

ANALISIS RESIKO KESEHATAN PENCEMARAN LOGAM BERAT PADA AIR, SEDIMEN, DAN SIMPING (*Placuna placenta*) DI PESISIR KABUPATEN TANGERANG

*Health Risk Assessment of Heavy Metal Pollution in Water, Sediment, and Scallop (*Placuna placenta*) at Tangerang District Littoral*

Anna Rejeki Simbolon^a, Etty Riani^b and Yusli Wardiatno^b

^a Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680 — annarejekisimbolon@gmail.com

^b Departemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

Abstract. Waste containing heavy metals originating from human activity in Tangerang will go into the waters and tributaries of the Coastal District Tangerang. Heavy metals accumulate in bodies of water, sediment and biota scallop will go into the human body through exposure to direct dermal contact or intake. The purpose of this study to determine the public health risk due to exposure to heavy metals and formulate risk management that can be done. The approach taken by the USEPA methods of risk analysis and quantification of health risks from exposure to water and sediment using SEDISOIL risk analysis model developed by the National Institute of Public Health and Environmental Protection. The results showed that in general water quality parameters are still below the quality standard by decree No. 51 of 2004 LH. Analysis of health risks for people who move directly (bathing, swimming, fishing) shows the value of $RQ > 1$, meaning that coastal communities at risk for adverse effects of exposure to heavy metals Pb, Cd and Zn. Similarly, the results of the analysis of risk through consumption of biota scallop, with RQ values > 1 and $ECR > 10^{-4}$. It shows that scallop (*Placuna placenta*) is not suitable for consumption by the public, because the content of Pd, Cd, and Zn health risk for consuming.

Keywords: risk assessment, heavy metals, Tangerang District littoral

(Diterima: 12-05-2014; Disetujui: 28-06-2014)

1. Pendahuluan

Pesisir Kabupaten Tangerang merupakan muara dari kelima sungai antara lain Muara Cidurian, Muara Kronjo, Muara Mauk, Muara Cituis dan Muara Cisdane. Kegiatan industri di sepanjang wilayah Tangerang akan menghasilkan limbah yang umumnya mengandung logam berat, sehingga dikhawatirkan akan mencemari sungai-sungai di sekitarnya dan pada akhirnya bermuara di wilayah Pesisir Kabupaten Tangerang. Logam berat yang umumnya berasal dari aktivitas industri antara lain Pb, Cd dan Zn akan masuk ke perairan dan terakumulasi dalam sedimen dan biota. Logam terlarut dalam perairan pada konsentrasi tertentu akan berubah fungsi menjadi toksik bagi ekosistem perairan. Pb, Cd dan Zn merupakan contoh logam berat yang baik sebagai pertanda terjadinya pencemaran logam berat di perairan yang berasal dari aktivitas manusia (Ravanelli *et al.* 1997 dalam Sikaily 2003).

Salah satu biota yang dominan ditemui di wilayah Pesisir Tangerang ialah simping (*Placuna placenta*). Simping merupakan salah satu organisme benthos dari kelompok pelesipoda yang bernilai ekologi dan ekonomi tinggi, namun belum populer dan menjadi perhatian di kalangan masyarakat. Biota ini dijadikan sebagai bahan pangan oleh masyarakat di Pesisir Tangerang dan cangkaknya dapat dijual untuk dijadikan ornament perhiasan. Logam berat yang terkandung

dalam limbah akan mengendap di sedimen dan terakumulasi dalam tubuh *P. Placenta*, sehingga dikonsumsi oleh masyarakat akan berpengaruh terhadap kesehatan masyarakat.

Nelayan di Pesisir Kabupaten Tangerang umumnya menangkap simping di sepanjang Perairan Kronjo, Mauk dan Cituis. Hasil tangkapannya dibawa ke darat dan dijual. Konsentrasi logam berat yang kemungkinan terdapat pada tubuh simping pada konsentrasi tertentu akan berisiko buruk terhadap masyarakat yang mengkonsumsinya. Penelitian mengenai kandungan logam berat simping di perairan Pesisir Kabupaten Tangerang dan prakiraan risiko yang mungkin timbul belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui risiko kesehatan yang mungkin timbul akibat pencemaran logam berat di Pesisir Kabupaten Tangerang dan merumuskan manajemen risiko yang dapat dilakukan.

2. Metode Penelitian

2.1. Tempat dan Waktu

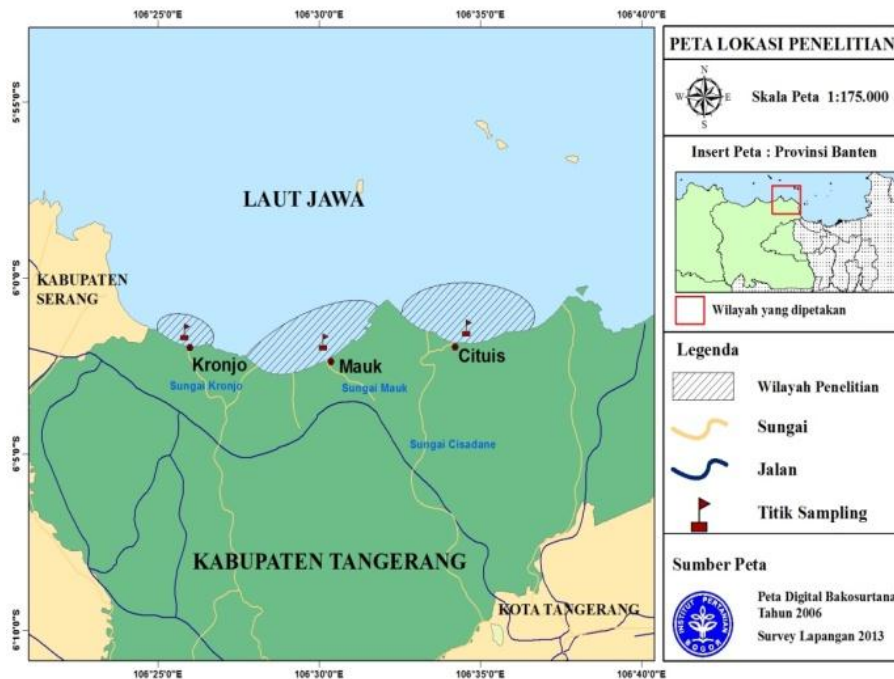
Penelitian ini dilakukan di Pesisir Kabupaten Tangerang dan dilakukan pada bulan April 2013 sampai Agustus 2013. Metode pengambilan sampel ditentukan dengan *purposive sampling*. Pengambilan sampel pada setiap muara diulang sebanyak tiga kali dengan interval waktu pengambilan sampel selama

dua bulan. Lokasi pengambilan sampel disajikan pada Gambar 1.

2.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dilakukan melalui pengukuran langsung di lapangan dan laboratorium.

Parameter kualitas air dan metode pengukuran disajikan dalam Tabel 1. Data sekunder diperoleh dengan pencarian pustaka di literatur terutama hasil-hasil penelitian yang serupa.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Tabel 1. Alat dan bahan pengambilan sampel dan uji parameter.

No	Parameter	Satuan	Alat/Metode	Pengukuran
Air				
1	DO	mg/l	DO meter	In situ
2	BOD ₅	mg/l	APHA, ed. 22, 2012, 5220-B	Ex situ
3	COD	mg/l	Spektrofotometrik	Ex situ
4	TSS	mg/l	APHA, ed. 22, 2012, 2540-D	Ex situ
5	pH		pH meter	Insitu
6	Suhu	°C	Temperatur Meter	Insitu
7	Salinitas	‰	Refraktometer	Insitu
8	Pb	mg/l	APHA, ed. 22, 2012, 3110	Ex situ
9	Cd	mg/l	APHA, ed. 22, 2012, 3110	Ex situ
10	Zn	mg/l	APHA, ed. 22, 2012, 3110	Ex situ
Sedimen				
11	Pb	mg/l	APHA, ed. 22, 2012, 3110	Ex situ
12	Cd	mg/l	APHA, ed. 22, 2012, 3110	Ex situ
13	Zn	mg/l	APHA, ed. 22, 2012, 3110	Ex situ
Simping				
14	Pb	mg/l	APHA, ed. 22, 2012, 3110	Ex situ
15	Cd	mg/l	APHA, ed. 22, 2012, 3110	Ex situ
16	Zn	mg/l	APHA, ed. 22, 2012, 3110	Ex situ

2.3. Pengambilan dan Preparasi Sampel

Pengambilan sampel air dilakukan dengan cara komposit. Pengambilan sampel simping dengan menggunakan jaring penangkap (*garok*) dan sedimen dengan alat *ekman grab*. Simping dibedah untuk memisahkan bagian daging dan insangnya. Sampel organ simping dan sedimen diawetkan dengan pendingin.

2.4. Analisis Data

a. Analisis Kualitas Air

Hasil pengukuran parameter fisika-kimia perairan dianalisis secara deskriptif berdasarkan pada KepMenLH No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut. Distribusi dan perbandingan parameter antar stasiun diuji menggunakan software Minitab 6.0 dengan uji Anova satu arah.

b. Analisis Risiko Kesehatan Pencemaran Logam

Berat Pb, Cd dan Zn

Analisis risiko kesehatan digunakan untuk mengestimasi risiko yang kemungkinan terjadi akibat adanya paparan logam berat. Risiko untuk efek nonkarsinogenik di sebut *Risk Quotients* (RQ) dan *Excess Cancer Risk* (ECR) untuk efek-efek karsinogenik (EPA 2005). Persamaan yang digunakan untuk menghitung RQ adalah:

$$RQ = \frac{Ink}{RfD} \quad (1)$$

Keterangan:

Ink = asupan (*intake*) non karsinogenik (mg/kg bb/hari)

RfD = dosis referensi (*reference dose*) (mg/kg bb/hari).

Risiko kesehatan dinyatakan ada dan perlu dikendalikan jika $RQ > 1$. Nilai ECR diperoleh dengan mengalikan *Cancer Slope Factor* (CSF) dengan asupan *karsinogenik risk agent* (Ik):

$$ECR = CSF \times Ik \quad (2)$$

Risiko kesehatan tidak dapat diterima bila $10^{-6} < ECR < 10^{-4}$. Jumlah asupan (*intake*) dihitung menggunakan persamaan (ATSDR 2005):

$$I = \frac{C \times R \times fE \times Dt}{Wb \times t \text{ avg}} \quad (3)$$

Keterangan :

I = asupan (mg/kg/hari)

C = konsentrasi risk agent (mg/l)

R = laju asupan atau konsumsi (g/hari)

fE = frekuensi paparan (hari/tahun)

Dt = durasi paparan (30 tahun untuk nilai *default residential*)

Wb = berat badan (kg)

t_{avg} = periode waktu rata-rata (70 tahun x 365 hari/tahun untuk zat karsinogen, Dt x 365 hari/tahun untuk zat nonkarsinogen)

Paparan yang berkaitan dengan aktivitas langsung di muara (berenang, mencari ikan) dikuantifikasi dengan model analisis risiko SEDISOIL (Albering *et al.* 1999) yang mencakup lima jalur paparan, yaitu:

1) Asupan (*intake*) bersumber dari sedimen (mg/kg bb/hari)

$$I_{ds} = \frac{CS \times IRs \times EF \times AF}{Wb} \quad (4)$$

2) Asupan yang bersumber dari air permukaan (mg/kg bb/hari)

$$I_{ws} = \frac{CW \times IRw \times EF \times AF}{Wb} \quad (5)$$

3) Asupan yang bersumber dari material tersuspensi (mg/kg bb/hari):

$$I_{SM} = \frac{CM \times CMW \times IRw \times EF \times AF}{Wb} \quad (6)$$

4) Asupan lewat kontak dermal dengan sedimen (mg/kg bb/hari) :

$$IK_{ds} = \frac{Cs \times SAs \times AD \times ASs \times Mf \times EDs \times EF \times AF}{Wb} \quad (7)$$

5) Asupan lewat kontak dermal dengan air permukaan (mg/kg bb/hari)

$$I_{Kdw} = \frac{Cw \times SAw \times ASw \times EF \times EDw \times AF}{Wb} \quad (8)$$

Nilai *default* faktor-faktor paparan yang digunakan dalam pemodelan ditunjukkan pada Tabel 2. Tingkat risiko (RQ) ditentukan dengan membandingkan jumlah paparan harian rata-rata dengan Rfd. Nilai rata-rata paparan harian (mg/kg bb/hari) ditentukan menggunakan persamaan (Albering *et al.* 1999):

$$RQ = \frac{\frac{6 \times \text{paparan harian anak}}{70} + \frac{64 \times \text{paparan harian dewasa}}{7}}{\text{RfD}} \quad (9)$$

c. Manajemen Risiko

Manajemen risiko dilakukan apabila $RQ > 1$. Formula generik untuk manajemen risiko adalah membuat skenario hingga *intake* dari logam berat sama dengan Rfd-nya. Caranya adalah dengan mengurangi laju asupan dengan cara memodifikasi persamaan (3) secara matematik sehingga menjadi :

$$R = \frac{RfD \times Wb \times t \text{ avg}}{fE \times Dt} \quad (10)$$

Tabel 2. Nilai default yang digunakan dalam model paparan

Parameter	Anak	Dewasa
Laju asupan sedimen (IRs) (kg dw/hari paparan)	1E-3	3.5E-4
Laju asupan air permukaan (IRw) (liter/hari paparan)	5E-2	5E-2
Faktor absorpsi (AF)	1	1
Laju absorpsi secara dermal (ASs) (liter/jam)	0.01	0.005
Luas permukaan kulit untuk paparan sedimen (SAs) (m ²)	0.17	0.28
Luas permukaan kulit untuk paparan (SAw) (m ²)	0.95	1.80
Laju kontak dermal dengan sedimen (AD) (mg/cm ²)	0.51	3.75
Matriks faktor (MF)	0.15	0.15
Frekuensi paparan (FE) (hari/365 hari)	30	30
Berat badan (Wb) (kg)	15	70
Durasi paparan terhadap sedimen (EDs) (jam/hari)	8	8
Durasi paparan dalam air permukaan (EDw) (jam/hari)	2	1
Fraksi kontaminan (FI)	0.5	0.5

Sumber : Albering *et al.* (1999)

Keterangan: fw = fresh weight, dw = dry weight

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Parameter Fisika-Kimia Air Pesisir Kabupaten Tangerang

Suhu berpengaruh langsung terutama terhadap biota perairan terutama reaksi enzimatik hewan air. Hasil pengukuran rata-rata suhu air berkisar antara 31.09 °C - 31.59 °C. Hasil uji anova untuk setiap stasiun menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata ($P > 0.05$) dengan p sebesar 0.965. Hal tersebut diduga karena terdapat perbedaan waktu pada saat pengambilan sampel. Pengambilan sampel air di Perairan Kronjo dan Cituis dilakukan pada pagi hari dan Perairan Mauk pada siang hari. Suhu air terutama di lapisan permukaan ditentukan oleh pemanasan matahari yang intensitasnya berubah terhadap waktu, oleh karena itu suhu air laut akan seirama dengan perubahan intensitas penyinaran matahari. Berdasarkan KepMen LH Nomor 51 Tahun 2004 suhu air laut berkisar 28 °C - 30°C untuk ekosistem coral dan lamun, dan 28 °C - 32°C untuk ekosistem mangrove. Menurut Dharmaraj (2004), simping masih dapat bertahan sampai suhu 37°C dalam kondisi normal., sehingga kisaran suhu selama pemantauan masih tergolong normal untuk perkembangan populasi simping.

Konsentrasi TSS di perairan sangat dipengaruhi oleh aktivitas daratan, khususnya laju erosi dan turbulensi sedimen di dasar perairan (Fardiaz 1992). Berdasarkan Kepmen-LH No. 51 Tahun 2004 baku mutu TSS untuk ekosistem koral dan lamun sebesar 20 mg/l dan untuk mangrove sebesar 80 mg/l. Nilai rata-rata TSS selama pengukuran berkisar antara 36.73 mg/l – 58.59 mg/l. Nilai tersebut sudah melampaui baku mutu untuk ekosistem lamun dan coral namun masih dapat ditolerir untuk ekosistem mangrove. Nilai TSS yang tinggi di Muara Kronjo dan Cituis disebabkan oleh adanya aktivitas tempat pendaratan ikan (TPI) dan tanspor sedimen dari aliran sungai. Aktivitas pendaratan kapal-kapal nelayan berpotensi meningkatkan

nilai TSS di air karena pelepasan jangkar ke dasar perairan akan meningkatkan turbulensi pada perairan pesisir sehingga sedimen-sedimen yang awalnya mengendap di dasar perairan terangkat ke permukaan. Muara Mauk merupakan muara dari sungai-sungai kecil dan tidak terdapat aktivitas TPI. Berdasarkan uji statistik nilai TSS pada setiap stasiun menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata dengan p sebesar 0.737.

Keberadaan pH ditentukan oleh berbagai interaksi dengan fotosintesa-respirasi algae, respirasi biota serta proses bio-degradasi bahan organik. Pengukuran air sampel menunjukkan rata-rata nilai pH yang berkisar antara 7.96-8.21. Berdasarkan Kepmen-LH No. 51 Tahun 2004 baku mutu pH untuk biota laut berkisar 7-8.5. Hal tersebut menunjukkan bahwa kisaran pH pada Pesisir Kabupaten Tangerang selama pemantauan masih dibawah baku mutu yang ditetapkan. Nilai pH yang diperoleh selama pengukuran menunjukkan nilai variasi yang tidak terlalu besar. Berdasarkan uji statistik nilai pH antar stasiun tidak berbeda nyata dengan p sebesar 0.664.

Kandungan oksigen terlarut diperairan dipengaruhi oleh suhu, tumbuhan yang berfotosintesis, penetrasi cahaya, kuat arus dan jumlah bahan organik yang terdapat di perairan (Odum 1996). Berdasarkan hasil pengukuran nilai rata-rata DO selama penelitian berkisar antara 7.2-7.25 mg/l. Fluktuasi nilai DO pada masing-masing muara sungai tidak terlalu jauh sehingga berdasarkan uji statistik nilai DO antar stasiun didapat nilai yang tidak berbeda nyata dengan nilai p sebesar 0.995. Berdasarkan kepmen-LH No. 51 Tahun 2004 baku mutu nilai DO sebesar >5 mg/l sehingga kisaran nilai DO selama penelitian masih sesuai untuk kehidupan biota laut. Menurut Sunu (2001), oksigen terlarut minimum sebesar 5 mg/l dibutuhkan untuk dapat mempertahankan kehidupan di air. Kegiatan budidaya *P. placenta* di Philipina oksigen terlarut tercatat antara 2.5-5 ppm (SEAFDEC 2000).

Sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai (Nontji, 1984). Nilai salinitas antar sta-

siun tidak terlalu berfluktuatif, hal ini dibuktikan dengan uji bedanya antara stasiun dengan nilai yang tidak berbeda nyata (p sebesar 0.601). Rata-rata kisaran salinitas yang diperoleh berkisar antara 29.09 ‰ – 29.59 ‰. Nilai tersebut masih sesuai dengan salinitas alami berdasarkan Kepmen-LH No. 51 Tahun 2004. Menurut Dahuri *et al* (1996), salinitas air laut berfluktuasi tergantung pada musim, topografi, pasang surut, dan jumlah masukan air tawar.

BOD menggambarkan bahan organik yang dapat diuraikan secara biologis oleh mikroorganisme (Effendi 2003). Rata-rata BOD₅ selama pengukuran berkisar antara 4.04 mg/l – 4.88 mg/l. Berdasarkan uji statistik antar stasiun pengamatan menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata dengan p sebesar 0.892. Hasil pengukuran BOD₅ pada semua lokasi pengamatan masih berada di bawah ambang baku mutu berdasarkan KepMen LH No.51 tahun 2004 yaitu sebesar 20 mg/l.

COD dapat dijadikan sebagai ukuran tingkat pencemaran di perairan oleh bahan organik yang secara alamiah dapat dioksidasi dengan proses mikrobiologi dan akan menyebabkan berkurangnya konsentrasi oksigen di perairan (APHA 1989). Nilai rata-rata COD pada masing-masing lokasi pengamatan berkisar 52.68 mg/l – 66.39 mg/l. Berdasarkan uji statistik antar stasiun pengamatan menunjukkan nilai yang berbeda nyata ($p < 0.05$) dengan p sebesar 0.003. Hal tersebut menunjukkan nilai COD antar stasiun berbeda secara signifikan. Nilai COD pada masing-masing lokasi penelitian menunjukkan nilai yang meningkat ke arah timur perairan dan mengalami peningkatan setiap bulannya.

3.2. Pencemaran Logam Berat di Pesisir Kabupaten Tangerang

Logam berat Pb, Cd dan Zn di perairan pesisir dapat berasal dari limbah berbagai macam aktivitas industri seperti industri logam, emas, minyak, *electroplating*, pewarna pada cat, batu baterai, plastik, alat-alat transportasi, karet dan kertas (Besser *et al.* 2007). Hasil pengukuran logam berat di air disajikan pada Tabel 3. Rata-rata konsentrasi Pb selama penelitian berkisar antara 0.006 mg/l-0.012 mg/l dan berdasarkan uji statistik konsentrasi Pb antar stasiun menunjukkan nilai yang berbeda nyata ($p < 0.05$) dengan nilai p sebesar 0.03. Hal tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi Pb berbeda secara signifikan tiap stasiunnya. Konsentrasi Pb terendah terdapat di Muara Mauk, rendahnya nilai Pb di Muara Mauk disebabkan karena tidak adanya aktivitas TPI di muara tersebut. Selain itu, Muara Mauk merupakan muara dari sungai-sungai kecil dengan aktivitas penduduk yang tidak terlalu padat sehingga masukan limbah yang berasal dari daratan tidak terlalu besar. Mengacu pada baku mutu Pb berdasarkan Kepmen-LH No. 51 Tahun 2004 yaitu sebesar 0.008 mg/l, maka Muara Kronjo dan Muara Mauk memiliki rata-rata kisaran konsentrasi Pb yang masih dibawah baku mutu sedangkan Muara Cituis memiliki rata-rata konsentrasi yang telah diatas baku

mutu. Tingginya nilai Pb terkait tingginya aktivitas pelabuhan kapal di Muara Cituis, selain itu Muara Cituis merupakan muara dari Sungai Cisadane yang melintasi Kota Tangerang. Sehingga masukan limbah yang berasal dari aktivitas industri di sepanjang wilayah Tangerang akan terakumulasi di Muara Cituis.

Rata-rata konsentrasi Kadmium selama penelitian berkisar antara 0.0001-0.00013 mg/l, nilai tersebut masih dibawah baku mutu berdasarkan Kepmen-LH No. 51 Tahun 2004 yaitu sebesar 0.001 mg/l. Selama 3 kali pengambilan sampel, konsentrasi Cd hanya terdeteksi pada bulan Juni, sehingga tidak diperoleh rata-rata dan standar deviasi masing-masing stasiun, hasilnya tidak dapat di uji secara statistik. Konsentrasi Cd terendah di Muara Mauk, meningkat di Muara Kronjo dan tertinggi di Muara Cituis. Hal tersebut terkait karena perbedaan padatnya aktivitas di muara tersebut.

Konsentrasi Zn selama penelitian berkisar antara 0.001 mg/l - 0.025 mg/l. Tingginya kandungan Zn di Muara Cituis dan Kronjo dibandingkan dengan Muara Mauk diperkirakan berasal dari limpasan air yang berasal dari aktivitas di Muara Cituis dan Kronjo. Seperti di jelaskan sebelumnya aktivitas di kedua muara tersebut berupa aktivitas pelabuhan kapal-kapal nelayan. Selain itu tingginya aktivitas penduduk di sepanjang muara sungai berkontribusi dalam peningkatan logam Zn di muara tersebut. Hasil pengukuran Zn di air tidak dapat diuji secara statistik dikarenakan pengukuran untuk logam Zn pada air hanya dilakukan 1 kali. Konsentrasi Zn di pesisir Tangerang masih sesuai dengan baku mutu kepmen LH No. 51 Tahun 2004 sebesar 0.05 mg/l.

3.3. Konsentrasi Logam Berat pada Sedimen

Berdasarkan baku mutu yang ditetapkan oleh CCME 2001 kisaran logam berat di perairan pesisir Tangerang masih dibawah baku mutu dan sesuai untuk kehidupan biota air. Konsentrasi logam berat di sedimen selama penelitian disajikan pada Tabel 4.

3.4. Konsentrasi Logam Berat pada Simping

Hasil pengukuran logam berat di simping disajikan pada Tabel 5. Rata-rata kandungan Pb yang diperoleh selama penelitian berkisar antara 2.611 mg/kg-4.06 mg/kg. Nilai tersebut telah melebihi baku mutu yang ditetapkan BPOM Tahun 2009 untuk cemaran logam berat Pb pada kekerangan sebesar 1.5 mg/kg. Rata-rata kandungan logam berat Cd yang diperoleh selama penelitian masih dibawah baku mutu yang ditetapkan yaitu 1 mg/kg. Zn merupakan salah satu logam esensial yang dibutuhkan oleh tubuh namun jika kandungannya berlebih akan menyebabkan gangguan kesehatan seperti kram perut, iritasi kulit, muntah, mual dan anemia (Bhupander dan Mukherjee 2011). WHO menetapkan baku mutu Zn untuk makanan yang dikonsumsi sebesar 1000 mg/kg. Konsentrasi Zn yang diperoleh berkisar 25.42 mg/kg – 43.47 mg/kg, se-

hingga kandungan Zn pada simping masih dibawah baku mutu yang diperbolehkan oleh WHO.

Tabel 3. Hasil pengukuran kualitas fisika kimia air di Pesisir Kabupaten Tangerang.

Stasiun	Parameter									
	Suhu	TSS	pH	DO	Salinitas	BOD	COD	Pb	Cd	Zn
Kronjo										
April	31.24	51.22	8.27	7.86	28.63	2.29	50.5	0.007	<10 ⁻⁴	0.005
Juni	33	78	7.5	6.93	29	3.44	51.86	0.006	10 ⁻⁴	0.01
Agustus	29.05	11.89	8.2	6.81	29.64	6.81	55.7	0.008	<10 ⁻⁴	0.028
Rata-rata	31.59	47.03	7.99	7.2	29.09	4.81	52.68	0.007	10 ⁻⁴	0.014
SD	2.25	33.25	0.42	0.57	0.51	2.34	2.69	0.001		0.012
Mauk										
April	31.16	77.67	8.24	7.86	28.9	3.58	53.83	0.006	<10 ⁻⁴	0.001
Juni	34	11	7.5	7.5	29	4.76	58.6	0.0068	9.10 ⁻⁵	0.001
Agustus	28.76	21.5	8.16	6.3	29.91	6.3	60.6	0.007	<10 ⁻⁴	0.015
Rata-rata	31.30	36.72	7.96	7.22	29.27	4.88	57.67	0.0066	9.10 ⁻⁵	0.006
SD	2.62	35.84	0.40	0.81	0.56	1.36	3.478	0.0005		0.008
Cituis										
April	31.25	49.8	8.3	7.89	28.78	1.81	63.97	0.01	<10 ⁻⁴	0.005
Juni	34	93	8	6.63	30	3.09	66.6	0.017	13.10 ⁻⁴	0.025
Agustus	29.54	32.97	8.34	7.25	30.01	7.24	68.6	0.011	<10 ⁻⁴	0.077
Rata-rata	31.59	58.59	8.21	7.27	29.59	4.047	66.39	0.012	13.10 ⁻⁴	0.035
SD	2.25	30.96	0.18	0.63	0.707	2.83	2.322	0.003		0.037

Tabel 4. Konsentrasi logam berat pada sedimen di Pesisir Kabupaten Tangerang.

Lokasi	Bulan	Konsentrasi (mg/kg)		
		Pb	Cd	Zn
Muara Kronjo	April	<0.01	<0.01	48.9
	Juni	0.05305	0.057	78.6
	Agustus	6.35	<0,01	59.22
Kisaran/rata-rata		<0.01-6.35	<0.01-0.057	62.24
Muara Mauk	April	<0,01	<0.01	56,1
	Juni	0.04662	0.04868	63.4
	Agustus	14.69	<0.01	68.63
Kisaran/rata-rata		<0.01-14.69	<0.01-0.04	62.71
Muara Cituis	April	<0.01	<0.01	61.3
	Juni	0.05949	0.068	59
	Agustus	16.15	<0.01	86.71
Kisaran/rata-rata		<0.01-16.15	<0.01-0.068	69.03
Baku Mutu		30.2	0.7	124

3.5. Analisis Resiko Kesehatan Pencemaran Logam Berat di Pesisir Kabupaten Tangerang

Analisis risiko adalah suatu metode untuk menilai dan melakukan prediksi apa yang akan terjadi akibat adanya pemaparan (*exposure*) atau pencemaran (*pollution*), terhadap zat berbahaya di masa yang akan datang. Kuantifikasi tingkat risiko (RQ) pada setiap logam berat di masing-masing muara yang berasal dari paparan air dan sedimen didapat dengan memasukkan

nilai parameter dengan model yang ada sehingga di dapat nilai I dan RQ. Nilai I dan RQ logam berat untuk masing-masing stasiun pengamatan disajikan pada Tabel 6. Nilai RQ untuk setiap logam berat di masing-masing muara secara keseluruhan prakiraan dampak setelah lima tahun menunjukkan nilai diatas 1 (RQ>1). Hal tersebut menunjukkan bahwa masyarakat di Pesisir Kabupaten Tangerang belum aman terhadap ancaman risiko kesehatan akibat paparan logam berat dalam melakukan aktivitas langsung di muara sungai. Masyarakat disekitar muara yang melakukan aktivitas

langsung di daerah tersebut memiliki tingkat risiko yang lebih tinggi dibandingkan masyarakat yang tidak melakukan aktivitas langsung di muara. Risiko kesehatan yang timbul berupa munculnya penyakit kulit, perut, dan sebagainya serta bersifat negatif. Menurut EPA (2005) terpaparnya logam Cd dapat terjadi proteinuria paparan kronik pada manusia.

Tingkat risiko melalui konsumsi simping dapat diketahui dengan menghitung nilai asupan (EPA 2005) dengan berat badan anak 15 kg, dewasa 70 kg dan laju asupan atau konsumsi kerang 1.5 g/hari (El Nemr *et al.* 2012). Nilai asupan, RQ, dan ECR pada masyarakat sekitar yang mengkonsumsi simping (*P. placenta*) dapat dilihat pada Tabel 7. Nilai RQ untuk setiap logam berat di masing-masing muara pada setiap populasinya menunjukkan nilai di atas 1 ($RQ > 1$). Namun nilai RQ untuk logam Cd di Muara Mauk baik pada anak dewasa masing-masing masih dibawah 1, sehingga masyarakat di sekitar Muara Mauk masih aman terhadap risiko efek merugikan logam Cd. Nilai *Hazard Index* menunjukkan tingkat bahaya akibat paparan dari ketiga logam berat. Nilai HI diperoleh dengan menjumlahkan nilai RQ pada setiap logam berat di masing-masing muara. Nilai HI pada masing-masing muara menunjukkan nilai diatas 1 sehingga masyarakat pesisir Tangerang memiliki risiko kesehatan akibat paparan dari logam berat Pb, Cd dan Zn.

Hasil perhitungan nilai ECR pada setiap logam berat di masing-masing muara disajikan pada Tabel 7. berdasarkan perhitungan dari model yang digunakan nilai ECR untuk logam Pb dan Zn pada anak-anak dan dewasa di masing-masing muara lebih besar dari 10^{-4} ,

maka simping tidak aman dikonsumsi sebanyak 1.5 g/hari selama 365 hari/tahun dalam jangka waktu 30 tahun oleh orang dengan berat badan kurang dari 15 kg pada anak, dan kurang dari 70 kg pada dewasa. Namun nilai ECR untuk logam Cd di Muara Mauk masih berada di rentang yang aman, sehingga masyarakat dipesisir Mauk relatif lebih aman dalam mengkonsumsi simping.

3.6. Manajemen Resiko

Manajemen risiko dirumuskan tanpa mengurangi konsentrasi logam berat dalam simping, manajemen dilakukan dengan mengubah laju konsumsi (R). Hasil simulasi ini ditampilkan dalam Tabel 8. Selain mengubah laju asupan dari konsumsi simping, manajemen risiko juga dilakukan dari sumber pencemar logam berat. Manajemen dapat berupa pencegahan dan pengendalian pada industri yang menghasilkan limbah logam berat serta pengendalian pencemaran laut yang menyebabkan tingginya konsentrasi logam berat pada hasil laut terutama pada simping yang merupakan makanan konsumsi masyarakat pesisir Perairan Tangerang. Penegakan hukum bagi pengusaha yang melanggar aturan pengolahan limbah mutlak dilakukan agar kasus pencemaran di wilayah Tangerang dapat dikurangi. Peran serta masyarakat di daerah pesisir Tangerang dalam menjaga kelestarian lingkungan pesisir sangat dibutuhkan dalam pengelolaan lingkungan pesisir yang berkelanjutan.

Tabel 5. Kandungan logam berat pada simping di Pesisir Kabupaten Tangerang.

Lokasi	Bulan	Pb (mg/kg)		Cd (mg/kg)		Zn (mg/kg)	
		Insang	Daging	Insang	Daging	Insang	Daging
Perairan Kronjo	April	<0.03	<0.03	<0.005	<0.005		
	Juni	<0.03	<0.03	0.102	0.158	6.9	4.68
	agustus	8.53	7.01	<0.001	<0.001	57.68	32.41
<i>Kisaran/rata-rata</i>		<0.03-8.53		<0.001-0.158		25.41916	
Perairan Mauk	April	<0.03	<0.03	<0.005	<0.005		
	Juni	<0.03	<0.03	<0.005	<0.005	13.85	3.79
	agustus	8.88	7.89	<0.001	<0.001	56.54	30.41
<i>Kisaran/Rata-rata</i>		<0.03-8.88		<0.005		43.47	
Perairan Cituis	April	<0.03	<0.03	<0.005	<0.005		
	Juni	<0.03	<0.03	0.154	<0.005	7.47	4.73
	agustus	9.15	7.01	<0.001	<0.001	95.37	32.47
<i>Kisaran/Rata-rata</i>		<0.03-9.15		<0.001-0.154		35.01	

Tabel 6. RQ dari total tingkat paparan logam berat pada masyarakat Pesisir Kabupaten Tangerang.

Logam Berat dan Jalur Paparannya	Muara Kronjo		Muara Mauk		Muara Cituis	
	Anak-anak	Dewasa	Anak-anak	Dewasa	Anak-anak	Dewasa
<i>Pb</i>						
Asupan bersumber dari sedimen	8.7713E-05	6.578E-06	0.000201872	1.51404E-05	0.000222048	1.66536E-05
Asupan yang bersumber dari air permukaan	9.59E-06	2.0549E-06	9.04E-06	1.93738E-06	1.74E-05	3.7182E-06
Asupan yang bersumber dari material tersuspensi	0.049704	0.010651	0.08344	0.01788	0.13989	0.029976
Asupan lewat kontak dermal dengan sedimen	9.12566E-05	0.000118	0.000210027	0.000273	0.000231019	0.0003
Asupan lewat kontak dermal dengan air permukaan	3.64384E-05	7.397E-06	3.43562E-05	6.97456E-06	6.59361E-05	1.33855E-05
<i>Total</i>	<i>0.049929</i>	<i>0.010785</i>	<i>0.083896</i>	<i>0.018177</i>	<i>0.140426</i>	<i>0.03031</i>
<i>RQ</i>	<i>102.5579</i>		<i>172.8209</i>		<i>288.2282</i>	
<i>Cd</i>						
Asupan bersumber dari sedimen	1.57726E-06	1.1829E-07	1.3337E-06	1.00027E-07	1.88192E-06	1.41144E-07
Asupan yang bersumber dari air permukaan	1.37E-07	2.9354E-08	1.23E-07	2.64188E-08	1.78E-07	3.81605E-08
Asupan yang bersumber dari material tersuspensi	0.000894	0.000192	0.000551	0.000118	0.001186	0.000254
Asupan lewat kontak dermal dengan sedimen	1.64098E-06	2.13E-06	1.38758E-06	1.8E-06	1.95795E-06	2.54E-06
Asupan lewat kontak dermal dengan air permukaan	5.20548E-07	1.0565E-07	4.68493E-07	9.51076E-08	6.76712E-07	1.37378E-07
<i>Total</i>	<i>0.000898</i>	<i>0.000194</i>	<i>0.000555</i>	<i>0.00012</i>	<i>0.00119</i>	<i>0.000257</i>
<i>RQ</i>	<i>3.699614</i>		<i>2.292092</i>		<i>4.901948</i>	
<i>Zn</i>						
Asupan bersumber dari sedimen	0.001705205	0.00012789	0.001765571	0.000132418	0.001890502	0.000141788
Asupan yang bersumber dari air permukaan	1.37E-05	2.935E-06	1.37E-06	2.93542E-07	3.42E-05	7.33855E-06
Asupan yang bersumber dari material tersuspensi	0.966283	0.207061	0.729769	0.156379	1.191016	0.255218
Asupan lewat kontak dermal dengan sedimen	0.001774096	0.002302	0.0018369	0.002384	0.001966879	0.002552
Asupan lewat kontak dermal dengan air permukaan	5.20548E-05	1.0567E-05	5.20548E-06	1.05675E-06	0.000130137	2.64188E-05
<i>Total</i>	<i>0.969828</i>	<i>0.209504</i>	<i>0.733378</i>	<i>0.158896</i>	<i>1.195038</i>	<i>0.257946</i>
<i>RQ</i>	<i>6.66198</i>		<i>5.052094</i>		<i>8.202637</i>	

Tabel 7. Nilai Asupan, ECR, RQ dan HI simping pada masyarakat Pesisir Kabupaten Tangerang.

Keterangan	Muara Kronjo		Muara Mauk		Muara Cituis	
	Anak	Dewasa	Anak	Dewasa	Anak	Dewasa
<i>Intake Karsinogenik</i>						
Pb	0.10726	0.022984	0.115689	0.024791	0.166849	0.035753
Cd	0.006493	0.001391	0.000205	4.4E-05	0.006329	0.001356
Zn	1.044623	0.223848	1.074507	0.230251	1.438744	0.308302
<i>ECR (10⁻⁶ - 10⁻⁴)</i>						
Pb	0.004505	0.000965	0.004859	0.001041	0.007008	0.001502
Cd	0.002467	0.000529	7.81E-05	1.67E-05	0.002405	0.000515
Zn	0.626774	0.134309	0.644704	0.138151	0.863246	0.184981
<i>Intake Nonkarsinogenik</i>						
Pb	0.250273973	0.05363	0.269942014	0.057845	0.389315068	0.083425
Cd	0.015150685	0.003247	0.000479452	0.000103	0.014767123	0.003164
Zn	2.437453724	0.522312	2.507182372	0.537253	3.357068986	0.719372
<i>RQ >1</i>						
Pb	62.56849315	13.40753	67.48550347	14.46118	97.32876712	20.85616
Cd	15.15068493	3.246575	0.479452055	0.10274	14.76712329	3.164384
Zn	8.124845748	1.741038	8.357274572	1.790845	11.19022995	2.397906

Tabel 8. Laju konsumsi aman simping pada masyarakat Pesisir Kabupaten Tangerang.

Lokasi	Logam Berat	Laju Konsumsi (g/hari)	
		Anak	Dewasa
Muara Kronjo	Pb	0.023974	0.111877
	Cd	0.099005	0.462025
	Zn	0.184619	0.861555
Muara Mauk	Pb	0.022227	0.103726
	Cd	3.128571	14.6
	Zn	0.179484	0.837594
Muara Cituis	Pb	0.015412	0.071921
	Cd	0.101577	0.474026
	Zn	0.134046	0.625546

4. Kesimpulan

Kualitas air di Pesisir Kabupaten Tangerang secara umum masih dibawah baku mutu berdasarkan Kep-Men LH no 51 tahun 2004. Tingkat risiko yang dikuantifikasi baik yang berasal dari air, sedimen maupun simping menunjukkan nilai diatas 1, artinya masyarakat Pesisir Kabupaten Tangerang memiliki risiko kesehatan akibat paparan logam berat. Risiko kesehatan dapat dikurangi bahkan dicegah dengan adanya manajemen risiko kesehatan dengan cara mengurangi laju asupan simping dan pengendalian limbah dari sumber pencemar.

Daftar Pustaka

- [1] Albering, J. H., Jean P. R., Edwin J. C. M., Jurian A. H., Jos C. S. K., 1999. Human health risk assessment in relation to environmental pollution of two artificial freshwater lakes in the Netherlands. *Environmental Health Perspectives*, 107(1), pp. 27-35.
- [2] [APHA] American Public Health Assosiation, 1989. *Standard Methods For The Examination Of Water and Waste Water*. 17 th eds. American Water Works Assosiation dan Water Pollution Control Federation, Washington DC.
- [3] [ATSDR] Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2005. *Public Health Assessment Guidance Manual (Update)*. Department of Health and Human Services, Atlanta.
- [4] Besser, J. M., William G. B., Thomas W. M., Christopher J. S., 2007. Biomonitoring of lead, zinc, and cadmium in streams draining lead-mining and non-mining areas, Southeast Missouri, USA. *Environ Monit Assess.*, 129, pp. 227-241. doi: 10.1007/s10661-006-9356-9.
- [5] Bhupander, K., Mukherjee D. P., 2011. Assessment of human health risk for arsenic, copper, nickel, mercury and zinc in fish collected from tropical wetlands in India. *Advances in Life Science and Technology*, 2, pp. 13-24.
- [6] [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia, 2009. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor Hk.00.06.1.52.4011 tentang Penetapan Batas Maksimum Cemaran Mikroba Dan Kimia dalam Makanan.
- [7] [CCME] Canadian Council of Ministers of the Environment, 2001. *Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life*. Canadian Environmental Quality Guidelines, Winnipeg.
- [8] Dahuri, R., Jacob R., Ginting S. P., Sitepu M. J., 1996. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Penerbit Pradya Paramita, Jakarta.
- [9] Darmaraj, S., Sundaran K. S., Suja C. P., 2004. Larva rearing and spat production of the windowpane shell *Placuna placenta*. *Aquaculture Asia*, 9(2), pp. 20-23.
- [10] Effendi, H., 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya Perairan*. Kanisius., Yogyakarta.
- [11] El Nemr, A., Azza K., Abeer A. M., Amany E. S., 2012. Risk probability due to heavy metals in bivalve from Egyptian Mediterranean coast. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 38, pp. 67-75.
- [12] [EPA] Environmental Protection Agency, 2005. *Guideline for Carcinogen Risk Assessment*. US Environmental Protection Agency, Washington DC.
- [13] Fardiaz, S., 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius, Yogyakarta.
- [14] [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup, 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut.
- [15] Nontji, A., 1984. *Laut Nusantara*. Jembatan, Jakarta.
- [16] Odum, E. P., 1996. *Dasar-Dasar Ekologi*. Tjahjono S, penerjemah; Srigandono B, editor. Terjemahan dari: *Fundamental of Ecology*. Ed ke-3. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [17] [SEAFDEC] The Southeast Asian Fisheries Development Center, 2000. *Reviving Kapis Fishery Along Pany Gulf*. Modul in TVES Program. Aquaculture Department, Manila.
- [18] Sikaily, Amany El, 2003. Health risk assessment in relation to heavy metals pollution of Western Mediterranean Sea, Egypt. *Egypt. J. Aquat Biol & Fish*, 7(4), pp. 47 – 66.
- [19] Sunu, P., 2001. *Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO 14001*. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.
- [20] [US-EPA] United States Environmental Protection Agency, 2001. *Baseline Human Health Risk Assessment*. Environmental Protection Agency, Washington DC.
- [21] [WHO] World Health Organisation, 1992. *Environmental Health Criteria 135: Cadmium*. WHO, Geneva.