

Analisis Kandungan Logam berat Cu, Pb dan Zn pada Air, Sedimen dan Bivalvia di perairan Pantai Utara Pulau Bengkalis

Bambang Irawan¹, Bintal Amin², Thamrin²

¹Mahasiswa Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau

²Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Riau Jalan Pattimura No.09 Gedung.I Gobah Pekanbaru, Telp. 0761-23742

Abstract: *Analysis of heavy metals Cu, Pb and Zn in water, sediment and bivalves in the Northern coast of Bengkalis Island Riau Province was conducted in September 2013. Samples were taken from 4 stations and environmental parameters such as temperature, pH, salinity and current speed were also measured. The results showed that all the water quality parameters measured in the present study were still in the range of tolerable level for aquatic organisms. The mean heavy metals Cu, Pb and Zn concentrations were 0.827; 0.406; 0.104 mg / L in seawater and 42.165; 1.892; 78,556 µg/ g in sediment. Meanwhile the concentrations of those metals in bivalve were 70.598; 3.762; 186.702 µg/g in *Polymesoda expansa* and 74.378; 3.903; 129.619 µg/g in *Pharella acutidens*. Positive correlations between concentrations of Cu, Pb and Zn in water and sediment with concentrations in both bivalves species were found. Based on the PTWI calculation it is suggested that both species of bivalves were still safe to be consumed. Concentrations of heavy metals in sediment in the northern coast of Bengkalis Island were still below the ERL and ERM standard indicating no serious pressure yet on the living organisms in the surrounding areas.*

Key words: *Heavy metal, Northern coast of Bengkalis Island, Water, Sediment, Polymesoda expansa, Pharella acutidens*

Pantai utara Pulau Bengkalis diduga telah mengalami penurunan kualitas perairan, yang diakibatkan dari berbagai aktifitas antropogenik seperti kegiatan rumah tangga, kegiatan pariwisata, aktivitas permukiman masyarakat, perkebunan dan pertanian, penambangan pasir di pesisir perairan utara Pulau Bengkalis serta pelayaran di Selat Malaka. Selat Malaka merupakan jalur transportasi laut yang cukup padat dimana dari Tahun 1999 sampai Tahun 2009 tercatat sebanyak 228.506 kapal kontainer, 162.250 kapal tanker, kapal kargo sebanyak 76.273, disusul jenis kapal ro-ro sebanyak 38.411, kapal penumpang 27.234, kapal armada Angkatan Laut 11.133 dan sisanya kapal penangkap ikan (Bakrie, 2012).

Disamping hal tersebut, kegiatan pembuka lahan besar-besaran di pesisir pantai untuk perkebunan sawit dan aktivitas penduduknya juga dapat memberikan kontribusi pada masuknya logam berat pada perairan tersebut. Kegiatan tersebut dapat menghasilkan limbah baik organik maupun anorganik termasuk logam berat ke lingkungan perairan pantai Selat Baru dan kemudian terakumulasi kedalam organisme dan sedimen serta air.

Logam berat merupakan limbah yang berbahaya. Logam-logam berat umumnya bersifat toksik (racun) dan kebanyakan di dalam air berada dalam bentuk ion. Secara umum kadar bahan pencemar dapat diprediksi dengan menggunakan biomonitor yaitu jenis organisme tertentu seperti bivalvia, bivalvia dapat mengakumulasi bahan-bahan pencemar yang ada di lingkungannya sehingga dapat mewakili keadaan di dalam habitatnya. Bivalvia hidup di dasar perairan berupa lumpur atau lumpur bercampur pasir dan mobilitasnya rendah sehingga fluktuasi kandungan bahan pencemar khususnya logam berat dalam perairan dapat diketahui dengan mengukur konsentrasi logam berat dalam tubuhnya (Kumianta, 2002).

Logam berat di perairan baik sungai maupun laut akan mengalami 3 proses yaitu pengendapan, adsorpsi (penjerapan) dan absorpsi (penyerapan) oleh organisme- organisme perairan. Kebanyakan logam berat memiliki daya larut tinggi sehingga membahayakan kehidupan organisme perairan. Daya larut tersebut bisa bertambah tinggi atau rendah tergantung kondisi perairan. Logam berat juga dapat dipindahkan dari badan air melalui adsorpsi. Partikel bahan

tertentu dan bahan organik dapat mengadsorpsi logam berat yang terkandung dalam perairan. Logam berat dapat pula dipindahkan dari badan air melalui proses absorpsi oleh organisme air secara langsung maupun tidak langsung (Supriharyono, 2002).

Biota laut yang mudah terkontaminasi oleh logam berat adalah sejenis kerang, karena keberadaannya di dasar dengan gerakan yang lambat yang mengakibatkan biota ini rentan terhadap pengaruh air laut yang tercemar. Kerang merupakan salah satu makanan laut yang banyak di konsumsi dan dinikmati oleh masyarakat terutama masyarakat Selat Baru dan Bengkalis pada umumnya karena mengandung protein, mineral, lemak tak jenuh yang sangat diperlukan untuk pertumbuhan dan kecerdasan.

Lokan (*Polymesoda expansa*) dan Sepetang (*Pharella acutidens*) merupakan biota laut yang termasuk dalam jenis bivalvia yang dapat digunakan sebagai bioindikator untuk mengetahui kandungan logam berat dalam perairan. Sehubungan dengan hal tersebut, peneliti mencoba untuk menganalisis kandungan logam berat Pb, Zn, dan Cu pada air, sedimen dan Bivalvia tersebut yang banyak terdapat di perairan pantai utara Pulau Bengkalis.

Adapun tujuan penelitian ini adalah: Untuk menganalisis kandungan logam Pb, Cu, dan Zn pada air, sedimen, dan Bivalvia (lokana dan sepetang) di perairan utara Pulau Bengkalis. Untuk mengetahui tingkat pencemaran dan mengetahui jenis organisme yang mana lebih baik dijadikan sebagai biomonitor untuk menentukan logam berat di perairan tersebut. Untuk menentukan kelayakan konsumsi Bivalvia lokana dan sepetang dari perairan utara Pulau Bengkalis.

BAHAN DAN METODE

Dalam penelitian kandungan logam berat pada Bivalvia, air dan sedimen dilakukan pada bulan September 2013. Sampel air, sedimen dan Bivalvia diambil di perairan pantai utara Pulau Bengkalis Kabupaten Bengkalis. Proses destruksi sampel untuk logam berat pada air, sedimen dan Bivalvia dilakukan di Laboratorium Kimia Laut Faperta Universitas Riau.

Tabel 1. Daftar Alat Pengukur Kualitas Perairan

| No | Alat | Parameter | Satuan |
|----|--------------------------|------------------|--------|
| 1 | <i>Thermometer</i> | Suhu | °C |
| 2 | <i>Handrefractometer</i> | Salinitas | % |
| 3 | <i>Secchi disk</i> | Kecerahan | cm |
| 4 | <i>pH meter</i> | Derajat keasaman | - |
| 5 | <i>Current Drogue</i> | Kecepatan arus | Cm/dtk |

Alat yang digunakan di laboratorium berupa timbangan analitik, kertas saringan Whatman berpori 0,45 µm, saringan dengan ukuran 63 mikron, gelas ukur, tabung reaksi, gelas beaker, *digestion block*, oven, desikator, furnes, alat pemanas (*hotplate*), pipet pengaduk, pipet tetes, mortar, *aluminium foil*, botol polyetilen, tabung *erlenmeyer* dan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) Perkin Elmer 3110.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : sampel bivalvia (lokana dan sepetang) larutan standar Pb, Cu, dan Zn, asam nitrat (HNO₃) pekat, asam perklorat (HClO₄), dan air suling.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode purposive sampling, dimana perairan utara Pulau Bengkalis dijadikan lokasi pengamatan dan pengambilan sampel yang meliputi 4 desa. Sampel yang diperoleh dianalisis di laboratorium, selanjutnya data yang diperoleh dianalisis secara statistik dan dibahas secara deskriptif.

HASIL

Kondisi Fisik Perairan Utara Pulau Bengkalis.

Dalam pengkajian masalah kualitas perairan dapat dilakukan dengan analisis kimia dan fisika air serta analisis biologi. Pada perairan yang dinamis, analisis fisika dan kimia air kurang memberikan gambaran sesungguhnya kualitas perairan, dan dapat memberikan penyimpangan-penyimpangan yang kurang menguntungkan, karena kisaran nilai-nilai perubahannya dipengaruhi keadaan sesaat (Dahuri, 2003).

Tabel 2. Rata-rata Kualitas Perairan Utara Pulau Bengkalis

| Stasiun | pH | Suhu (°C) | Salinitas % | Kecepatan Arus (cm/dtk) |
|---------|------|-----------|-------------|-------------------------|
| 1 | 7,55 | 29,1 | 28,3 | 17,5 |
| 2 | 7,63 | 28,8 | 28,0 | 18,7 |
| 3 | 7,71 | 29,5 | 28,1 | 17,8 |
| 4 | 7,88 | 28,7 | 28,5 | 17,7 |

Kualitas air suatu perairan dipengaruhi oleh masukan dari daratan maupun dari laut sekitarnya. Kondisi kualitas perairan dapat dilihat pada Tabel 2.

Analisis Kandungan Logam Berat pada Air. Pada umumnya analisis logam berat dalam air biasanya relatif lebih cepat dan lebih mudah dibandingkan dengan analisis pada sampel lain. Namun demikian penggunaan sampel air untuk monitoring logam berat mempunyai beberapa kelemahan karena harus melakukan banyak pengulangan sampling yang berhubungan dengan perbedaan dan perubahan sifat-sifat fisika kimia dan kandungan logam berat tersebut berdasarkan waktu (Philips, 1995). Analisis logam berat dalam air juga belum dapat memberikan informasi tentang ketersediaan secara biologi logam tersebut di suatu perairan (Phillips dan Rainbow, 1993: 1997).

Disamping itu, faktor fisik dan kimia perairan akan berpengaruh satu sama lain dan akan berpengaruh pada kandungan logam berat terlarut pada perairan tersebut (Ouyang *et al.*, 2006). Rata-rata kandungan logam berat dalam air laut pada masing-masing di perairan utara Pulau Bengkalis. Dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan logam Cu, Pb dan Zn pada air laut (Rata-rata±SD) di masing - masing di perairan utara Pulau Bengkalis.

| Stasiun | Konsentrasi Rata-Rata ± SD (mg/L) | | |
|-----------------|-----------------------------------|-------------|-------------|
| | Pb | Cu | Zn |
| 1 | 0,388±0,033 | 0,828±0,058 | 1,762±0,267 |
| 2 | 0,440±0,020 | 0,684±0,041 | 2,381±0,093 |
| 3 | 0,379±0,027 | 0,882±0,050 | 2,134±0,256 |
| 4 | 0,418±0,042 | 0,915±0,034 | 2,138±0,065 |
| Rata-rata total | 0,406±0,030 | 0,827±0,046 | 2,104±0,174 |

Kandungan logam berat dalam air tidak menunjukkan perbedaan yang jauh antara yang satu dengan lainnya. Kandungan rata-rata logam Cu di stasiun 4 lebih tinggi dari 3, 1, 2. Kandungan rata-rata Cu untuk perairan pantai adalah 0,34 – 0,40 µg/L (Law *et.*, 1994). Menurut Mulligan *et al* (2001) Cu biasanya terikat dengan kuat pada bahan organik sehingga mobilitasnya diperairan. Standar logam Cu yang dikemukakan oleh beberapa negara adalah antara lain 0,1 mg/L (Malaysia); 0,008 mg/L (Indonesia); 0,005 mg/L (UK); 4,8 and 2,9 µg/L (USA and Denmark) (DOE, 1999); USEPA. 1986; Bryan dan Langton. 1992: Men-KLH. 2004). Berdasarkan uji Normalitas untuk logam Cu antar menunjukkan

perbedaan yang tidak nyata karena nilai $p > 0,05$. Berdasarkan hasil uji normalitas data diketahui data terdistribusi normal maka dilanjutkan dengan uji Anova . Berdasarkan hasil uji Anova terdapat perbedaan nyata antara (1-2) dan (1-3) (1-4) (3-4) ini tidak berbeda nyata sedangkan (2-3) (2-4) terdapat perbedaan sangat nyata. Hal ini diduga stasiun 4 lebih besar kandungan Cu dikarenakan di wilayah tersebut lebih banyak aktifitas pembukaan lahan hutan mangrov yang dijadikan sebagai kawasan tambak perikanan serta penambangan pasir dari pinggiran pantai.

Tabel 4. Hasil Uji HSD Tukey kandungan logam Cu, Pb dan Zn di air

| logam | Stasiun | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---|
| Cu | 1 | - | | | |
| | 2 | 0,022 * | - | | |
| | 3 | 0,533 ^{ns} | 0,004** | - | |
| | 4 | 0,179 ^{ns} | 0,001** | 0,809 ^{ns} | - |
| Zn | 1 | - | | | |
| | 2 | 0,019 * | - | | |
| | 3 | 0,165 ^{ns} | 0,448 ^{ns} | - | |
| | 4 | 0,159 ^{ns} | 0,980 ^{ns} | 0,066 ^{ns} | - |

Keterangan : ns= $p > 0,05$ (tidak berbeda nyata), **= $p < 0,01$ (berbeda sangat nyata) *= $p < 0,05$ (berbeda nyata)

Kandungan logam Pb secara umum lebih kecil dibandingkan kandungan logam yang lain, namun demikian tidak terjadi perbedaan yang mencolok diantara masing-masing. Untuk mengetahui perbedaan kandungan logam berat antara maka dilakukan uji Statistik, kandungan logam Pb diuji normalitas mempunyai nilai signifikansi 0,401 dan probabilitas ANOVA 0,323 karena nilai $p > 0,05$ maka tidak perlu di uji lanjut dengan ANOVA, karena tidak berbeda nyata. Hal ini diduga disebabkan karena stasiun 1,2,3 dan 4 bisa dikatakan yang menghasilkan limbah Pb relatif sama yang berasal dari perairan Selat Malaka.

Logam Zn di air pada penelitian ini mempunyai kandungan tertinggi di St.4, rata-rata 2,104 mg/L hal ini dimungkinkan dari aktifitas masyarakat dibidang pertanian dan perkebunan yang relatif besar menggunakan pupuk. Peningkatan kandungan logam berat di kawasan perairan yang dilalui oleh banyak kapal dan banyak aktivitas perkapalan telah dilaporkan oleh Nayar *et al.* (2004).

Analisis Kandungan Logam Berat pada Sedimen. Kandungan rata-rata logam berat pada sedimen dari perairan utara Pulau Bengkalis dapat dilihat pada Tabel 5. Kandungan logam Cu pada sedimen terbesar pada stasiun 4 dan terkecil di stasiun 2 (Tabel 5). Berdasarkan Uji Normalitas menunjukkan bahwa logam Cu pada sedimen mempunyai nilai signifikan 0,801 Cu sedimen $p > 0,05$ artinya dapat dilanjutkan dengan uji Anova nilai $P = 0,001$, maka perlu dilanjutkan dengan uji HSD Tukey. Perbedaan antar stasiun tidak berbeda nyata antara (1-3) (1-4) (3-4) dan berbeda nyata sangat nyata (1-2) (2-3) (2-4) (Tabel 6). Pada Station 2 sumber penghasil limbah Cu sangat kecil dibandingkan dengan stasiun 1,3 dan 4.

Tabel 5. Kandungan logam berat Cu, Pb dan Zn pada sedimen (Rata-rata \pm SD) pada perairan Pulau Bengkalis

| Stasiun | Konsentrasi Rata-Rata Logam (mg/g) | | |
|---------|------------------------------------|--------------------|---------------------|
| | Pb | Cu | Zn |
| 1 | 1,875 \pm 0,068 | 44,146 \pm 4,251 | 70,366 \pm 2,190 |
| 2 | 2,046 \pm 0,146 | 29,370 \pm 2,642 | 77,514 \pm 11,319 |
| 3 | 1,692 \pm 0,122 | 46,146 \pm 5,035 | 85,700 \pm 13,110 |
| 4 | 1,956 \pm 0,104 | 48,999 \pm 3,350 | 80,645 \pm 3,680 |
| Total | 1,892 \pm 0,110 | 42,165 \pm 3,819 | 78,556 \pm 7,575 |

Kandungan logam Pb di sedimen tertinggi terletak pada stasiun 2 kemudian terendah pada stasiun 3. Rata-rata kandungan logam Pb pada (Tabel 6). Kandungan logam Pb di sedimen dilakukan uji homogenitas dan dapat diketahui nilai signifikansi 0,527. Untuk mengetahui perbedaan sebaran data logam Pb antara di uji ANOVA mempunyai signifikansi probabilitas 0,027 logam Pb dengan probabilitas $0,027 < 0,05$ karena nilai signifikansi $p < 0,05$ maka dilanjutkan dengan uji lanjut Uji HSD Tukey (Tabel 6).

Tabel 6. Hasil Uji HSD Tukey Kandungan logam Cu, Pb dan Zn di Sedimen

| logam | Stasiun | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---|
| Cu | 1 | - | | | |
| | 2 | 0,008 ** | - | | |
| | 3 | 0,921 ^{ns} | 0,003 ** | - | |
| | 4 | 0,473 ^{ns} | 0,001 ** | 0,810 ^{ns} | - |
| Pb | 1 | - | | | |
| | 2 | 0,323 ^{ns} | - | | |
| | 3 | 0,273 ^{ns} | 0,021 * | - | |
| | 4 | 0,817 ^{ns} | 0,772 ^{ns} | 0,082 ^{ns} | - |

Keterangan : ns= $p > 0,05$ (tidak berbeda nyata), **= $p < 0,01$ (berbeda sangat nyata) *= $p < 0,05$ (berbeda nyata)

Hal ini dikarenakan adanya aktifitas taransportasi air yang banyak, yakni adanya pelabuhan internasional Bengkalis yang dilengkapi perlengkapan transportasi ke Malaysia, pelabuhan nelayan dan pelabuhan perdagangan antar kota, di stasiun 2 juga merupakan kawasan yang padat pemukiman masyarakat dan merupakan tempat rekreasi Pulau Bengkalis. Untuk logam Zn di sedimen mempunyai kandungan tertinggi di stasiun 3 yaitu 85,700 mg/l dan terendah di stasiun 1, rata-rata kandungan logam Zn stasiun 3 lebih besar dari stasiun 4, stasiun 2, stasiun 1 (Tabel 6). Berdasarkan uji normalitas sebaran data logam Zn pada sedimen mempunyai signifikansi probabilitas 0,035 probabilitas Zn sedimen kecil dari 0,05 maka dilanjutkan dengan Uji Non Parametrik Kruskal-Wallis Test (Tabel 6).

Hutagalung (1984) menyatakan bahwa sumber logam Zn di perairan berasal dari material geokimia yang terbawa atau ada pada sungai, bahan baku minyak, besi, cat dan sisa-sisa kaleng bekas.

Analisis Kandungan Logam Berat pada Lokan

Tabel 7. Kandungan logam berat Cu, Pb dan Zn dalam lokan (Rata-rata \pm SD) dari Pulau Bengkalis

| Stasiun | Konsentrasi Rata-Rata Logam (mg/g) | | |
|---------|------------------------------------|--------------------|----------------------|
| | Pb | Cu | Zn |
| 1 | 3,497 \pm 2,863 | 68,663 \pm 2,593 | 146,108 \pm 4,772 |
| 2 | 3,876 \pm 2,589 | 68,987 \pm 6,990 | 181,045 \pm 6,705 |
| 3 | 3,628 \pm 3,347 | 70,066 \pm 6,832 | 171,546 \pm 15,258 |
| 4 | 3,687 \pm 1,788 | 74,678 \pm 3,416 | 248,109 \pm 10,774 |
| Total | 3,672 \pm 2,646 | 70,598 \pm 4,958 | 186,702 \pm 9,365 |

Kandungan logam Cu pada lokan terbesar di jumpai pada stasiun 4, terkecil pada stasiun 1, pada Tabel 7 dapat dilihat bahwa kandungan logam Cu stasiun 4 lebih besar dari stasiun 3, stasiun 2, stasiun 1. Pada uji normalitas didapat nilai signifikansi 0,106 dan nilai probabilitas ANOVA yaitu 0,520 yang berarti tidak berbeda nyata, maka tidak perlu dilanjutkan dengan uji lanjut HSD Tukey.

Tabel 8. Hasil Uji HSD Tukey Kandungan logam Zn di Lokan

| Logam | Stasiun | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------|---------|---------------------|---------------------|---------|---|
| Zn | 1 | - | | | |
| | 2 | 0,013 * | - | | |
| | 3 | 0,062 ^{ns} | 0,677 ^{ns} | - | |
| | 4 | 0,000** | 0,000** | 0,000** | - |

Keterangan : ns=p> 0,05 (tidak berbeda nyata), **= p<0,01 (berbeda sangat nyata) *= p< 0,05 (berbeda nyata)

Kandungan logam Pb pada lokan tertinggi pada stasiun 2 terendah di stasiun 1, dengan urutan stasiun 2 lebih besar dari stasiun 4, stasiun 3, stasiun 1 setelah diuji normalitas mempunyai nilai signifikansi 0,480 dan nilai probabilitas ANOVA 0,270 artinya tidak berbeda sangat nyata, maka perlu dilanjutkan dengan uji lanjut HSD Tukey. Untuk kandungan logam Zn di sedimen mempunyai kandungan tertinggi di stasiun 4 dan terendah di stasiun 1, rata-rata kandungan logam Zn stasiun 4 lebih besar dari stasiun 2, stasiun 3, stasiun 1 (Tabel 8). Berdasarkan uji normalitas sebaran data logam Zn pada sedimen mempunyai signifikansi probabilitas 0,117 probabilitas dan nilai ANOVA 0.000, maka perlu dilanjutkan dengan uji lanjut HSD Tukey. Kandungan logam Zn pada lokan tertinggi terdapat pada stasiun 4 karena berada pada jalur sibuk aktivitas transportasi, aktivitas kapal nelayan, titik sampling yang masih banyak dipengaruhi oleh air sungai, kawasan padat penduduk yang kurang sadar akan lingkungan, dimana sebagian masyarakat pinggiran membuang sampah ke sungai sehingga meningkat kadungan logam berat di perairan.

Analisis Kandungan Logam Berat pada Sepetang

Tabel 9. Kandungan logam berat Cu, Pb dan Zn dalam (Rata-rata ± SD) dari perairan Pulau Bengkalis

| Stasiun | Konsentrasi Rata-Rata Logam (mg/g) | | |
|---------|------------------------------------|---------------|----------------|
| | Pb | Cu | Zn |
| 1 | 3,462±0,261 | 65,335± 6,651 | 110,257± 2,467 |
| 2 | 4,569±0,273 | 70,902± 7,897 | 137,838± 8,657 |
| 3 | 3,379±0,241 | 77,374± 3,384 | 133,933± 4,699 |
| 4 | 4,202±0,398 | 83,902± 1,148 | 136,449± 9,487 |
| Total | 3,903±0,293 | 74,378± 4,770 | 129,619± 6,327 |

Kandungan logam Cu pada terbesar di jumpai pada stasiun 4, terkecil pada stasiun 1, dari Tabel 9 dapat lihat bahwa kandungan logam Cu stasiun 4 lebih besar dari stasiun 2, stasiun 3, stasiun 1, pada normalitas didapat nilai signifikansi

0,178 dan nilai probabilitas ANOVA yaitu 0,016 berbeda nyata, maka perlu dilanjutkan dengan uji lanjut HSD Tukey. Perbedaan antar Station tidak berbeda nya antara (1-2) (1-3) (2-3) (2-4) (3-4) dan perbedaan nyata (1-4). Dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Uji HSD Tukey Kandungan logam Cu, Pb dan Zn di Sepetang

| logam | Stasiun | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---|
| Cu | 1 | - | | | |
| | 2 | 0,617 ^{ns} | - | | |
| | 3 | 0,102 ^{ns} | 0,506 ^{ns} | - | |
| | 4 | 0,013* | 0,075 ^{ns} | 0,499 ^{ns} | - |
| Pb | 1 | - | | | |
| | 2 | 0,008** | - | | |
| | 3 | 0,985 ^{ns} | 0,005** | - | |
| | 4 | 0,064 ^{ns} | 0,479 ^{ns} | 0,040* | - |
| Zn | 1 | - | | | |
| | 2 | 0,005** | - | | |
| | 3 | 0,013 ^{ns} | 0,899 ^{ns} | - | |
| | 4 | 0,007** | 0,994 ^{ns} | 0,969 ^{ns} | - |

Keterangan : ns=p> 0,05 (tidak berbeda nyata), **= p<0,01 (berbeda sangat nyata)*= p< 0,05 (berbeda nyata)

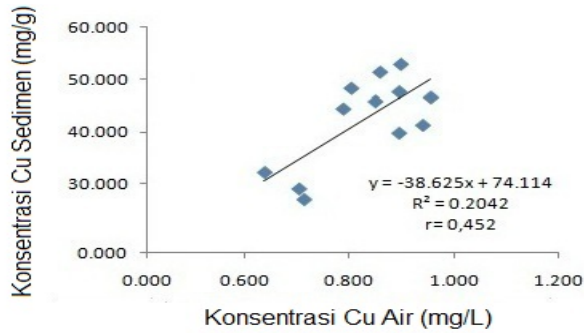
Kandungan logam Pb pada tertinggi terdapat pada stasiun 2 dan terendah pada stasiun 3, dengan urutan stasiun 2 lebih besar dari stasiun 4, stasiun 1 dan stasiun 3 setelah diuji normalitas mempunyai nilai signifikansi 0,568 dan nilai probabilitas ANOVA 0,03 artinya makanya dilanjutkan dengan uji lanjut HSD Tukey. Perbedaan antar Station tidak berbeda nya antara (1-2) (1-4) (2-4) dan perbedaan nyata (1-2) (2-3) sedangkan perbedaan sangat nyata (3-4) dan dapat dilihat pada Tabel 10.

Analisis Uji T Kandungan Logam Berat pada Lokan dan Sepetang . Setelah dilakukan uji T kandungan logam berat Cu, Pb dan Zn antara bivalvia Lokan dan Sepetang di stasiun 4 stasiun menunjukkan nilai signifikan, untuk logam Cu 0,263 dan Pb 0,361 yang artinya tidak berbeda nyata, namun pada logam Zn nilai signifikan 0,001 menunjukkan perbedaan sangat nyata antar stasiun 4.

PEMBAHASAN

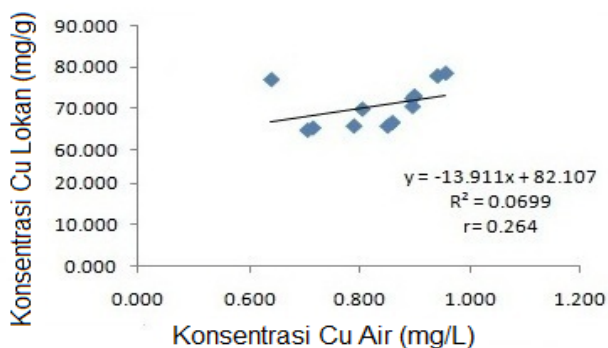
Hubungan Kandungan Logam Cu di Air, Sedimen, Lokan dan Sepetang. Hubungan kandungan logam berat Cu pada air dengan kandungan logam Cu di Sedimen data. Setelah diuji regresi linier menunjukkan hubungan positif antara kandungan logam Cu di air dengan kandungan logam Cu sedimen dengan

persamaanya $y = -38,625x + 74,114$ nilai r sebesar 0,452 yang menurut Razak (1991) mempunyai hubungan yang sedang (0,41–0,70) dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,204 yang berarti bahwa 20,4 % peningkatan kandungan logam Cu di sedimen dipengaruhi oleh kandungan Cu di dalam air dan 79,6 % dipengaruhi oleh faktor lain yang ada diperairan dapat di lihat pada gambar 1.



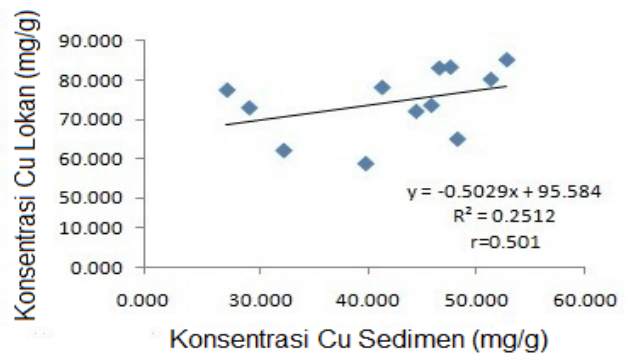
Gambar 1. Hubungan kandungan logam Cu air dengan kandungan logam Cu sedimen

Setelah dilakukan uji regresi linier antara hubungan kandungan logam berat Cu pada air dan kandungan logam berat Cu pada lokan menunjukkan hubungan lemah antara kandungan Cu di air dengan kandungan Cu lokan dengan persamaan $y = -13,911x + 82,107$ nilai r sebesar 0,264 yang menurut Razak (1991) mempunyai hubungan lemah (0,21–0,40). Dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 6,9% yang berarti peningkatan kandungan logam Cu di lokan sedikit dipengaruhi oleh kandungan Cu di air, artinya hampir mendekati 93,1% dipengaruhi oleh faktor-faktor antara lain makanan lokan dari sedimen, fitoflankton dan faktor lingkungan yang lain.



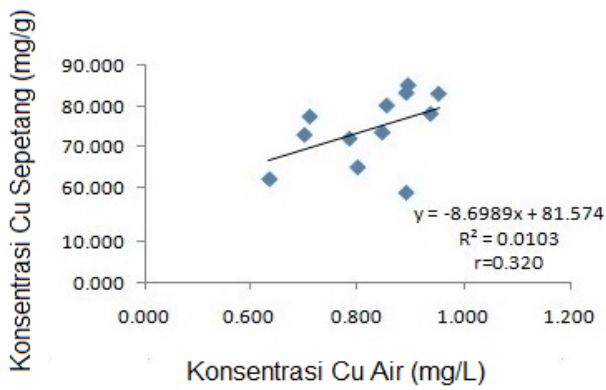
Gambar 2. Hubungan kandungan logam Cu air dengan kandungan Cu di Lokan

Setelah dilakukan uji regresi linier antara hubungan kandungan logam berat Cu pada air dan kandungan logam berat Cu pada lokan menunjukkan hubungan sangat lemah antara kandungan Cu di air dengan kandungan Cu lokan dengan persamaan $y = -0,5029x + 95,584$ nilai r sebesar 0.501 yang menurut Razak (1991) mempunyai hubungan sedang (0,41–0,70). Dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 25,1% yang berarti peningkatan kandungan logam Cu di lokan sedikit dipengaruhi oleh kandungan Cu di sedimen, artinya hampir mendekati 74,9% dipengaruhi oleh faktor-faktor antara lain makanan lokan dari sedimen, fitoflankton dan faktor lingkungan yang lain.



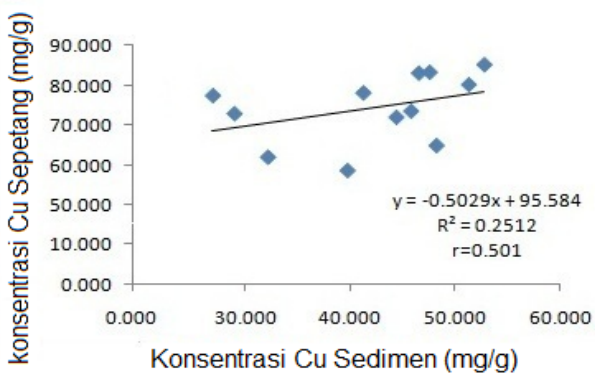
Gambar 3. Hubungan kandungan logam Cu Sedimen dengan kandungan Cu di Lokan

Hubungan kandungan Cu pada air dengan kandungan Cu Sepetang menunjukkan hubungan sangat lemah. Kandungan logam Cu di air dengan logam kandungan Cu Sepetang dengan persamaan $Y = -8,6989x + 81,574$ nilai r sebesar 0.101 yang menurut Razak (1991) mempunyai hubungan yang sedang (0,21–0,40). Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,010 yang berarti bahwa 1 % peningkatan kandungan logam Cu pada Sepetang yang dipengaruhi oleh kandungan Cu di dalam air dan 99 % dipengaruhi oleh faktor lain. Hubungan kandungan Cu air dengan kandungan Cu Sepetang lebih kecil dari pada hubungan kandungan logam berat Cu pada air dan kandungan logam berat Cu pada lokan.



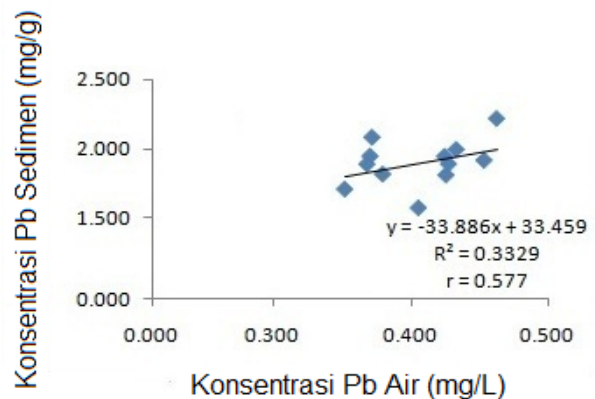
Gambar 4. Hubungan kandungan Cu air dengan kandungan Cu Sepetang

Hubungan kandungan Cu pada sedimen dengan kandungan Cu Sepetang menunjukkan hubungan positif. Kandungan logam Cu di sedimen dengan logam kandungan Cu Sepetang dengan persamaan $Y = -0,5029x + 95,584$ nilai r sebesar 0,501 yang menurut Razak (1991) mempunyai hubungan yang sedang (0,41 – 0,70). Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,251 yang berarti bahwa 25,12 % peningkatan kandungan logam Cu pada Sepetang dipengaruhi oleh kandungan Cu di dalam sedimen dan 74,88% dipengaruhi oleh faktor lain. Hubungan kandungan Cu Sedimen dengan kandungan Cu Sepetang sama besar pada hubungan kandungan logam berat Cu pada lokan.



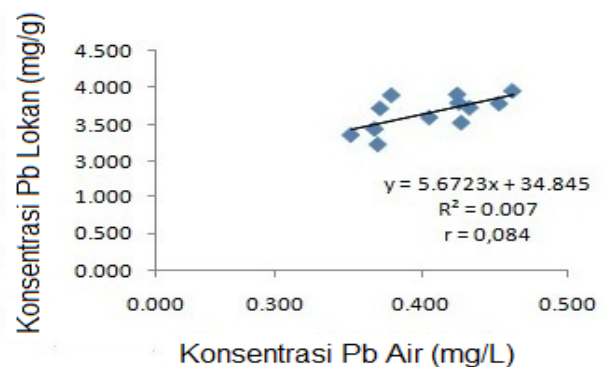
Gambar 5. Hubungan kandungan Cu Sedimen dengan kandungan Cu Sepetang

Hubungan Kandungan Logam Pb, di Air, Sedimen, Lokan dan Sepetang



Gambar 6. Hubungan kandungan logam Pb pada air dengan kandungan Pb di sedimen

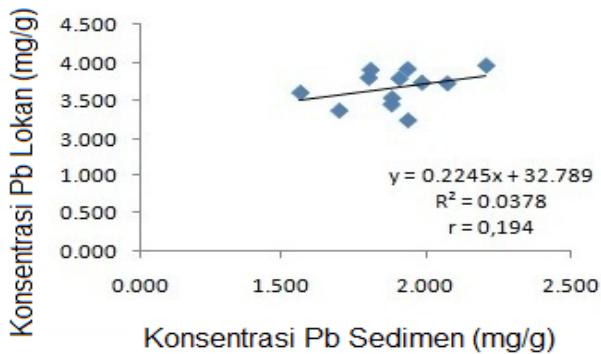
Hubungan kandungan logam Pb pada air dengan kandungan Pb di sedimen dilakukan uji regresi linier menunjukkan hubungan positif. Hubungan kandungan logam Pb di air dengan kandungan logam Pb di sedimen memiliki persamaan $Y = -33,886x + 33,459$ nilai r sebesar 0,577 yang menurut Razak (1991) mempunyai hubungan yang sedang (0,41 – 0,70). Dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,3329 yang berarti bahwa 33,29 % peningkatan kandungan logam Pb di sedimen dipengaruhi oleh kandungan Pb di air. Hubungan kandungan logam berat Pb pada air dan Pb di lokan dari perairan utara Pulau Bengkalis dapat dilihat Gambar 7.



Gambar 7. Hubungan kandungan logam Pb air dengan kandungan logam Pb Lokan

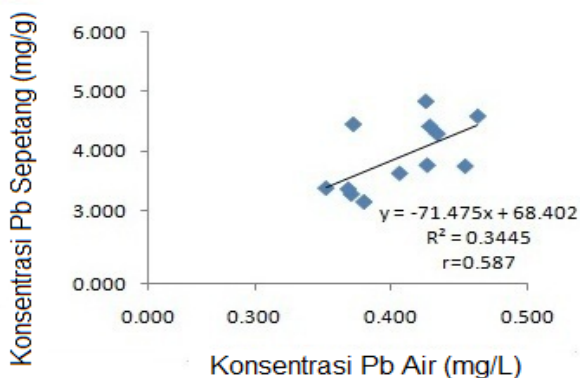
Hubungan kandungan logam Pb di air dengan Pb di Lokan dilakukan uji regresi linier menunjukkan hubungan sangat lemah. Hubungan kandungan logam Pb di air dengan kandungan logam Pb di Lokan dengan persamaan $Y = 5,6723x + 34,845$ nilai r sebesar 0,084 yang

menurut Razak (1991) mempunyai hubungan sangat rendah (0,00 – 0,20) dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,007 yang berarti bahwa 0,7 % peningkatan kandungan logam Pb di lokan dipengaruhi oleh kandungan Pb di air, dan 99,3% dipengaruhi oleh faktor lain diantaranya Pb di sedimen serta yang lain. Hubungan kandungan logam berat Pb pada Sedimen dan Pb di Lokan dari perairan utara Pulau Bengkalis dapat dilihat Gambar 8.



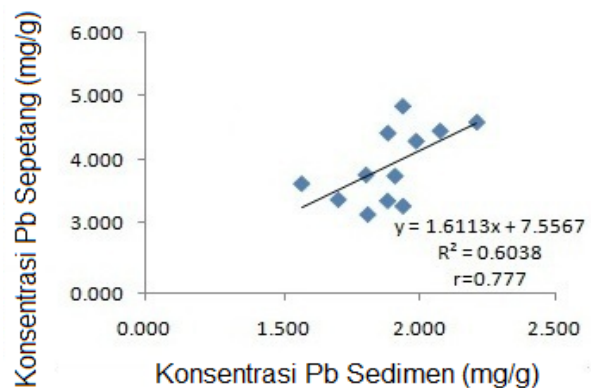
Gambar 8. Hubungan kandungan logam Pb sedimen dengan kandungan logam Pb Lokan

Hubungan kandungan logam Pb di sedimen dengan Pb di Lokan dilakukan uji regresi liner menunjukkan hubungan sangan lemah. Hubungan kandungan logam Pb di air dengan kandungan logam Pb di Lokan dengan persamaan $Y = -0,2245x + 32,789$ nilai r sebesar 0,194 yang menurut Razak (1991) mempunyai hubungan sangat rendah (0,0–0,20) dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,0378 yang berarti bahwa 3,78% peningkatan kandungan logam Pb di lokan dipengaruhi oleh kandungan Pb di sedimen, dan 96,22% dipengaruhi oleh factor seperti sumber makanan bahan organik dapat dilihat Gambar 9,



Gambar 9. Hubungan kandungan logam Pb air dengan kandungan Pb Sepetang

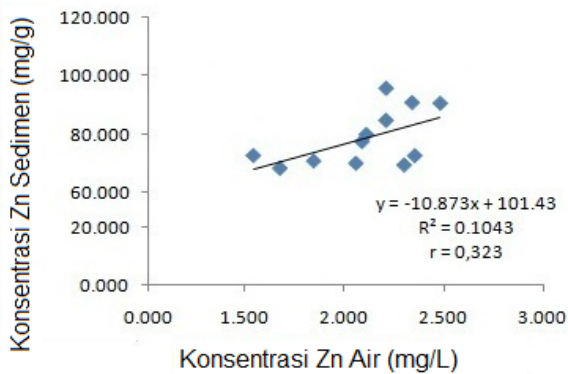
Hubungan kandungan logam Pb di air dengan kandungan logam Pb di Sepetang dilakukan uji regresi linier menunjukkan hubungan positif, hubungan kandungan logam Pb di air dengan kandungan logam Pb di dengan persamaan $Y = -71,475x + 68,402$ nilai r sebesar 0,587 yang menurut Razak (1991) mempunyai hubungan sangat lemah (0,41– 0,70). Dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,344 yang berarti bahwa 34,4% peningkatan kandungan logam Pb di Sepetang dipengaruhi oleh kandungan Pb di air dan 65,6 % dipengaruhi oleh faktor lain diantaranya kandungan logam berat Pb di sedimen dan yang lainnya dapat di lihat Gambar 10.



Gambar 10. Hubungan kandungan logam Pb sedimen dengan kandungan Pb Sepetang

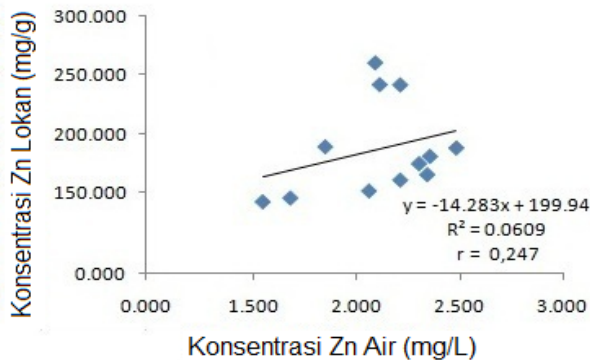
Hubungan kandungan logam Pb di sedimen dengan kandungan logam Pb di Sepetang dilakukan uji regresi linier menunjukkan hubungan positif, hubungan kandungan logam Pb di sedimen dengan kandungan logam Pb di Sepetang dengan persamaan $Y = 1,6113x + 7,5567$ nilai r sebesar 0,777 yang menurut Razak (1991) mempunyai hubungan sangat kuat (0,71– 0,90). Dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,6038 yang berarti bahwa 60,38% peningkatan kandungan logam Pb di Sepetang dipengaruhi oleh kandungan Pb di sedimen dan 39,62 % dipengaruhi oleh faktor lain diantaranya kandungan logam berat Pb di air dan faktor makanan seperti bahan organik.\

Hubungan Kandungan Logam Zn, di Air, Sedimen, Lokan dan Sepetang



Gambar 11. Hubungan kandungan logam Zn pada air dengan Zn di sedimen

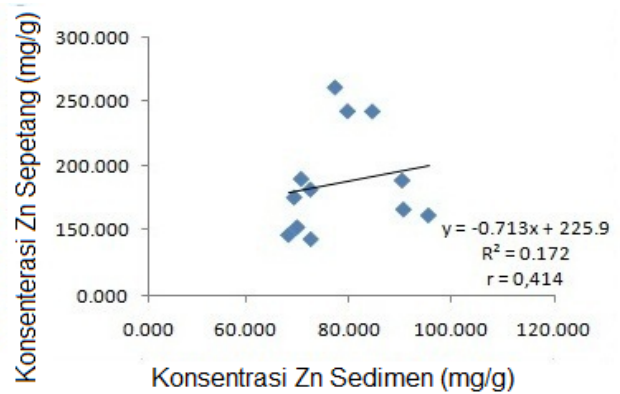
Hubungan kandungan logam Zn air dengan kandungan logam Zn di sedimen dilakukan uji regresi linier didapatkan hubungan yang kuat, hubungan kandungan logam Zn di air dengan kandungan logam Zn di sedimen dengan persamaan $Y = -10,873x + 101,43$ nilai r sebesar 0,323 yang menurut Razak (1991) mempunyai hubungan sedang (0,21 – 0,40). Dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,1043 yang berarti bahwa 10,43% peningkatan kandungan logam Zn di sedimen dipengaruhi oleh kandungan Zn di air. Yakni 79,60% ini disebabkan oleh aktifitas masyarakat seperti adanya aktifitas penghasil limbah Zn.



Gambar 12. Hubungan kandungan logam Zn air dengan kandungan Zn Lokan

Hubungan kandungan logam berat Zn pada air dan Zn di lokan dari perairan utara Pulau Bengkalis dapat dilihat Gambar 12,. Hubungan kandungan logam Zn pada air dilakukan uji regresi linier terhadap kandungan logam Zn di lokan menunjukkan hubungan positif, hubungan kandungan logam Zn di air dengan kandungan logam Zn di lokan dengan persamaan $Y = -14,283x + 199,94$ nilai r sebesar

0,247 yang menurut Razak (1991) mempunyai hubungan yang sedang (0,21– 0,40). Dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,0609 yang berarti bahwa 6,09% peningkatan kandungan logam Zn di lokan dipengaruhi oleh kandungan Zn di air, 93,01 % dari sedimen dan faktor sumber makanan bahan organik.

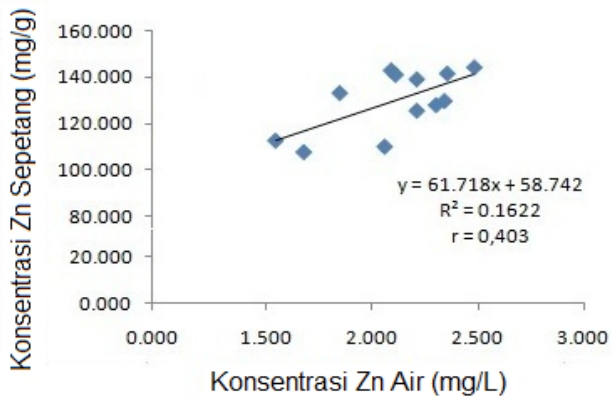


Gambar 13. Hubungan kandungan logam Zn sedimen dengan kandungan Zn Sepetang

Hubungan kandungan logam berat Zn pada sedimen dan Zn di Sepetang dari perairan utara Pulau Bengkalis dapat dilihat Gambar 13, Hubungan kandungan logam Zn pada air dilakukan uji regresi linier terhadap kandungan logam Zn menunjukkan hubungan kuat, hubungan kandungan logam Zn di sedimen dengan kandungan logam Zn di dengan persamaan $Y = -61,718x + 58,742$ nilai r sebesar 0,414 yang menurut Razak (1991) mempunyai hubungan sedang (0,41 – 0,70). Dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,172 yang berarti bahwa 17,20% peningkatan kandungan logam Zn di Sepetang dipengaruhi oleh kandungan Zn di sedimen 83,22 % dari air dan sumber makanan bahan organik.

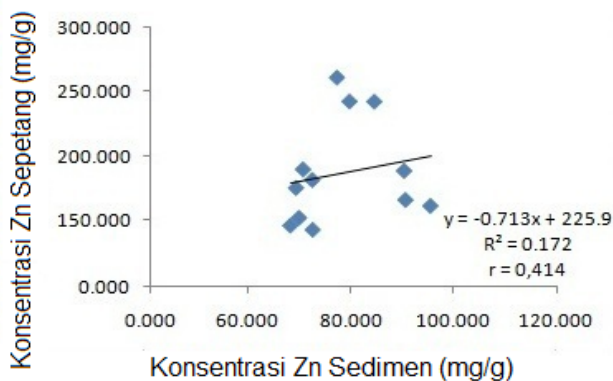
Hubungan kandungan logam Zn air dan kandungan logam Zn di Sepetang dilakukan uji regresi linier menunjukkan hubungan positif, hubungan kandungan logam Zn di air dengan kandungan logam Zn di Sepetang dengan persamaan $Y = -61,718x + 58,742$ nilai r sebesar 0,403 yang menurut Razak (1991) mempunyai hubungan yang kuat (0,40 – 0,71). Dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,1622 yang berarti bahwa 16,22% peningkatan kandungan logam Zn di dipengaruhi oleh kandungan Zn di air dan 83,78% dipengaruhi oleh Zn di sedimen

dan selebihnya dipengaruhi oleh faktor sumber makanan bahan organik.



Gambar 14. Hubungan kandungan logam Zn air dengan kandungan Zn Sepatang

Hubungan kandungan logam Zn sedimen dan kandungan logam Zn di dilakukan uji regresi linier menunjukkan hubungan positif, hubungankan dengan logam Zn di sedimen dengan kandungan logam Zn di dengan persamaan $Y = -0,713x + 225,9$ nilai r sebesar 0,414 yang menurut Razak (1991) mempunyai hubungan sedang (0,41 – 0,70). Dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,172 yang berarti bahwa 17,2% peningkatan kandungan logam Zn di dipengaruhi oleh kandungan Zn di sedimen dan 82,8% dipengaruhi oleh Zn di air dan selebihnya dipengaruhi oleh faktor sumber makanan bahan organik.



Gambar 15. Hubungan kandungan logam Zn sedimen dengan kandungan Zn Sepatang

Status Pencemaran Perairan Utara Pulau Bengkalis. Untuk mengetahui kemungkinan adanya dampak negative pada lingkungan dari logam yang dianalisis pada penelitian ini, kandungan logam-logam tersebut dibandingkan dengan standar kualitas lingkungan untuk sedimen yaitu *Effective Range Low*(ERL) dan

Efektif Range Medium (ERM) yang dikemukakan oleh Long *et al.* (1995; 1997). ERL mewakili kandungan dimana logam berat mempunyai efek biologi yang tidak nyata, sedangkan ERM mewakili kandungan dimana efeknya pada organisme perairan akan sering terlihat. Secara umum, efek negatif itu akan terjadinya pada kurang 10% dari hasil penelitian dimana kandungan tersebut dibawah ERL dan dapat dilihat pada lebih dari 75% dimana kandungannya melebihi nilai standar ERM Long *et al.*(1995;1997).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa logam Cu di semua hasil penelitian 42,126 $\mu\text{g/g}$ dan nilai standar bawah ERL (34,0 $\mu\text{g/g}$) sampai nilai setandar atas ERM (270,0 $\mu\text{g/g}$) dan hasilnya sedimen sudah terkontaminasi, (33 $\mu\text{g/g}$) sebagaimana dikemukakan oleh Solomon dan Forstner (1984). Kandungan logam Pb pada sedimen di hampir semua masih berada di bawah ERL (46,7 $\mu\text{g/g}$) dan ERM (218 $\mu\text{g/g}$) dimana hasil penelitian untuk logam Pb 1,892 $\mu\text{g/g}$. Demikian halnya dengan logam Zn di semua masih berada dibawah nilai standar ERL (150 $\mu\text{g/g}$) dan ERM (410 $\mu\text{g/g}$) untuk logam Zn dan hasil penelitian hanya menunjukkan 78,556. Meskipun kandungan masih berada di bawah standar yang ditetapkan, baik ERL dan ERM monitoring kondisi perairan utara pulau Bengkalis diperlukan sejalan dengan semakin banyaknya aktifitas pembangunan yang ada sehingga lingkungan perairan tetap terjaga. Untuk mengetahui status pencemaran logam berat di Pulau Bengkalis bisa juga dilakukan dengan menggunakan *Metal pollution Index* (MPI) yang dipakai oleh Usero *et al* (1996, 1997) dan Giusti *et al* (1999), maka diperoleh nilai MPI untuk stasiun 1 17,967, stasiun 2 16,637, stasiun 3 18,540 dan stasiun 4 19,751 dan untuk rata-rata MPI keempat 18,28.

Kelayakan Konsumsi Lokan dan Sepatang. Berdasarkan nilai FAO (*Food and Agriculture Organization*) (1993) juga menetapkan bahwa kadar maksimum kandungan logam berat yang dapat dikonsumsi oleh manusia yaitu logam Pb 0,5 mg/kg untuk logam Cu dan Zn sebesar 30 mg/kg. Untuk mengetahui keamanan dalam mengonsumsi Lokan dan Sepatang dari perairan Bengkalis maka dilakukan pendugaan resiko konsumsi Lokan dan Sepatang melalui perhitungan PTWI (*Provisional*

Tolerable Weekly Intake). FAO/WHO *Expert Committee on Food Additives* (2004) menyatakan bahwa PTWI tergantung pada jumlah, jangka waktu konsumsi dan tingkat kontaminasi makanan yang dikonsumsi oleh manusia.

PTWI untuk logam Pb sebesar 0,025 mg/kg berat badan/minggu setara dengan 1750 µg/kg Pb perminggu untuk berat tubuh orang dewasa (WHO, 1989). Maka dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa rata-rata kandungan logam berat Pb pada daging Lokan sebesar 3,672 µg/g berat kering. Untuk mengkonversi menjadi berat basah, maka rata-rata dari kandungan logam Pb yaitu 1:4 (Thomson, 1990), maka diperoleh kandungan untuk Pb 3,672: 4 yaitu 0,918 ppm berat basah. Sehingga orang dengan berat badan 70 kg baru mencapai nilai PTWI tersebut apabila mengkonsumsi daging Lokan dari perairan Bengkalis sebesar 1,906 kg/minggu (1.750 µg/kg: 0,918 µg/g: 1000 g). Dengan demikian, dapat diketahui bahwa nilai PTWI yang telah ditetapkan oleh WHO akan tercapai apabila masyarakat dengan berat badan 70 kg mengonsumsi lokan lebih dari 1,906 kg/minggu.

Nilai PTWI yang telah ditetapkan oleh WHO akan tercapai apabila masyarakat mengonsumsi lokan yang berasal dari Perairan Bengkalis sebanyak 1,906 kg/minggu dan Sepetang 1,793 Kg/minggu untuk logam Pb. Untuk logam Cu pada Lokan 13,881 kg/minggu dan 13,176 kg/minggu untuk Sepetang. Untuk logam Zn lokan 10,498 kg/minggu dan Sepetang 15,121 kg/minggu. Hal ini didukung oleh batas maksimum kandungan logam berat yang dapat dikonsumsi oleh manusia yang ditetapkan oleh FAO tahun 1983, Surat Keputusan Ditjen POM Depkes RI No: 03725/B/SK/1989. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa Lokan dan Sepetang dari perairan utara pulau Bengkalis ini masih berada di bawah ambang batas tercemar logam berat sehingga aman dan layak untuk dikonsumsi selama tidak melampaui batas yang telah ditetapkan tersebut.

Kandungan logam berat yang dianalisis pada penelitian ini secara umum tidak berbeda nyata dengan hasil penelitian yang dilakukan di daerah lain sebagaimana dilaporkan dalam beberapa literatur (Tabel 8). Kandungan logam Cu, Pb dan Zn pada sedimen dari Perairan Pulau Bengkalis lebih tinggi.

Untuk logam Cu dan Zn lebih tinggi dari perairan Muara Sungai Bandung dan Muara Sungai Indragiri Riau Indonesia. Untuk Logam Pb lebih rendah pada lokasi penelitian yakni Perairan Utara Pulau Bengkalis dibandingkan dengan daerah, Perairan Prigi Kabupaten Tergalek, Muara Sungai Indragiri, Waduk Estuwari Muara Sungai Bandung dan Perairan Kamal Teluk Jakarta.

SIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, secara umum konsentrasi logam berat Pb, Cu dan Zn terkecil pada air. Pada Lokan dan Sepetang kandungan logam terbesar adalah Cu dan Zn hal ini karena logam Cu dan Zn adalah logam esensial yang diperlukan oleh tubuh, logam Pb merupakan kandungan terkecil dari Lokan dan Sepetang, kandungan logam Pb terbesar pada sedimen. Secara umum kandungan logam di 4 lebih tinggi dari pada yang lainnya, hal ini disebabkan ini berada pada jalur sibuk aktivitas transportasi, aktivitas kapal-kapal jalur, lebih dekat dengan kawasan padat penduduk dan banyak nya besi-besi bekas galangan dan peralatan kapal nelayan.

Status pencemaran logam berat di Perairan Pulau Bengkalis dengan *Metal pollution Index* (MPI) untuk keempat menunjukkan bahwa tingkat pencemaran logam berat relatif lebih tinggi bila dibandingkan dengan perairan Dumai, Sungai Masjid, Lubuk Gaung, Tanjung Medan, dan Muara Sungai Indragiri. Untuk kelayakan konsumsi Lokan dan Sepetang yang mengandung logam berat Cu, Pb dan Zn masih rendah sehingga aman dan layak untuk dikonsumsi, sedangkan hubungan kandungan logam berat pada air, sedimen terhadap logam berat di bivalvia untuk logam Cu, Pb dan Zn menunjukkan hubungan yang positif.

Perairan Pulau Bengkalis belum tercemar berdasarkan kandungan logam berat pada air, sedimen dan kerang, Namun demikian monitoring secara berkelanjutan terhadap kondisi perairan perairan Pulau Bengkalis sangat diperlukan sejalan dengan semakin bertambahnya pembangunan dan aktivitas disepanjang sungai sehingga tidak menimbulkan dampak negatif terhadap kualitas lingkungan perairan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu, mengarahkan dan memberi petunjuk yang sangat berguna bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Dahuri, R. 2003. Keanekaragaman Hayati Laut. Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- FAO(Food and Agriculture Organization), 1983. Compilation of Legal Limits For Hazardous Substances in Fish and Fishery Products, FAO Fishery Circ 464
- Long, E. R, D. D. MacDonald, S. C. Smith and F. D Calder. 1995 Incidence of Adverse Biological effects withing Ranges of Chemical Concentration in Marine and Esturine Sediments. *Environmental Management* 19 (1): 7-97.
- Long, E. R, D. D. dan MacDonald. 1997. Pridicting Toxicity in Marine Sediment With Numerical Sediment Quality Guidelines. *Enviroment Toxicology and Chemistry* 17(4):714-727.
- Nayar. S., Goh. B.P.L, Chou. L. M, 2004. Enviromental of Heavy Metals from Dredged and re-suspended Sediments on Phytoplankton and Bakteria Assessed in In-situ Mesocosms. *Ecotoxicology and Enveromental Safety* 59: 349-369.
- Ouyang. Y.J., J. Higman, J. Thompson, T. O'Toole and D.Campbell, 2006. Characterization and Spatial Distribution of Heavy Metals in Sediments fromCedar and Ortega Rivers Sub basin. *Journal of Contaminat Hydrology* 54: 19-35.
- Phillips, D.J.H. Rainbow, P.S 1997. *Biomonitor of Trace Aquatic Contaminants*, Elsevior Science Ltd. Essex.382 pp.
- Razak, H., 1987. Petunjuk Cara Pengambilan Contoh dan Metode Analisa Logam Berat, PPPO-LIPI. Jakarta .14 hal.
- Usero, J., Gonzales-Regalado dan Gracia, 1997. Trace Metal In Bilavalve Molluscs *Ruditapes Decussatus and Ruditapes Philippinarum* from the Atlantic Coast of Southern Spain. *Enviroment International* 23:291;-298.
- Usero, J., Gonzales-Regalado dan Gracia, 1996. Trace Metal In The Bilavalve Molluscs *Chamele gallina* from the atlantik coast of Southern Spain. *Marine Pollution Buletin*