

PENELITIAN**INDEKS KEANEKARAGAMAN BIOTA PERAIRAN SEBAGAI  
INDIKATOR BIOLOGIS PENCEMARAN LOGAM BERAT DI  
PERAIRAN PANTAI BITUNG, SULAWESI UTARA**

Dolfie Mokoagouw

Staf Pengajar Fakultas Peternakan, Universitas Sam Ratulangi, Manado

**Abstract.** *In industrial activity, the heavy metals are highly used to develop and increase their products. Utilization of heavy metals as catalyst, product and by-product produced pollutant of the heavy metals around Bitung Municipality coastal areas. The objective of this study was to evaluate the impact of the heavy metal industrial activity indicated by biological method on farmer's social economic and community around Bitung Municipality coastal areas. This research was conducted from May 1999 to January 2000 using eleven samples of locations around Bitung Municipality coastal areas. Samples were taken once every two weeks at each location and analyzed at the laboratory. Survey of the farmer's social economic was conducted after defining the laboratory data of heavy metal contents. The results of this study showed that diversity indexes of the benthic fauna were 0.33 to 2.79. Main parts of the locations from St. 2 to St. 11 showed diversity indexes of plankton of 1.12 to 3.14. During observation, there were about 48 planktons. Diversity index of shells ranged from 0 to 1.79; similarly, those of fish ranged from 0 to 2.43. Many of those index laid at the above of 2. The results of this study can be concluded that industrial activities around Bitung municipality coastal areas have contaminated the heavy metal pollutants in the bodies of marine animal organisms such as, benthic fauna, plankton, fish and shells varied among eleven locations.*

**Keywords:** *Heavy metal, biological indicators, farmer's social economic, Bitung coastal areas.*

**PENDAHULUAN**

Logam berat Hg, Pb, Cd, Cu dan Zn banyak digunakan dalam kegiatan industri seperti pabrik tekstil, cat farmasi dan kimia, pestisida, detergen, percetakan, alat-alat besar dan limbah dari kegiatan manusia lainnya. Beberapa jenis industri dan kegiatan yang potensial sebagai sumber pencemar logam berat dijumpai di pesisir pantai Bitung seperti : galangan kapal, percetakan, farmasi dan kimia, cat, pelapisan logam, baterai, pabrik seng, pengantongan semen, stasiun BBM Pertamina, pasar dan pengalengan ikan. Buangan limbah pabrik dan kegiatan tersebut ke perairan umumnya tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu.

Walaupun dilakukan pengolahan limbah, umumnya tidak memadai sehingga menyebabkan pencemaran perairan bahan kimia tersebut. Pembuangan air industri dan kegiatan secara terus menerus bukan saja mencemari badan air tetapi menyebabkan pula terkumpulnya logam berat di sedimen dan biota perairan bahkan dapat sampai pada manusia.

Suatu proses produksi dalam industri memerlukan suhu tinggi seperti pertambangan, pemurnian minyak, pembangkit tenaga listrik dan energi minyak, pengecoran logam. Proses tersebut banyak mengeluarkan limbah pencemar, terutama pada logam-logam yang relatif mudah menguap dan larut dalam air seperti

Hg, Pb, dan Cd (Darmono 1995). Ditambahkannya pula bahwa peristiwa yang me-nonjol dan dipublikasikan secara meluas untuk industri, namun siklus keseimbangannya terganggu setelah adanya campur tangan manusia dalam kegiatan

Tabel 1. Lokasi Pengambilan Bentos, Plankton dan Ikan

No.	Nama Lokasi	Wilayah Penelitian
1.	Pantai Tandurusa	Desa Tandurusa
2.	Pantai Aertembaga	Desa Aertembaga
3.	Pantai Pasar Winenet	Desa Winenet
4.	Pelabuhan Semen Tonasa	Pelabuhan Samudera
5.	Pelabuhan Samudera	Terminal Pelabuhan
6.	Pantai Pertamina (BBM)	Desa Kadoodan
7.	Pantai Pabrik Minyak Goreng Bimoli	Desa Kadoodan
8.	Pantai Pabrik Pengalengan Ikan	Desa Kadoodan
9.	Pantai Pabrik Seng	Desa Kadoodan
10.	Pantai Pengolahan Ikan/Pabrik Es	Desa Madidir Weru
11.	Pantai Pabrik lainnya	Desa Madidir Ure

adalah peristiwa pencemaran merkuri (Hg) yang menyebabkan “Minamata Disease” dan Kadmium (Cd) yang menyebabkan “Itai-itai Disease” pada orang disekitar daerah pencemaran.

Karena sifat fisika, kimia senyawa Hg, Pb, Cd, Cu dan Zn yang relatif sukar didegradasi, waktu paruh biologis yang relatif lama dan afinitasnya yang besar terhadap gugus protein organisme hidup, maka logam tersebut akan mudah diabsorpsi dan terakumulasi pada organisme air, kerang dan ikan kemudian mengalami peredaran seterusnya (secara ekologis). Siklus peredaran Hg dan Cd di alam, peredarannya normal sebelum dikenal sebagai bahan kimia

penambangan dan pemanfaatan secara global (Goldwater and Clarkson 1972). Logam berat mempunyai afinitas yang tinggi terhadap sulfur, sehingga terjadi ikatan pada setiap kesempatan (Saeni 1995).

#### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di perairan pantai Bitung dari bagian Timur (Pantai Tandurusa) sampai bagian Barat pantai Madidir Ure. Penelitian lapangan dilakukan dari bulan Mei 1999 sampai Januari 2000. Pengambilan sampel dilakukan sekali setiap dua minggu pada sebelas lokasi stasiun pengamatan (Tabel 1).

Bahan yang digunakan adalah sampel

Tabel 2. Indeks Keanekaragaman Jenis Shannon-Wiener Bentos di Perairan Pantai Bitung

Stasiun	Lokasi	Blok	Indeks Keanekaragaman
1.	Pantai Tandurusa	1	2,79
2.	Pantai Aertembaga	1	1,10
3.	Pantai Pasar Winenet	1	1,39
4.	Pelabuhan Semen Tonasa	2	0,45
5.	Pelabuhan Samudera	2	1,41
6.	Pantai Pertamina (BBM)	2	1,39
7.	Pantai Pabrik Minyak Goreng Bimoli	3	1,09
8.	Pantai Pabrik Pengalengan Ikan	3	1,50
9.	Pantai Pabrik Seng	3	0,33
10.	Pantai Pengolahan Ikan/Pabrik Es	4	1,03
11.	Pantai Pabrik lainnya	4	1,26

air, sedimen, bentos, plankton, ikan aquades, formalin 4 %, asam asetat glasial, metil alkohol 70 %, kantong plas-tik, label, H2SO4 pekat, KMnO4, NH2OHCl, K2Cr2O7, SnCl dan kertas saring. Alat yang digunakan adalah jala, Eckman Grab, plankton net, saringan bertingkat, kaca

pembesar, “cool bor”, corong pemisah, pompa vakum, labu Erlenmeyer, gelas ukur, gelas piala, pipet, corong gelas, mikroskop binokuler, alat pemanas (hot plate), oven pendingin (freezer).

**Analisis Sampel**

Keaneekaragaman jenis plankton,

Tabel 3. Hasil Analisis Keaneekaragaman Bentos

No.	Individu	Stasiun Pengamatan										
		St1	St2	St3	St4	St5	St6	St7	St8	St9	St10	St11
<b>Archaeogastropoda</b>												
1.	<i>Haliotis varia sp</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2.	<i>Collisella striata sp</i>	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
3.	<i>Liotina perionii sp</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4.	<i>Euchelus sp</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.	<i>Euchelus atratus</i>	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
6.	<i>Stomatella planulata</i>	10	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
7.	<i>Tectus fenestratus</i>	2	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0
8.	<i>Lunella cinerea</i>	2	8	0	0	1	0	0	0	4	0	0
9.	<i>Turbo cinerea</i>	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.	<i>Lunella sp</i>	0	0	0	1	0	8	0	0	0	0	0
<b>Mesogastropoda</b>												
11.	<i>Nerita undulata</i>	4	4	6	1	0	6	0	7	0	0	0
12.	<i>Nerita albicila</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
13.	<i>Neritina pulligera</i>	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
14.	<i>Planaksis sulcatus</i>	4	0	0	0	0	10	3	02	0	4	2
15.	<i>Planaksis labiosa</i>	8	10	1	0	0	8	2	1	4	0	0
16.	<i>Cerithium kobelti</i>	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	11
17.	<i>Clypeomorues</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.	<i>Rissonia caelatta</i>	4	0	4	0	3	0	0	0	0	0	0
19.	<i>Stombus labiatus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
20.	<i>Stombus urceus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.	<i>Cypraeannulus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
22.	<i>Pollinices tumidus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
23.	<i>Bursa (Bursidae)</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<b>Neogastropoda</b>												
24.	<i>Thais tuberosa</i>	1	0	2	0	4	0	4	1	0	3	0
25.	<i>Thais carinifera</i>	3	0	0	1	2	0	4	1	0	0	0
26.	<i>Morula biconica</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27.	<i>Drupela sp.</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
28.	<i>Pyrene flava</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29.	<i>Pyrene vericolor</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
30.	<i>Chantarus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
31.	<i>Peristernia nassatula</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32.	<i>Nassarius livecens</i>	4	0	8	4	0	0	4	0	6	4	4
33.	<i>N. distortus</i>	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
34.	<i>N. cinisculus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35.	<i>Oliva reticulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
36.	<i>Canicilla bacillum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0
37.	<i>Costellaria vevilum</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38.	<i>Costelria</i>	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
39.	<i>Cymbiola</i>	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
40.	<i>Conus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
41.	<i>Conus catus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
42.	<i>Terebra succineta</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<b>Jumlah</b>		61	35	33	18	16	45	18	21	12	20	27
<b>N</b>		21	9	13	6	5	7	5	9	4	5	6

bentos, kerang dan ikan di setiap pengamatan dihitung dengan menggunakan rumus indeks keragaman jenis Shannon-Wiener (Sielou 1966 dalam Andersin *et al.* 1976) sebagai berikut:

$$H' = \sum_{i=1}^s pi \ln pi$$

$$pi = \frac{ni}{N}$$

di mana  $N$ : jumlah individu dalam komunitas,  $ni$ : jumlah individu masing-masing jenis ( $i = 1,2,3, \dots n$ ),  $S$ : jumlah jenis, dan  $H'$ : indeks keragaman jenis

pabrik seng (0,33). Hal ini diduga disebabkan oleh semakin buruknya kualitas air di lokasi tersebut dan nilainya COD-nya juga sudah berada di atas baku mutu yang ditetapkan dalam KEPMEN 02/MENKLH/1988.

Secara keseluruhan selama pengamatan dijumpai sebanyak 42 jenis bentos (Tabel 3).

#### Indeks Keanekaragaman Plankton

Hasil penelitian keanekaragaman jenis plankton di pantai Bitung dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium di lokasi penelitian yaitu pada

Tabel 4. Indeks Keanekaragaman Jenis Shannon-Wiener Plankton di Perairan Pantai Bitung

Stasiun	Lokasi	Blok	Indeks Keanekaragaman
1.	Pantai Tandurusa	1	2,19
2.	Pantai Aertembaga	1	1,23
3.	Pantai Pasar Winenet	1	2,03
4.	Pelabuhan Semen Tonasa	2	1,12
5.	Pelabuhan Samudera	2	1,28
6.	Pantai Pertamina (BBM)	2	1,50
7.	Pantai Pabrik Minyak Goreng Bimoli	3	2,09
8.	Pantai Pabrik Pengalengan Ikan	3	1,35
9.	Pantai Pabrik Seng	3	1,97
10.	Pantai Pengolahan Ikan/Pabrik Es	4	2,17
11.	Pantai Pabrik lainnya	4	3,14

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Indeks Keanekaragaman Bentos

Hasil penelitian keanekaragaman jenis Shannon-Wiener bentos di pantai Bitung dapat dilihat dalam Tabel 2. Terlihat bahwa di blok 1 (bagian Timur) indeks keanekaragaman jenis bentos berkisar antara 1,10 dan 2,79. Pada blok 2, indeks keanekaragaman jenis bentos berkisar antara 0,45 dan 1,41. Pada blok 3, indeks keanekaragaman jenis bentos berkisar antara 0,33 dan 1,50; dan pada blok 4, indeks keanekaragaman jenis bentos berkisar antara 1,03 dan 1,26. Secara umum terlihat bahwa keanekaragaman jenis bentos di perairan pantai Bitung cenderung menurun di pelabuhan Semen Tonasa (0,45) dan pantai

perairan pantai Bitung ditemukan 48 jenis plankton. Sesuai dengan klasifikasi de-rajat pencemaran dari Law (1981) dari 11 titik pengamatan terdapat 5 titik: St 1, St 2, St 7, St 10, dan St 11 menunjukkan masih kurang tercemar ( $ID > 2$ ). Stasiun pengamatan lainnya telah tercemar ringan sampai sedang ( $ID.1,12-1,97$ ).

Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa indeks keanekaragaman jenis plankton di blok 1 berkisar antara 1,23 dan 2,19.

Pada blok 2, indeks keanekaragaman jenis plankton berkisar antara 1,12 dan 1,50. Pada blok 3, indeks keanekaragaman jenis plankton berkisar antara 1,35 dan 2,09.

Sedangkan pada blok 4, indeks keanekaragaman jenis plankton berkisar



Tabel 6. Indeks Keanekaragaman Jenis Shannon-Wiener Kerang di Perairan Pantai Bitung

Stasiun	Lokasi	Blok	Indeks Keanekaragaman
1.	Pantai Tandurusa	1	1,39
2.	Pantai Aertembaga	1	1,79
3.	Pantai Pasar Winenet	1	0,69
4.	Pelabuhan Semen Tonasa	2	1,12
5.	Pelabuhan Samudera	2	0
6.	Pantai Pertamina (BBM)	2	0
7.	Pantai Pabrik Minyak Goreng Bimoli	3	0,64
8.	Pantai Pabrik Pengalengan Ikan	3	0,69
9.	Pantai Pabrik Seng	3	0,35
10.	Pantai Pengolahan Ikan/Pabrik Es	4	0,35
11.	Pantai Pabrik lainnya	4	0,64

Pelabuhan Samudera (St. 5) 1,28.

Rendahnya keanekaragaman jenis plankton pada stasiun 2, 3 dan 4 diduga disebabkan rendahnya kandungan bahan organik di lokasi tersebut. Sedangkan rendahnya keanekaragaman jenis plankton pada stasiun 2 (Aertembaga) disebabkan banyaknya ikan (predator) yang memangsa plankton.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa selama pengamatan diperoleh 48 jenis plankton di perairan pantai Bitung

(Tabel 5). Keragaman spesies ini mendapat banyak perhatian dan dinilai penting karena keragaman ini terancam oleh berbagai krisis lingkungan (Pielou 1975).

Keragaman spesies adalah sifat komunitas yang memperlihatkan tingkat keanekaragaman organisme yang ada di dalamnya.

#### Indeks Keanekaragaman Jenis Shannon-Wiener Kerang

Hasil penelitian keanekaragaman jenis

Tabel 7. Hasil Analisis Keanekaragaman Kerang

No	Class Individu	Stasiun Pengamatan										
		St1	St2	St3	St4	St5	St6	St7	St8	St9	St10	St11
	Class Gastropoda											
1.	<i>Tectus pyramis</i> Born	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2.	<i>Strombus listeri</i> T. Gray	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.	<i>Cornus thalassiarachus</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
4.	<i>Cypraea annulus</i> <i>Linnaeus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.	(Gold Ringer) <i>Cypraea caputserpentis</i> I Snake's Head Cowry	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Class Bivalvia											
6.	<i>Nucula tenuis</i> Montagu	1	0	1	0	0	0	0	2	0	0	1
7.	<i>Anadara ferruginea</i> Reeve	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8.	<i>Anadara granosa</i>	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0
9.	<i>Linnaeus</i>	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	2
10.	<i>Anadara edulis</i> Linnaeus <i>Chlamys gloriuosus</i>	0	1	0	0	0	0	2	0	1	1	0
	Jumlah	4	6	2	0	0	3	4	4	2	2	3
	N	3	5	2	0	0	3	3	3	2	1	2

Shannon-Wiener kerang dipantai Bitung dapat dilihat pada Tabel 6. Berdasarkan Tabel 6 terlihat bahwa di bagian Timur (blok 1) indeks keanekaragaman jenis kerang di St. 1 (1,39) dan St.2 (1,79) kemudian menurun di St. 3 (0,69). Hal ini dapat dipahami karena St. 1 dan St. 2 walaupun ada kegiatan, tidak seperti di St. 3 yang sibuk dengan kegiatan pasar dan speedboat yang merupakan angkutan dari pulau Lembeh dengan Kota Bitung.

Pada blok 2, kegiatan lebih padat dengan kesibukan masuk keluarnya kapal-kapal di pelabuhan Semen Tonasa dan pelabuhan Samudera. Diduga dengan kegiatan bongkar muat kapal-kapal dan pembilasan kapal memberi pengaruh besar sehingga pada St. 5 dan St. 6 tidak didapatkan lagi kerang. Meskipun dicari di dasar dan di balik batu tidak didapatkan kerang di kedua stasiun tersebut.

Secara umum terlihat bahwa keanekaragaman jenis kerang terendah di daerah pelabuhan dan tertinggi di bagian Timur (blok 1). Pada blok 3, indeks keanekaragaman berkisar antara 0,35-0,69. Demikian pula pada blok 4, indeks keanekaragaman antara 0,35-0,64. Hal ini diduga erat kaitannya dengan semakin buruknya kualitas air di bagian barat. Selama pengamatan berlangsung didapatkan jenis kerang meskipun pada setiap stasiun hanya didapatkan 0, 1, atau 2 kerang.

Indeks keanekaragaman kerang di St. 1 dan St. 2 masih lebih besar dari 1. Hal ini menunjukkan bahwa dibagian Timur kerang masih dapat hidup meskipun jumlah jenisnya sudah semakin kurang. Kurang lebih 700 m dari St. 1 terdapat PT. Prima Kasindo, sebuah perusahaan yang memelihara kerang mutiara (*Pinctada maxima* dan *Pinctada margaritifera*). Setelah beberapa tahun berusaha memelihara kerang mutiara dapat menunjukkan hasil baik. Namun pada tahun 1995 lalu, mengalami musibah pencemaran air yang mengakibatkan kematian kerang induk sebanyak 300 ekor. Untuk pengembangan selanjutnya (pembibitan) sudah berpindah ke lokasi Batu Puth. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa selama pengamatan diperoleh sebanyak 10 jenis kerang di perairan pantai bitung (Tabel 7).

#### Indeks Keanekaragaman Jenis Shannon-Wiener Ikan

Hasil penelitian keanekaragaman jenis Shannon-Wiener ikan di pantai Bitung dapat dilihat pada Tabel 8. Berdasarkan Tabel 8, terlihat bahwa di blok 1 (bagian Timur) indeks keanekaragaman jenis ikan berkisar antara 2,04 dan 2,25. Pada blok 2, indeks keanekaragaman jenis ikan terlihat menurun, yaitu berkisar antara 1,39 dan 1,84. Pada blok 3, indeks keanekaragaman jenis ikan berkisar antara 1,96 dan 2,08;

Tabel 8. Indeks Keanekaragaman Jenis Shannon-Wiener Ikan di Perairan Pantai Bitung

Stasiun	Lokasi	Blok	Indeks Keanekaragaman
1.	Pantai Tandurusa	1	2,04
2.	Pantai Aertembaga	1	2,43
3.	Pantai Pasar Winenet	1	2,25
4.	Pelabuhan Semen Tonasa	2	1,39
5.	Pelabuhan Samudera	2	0
6.	Pantai Pertamina (BBM)	2	1,84
7.	Pantai Pabrik Minyak Goreng Bimoli	3	2,03
8.	Pantai Pabrik Pengalengan Ikan	3	1,96
9.	Pantai Pabrik Seng	3	2,08
10.	Pantai Pengolahan Ikan/Pabrik Es	4	2,39
11.	Pantai Pabrik lainnya	4	2,15

sedangkan pada blok 4, indeks keanekaragaman jenis ikan berkisar antara 2,08 dan 2,39. Secara umum terlihat bahwa keanekaragaman jenis ikan dibagian Tengah (daerah pelabuhan) lebih rendah dibandingkan dengan bagian Timur (Blok 1) dan bagian Barat (Blok 3 dan 4). Hal ini diduga erat kaitannya dengan semakin buruknya kualitas air dibagian Tengah (Blok 2).

Selama pengamatan berlangsung diperoleh sebanyak 25 jenis ikan yang tersebar dari bagian Timur sampai ke Barat pantai Bitung. Namun setiap lokasi

pengamatan, jenis ikan yang dijumpai umumnya sangat sedikit (Tabel 9) sehingga hal ini menyebabkan renahnya kisaran indeks keanekaragaman jenis ikan yang ada. Nilai indeks keanekaragaman jenis ikan tertinggi dijumpai pada St. 2 (Pantai Aertembaga) 2,43. Hal ini disebabkan selain airnya masih kurang tercemar juga karena dilokasi ini terdapat karang (coral) sebagai tempat banyak ikan. Keanekaragaman jenis ikan di pantai Bitung secara umum cukup memadai, hanya di blok 3 yang agak rendah.

Hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa pada pantai Bitung, umumnya

Tabel 9. Hasil Analisis Keanekaragaman Jenis-jenis Ikan

No.	Class Individu	Stasiun Pengamatan										
		St1	St2	St3	St4	St5	St6	St7	St8	St9	St10	St11
1.	Bobara ( <i>Caranxsexfasciatus</i> )	1	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0
2.	Buronang ( <i>Siganus</i> sp.)	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	1
3.	Kerapu ( <i>Epinephus</i> sp)	2	0	0	1	0	0	0	2	1	1	3
4.	Gete-gete ( <i>Apogon fasciatus</i> )	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	2
5.	Sako ( <i>Thylosorus crocodilus</i> )	0	2	1	0	0	0	0	1	0	1	0
6.	Tandipang ( <i>Dussumieria acuta</i> )	2	8	6	0	0	2	4	0	2	0	0
7.	Lolosi ( <i>Caesio chrysotonus</i> )	0	2	1	1	0	0	0	4	0	0	2
8.	Ekor kuning ( <i>Caesio chrytogaster</i> )	1	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0
9.	Selar ( <i>Selaroides leptolepis</i> )	1	4	3	0	0	0	0	4	2	0	2
10.	Selar bentong ( <i>Caranx crumenophthalmus</i> )	0	0	0	2	0	0	0	2	1	0	2
11.	Teri ( <i>Stoleporus</i> sp.)	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
12.	Peperek ( <i>Leignathus eguulus</i> )	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
13.	Cumi-cumi ( <i>Loligo</i> sp.)	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
14.	Loncana ( <i>Lethrinus centjain</i> )	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
15.	Sembilang ( <i>Paraloptesius</i> sp.)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
16.	Mayung ( <i>Arius</i> sp)	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
17.	Tonda-tonda ( <i>Lutjanus</i> sp.)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
18.	Gulama ( <i>Pama</i> sp.)	1	1	1	0	0	0	0	1	0	4	0
19.	Belodok ( <i>Belephthalmus</i> sp.)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
20.	Jangkut ( <i>Polinemus</i> sp.)	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0
21.	Ringau ( <i>Datnionides</i> sp.)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
22.	Sardine ( <i>Sardinella sireum</i> )	0	0	0	0	0	4	0	0	0	2	0
23.	Larang ( <i>Lychothrissa</i> sp.)	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
24.	Bilis ( <i>Coroca</i> sp.)	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25.	Kerong-kerong ( <i>Therapera therapis</i> )	0	1	0	0	0	0	0	1	4	0	0
	Jumlah	16	30	19	8	0	10	8	16	12	18	16
	N	10	12	11	6	0	4	4	8	7	11	8



didominasi oleh ikan-ikan setempat. Jenis ikan ini memang sudah lama dikenal di daerah (pantai) ini, dan mempunyai daya adaptasi yang tinggi. Jika dibandingkan dengan jumlah jenis ikan yang dijumpai selama penelitian dengan data sekunder ikan-ikan yang hidup diperairan pantai ini dapat dikatakan hanya 67 % dari jumlah jenis ikan yang diketahui hidup diperairan ini. Dalam penelitian ini beberapa ikan yang dikenal seperti cakalang (*Katsuwonus pelamis* L), tuna dan julung-julung tidak tertangkap. Disadari bahwa alat tangkap dan cara penangkapan yang kurang profesional sehingga ikan jenis tersebut tidak dijumpai. Demikian pula ikan-ikan langka yang hanya ada diperairan ini juga tidak ditemukan. Hal ini disebabkan selain karena langka, populasinya sangat kurang dan tempatnya (habitat) tertentu.

Menurut Monintja (1997) terdapat 20 spesies ikan penting dalam perkembangan ikan-ikan produksi Sulawesi Utara. Sebagian besar ikan-ikan tersebut terdapat diperairan pantai Bitung. Berdasarkan data laporan (Monintja 1997), kelompok ikan pelagic produksinya (80%) dan ikan demersal (14,6%), sisanya ikan coral dan squids. Jika pencemaran terus berlangsung dan ikan sudah tercemar logam berat, dikhawatirkan akan ditolak oleh negara-negara konsumen.

Indikator biologis dalam hal ini merupakan petunjuk ada tidaknya kenaikan keadaan lingkungan dari keadaan garis dasar, melalui analisis kandungan logam berat atau kandungan senyawa kimia tertentu yang terdapat didalam tanaman atau hewan. Indikator biologis dapat ditentukan dari hewan atau tanaman yang terletak pada daur pencemaran lingkungan sebelum sampai kepada manusia (Wardhana 1995).

Berdasarkan uraian diatas maka pengambilan contoh lingkungan, baik yang berasal dari hewan maupun berasal dari tanaman haruslah yang terletak pada jalur yang menuju dan berakhir pada manusia.

Dalam penelitian ini, bentos, plankton, kerang dan ikan sebagai contoh yang dianalisis. Indikator biologis dapat terjadi karena ada beberapa organisme yang dapat berlaku sebagai biokonsentrasi logam atau senyawa kimia tertentu (Wardhana 1995).

Apabila pencemaran lingkungan diperkirakan melalui jalur air maka indikator biologisnya dapat ditentukan melalui hewan atau tanaman yang hidup atau tumbuh di air baik air sungai, air danau, maupun air laut. Indikator biologis yang ada pada jalur air dan mungkin akan sampai kepada manusia adalah :

- 1) Phytoplankton, jenis plankton tumbuhan.
- 2) Zooplankton, jenis plankton hewan
- 3) Mollusca, jenis kerang-kerangan
- 4) Crustacea, jenis siput-siputan
- 5) Ikan dan sejenisnya

Beberapa unsur kimia atau jenis logam yang pernah dijumpai sebagai pencemar lingkungan perairan yang terdeteksi, melalui indikator biologis antara lain tembaga (Cu), kadmium (Cd), seng (Zn), air raksa (Hg) dan timbal (Pb) baik pada mollusca, plankton, crustacea dan ikan (Wardhana 1995). Pengelompokan kondisi keanekaragaman perairan yang lebih rinci (Krebs 1989) dibagi dalam empat kategori yang disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10 menunjukkan kecenderungan nilai indeks keanekaragaman yang tinggi berarti semakin rendah polusi pada perairannya atau kondisi perairan semakin baik. Sebaliknya dengan nilai

Tabel 10. Kondisi Perairan Berdasarkan Indeks Keanekaragaman

Indeks Keanekaragaman	Kondisi Perairan
3,0 - 4,5	Polusi sangat ringan
2,0 - 3,0	Polusi ringan
1,0 - 2,0	Polusi sedang
0,0 - 1,0	Polusi berat

indeks keanekaragaman yang rendah kondisi perairannya semakin buruk. Hal ini sejalan dengan pernyataan Krebs (1989) bahwa nilai keanekaragaman di alam tertinggi adalah 5. Indeks keanekaragaman perairan pantai Bitung secara rata-rata dihitung dari indikator biologi yaitu bentos, plankton, kerang dan ikan rata-rata berkisar <math>1-2,54</math> tergolong relatif sedang. Namun sudah ada lokasi yang tercemar berat.

#### KESIMPULAN & SARAN

Indikator biologis pencemaran logam berat ditunjukkan oleh indeks keanekaragaman bentos dari 0,33-2,79 dan sebagian besar St. 2-St.11 indeks keanekaragaman 0,33-3,14. Indeks keanekaragaman kerang 0-1,79 dan ikan dari 0-2,43. Sebagian besar masih diatas 2.

Untuk mewujudkan pesisir pantai yang bebas polusi (pencemaran) logam berat, perlu dilakukan pengolahan limbah pada setiap kegiatan industri.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andersin, A.B., J. Lossy and H. Sandler. 1976. Community Structure of Soft Bottom Macrofauna in Different Parts of the Baltic. Institute of Marine Research, P.O. Box 136, SE-00121 Helsinki, Helsingfors 12 Finland.
- APHA, AWWA, and WCWP. 1992. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater. Marry Ann H.F. (Ed) 14th Ed. APHA, Washington, DC.
- Berntsse, M.H.G., K. Hylland, Sj. E.W. Bonga and A. Maage. 1999. Toxic Levels Dietary Copper in Atlantic Salmon *Salmo salar* L. parz. Aquatic Toxicology Vol. 46 No. 2 :87-99.
- Jeng, W.L. and B.C. Han. 1994. Sedimentary Coprostanol in Kaohsiung Harbour and the Tan-Shui Estuary, Taiwan, Marine Pollution. Buletin Vol. 28 No.9:494-499.
- Krebs, C.J. 1978. Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Harper & Row Publ. New York. p. 449.
- Law, E.A. 1981. Aquatic Pollution. A. Willey-Inter Science Publication. John Willey & Sons. New York. p.301-365.
- Monintja, D.R. 1997. Fisheries Resources Evaluation for Bitung Fishing Port Development Project. Jakarta. p.16.
- Newel, G.E. and R.E. Newel. 1977. Marine Plankton. A Practical Guide. Hutchinson and Co. Publ. Ltd. London . p. 244.
- Prescott, G.W. 1980. Freshwater Algae. The Picture Key Nature Series Brown Company Publishing, Iowa. p.78.
- Saeni, M.S. dan H.R. Wuryanduri. 1995. Pengaruh Pencemaran Pb, Cd, dan Cu dalam Kangkung, Bayam dan Air Terhadap Pencemaran dalam Rambut di Kotamadya Bogor. Buletin Kimia IPB. No.12:55-78.
- SAS Institute Inc. 1985. SAS User's Guide : Statistics, Version 5 Edition. SAS Institute Inc. 1985. Box 8000, Garry, North Caroline.
- Swaileh, K.M. and D. Adelung. 1994. Levels of Trace Metals and Effect of Body Size on Metal Content and Concentration in *Artica islandica* L. (Mollusca : Bivalvia) from Kiel Bay, Western Baltic. Marine Pollution Buletin Vol. 28 No.8:500-505.
- Usinge, R.L. 1971. Aquatic Insects of California, With Key North American General and California Species. University of California Press, London. p.10.
- Wardhana, W.A. 1995. Dampak Pencemaran Lingkungan. Penerbit Andi Offset Yogyakarta. Hal. 106-111; 146-151.