

ANALISIS LOGAM BERAT Cu DAN Cd PADA SEDIMEN DI SEKITAR PERAIRAN LAUT DANGKAL SELAT BUTON KAB. MUNA

Wa Ode Rustiah*

*) Jurusan Kimia, Akademi Analis Kesehatan Muhammadiyah Makassar
Email: tia_devina@yahoo.com

***Abstract:** A research has been conducted to determine the contents of heavy metals Cu and Cd in the sediment of shallow sea water Buton Strait, Muna by using Atomic Absorption Spectrophotometric instrument. The results show that average contents of these metals in mg/Kg of dry sediment are Cu = 4,3 mg/Kg and Cd = 24,4 mg/Kg respectively. These results of Cu metal are lower than the threshold value that could given effect according to the manual of sediment quality from Febris and Werner,(1994), but results of Cd metal could be concluded that the values would be approach to the reference values. In other words, coastal environmental quality with the heavy metal in critical condition, until the special handle would be needed for reducing the accused of the metals.*

***Keywords:** Sediment, Heavy metals Cu, Cd, Atomic Absorption Spectrophotometric*

I. PENDAHULUAN

Analisis sedimen laut merupakan hal penting dalam kimia lingkungan. Khususnya terhadap logam berat, dibutuhkan suatu kepentingan yang sangat berarti untuk mempelajari distribusinya sehubungan dengan dampak buruk yang ditimbulkan terhadap biota laut bila terdapat dalam jumlah konsentrasi yang melebihi dari nilai ambang batas. Ekosistem pantai yang memberikan kontribusi besar bagi kehidupan manusia sangat perlu dijaga dari hal-hal yang dapat mengganggu keberadaannya.

Pembangunan merupakan proses perubahan dan pertumbuhan yang dilaksanakan secara sadar dan berencana dengan mengelola dan memanfaatkan segala sumber daya alam dalam usaha meningkatkan kesejahteraan kehidupan rakyat. Perubahan yang terjadi akibat kegiatan pembangunan dapat menimbulkan dampak terhadap berbagai komponen lingkungan, baik yang bersifat positif maupun yang negatif. Dampak pembangunan yang negatif, misalnya pembuangan limbah industri yang dapat mencemari lingkungan yang pada akhirnya akan

merusak ekosistem itu sendiri. Logam berat yang terbuang ke lingkungan setiap tahunnya akan semakin bertambah, sehingga mengakibatkan meningkatnya konsentrasi logam berat tersebut pada daerah-daerah tertentu, yang pada akhirnya akan membawa dampak negative terhadap kehidupan manusia. Disamping itu, got-got perkotaan yang membawa berbagai jenis material diketahui telah mengakibatkan pengkayaan logam berat. Akibat buangan tersebut baik yang berasal dari aktivitas manusia maupun yang berasal dari kegiatan industry di sekitar perairan pantai secara bertahap akan mengendap ke dasar perairan.

Diantara bahan pencemar yang ada, yang paling banyak mendapatkan perhatian serius adalah pencemaran yang diakibatkan oleh logam berat, karena sifat pencemaran yang ditimbulkan cukup besar dan cenderung bersifat irreversibel. Sumber logam berat di perairan selain dari alam juga dapat berasal dari berbagai jenis industry seperti minyak bumi, campuran zat-zat kimia, dan lain-lain. Beberapa logam berat, seperti Tembaga (Cu), Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam bentuk organik, selain beracun terhadap makhluk hidup, logam-logam ini juga diketahui berbahaya bagi kehidupan manusia walaupun dalam konsentrasi yang rendah, jadi keberadaannya dalam tubuh makhluk hidup sangat tidak diharapkan.

Adanya fenomena ini, maka studi terhadap distribusi logam berat dalam lingkungan sangat perlu adanya untuk mengetahui apakah di perairan laut dangkal Selat Buton Kabupaten Muna telah mengalami pencemaran atau tidak, sehingga dapat dilakukan anti sipasi atau upaya penanggulangan pencemaran yang dilakukan oleh pihak terkait.

A. Tujuan Penelitian

Bertujuan untuk mengetahui konsentrasi logam berat Cu dan Cd pada sedimen di sekitar perairan laut dangkal Selat Buton Kabupaten Muna.

B. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi berupa data-data primer mengenai tingkat pencemaran oleh logam berat Cu dan Cd pada sedimen di sekitar perairan laut dangkal Selat Buton Kabupaten Muna.

II. METODE PENELITIAN

A. Alat yang digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu neraca analitik, Spektrofotometer Serapan Atom *Spectra A 50 Varians*, Oven / inkubator *Sybron Thermolyne*, Pemanas listrik *Sybron Thermolyne*, Desikator, Gelas Piala, Labu Takar 100 mL, Erlemeyer, Kertas Saring *Whatman*, Pengaduk, Aluminium Foil.

B. Bahan-bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan, yaitu HCl pekat, HNO₃ pekat, Pb(NO₃)₂, ZnSO₄.5H₂O, Aquades.

C. Metode Kerja

1. Pengambilan Sampel

- Sampel diambil di sekitar perairan laut dangkal Selat Buton Kabupaten Muna dengan jumlah sebanyak 10 stasiun.
- Sampel yang diambil dimasukkan ke dalam wadah tertutup dan disimpan di dalam termos es yang selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.

2. Preparasi Sampel

- Kadar air sampel dihilangkan dengan cara dioven pada suhu 100⁰C selama kurang lebih 3 jam, kemudian didinginkan dalam desikator.
- Setelah dihaluskan, ditimbang dengan teliti 2,0000g sampel dan dimasukkan ke dalam gelas piala.
- Ditambahkan 30 mL HCl (p) dan 10 mL HNO₃ (p).
- Dipanaskan hingga agak kering.
- Ditambahkan HNO₃ encer dan akuades.
- Disaring ke dalam labu ukur 100 mL dan dicukupkan volumenya hingga 100 mL dengan pH akhir ± 3.

D. Pembuatan Larutan Baku Induk

1. Pembuatan larutan baku induk Cu 1000 ppm

- Ditimbang dengan teliti 0,3724 g CuCl₂.2H₂O.
- Dilarutkan dan diencerkan dalam labu ukur 1000 mL dengan akuades hingga tepat volumenya. Larutan induk ini setara dengan 1000 mg/L (ppm).

2. Pembuatan larutan baku induk Cd 1000 ppm

- Ditimbang dengan teliti 0,4735 g CdCl₂.3H₂O.

- b. Dilarutkan dan diencerkan dalam labu ukur 1000 mL dengan akuades hingga tepat volumenya. Larutan induk ini setara dengan 1000 mg/L (ppm).

E. Pembuatan Larutan Baku Kerja

1. Pembuatan larutan baku kerja Cu

- a. Larutan baku kerja Cu 100 ppm, dibuat dengan mengambil sebanyak 10 mL larutan baku induk 1000 ppm, kemudian diencerkan dalam labu ukur 100 mL dengan akuades hingga volumenya 100 mL.
- b. Larutan baku kerja Cu 10 ppm, dibuat dengan mengambil sebanyak 10 mL larutan baku kerja 100 ppm, kemudian diencerkan dalam labu ukur 100 mL dengan akuades hingga tepat volumenya.
- c. Deret larutan baku kerja Cu. Diambil masing – masing sebanyak 5, 10, 20, 30 dan 40 mL larutan baku kerja 10 ppm, kemudian diencerkan dalam labu ukur 100 mL dengan aquades hingga tepat volumenya untuk memperoleh konsentrasi 0,5; 1; 2; 3 dan 4 ppm.

2. Pembuatan Larutan Baku Kerja Cd

- a. Larutan baku kerja Cd 100 ppm, dibuat dengan mengambil sebanyak 10 mL larutan baku induk 1000 ppm, kemudian diencerkan dalam labu ukur 100 mL hingga tepat volumenya.
- b. Larutan baku kerja Cd 10 ppm, dibuat dengan mengambil sebanyak 10 mL larutan baku kerja 100 ppm, kemudian diencerkan dalam labu ukur 100 mL dengan akuades hingga tepat volumenya.
- c. Deret larutan baku kerja Cd. Diambil masing – masing sebanyak 2,5; 0,5; 10; 20 dan 30 mL larutan baku kerja 10 ppm, kemudian diencerkan dalam labu ukur 100 mL dengan akuades hingga tepat volumenya untuk memperoleh konsentrasi 0,25; 0,5; 1; 2 dan 3 ppm.

F. Analisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Blanko, larutan baku dan sampel langsung dianalisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) di mana perlakuan terhadap larutan baku dan blanko dikerjakan seperti pengerjaan terhadap sampel yang dianalisis. Kondisi alat saat pengukuran sebagai berikut :

Tabel 1. Kondisi Peralatan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Kondisi	Cd	Cu
Panjang gelombang	228,8 nm	325,7 nm
Tinggi nyala	6 mm	4 mm
Kuat arus	5 mA	7 mA
Lebar celah	3,8 ⊕	3,8 ⊕
Komposisi nyala	Udara-Asetilen	Udara-Asetilen
Laju alir udara	10 L/m	10 L/m
Laju alir asetilen	4 L/m	2,3 L/m

Pengoperasiannya yaitu mengoptimalkan parameter instrument, antara lain menentukan panjang gelombang dan sinar yang masuk ke detektor. Larutan blanko dan sampel diaspirasikan ke dalam nyala udara asetilen. Penunjukan meter harus nol dengan menekan tombol zero-sel.

Secara berturut-turut diaspirasikan larutan baku menurut kenaikan konsentrasi. Nilai serapan dari larutan tersebut dicatat. Dibuat persamaan regresi linear dari serapan larutan baku dengan konsentrasinya. Serapan hasil pengukuran larutan contoh diplotkan ke kurva larutan baku sehingga diperoleh konsentrasi logam yang dianalisis. Kesimpulan diambil dari data yang diperoleh.

G. Analisa Data

Dari hasil pengukuran larutan baku di atas kemudian dibuat grafik untuk masing-masing logam. Untuk menarik suatu garis lurus pada grafik antara absorbans dan konsentrasi, diperlukan bantuan persamaan garis regresi. Sumbu X adalah konsentrasi dalam ppm, sedang sumbu Y adalah absorbans (A). Persamaan garis regresi adalah :

$$Y = a + bx$$

Nilai-nilai a dan b dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$a = \frac{n \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{\sum X - a \cdot \sum X}{n}$$

Walaupun suatu garis lurus dapat saja ditarik dari sejumlah titik yang tersebar dalam grafik, belum tentu terdapat korelasi antara ke dua variabel X dan Y. Cara statistika yang dipakai untuk menentukan adanya hubungan antara dua

variabel ialah koefisien korelasi, r . Koefisien korelasi ini dapat diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{\left\{ \left(n \sum X^2 - (\sum X)^2 \right) \left(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2 \right) \right\}^{1/2}}$$

Dari persamaan ini dapat ditentukan bahwa r dapat mempunyai nilai rentang $-1 \leq r \leq +1$. Nilai $r = -1$ menggambarkan koefisien korelasi negatif sempurna yaitu semua titik potong percobaan terletak pada garis lurus yang negatif lerengnya. Demikian pula bila $r = +1$, didapatkan koefisien korelasi positif sempurna, semua titik terletak tepat pada garis lurus yang positif lerengnya. Bila tidak ada korelasi antara X dan Y , maka nilai r sama dengan nol. Dalam analisis, biasanya grafik kalibrasi memberikan nilai r tidak lebih besar dari 0,99.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Suatu logam berat masuk ke dalam laut secara alami atau berasal dari sumber antropogenik, di mana logam berat hanya sementara saja berada dalam kolom air. Sedimen merupakan media penting dalam penyebaran logam berat dan substansi sedimen menjadi endapan sebagai penyimpanan terakhir dari logam berat (Geyer, 1981).

Sedimen yang berada di daerah pantai (perairan pantai, muara sungai atau estuaria, dan teluk) adalah sedimen kohesif dengan diameter butiran sangat kecil (beberapa mikron). Material sangat halus seperti lumpur dan lempung berdiameter antara 0,063 dan 2,0 mm merupakan sedimen kohesif. Sebagian besar sedimen yang terjadi pada perairan pantai merupakan hasil flokulasi sedimentasi. Untuk sedimen kohesif, kecepatan pengendapan dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti konsentrasi sedimen suspensi, salinitas dan diameter partikel. Konsentrasi suspensi adalah parameter paling penting dalam proses flokulasi yang berarti juga pada kecepatan pengendapan. Salinitas juga berpengaruh terhadap kecepatan pengendapan. Kecepatan pengendapan meningkat cepat dengan salinitas sampai pada 2 part per triliun (ppt) dan kemudian konstan pada salinitas diatas 2 ppt. Diameter butir sedimen berpengaruh terhadap proses flokulasi. Semakin kecil diameter, semakin besar flokulasi.

Dari hasil analisis sampel sedimen yang dilakukan dengan menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom, dapat diketahui bahwa sedimen di perairan Laut Dangkal Selat Buton Kabupaten Muna mengandung logam berat tembaga

(Cu) dan kadmium (Cd). Kandungan logam-logam tersebut memiliki konsentrasi yang bervariasi pada setiap stasiun pengambilan sampel.

Berikut adalah kandungan masing-masing logam berat yang berhasil dianalisis pada masing-masing stasiun pengambilan sampel.

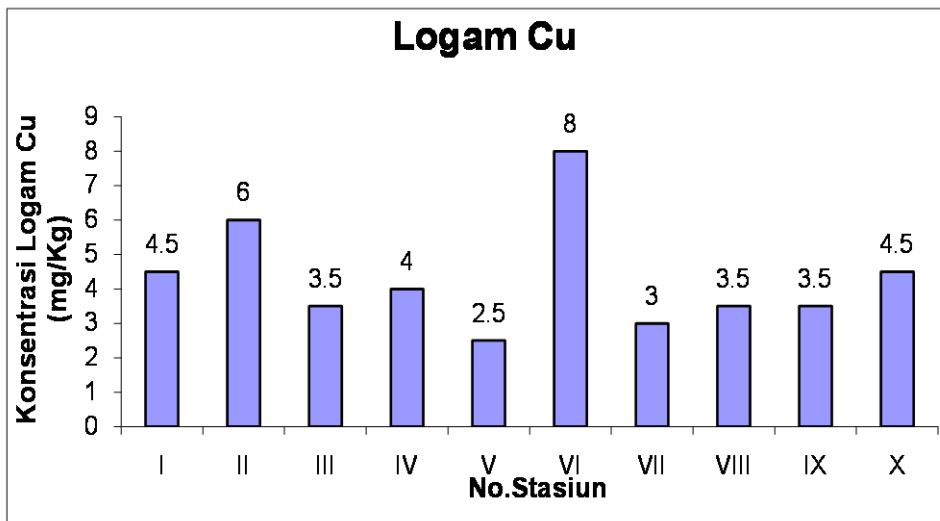
A. Logam Tembaga (Cu)

Logam tembaga merupakan logam yang esensial bagi organisme, namun jika konsentrasinya melebihi nilai ambang batas dari yang dapat ditolerir oleh tubuh organisme, maka dapat menimbulkan keracunan serta efek yang lebih berbahaya lagi.

Berdasarkan data analisis kandungan logam tembaga pada sedimen di perairan laut dangkal Selat Buton Kabupaten Muna, maka diperoleh bahwa Cu dari semua stasiun berkisar antara 2,5 – 8,0 mg/Kg berat kering sedimen dengan konsentrasi rata-rata 4,3 mg/Kg berat kering sedimen. Seperti yang tercantum pada tabel 2 dan gambar I, konsentrasi tertinggi terdapat pada stasiun VI yaitu 8,0 mg/Kg berat kering sedimen dan terendah pada stasiun V yaitu 2,5 mg/Kg berat kering sedimen.

Tabel 2. Daftar konsentrasi logam tembaga (Cu) pada masing – masing stasiun pengambilan sampel dalam satuan mg/Kg berat kering sedimen.

No. Stasiun	Berat kering sedimen (gram)	Konsentrasi Cu (mg/L)	Konsentrasi Cu (mg/Kg)
I	1,9990	0,09	4,5
II	2,0011	0,12	6,0
III	2,0002	0,07	3,5
IV	2,0000	0,08	4,0
V	2,0001	0,05	2,5
VI	2,0000	0,16	8,0
VII	2,0000	0,06	3,0
VIII	2,0001	0,07	3,5
IX	2,0000	0,07	3,5
X	2,0000	0,09	4,5



Gambar I. Histogram konsentrasi logam tembaga (Cu) pada masing-masing stasiun pengambilan sampel

Menurut petunjuk kualitas sedimen yang dibuat oleh *Febris dan Werner (1994)*, konsentrasi maksimum logam tembaga yang diperbolehkan atau masih dapat ditolerir pada sedimen adalah 30 mg/Kg berat kering sedimen. Adapun tingkat konsentrasi yang akan memberikan efek biologis adalah bila kadarnya sudah lebih dari 200 mg/Kg berat kering sedimen.

Dari hasil analisis kandungan logam tembaga pada sedimen diperairan laut dangkal Selat Buton Kabupaten Muna, apabila dibandingkan dengan petunjuk kualitas sedimen (dalam satuan mg/Kg) menurut *Febris dan Werner (1994)*, maka dapat dilihat bahwa pada umumnya konsentrasi logam tembaga yang terkandung pada masing-masing stasiun pengambilan sampel belum mencapai nilai standar yang dapat ditolerir bahkan nilai standar konsentrasi yang dapat menimbulkan efek negatif.

Pada daerah perairan, walaupun tembaga dapat terdeposisi dengan konsentrasi tiap satuan waktu, namun jika kegiatan pembuangan limbah dan atau semacamnya terus berlanjut tanpa ada kontrol hingga waktu yang lama, maka akan bertumpuk dalam perairan khususnya dalam sedimen mengingat logam berat sulit untuk dinetralisasi dari tempatnya dengan waktu paruh yang lama.

Logam Cu pada perairan pantai Selat Buton kemungkinan besar bersumber dari masukan logam Cu secara alamiah ke perairan melalui pengkompleksan partikel logam di udara karena hujan dan juga karena erosi pada batuan karang (Palar, 1994), di mana perairan tersebut banyak terumbu karang yang rusak. Sumber pencemaran yang lain berasal dari limbah domestik yang mengandung logam Cu seperti penggunaan bahan pengawet kayu pada perahu-

perahu nelayan, penggunaan cat anti fouling untuk kapal, penggunaannya untuk algasida serta pada peralatan rumah tangga dan elektronika. Di samping itu adanya air ballast dari kapal-kapal, juga pengikisan bangkai kapal tenggelam yang berada disekitar perairan pantai Selat Buton yang mengandung logam Cu serta berasal dari lumpur minyak yang terbuang ke laut.

B. Logam Kadmium (Cd)

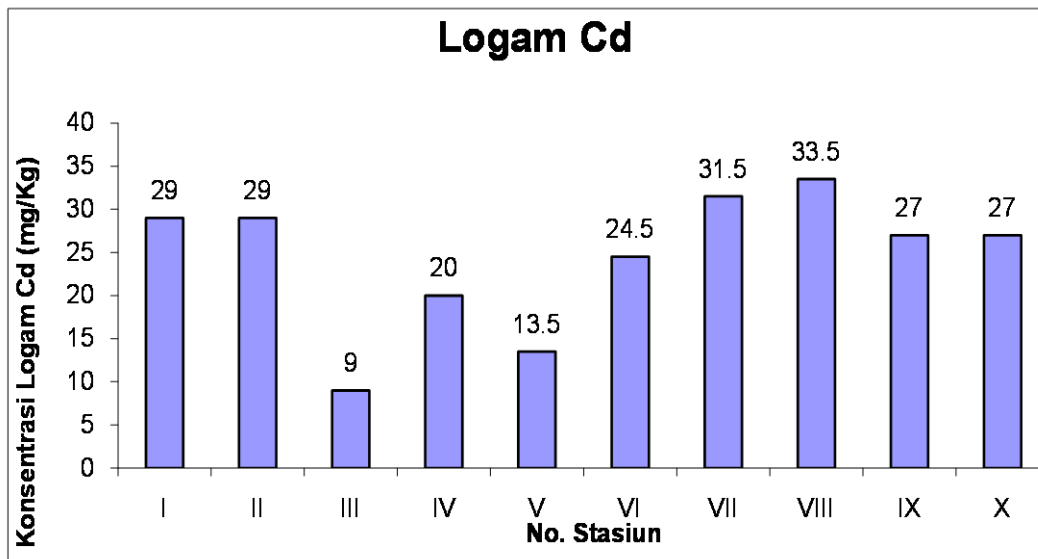
Berbeda dengan logam tembaga, kadmium bukanlah logam yang esensial dimana kehadirannya di dalam tubuh organisme tidak dikehendaki karena logam kadmium tersebut tidak mempunyai fungsi biologis. Jika logam kadmium masuk dalam tubuh, maka akan berakumulasi dengan semua organ dalam tubuh, khususnya hati dan ginjal serta enzim sehingga akan mengganggu kerja sistem metabolisme tubuh.

Keberadaan logam kadmium diperairan dapat bersumber dari pembakaran sampah-sampah kota, batu bara serta kayu, peleburan berbagai jenis biji tambang, pengendapan logam kadmium dari atmosfer, dan limbah domestik.

Hasil analisis Cd dari sampel sedimen di perairan laut dangkal Selat Buton Kabupaten Muna, menunjukkan konsentrasi logam kadmium berkisar antara 9,0 – 33,5 mg/Kg berat kering sedimen dengan konsentrasi rata-rata 24,4 mg/Kg berat kering sedimen. Pada tabel 3 dan gambar II, terlihat bahwa konsentrasi tertinggi terdapat pada stasiun VIII sebesar 33,5 mg/Kg berat kering sedimen, dan terendah 9,0 mg/Kg berat kering sedimen pada stasiun III.

Tabel 3. Daftar konsentrasi logam kadmium (Cd) pada masing – masing stasiun pengambilan sampel dalam satuan mg/Kg berat kering sedimen.

No. Stasiun	Berat kering sedimen (gram)	Konsentrasi Cd (mg/L)	Konsentrasi Cd (mg/Kg)
I	1,9990	0,58	29,0
II	2,0011	0,58	29,0
III	2,0002	0,18	9,0
IV	2,0000	0,40	20,0
V	2,0001	0,27	13,5
VI	2,0000	0,49	24,5
VII	2,0000	0,63	31,5
VIII	2,0001	0,67	33,5
IX	2,0000	0,54	27,0
X	2,0000	0,54	27,0



Gambar II. Histogram konsentrasi logam kadmium (Cd) pada masing-masing stasiun pengambilan sampel

Konsentrasi rata-rata kadar kadmium yang terdeposisi pada perairan (24,4 mg/Kg), maka berdasarkan petunjuk kualitas sedimen dimana konsentrasi logam yang dapat memberikan efek negatif yang terkandung dalam sedimen (8,6 mg/Kg), dapat dikatakan bahwa kondisi perairan laut dangkal Selat Buton Kabupaten Muna telah tercemar berat. Untuk semua stasiun, konsentrasi yang diperoleh telah melebihi nilai ambang batas konsentrasi maksimum yang dapat ditolerir oleh perairan, di mana menurut *Febris* dan *Werner* ambang batas konsentrasi kadmium dalam sedimen suatu perairan hanya 1 mg/Kg.

Jika hal ini dibiarkan terus, maka tidak menutup kemungkinan akan terjadi keracunan kadmium pada masyarakat khususnya yang bermukim di sekitar perairan laut dangkal Selat Buton Kabupaten Muna. Kadmium merupakan logam yang tidak esensial bagi tubuh sehingga meski hanya sedikit konsentrasi yang teradsorpsi ke dalam tubuh tetap akan membahayakan. Logam ini mampu terserap oleh semua organ tubuh khususnya jaringan alveoli paru-paru, kemudian akan berikatan dengan eritrosit dan akhirnya banyak terdeposit pada organ ginjal dan hati. Selain itu, keberadaan kadmium di dalam tubuh akan mengganggu metabolisme karena dapat menghambat kerja enzim sebagai akibat dari pengikatan kadmium dengan gugus SH pada protein. Jika hal ini berlanjut akan menimbulkan kematian. Logam kadmium masuk ke dalam tubuh melalui makanan dan minuman bahkan melalui pernafasan.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian kandungan logam Cu dan Cd pada perairan laut dangkal Selat Buton Kabupaten Muna, Sulawesi Tenggara, memberikan beberapa kesimpulan:

- a. Konsentrasi logam berat Cu berkisar antara 2,5 – 8,0 mg/Kg berat kering sedimen, dengan konsentrasi rata – rata 4,3 mg/Kg berat kering sedimen,
- b. Konsentrasi logam berat Cd berkisar antara 9,0 – 33,5 mg/Kg berat kering sedimen, dengan konsentrasi rata – rata 24,4 mg/Kg berat kering sedimen.

DAFTAR RUJUKAN

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1993. *Toxicological Profil for Cadmium*. (<http://www.cadmium.org/article/health/index.html>).
- Connell, Des W. dan Gregory J Miller. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. UI-Press : Jakarta.
- Dahab, O. A. 1988. *Speciation of Tin Compound in Sediment of the Alexandria Coastal Belt. Water , Air, and Soil Pollution, and International Journal of Environment Pollution*. Kluwer Academic Publisher.
- Day, R. A. Jr. dan A. L. Underwood. 1990. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Edisi kelima. Penerbit Erlangga : Jakarta.
- Diananjaya, L. 1989. *Distribusi Logam Berat Cd, Cu, Pb dan Zn dalam Sedimen Permukaan Laut Dangkal*. Skripsi F. MIPA Unhas : Ujungpandang.
- Febris, G. J. and Werner, G. F. 1994. *Characterization of Toxicants in Sediments from Port Philip Bay: Metals final report*. Departement of Conservation and Natural Resources Melbourne, Australia
- Filov, V. A. Bandman, A. L. And Ivin, B. A., 1993. *Harmful Chemical Substances Vol. 1*. Elements in Groups I-IV of the Periodic Table and their Inorganic Compounds. Harwood Prentice Hall.
- Frank. C. 1995. *Toksikologi Dasar. Asas, Organ Sasaran dan Penilaian Resiko*. Edisi Kelima. UI-Press : Jakarta.
- Geyer, R. A. 1981. *Marine Environmental Pollution*. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam Oxford, New York.
- Hendayana, S. dkk. 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. Edisi pertama. IKIP Semarang Press.
- Hutabarat, S dan S. M. Evans. 1984. *Pengantar Oseanografi*. Penerbit UI-Press : Jakarta.

- Khopkar, S. M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI-Press : Jakarta.
- Merian, E., 1991. *Metal and Their Compounds in the Environment. Occurrence Analysis and Biological Relevance*. VCH Weinheim. New York.
- Mulyono, H., 1996. *Sistem Instrumentasi SSA: Pelatihan Penggunaan SSA untuk Analisis Logam Berat dalam Lingkungan Laut*. Badan Kerja PTN Indonesia Timur.
- Noor, A. dan Ambo Upe., 1992. *Prinsip Spektroskopi dalam Analisis Kimia*. Jurusan Kimia F.MIPA-UH. Makassar.
- Palar, H. I. R. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Penerbit Rineka Cipta : Jakarta.
- Passivitra, J. and R. K. Poole. 1961. *Chemical Ecotoxicology*. Lewis Publisher. Michigan. USA.
- Ramang, M. 1993. *Dasar – Dasar Kimia Analisis Kuantitatif*. Laboratorium Kimia Analitik. F. MIPA-UH: Ujungpandang.
- Stoepler, M., 1992. *Techniques and Instrumentation in Analytical Chemistry Vol. 12, Hazardous Metal in the Environment Institut Fur Chemie, Forschungszentrum Julich GmbH, Institut 4, D-W- 5170Julich, Germany*.
- Skoog, A. Douglas et. All. 1991. *Fundamentals of Analytical chemistry*. 7th edition. Harcourt & Company : Orlando USA.
- Sorensen, E. M. 1991. *Metal Poisoning in Fish*. CRC Press Boca Raton
- Taba., 1997. *Analisa Logam Berat Pb, Cd dan Cu Partikulat Air Laut Sekitar PT. Industri Kapal Indonesia (IKI) dengan SSA*. Skripsi F.MIPA Unhas. Makassar.
- Vogel. 1990. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. Edisi Kelima. PT. Kalman Media Pusaka : Jakarta.
- Wahab, A. W. 1991. *Teknik Spektrofotometer Serapan Atom*. Makalah untuk Kursus Penggunaan Instrumentasi Analisis Kimia Staf Akademik PTN. INTIM. F. MIPA Unhas : Ujungpandang.