nybakken, J. W. 1988. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis. Gramedia. Jakarta. Diterjemahkan oleh H. M. Eidman, Koesbiono, D. G. Bengan, M. Hutomo dan S. Sukahardjo. 456 hal.
- Palar, 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta, Jakarta. 152 hal.
- Rustandi, Y. 1993. Status Pencemaran Logam Berat di Perairan Tanjung Periuk. Jakarta. Skripsi Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. Bogor. 89 hal.
- Saeni, S. M. 1997. Penentuan Tingkat Pencemaran dengan Analisis Rambut. Orasi Ilmiah Institut Pertanian Bogor, Bogor. 45 hal.
- Stebbins, R. C; J. W. Nybakken, T. I. Storer and R. I. Usinger. 1979. General Zoology. Edition 1975. Tata Mac. Graw-Hill and Mohan Maakhijani, New Dalhi. 899 pp.
- Storer, Usinger, Nybakken, Stebbins. 1977. Elements of Zoology. McGraw-Hill International Book Company.
- Supriharyono. 2002. Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Siregar Y. I., 2009. Ekotoksikologi Ekosistem Akuatik. Minamandiri Press Pekanbaru, 120 halaman.
- Siregar Y. I., 2009. Fisiologi Hewan Akuatik. Variasi Morfologi dan Adaptasi. Minamandiri Press Pekanbaru. 108 halaman
- Supriharyono. 2002. Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Syahfitri, H. 2005. Pertumbuhan Bakteri Heterotrofik pada Air Laut Tercemar Deterjen. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. 37 hal (tidak diterbitkan).
- Tudorancea, C., R. H. Green and J. Huebner. 1978. Struktur Dinamics and Production of the Benthic Fauna in Lake Manitoba. Hydrobiologia 64 (1); 59-95.
- Zulfitri, 1990. Analisis Kandungan Logam Berat (Cu, Pb, Hg dan As), Kesadahan Total

dan Kandungan Garam (NaCl) dari Air Laut Sekitar Desa Mantang Besar Kabupaten Kepulauan Riau. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau. 63 hal (tidak diterbitkan).