

Konsentrasi merkuri ikan capungan Cardinalfish (*Sphaeramia orbicularis*) di area budidaya perairan Pintu Kota Kecamatan Lembeh Utara, Bitung

(Mercury concentrations of Cardinalfish (*Sphaeramia Orbicularis*) in the aquaculture area of Pintu Kota of North Lembeh, Bitung).

Mateda M. Sabono¹, Suzanne L. Undap², Sammy N.J. Longdong²

¹) Mahasiswa Program Studi Budidaya Perairan FPIK Unsrat Manado

²) Staff Pengajar Program Studi Budidaya Perairan FPIK Unsrat Manado

Penulis korespondensi: S.L. Undap, suzanneundap@unsrat.ac.id

Abstract

The aims of this research were to determine the total mercury concentration of Cardinalfish (*Sphaeramia Orbicularis*) and the waters in aquaculture area of Pintu Kota, North Lembeh, Bitung, and its water quality parameters (temperature, salinity, pH). The research was conducted from June to November 2019 in the cultivation area of tiger grouper fish in which the fish and seawater were sampled and analyzed in the laboratory. Determination stations were done by purposive sampling which refers to the physiographic location wherever possible in order to represent or describe these waters. Station 1 represented the sea transportation port of Lembeh Island (no cultivation), Station 2 where the cultivation A, Station 3 where the cultivation B. The results showed the concentration of the mercury obtained at Station 1 ranged from 0.00756 -0.00789 ppm, Station 2 ranged 0.00394-0.00418 ppm, and Station 3 ranges from 0.00506-0.00564 ppm. Whereas the concentration of mercury in seawater samples were detected at Station 1, 2, and 3 were < 0.003 ppm. The temperature ranged between 26.2 – 26.7°C, pH 7 and salinity 30-33 ppt. In general, the existence of the physical chemical parameters of water was in good measurement after comparing with the water quality standard of Kep. MENLH No. 51/2004. Mercury concentrations in all samples in Pintu Kota waters of North Lembeh as compared to WHO/FDA standard are still in good condition but have been already contaminated by mercury.

Keywords: mercury, *Sphaeramia orbicularis*, fish, lembeh bitung

PENDAHULUAN

Perairan Pintu Kota di Selat Lembeh merupakan bagian dari Kota Bitung, yang dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan seperti untuk pariwisata, industri, budidaya perikanan laut, perhubungan laut berupa pelabuhan penumpang antar pulau dan peti kemas. Perairan ini berada di bagian tengah Selat Lembeh, di sebelah baratnya terdapat muara sungai Girian, pelabuhan Bitung dan Kota Bitung.

Di wilayah daratan Kota Bitung terdapat kegiatan permukiman, pariwisata, kawasan industri dan pelabuhan. Meningkatnya aktivitas di Kota Bitung saat ini, telah menjadi salah satu pusat industri maritim, dapat dilihat dengan penambahan penduduknya. 80% penduduk terkonsentrasi di Kecamatan Bitung Tengah, Bitung Barat dan Bitung Timur dimana di ketiga daerah ini merupakan daerah pelabuhan penumpang, peti kemas dan perikanan, juga menjadi pusat-pusat pelayanan, jasa, perdagangan, pemerintahan serta berbagai industri lainnya seperti percetakan, pengalengan ikan, pabrik peleburan seng, galangan kapal, kegiatan industri perikanan termasuk budidaya laut (Parwinia, 2007).

Perkembangan kegiatan industri yang pesat tersebut, sejalan dengan meningkatnya sektor industri yang tidak berwawasan lingkungan akan menimbulkan resiko terjadinya pencemaran lingkungan, salah satunya adalah pencemaran perairan. Sebagaimana tercantum dalam Undang-Undang R.I No. 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pencemaran lingkungan pada pasal 1 ayat 14 adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau

komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup yang tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya dan melampaui baku mutu lingkungan hidup yang ditetapkan untuk perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup (UU RI, 2009).

Meskipun kegiatan tersebut merupakan kegiatan yang menguntungkan di satu sisi, namun disisi lain kegiatan tersebut sejalan dengan pertumbuhan penduduk yang cepat dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas bahan pencemar khususnya limbah cair merkuri (Hg) yang dapat menjadi sumber Hg. Dampak negatif bagi lingkungan misalnya dari buangan industri pertanian, rumah tangga akhirnya menuju ke perairan dapat menimbulkan dampak negatif bukan saja pada perairan sungai tetapi juga perairan pesisir dan lautan.

Sumber-sumber buangan cair merkuri di area budidaya perairan Pintu Kota Kecamatan Lembeh Utara Bitung diduga berasal dari sisa-sisa buangan industri pada pembekuan ikan, industri pengolahan ikan dan pengawetan ikan, industri pengalengan ikan, industri perbaikan kapal, industri es balok, industri minyak kelapa sawit, bungkil, industri minyak goreng nabati, industri obat nyamuk, industri tepung kelapa, industri moulding, jumlah perusahaan industri yang berpotensi mencemari perairan Bitung. Sebanyak 61 perusahaan (87,14) % dari jumlah perusahaan yang ada di Kota Bitung Sulawesi Utara, berbagai produknya mengandung Hg diantaranya adalah bola lampu, penambal gigi, dan termometer. Hg di gunakan dalam

kegiatan produksi gas klor dan soda kaustik, serta dalam industri pulp, kertas dan baterai. Hal ini menunjukkan besarnya potensi lingkungan perairan untuk tercemar dari kegiatan perusahaan-perusahaan tersebut (Status Lingkungan Hidup Sulawesi Utara, 2009).

Fakta ini dapat menimbulkan baik langsung maupun tidak, penurunan sumberdaya dan keaneka ragaman hayati serta pencemaran. Buangan limbah cair merkuri yang berasal dari Kota Bitung akan menuju daerah pesisir dan laut selat Lembeh Bitung dimana merupakan kawasan budidaya laut seperti di Kelurahan Pintu Kota Lembeh. Meningkatnya aktifitas industri di sekitar Selat Lembeh akan berdampak terhadap kuantitas limbah, baik limbah padat maupun berupa cairan. Menurut KTT Kota Bitung (2005), industri di kota Bitung didominasi oleh industri perikanan, industri galangan kapal, industri minyak kelapa, industry transportasi laut, makanan, baja, dan industri menengah dan kecil, di mana limbah dari aktifitas industri tersebut mengalir ke Selat Lembeh. Menurut DeGeorges *et al.* (2010) pembuangan limbah industri dan rumah tangga meningkatkan kandungan nutrisi dan racun di lingkungan. Pembuangan limbah yang tidak diolah langsung ke laut menambah nutrisi dan pertumbuhan alga yang berlebihan.

Ikan Capungan Cardinalfish (*Sphaeramia orbicularis*) dalam hasil identifikasi potensi perikanan budidaya laut adalah merupakan salah satu ikan hias laut yang banyak terdapat di perairan Bitung. Capungan Cardinalfish merupakan salah satu biota air yang dapat dijadikan sebagai

salah satu bioindikator pencemaran perairan (Poernomo, *dkk.* 2003). Makanan utama ikan ini berupa plankton. Ikan ini berukuran kecil termasuk jenis ikan demersal dan pergerakannya bergerombol. Ikan yang hidup di dasar perairan seperti ikan ini, merupakan ikan yang dapat mengakumulasi logam berat misalnya Hg, secara efektif melalui proses rantai makanan.

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian secara komprehensif mengingat kondisi perairan Selat Lembeh yang dekat dengan aktifitas industri, dan pelabuhan pengangkutan barang dan jasa. Maka di pandang perlu dilakukan penelitian analisis konsentrasi kandungan merkuri untuk mengetahui konsentrasi merkuri Ikan Capungan Cardinalfish (*Sphaeramia orbicularis*) di area budidaya Perairan Pintu Kota Kecamatan Lembeh Utara Bitung.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni – November 2019. Pengukuran kualitas air dan pengambilan sampel air laut dilakukan pada lokasi Budidaya Ikan Kerapu Macan di Kelurahan Rarandam Kecamatan Lembeh Utara Bitung.

Lokasi pengambilan sampel ikan di Perairan Selat Lembeh Bitung, daerah penelitian mencakup 3 Stasiun. Adapun stasiun pengamatan berdasarkan kriteria: bahwa Stasiun 1 daerah tersebut berada di pinggiran pantai (*water-front*) dekat pelabuhan, dan Stasiun 2, 3 disekitar lokasi budidaya ikan kerapu. Analisis Hg di Balai Riset dan Standardisasi (Baristand) Industri Manado untuk penentuan konsentrasi merkuri.

Untuk menentukan konsentrasi merkuri pada sampel ikan, pengukuran merkuri dilakukan dengan menggunakan alat DMA- 80 (*direct merkuri analyzer*) alat analisis merkuri ini memiliki manfaat untuk analisis sampel dalam waktu singkat tanpa persiapan sampel dan tidak ada pembuangan limbah. Sampel ikan masing – masing di masukan kedalam tempat sampel dan di bakar pada suhu 750°C dengan bantuan oksigen temperatur tinggi dapat menguraikan senyawa merkuri dan merkuri elimenter dibebaskan. Uap merkuri di kumpulkan pada perangkat amalgamasi emas, dan kemudian dideabsorpsi untuk perhitungan konten merkuri di tentukan menggunakan spektrometri serapan atom/SSA/AAS pada 254 nm (nano meter).

Sampel ikan capungan masing- masing berjumlah 3 individu di peroleh dari tangkapan menggunakan serok pada Stasiun 1, 2, dan 3 di perairan Selat Lembeh Semua sampel ikan di analisis dalam tiga ulangan. Semua sampel (ikan dan air) di simpan di dalam *coolbox*, selama transportasi menuju lab. kesehatan ikan, lingkungan dan toksikologi FPIK.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah parameter kualitas air yang meliputi: Salinitas, suhu, dan pH. Dianalisis secara deskripsi dengan mempertimbangkan faktor- faktor penentu kelayakan budidaya perairan dan dibandingkan dengan Baku Mutu Air Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 51 Tahun 2004 pasal 1 dan FDA/WHO (*World Health Organization*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi Hg di Perairan Pintu Kota, Selat Lembeh memiliki nilai yang sangat rendah disemua St, pengukuran (<0,0003 ppm). Hasil tersebut menunjukkan bahwa air merupakan parameter yang kurang baik untuk menilai pencemaran Hg. Beberapa parameter lingkungan dalam air yang diukur pada penelitian ini yaitu suhu, salinitas dan pH, nilainya berada dalam kisaran yang diperbolehkan menurut baku mutu air laut untuk kehidupan biota laut dalam Kep. MENLH No. 51 tahun 2004 (Tabel 1).

Hasil analisis konsentrasi Hg dalam ikan capungan yang di tangkap di perairan Pintu Kota selat Lembeh sekitar KJA, pada St. 1 0,00756 - 0,00789 ppm, St. 2 0,00394 - 0,00418 ppm, dan St. 3 0,0050 – 0,00564 ppm. Sedangkan konsentrasi Hg sampel Air laut yang terdeteksi pada St. 1, St 2, dan 3 konsentrasinya berkisar <0,0003 ppm (Tabel 1).

Terdeketesinya konsentrasi Hg pada tubuh ikan capungan di duga berasal dari berbagai aktifitas, baik aktifitas rumah tangga, pelabuhan maupun industri, namun dapat juga berasal dari alam atau perairan itu sendiri. Kontaminasi Hg dalam tubuh ikan dapat terjadi melalui kulit, saluran pernapasan, dan saluran pencernaan (Triani, 2009). Konsentrasi rata – rata Hg dalam tubuh ikan terdeteksi yang paling tinggi terdapat pada St. 1 dengan konsentrasi 0,00771ppm, di ikuti dengan St. 3 konsentrasi 0,00528 ppm dan konsentrasi Hg terendah terdeteksi pada konsentrasi Hg St. 2 dengan konsentrasi 0,00427 ppm.

Tabel 1 Konsentrasi merkuri dalam Tubuh Ikan Capungan dan Air.

Stasiun	Sampel	Konsentrasi Hg (ppm)			Rata - Rata	Nilai Ambang WHO/FDA
		1	2	3		
I	Ikan	0,00789	0,00756	0,00768	0.00771	0,5 ppm
	Air	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,003	
II	Ikan	0,00418	0,00469	0,00394	0.00427	
	Air	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	*0,005 ppm
III	Ikan	0,00506	0,00515	0,00564	0.00528	
	Air	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,003	

Ket : St I : Pelabuhan transportasi laut ke pulau Lembeh

St II : Antara pelabuhan transportasi dan KJA

St III : KJA

*Baku mutu Air: Menteri Negara Lingkungan Hidup No 51 pasal 1 Tahun 2004.

Tabel 2. Nilai Rata – Rata Pengukuran Kualitas Air.

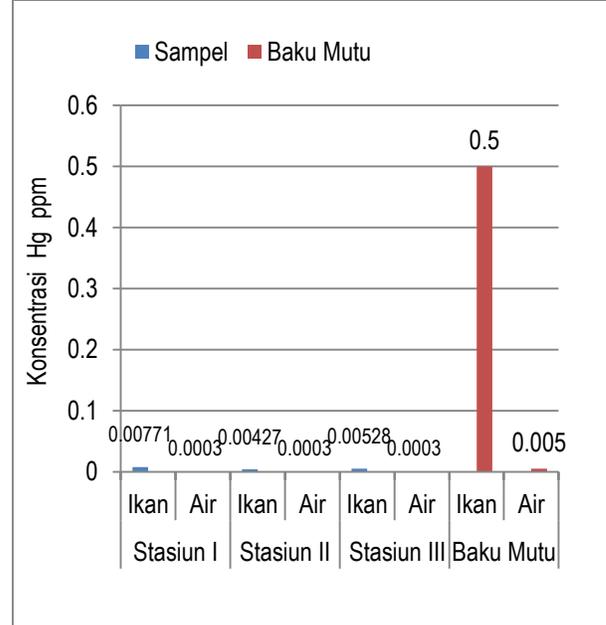
Parameter	Waktu	Pagi (09.00 – 11.00)			Sore (15.00 – 16.00)			Baku mutu	Kriteria Budidaya ikan laut
		Stasiun			Stasiun				
		I	II	III	I	II	III		
Suhu	Minggu I	26,2	26,6	26,7	27,6	27,7	27,5	28-30 °C	28°C-32°C,
pH	Minggu I	7	7	7	6,9	7	6,9	7-8,5	7,5-8,5.
Salinitas	Minggu I	33	32	33	32	32	32	Alami 33-43	33 -34 ppt
Suhu	Minggu II	26,5	26,5	26,9	26,9	27,1	26,9	28-30 °C	
pH	Minggu II	6,9	6,7	6,6	7,0	7,1	7,1	7-8,5	
Salinitas	Minggu II	33	32	33	32	33	32	Alami 3	
Suhu	Minggu III	26,2	27,0	27,1	26,8	27,2	26,9	28 – 30 °C	
pH	Minggu III	6,8	7,0	6,9	6,9	7,0	6,7	7-8,5	
Salinitas	Minggu III	30	31	30	31	30	31	Alami 33-34	

Ket: Baku mutu Air Menteri Negara Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004

Konsentrasi rata – rata Hg dalam sampel ikan dan air pada St. 1, 2, dan 3 berada dibawah konsentrasi yang direkomendasikan oleh WHO (*World Health Organization*) yaitu: nilai ambang yang aman untuk kandungan Hg pada tubuh ikan yaitu sebesar 0,5 ppm. Meskipun demikian kandungan Hg dalam tubuh ikan dan air tersebut telah terdeteksi keberadaannya, itu mengindikasikan adanya kontaminasi perairan di tempat habitat ikan tersebut, dimana bahan pencemar dapat masuk ke dalam tubuh ikan melalui makanan dan penyerapan ion dari permukaan tubuh.

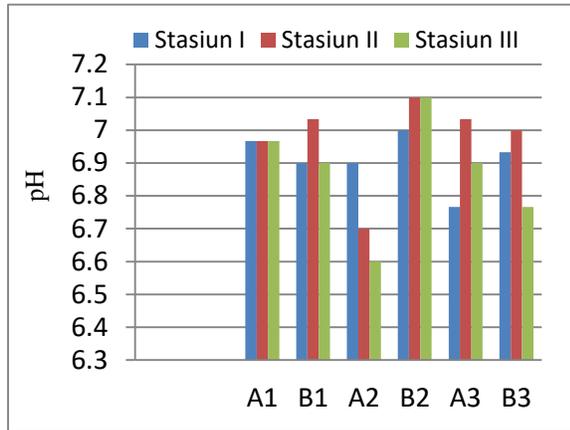
Sejalanya dengan yang dikemukakan oleh Markus (2009), sekitar 70% metil Hg yang masuk lewat makanan akan di serap ke dalam tubuh ikan dan hanya 10% yang melalui penyerapan melauai insang. Menurut Sudarmaji (2005) menyatakan bahwa Hg yang terakumulasi dalam tubuh organisme laut misalnya ikan, akan di ubah bentuk senyawanya menjadi metil Hg yang umumnya tahan lama dalam tubuh organisme tersebut.

Kadar Hg rata-rata pada sampel air di semua St (1, 2, 3) adalah. Kadar ini relatif rendah dan belum berbahaya bagi biota perairan terutama ikan. Baku Mutu Hg untuk perairan pelabuhan dan Wisata Bahari adalah 0,003mg/l dan untuk biota laut adalah 0,001 mg/l. dari hasil pemantauan ini untuk konsentrasi Hg baik di perairan Pelabuhan transportasi Pulau maupun di lokasi Budidaya ikan kerapu macan masih jauh di bawah ambang batas baku mutu sesuai Kepmen LH No. 51 Tahun 2004.



Gambar 1. Hasil konsentrasi Hg pada ikan dan Air

Hasil penelitian pada tiga stasiun pengamatan, pH terendah berada di stasiun satu minggu pertama dengan nilai 6,5 dan stasiun tiga minggu ketiga dengan nilai 6,6 sedangkan pH tertinggi terdapat pada stasiun ke tiga minggu ke dua dengan nilai 7,1 lokasi penelitian bahwa nilai pH masih layak untuk pertumbuhan ikan sedangkan menurut (Undap, 2019) bahwa toleransi pH berkisar antara 6,8 - 8,5. Berdasarkan standar Baku Mutu Air Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 51 Tahun 2004 pasal 1, menyatakan bahwa pH yang baik untuk kegiatan budidaya biota laut brkisar antara 7-8,5. Hal ini menunjukkan bahwa pH di lokasi penelitian masih layak untuk dilakukan kegiatan usaha budidaya ikan. Untuk hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 2. Hasil Pengukuran pH

Ket : A1 : Rata – rata pengukuran pH minggu 1 pada pagi hari (St.1)

B1 : Rata – rata pengukuran pH minggu 1 pada sore hari (St. 1)

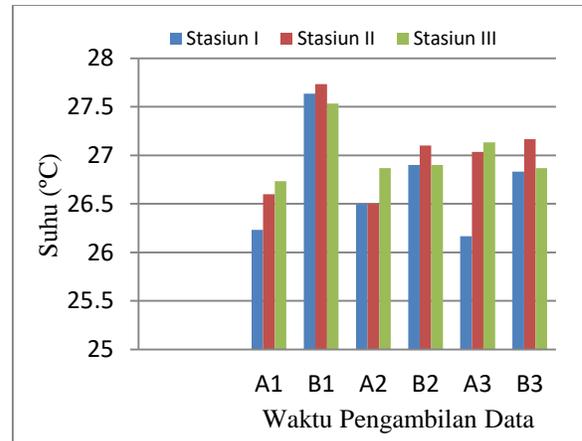
A2 : Rata - rata pengukuran pH minggu 2 pada pagi hari (St. 2)

B2 : Rata - rata pengukuran pH minggu 2 pada sore hari (St. 2)

A3 : Rata - rata pengukuran pH minggu 3 pada pagi hari (St. 3)

B3 : Rata – rata pengukuran pH minggu 3 pada sore hari (St. 3)

Suhu merupakan salah satu parameter penting bagi kehidupan organisme di lautan, karena banyak berperan dalam metabolisme, perkembangbiakan serta proses-proses fisiologis organisme. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh bahwa kisaran suhu selama penelitian adalah 26,2-27,5°C (Gambar 6). Berdasarkan standar Baku Mutu Air Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 51 Tahun 2004 pasal 1. Suhu untuk kegiatan budidaya biota laut, suhu di lokasi penelitian berada pada kisaran yang optimum. Untuk hasil penelitian suhu di dilihat Gambar 7.



Gambar 3. Hasil Pengukuran Suhu

Ket: A1 :Rata – rata pengukuran suhu minggu 1 pada pagi hari(St. 1)

B1 : Rata – rata pengukuran suhu minggu 1 pada sore hari (St. 1)

A2 : Rata – rata pengukuran suhu minggu 2 pada pagi hari (St. 2)

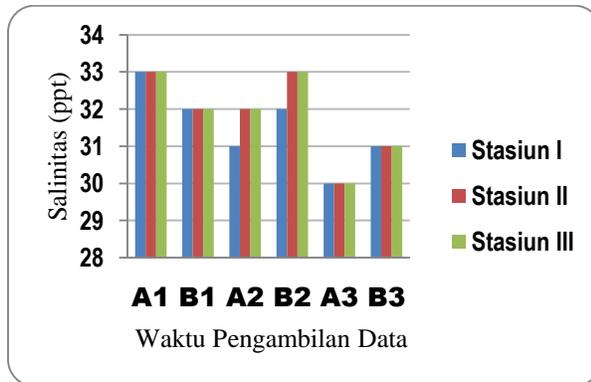
B2 : Rata - rata pengukuran suhu minggu 2 pada sore i hari(St. 2)

A3 : Rata – rata pengukuran suhu minggu 3 pada pagi hari (St. 3)

B3 : Rata – rata pengukuran suhu minggu 3 pada sore hari (St. 3)

Salinitas adalah konsentrasi seluruh larutan garam yang diperoleh dalam air laut, dimana salinitas air berpengaruh terhadap tekanan osmotik air, semakin tinggi salinitas maka akan semakin besar pula tekanan osmotiknya (Gufran, 2007). Berdasarkan hasil penelitian pada 3 St. di peroleh nilai salinitas tertinggi pada St. 1 pada pagi hari dan St. 2 pada sore hari dengan kisaran nilai salinitas 33 ppt dan nilai salinitas terendah terdapat pada pengukuran pada St. 3 minggu ke 3 pada pagi hari. Menurut Baku Mutu Air Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 51 Tahun 2004 salinitas untuk kegiatan budidaya air laut alami 3. Salinitas lokasi

penelitian berada pada kisaran yang optimum. untuk hasil penelitian salinitas dilihat pada Gambar 4 .



Gambar 4. Hasil Pengukuran Salinitas .

Ket : A1 : Rata – rata pengukuran salinitas minggu 1 pada pagi hari (St. 1)

B1: Rata – rata pengukuran salinitas minggu 1 pada sore hari (St. 1)

A2: Rata – rata pengukuran salinitas minggu 2 pada pagi hari (St. 2)

B2: Rata - rata pengukuran salinitas minggu 2 pada sore hari (St. 2)

A3: Rata - rata pengukuran salinitas minggu 3 pada pagi hari (St. 3)

B3: Rata – rata pengukuran salinitas minggu 3 pada sore hari (St. 3)

Kandungan merkuri pada air di semua titik stasiun penelitian, tidak terdeteksi dan pada ikan Capunggan konsentrasi Hgnya rendah. Hal ini berarti perairan tersebut mengandung merkuri, tetapi nilainya masih sesuai dengan baku mutu. Berdasarkan nilai tersebut maka dapat dikatakan bahwa kandungan merkuri di perairan masih sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan Kep. MENLH No. 51 tahun 2004 yaitu sebesar 0,001 ppm. Secara umum dapat dikatakan bahwa terdapatnya merkuri dalam perairan tidak hanya karena adanya

buangan limbah ke perairan, tetapi merkuri ada secara alami yang berasal dari kegiatan-kegiatan gunung api, rembesan-rembesan air tanah yang melewati daerah deposit merkuri dan lain-lainnya. Namun demikian, masuknya merkuri ke dalam suatu tatanan lingkungan tertentu secara alamiah, tidak menimbulkan efek-efek merugikan bagi lingkungan karena masih dapat ditolerir oleh alam itu sendiri. Merkuri menjadi bahan pencemar sejak manusia mengenal industri (Palar, 2004).

Hasil beberapa parameter lingkungan yang telah dibahas, menunjukkan perairan masih layak untuk kehidupan biota laut. Parameter tersebut adalah suhu, salinitas dan pH. Terjadinya penurunan suhu, pH, kandungan oksigen terlarut, salinitas akan menaikkan daya toksik merkuri. Bila dikaitkan dengan keberadaan logam berat merkuri di perairan, maka dari kondisi yang telah disimpulkan, merkuri yang terkandung dalam Perairan Pintu Kota Lembeh memiliki kadar yang rendah. Rendahnya merkuri di air diduga karena: (1) kandungan oksigen terlarut dan salinitas berada pada kondisi yang normal, tidak mengalami penurunan; (2) merkuri di perairan mengalami pengendapan di sedimen. Selain itu merkuri juga akan mengendap pada pH di atas 6, sehingga dengan adanya kenaikan pH pada badan perairan maka akan diikuti semakin kecilnya kelarutan dari senyawa-senyawa logam (Palar, 2004), oleh karena itu maka kandungan merkuri di Perairan Pintu Kota Lembeh lebih kecil bila dibandingkan dengan kandungan merkuri dalam sedimen. Oleh karena itu maka kondisi ini memperlihatkan bahwa air laut bukan media

yang baik untuk mendeteksi pencemaran merkuri pada suatu ekosistem perairan.

KESIMPULAN

Konsentrasi merkuri pada ikan di perairan pintu kota kecamatan lembah utara bitung terdeteksi pada St. I (0,00756 - 0,00789 ppm), yang berlokasi pada pelabuhan transportasi laut pulau Lembah, dan St. II (0,00394 - 0,00418 ppm), dan St. III (0,00506 p - 0,00564 ppm.), sedangkan pada sampel air laut pada stasiun I,II, III. (<0,0003 mg/l) yang terletak pada lokasi budidaya ikan kerapu macan, sesuai baku mutu WHO.

Parameter fisika kimia perairan, suhu 26,2-26,7°C, pH 7 dan salinitas 30 – 33 ppt berada pada kondisi yang relatif baik dan layak untuk budidaya setelah dibandingkan dengan Baku Mutu Air Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 51 Tahun 2004.

Perairan yang berada pada Selat Lembah telah terdeteksi sudah terkontaminasi Hg tetapi masih berada dibawah ambang batas Baku mutu yang telah di tetapkan WHO dan Kep. MENLH No. 51 tahun 2004.

DAFTAR PUSTAKA

DeGeorges A, Thomas JG, Brian R. 2010. Land-Sourced pollution with an emphasis on domestic sewage: Lessons from the Caribbean and implications for coastal development on Indian Ocean and Pacific Coral Reefs. *Sustainability* 2: 2919– 2949; doi:10.3390/su2092919.

Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004.Tentang Baku Mutu Air Laut.

[KKT] Kelompok Kerja Terpadu Kota Bitung. 2005. Kondisi kawasan Selat Lembah. Draft Naskah Akademik Pengelolaan

terpadu Pesisir dan Laut Selat Lembah, Kota Bitung. Mitra Pesisir Sulawesi Utara.

Lasut MT, Narasiang AA, Kawung J N. 2009. Akumulasi merkuri pada ikan di teluk Manado. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*.volume 1 (1): 8-14.

Poernomo, AS. MardlijahMx, Linting. Widjopriono, 2003. Ikan Hias Laut Indonesia.Penebar Swadaya, Jakarta : 84 - 86.

Palar H. 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta. 152 hal.

Parwinia. 2007. Analisis Konvergensi-Divergensi (kodi) di sealat Lembah.1,5,-182. Bogor.

Status Lingkungan hidup Dearah Provinsi Sulawesi Utara. 2009. Badan Lingkungan Hidup Provinsi Sulawesi Utara. II-13.

Sudarmaji. 2005. Analisis bahaya dan pengendalian titik kritis. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. Vol.1 (2): 183-190.

Tancung AB, Ghufuran H, Kordi K. 2007. Pengelolaan kualitas air dalam budidaya perairan. Jakarta: Rineka Cipta.

Triani A, 2009. Analisis Wilingness to accept masyarakat terhadap pembayaran jasa lingkungan DAS Cidanau. Skripsi. Fakultas Ekonomi dan Manajemen. IPB.<http://pembayaran> jasa lingkungan. Com.[20 Agustus 2010].

Undang – Undang RI. 2009. Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan Hidup. Jakarta: Sekretariat Negara.

Undap SL. 2019. Manajemen kualitas air untuk Akukultur. Manado: Unsrat Press.