

ANALISIS CEMARAN LOGAM BERAT Pb DAN Cd PADA RUMPUT LAUT *Eucheumacottonii* DI DAERAH PERAIRAN KABUPATEN KOLAKA UTARA

Rachmin Munadi¹, Parasmani Hamid²

^{1,2}Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Makassar, Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 9, Makassar

*email korespondensi: rachmin.munadi@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian Analisis Cemaran Logam Berat Pb dan Cd pada Rumput Laut *Eucheumacottonii* di Daerah Perairan Kabupaten Kolaka Utara. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar logam berat Pb dan Cd dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom. Sampel rumput laut *Eucheumacottonii* diambil dari tiga lokasi di Daerah Perairan Kabupaten Kolaka Utara yaitu sampel 1 di Desa Kamisi, sampel 2 di Desa Lawadia dan sampel 3 di Desa Watumea. Sampel diolah dengan cara dicuci dengan air mengalir, dipotong kecil-kecil, ditimbang sebanyak 4 gram, diarangkan dengan kompor listrik, diabukan dalam tanur selama 2 jam dengan suhu 500°C, abu rumput laut didinginkan, setelah itu ditambahkan 5 ml HNO₃ pekat, ditambahkan aquades hingga bibir cawan, dimasukkan kedalam labu ukur 50 ml dan dicukupkan volumenya, disaring sampai bening, terbentuk filtrat dan residu. Filtrat dianalisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom pada panjang gelombang 283,2 nm dan 228,9 nm untuk Pb dan Cd. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar logam Pb berturut-turut adalah 0,59 ppm, 0,89 ppm, 0,59 ppm, untuk sampel 1, 2 dan 3 sedangkan pada logam Cd adalah 0,22 ppm, 0,25 ppm dan 0,29 ppm untuk sampel 1, 2 dan 3. Hasil analisis melebihi nilai ambang batas yang ditetapkan oleh SNI pada tahun 2009 yaitu untuk logam Pb 0,5 ppm dan Cd 0,2 ppm. Sehingga rumput laut yang berasal dari Perairan Kabupaten Kolaka Utara telah terkontaminasi logam Pb dan Cd dan berpotensi menimbulkan akumulasi pada tubuh manusia apabila dikonsumsi dalam jangka panjang.

Kata kunci: Rumput laut, *Eucheuma cottonii*, Pb, Cd, Spektrofotometri Serapan Atom

ABSTRACT

Research has been carried out by the analysis of heavy metal contamination of Pb and Cd on *Eucheuma cottonii* seaweed in the waters of North Kolaka Regency. This study aims to determine the levels of heavy metals Pb and Cd by using atomic absorption spectrophotometry. *Eucheuma cottonii* seaweed samples were taken from three locations in the waters in the North Kolaka Regency, namely sample 1 in Kamisi village, sample 2 in Lawadia village, and sample 3 in Watumea village. Samples were treated by washing with running water, cut it into small pieces, weighed as 4 grams, authored with an electric stove, baked in a furnace for 2 hours at a temperature of 500°C, seaweed ash cooled, after which 5 ml of concentrated HNO₃ was added, added distilled water until the cup lip, put in a 50 ml volumetric flask and sufficient volume, filtered until clear, formed filtrate and residue. The filtrate was analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometer at wavelengths of 283.2 nm and 228.9 nm for Pb and Cd. The results of the analysis showed that the Pb metal content were 0.59 ppm, 0.89 ppm, 0.59 ppm for samples 1, 2 and 3, whereas for the Cd metal were 0.22 ppm, 0.25 ppm, 0.29 ppm for samples 1, 2 and 3. The results of the analysis exceeded the threshold value set by SNI in 2009, namely for metals Pb 0.5 ppm and Cd 0.2 ppm. So that seaweed originating from North Kolaka waters has been contaminated with Pb and Cd metals and has the potential to cause accumulation in the human body if consumed in the long time.

Keywords: Seaweed, *Eucheuma cottonii*, Pb, Cd, Atomic Absorption Spectrophotometry

PENDAHULUAN

Provinsi Sulawesi Tenggara, khususnya Kabupaten Kolaka Utara merupakan suatu budidaya rumput laut *Eucheuma cottonii*, penduduk Kabupaten Kolaka Utara sudah terbiasa memanfaatkan rumput laut *E. cottonii* untuk berbagai kebutuhan utama dan sumber makanan yang diolah oleh penduduk Kolaka Utara seperti penambah bahan untuk kue dan dijadikan lauk-pauk, sebagai pelengkap dari nasi, selain ikan dan sayuran. Rumput laut sering juga disebut sebagai agar-agar karena bersifatnya gel. Sepanjang ini belum ada uraian tentang pencemaran logam berat pada budidaya rumput laut di Kabupaten Kolaka Utara.

Laut merupakan tempat bermuaranya sungai, baik sungai besar maupun sungai kecil. Dengan demikian, laut akan menjadi tempat berkumpulnya zat-zat pencemar yang terbawa oleh aliran sungai.

Dari sekian banyak limbah yang ada di laut, limbah logam berat merupakan limbah yang paling berbahaya karena menimbulkan efek racun bagi manusia [1].

Rumput laut jenis *E. cottonii* banyak dimanfaatkan karena mengandung agar-agar, keraginan, porpiran, furcellaran maupun pigmen fikobilin (terdiri dari fikosierotrin dan fikosianin) yang merupakan cadangan makanan yang mengandung banyak karbohidrat [2]. Pemanfaatan rumput laut dapat dimaksimalkan dengan diversifikasi produk olahan rumput laut yang merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan daya guna, nilai gizi dan nilai ekonomis rumput laut [3]. Sebagai bahan pangan dan obat-obatan, rumput laut mengandung nilai gizi yang penting untuk tubuh manusia. Komponen utama gizi rumput laut terdiri dari karbohidrat, protein, sedikit lemak, dan abu (yang sebagian besar merupakan senyawa garam

natrium dan kalium). Beberapa jenis rumput laut juga mengandung vitamin A, B1, B2, B6, B12, dan C serta mineral seperti kalsium, kalium, fosfor, natrium, zat besi dan iodium [4]. Dari beberapa penelitian diketahui bahwa berbagai jenis spesies alga terutama dari golongan *Chlorophyta* (alga hijau) dan *Phaeophyta* (alga coklat) baik dalam keadaan hidup (sel hidup) maupun dalam bentuk sel mati (biomassa) dan biomassaterimmobilitasi dapat mengadsorpsi ion logam maupun logam berat [5].

Pencemaran logam berat yang masuk ke lingkungan perairan sungai akan terlarut dalam air dan akan terakumulasi dalam sedimen dan dapat bertambah sejalan dengan berjalannya waktu, tergantung pada kondisi lingkungan perairan tersebut [6]. Logam berat dapat berpindah dari lingkungan ke organisme dan dari organisme satu ke organisme yang lain melalui rantai makanan [7].

Air laut dan air tawar dapat mengandung beberapa mineral dan logam berat pencemar yang beracun sebagai akibat kegiatan industri dan buangan limbah [8]. Beberapa logam berat dalam perairan laut seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), merkuri (Hg), seng (Zn) dengan jumlah konsentrasi berlebih merupakan logam beracun dan berbahaya, sementara rumput laut hidup pada lingkungan air laut. Logam-logam seperti Pb, Cd, Hg, dan Zn termasuk dalam unsur non esensial bagi organisme, terutama pada rumput laut [9].

Pencemaran logam berat Pb dan Cd di Daerah Perairan Kabupaten Kolaka Utara terjadi dengan adanya limbah industri, angkutan laut serta limbah rumah tangga. Logam-logam berat yang terlarut dalam badan perairan pada konsentrasi tertentu akan berubah fungsi menjadi sumber racun bagi kehidupan perairan. Meskipun daya racun yang ditimbulkan oleh suatu logam berat terhadap semua biota perairan tidak sama, namun kehancuran dari suatu kelompok dapat menjadikan terputusnya suatu mata rantai kehidupan. Pada tingkat lanjutnya, keadaan ini tentu saja dapat menghancurkan suatu tatanan ekosistem perairan [10].

Logam berat Pb dan Cd mempunyai sifat toksik pada gen dan dapat merusak sistem fisiologi tubuh. Logam Pb dan Cd memiliki tingkat bahaya pada kesehatan manusia. Keberadaan logam-logam tersebut dalam badan perairan dapat berasal dari sumber alamiah dan dari aktivitas manusia. Sumber alamiah masuk kedalam perairan bisa dari pengikisan batuan mineral. Partikel logam yang ada di udara, karena adanya hujan dapat menjadi sumber logam dalam perairan. Logam yang berasal dari aktivitas manusia dapat berupa buangan industri ataupun buangan rumah tangga [11].

Kandungan logam Pb tertinggi pada rumput laut *Caulerpa racemosa* yang dibudidayakan di Perairan Dusun Puntundo sebesar 0,013 mg/Kg yang masih dianggap aman untuk dijadikan bahan konsumsi [12]. Sementara menurut penelitian [13]

bahwa kandungan logam berat Pb pada rumput laut *Gracillaria* sp. segar dan kering tidak memenuhi syarat konsumsi karena melebihi batas maksimum cemaran logam berat. Kandungan logam berat Pb pada agar dan serat layak konsumsi karena kurang dari batas maksimum cemaran logam berat. Kandungan logam berat Pb pada rumput laut *Gracillaria* sp. segar dengan kering tidak berbeda nyata. Sedangkan Kandungan logam berat Pb pada agar dengan serat *Gracillaria* sp. berbeda nyata dan kadar logam berat Pb pada agar lebih kecil dari rumput laut *Gracillaria* sp. sehingga ada penurunan kadar logam Pb dari rumput laut, diolah menjadi agar. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan [14] bahwa hasil analisis kandungan logam berat dalam rumput laut *sargassum* sp. menunjukkan bahwa kandungan logam berat Mn paling tinggi. Berikut urutan rentang konsentrasi logam berat tertinggi sampai terendah pada rumput laut *sargassum* sp. yaitu logam berat $Mn > Cu > Cr > Pb > Cd$. Berturut-turut 1,6890–2,0800ppm; 0,3ppm; 0,1173–0,1730ppm; 0,1147–0,1333ppm; dan 0,1053–0,1333ppm. Konsentrasi setiap logam berat masih berada dibawah baku mutu yang ditetapkan oleh BPOM dan WHO. Hasil analisis menunjukkan rumput laut *sargassum* sp. belum tercemar. Meskipun masih di bawah baku mutu, hal ini menandakan rumput laut *sargassum* sp. telah terkontaminasi logam berat dan dapat menimbulkan potensi terakumulasi pada tubuh manusia apabila dikonsumsi dalam jangka panjang. Berdasarkan hasil penelitian [15] bahwa Kadar logam berat Cd pada rumput laut *E. cottonii* berbeda-beda di setiap lokasi, kadar logam kadmium yang tertinggi pada rumput laut *E. cottonii* pada Desa nipa-nipa 0.2920ppm sedangkan yang terendah pada Desa baruga 0.1824 ppm sehingga hal ini berpengaruh pada kadar logam yang terdapat pada rumput laut. Akibat adanya logam berat dalam perairan dapat mengakibatkan kerusakan pada biota laut bila secara terus menerus biota laut ini mengakumulasi logam berat tersebut, terkhususnya pada rumput laut apabila kadar logam Cd melewati ambang batas maka akan menghambat pertumbuhan rumput laut dan pada akhirnya rumput laut bisa rusak. Berdasarkan hasil penelitian [16] bahwa kandungan *E. cottonii* di Kabupaten Takalar tertinggi pada Desa Sanrobone yaitu 2,4190 ppm sedangkan yang terendah pada Desa Puntundo yaitu 1,9800 ppm dan berada di atas ambang batas yang ditetapkan Standar Nasional Indonesia No.01-3548-1994 dan peraturan Direktorat Jenderal Pengawas Obat dan Makanan (POM) No.037/25/B/SkVII/1989 sebesar 0,2 ppm dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam kadmium pada perairan berpengaruh pada rumput laut.

METODE PENELITIAN

Alat-alat yang digunakan adalah SSA Buck Scientific 205, lampu hollow katoda Pb Buck

Seientrific, lampu hollow katoda Cd Hamamatsu, timbangan analitik Ohaus 250 D, cawan porselin, tanur Furnace Barnskad Thermolyne, kompor listrik, bulb pipet, corong dan alat-alat gelas yang lazim digunakan di laboratorium kimia.

Bahan-bahan yang digunakan adalah Rumput laut (*E. cottonii*), $Pb(NO_3)_2$ Merck, $Cd(NO_3)_2$ Merck, HNO_3 (p) Merck, HCl Merck, NaOH Merck, aquades Merck dan kertas saring Whatman No. 42.

A. PROSEDUR KERJA

1. Preparasi Sampel

Sampel *E. cottonii* dikumpulkan dari tiga lokasi di Perairan Kolaka Utara yaitu sampel 1 di Desa Kamisi, sampel 2 di Desa Lawadia dan sampel 3 di Desa Watumea. Sampel yang sudah diambil dibersihkan dan dicuci dengan air mengalir, kemudian dipotong kecil-kecil lalu ditimbang sebanyak 4 gram, diarangkan pada kompor listrik setelah itu diabukan dalam tungku pemanas (tanur) pada suhu $500^\circ C$ selama 2 jam, didinginkan dalam deksikator. Kemudian dilakukan analisis kualitatif dengan menggunakan pereaksi kimia dan analisis kuantitatif dengan metode SSA.

2. Analisis Kualitatif

Reaksi Identifikasi Pb dan Cd

- Abu *E. cottonii* ditambahkan HCl, jika terbentuk endapan putih atau keruh, positif mengandung logam Pb.
- Abu *E. cottonii* ditambahkan NaOH, jika terbentuk endapan putih atau keruh, positif mengandung logam Cd.

3. Penetapan Kadar Pb dan Cd Secara SSA

- Pembuatan Larutan Baku Pb 1000 ppm

$Pb(NO_3)_2$ sebanyak 1,599 gram ditimbang dengan teliti kemudian dilarutkan dengan HNO_3 5 M sebanyak 5 ml dan dicukupkan dengan aquades ke dalam labu ukur 1000 ml hingga tanda batas.

- Pembuatan Larutan Baku Cd 1000 ppm

$Cd(NO_3)_2$ sebanyak 1,925 gram ditimbang dengan teliti kemudian dilarutkan dengan HNO_3 5 M sebanyak 5 ml dan dicukupkan

dengan aquades ke dalam labu ukur 1000 ml hingga tanda batas.

- Pembuatan Larutan Baku Pb dan Cd 10 ppm

Sebanyak 0,5 ml larutan baku Pb dan Cd 1000 ppm masing-masing dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml kemudian diencerkan dengan aquades hingga tanda batas.

- Pembuatan Deret Larutan Standar Pb dan Cd

Pembuatan deret standar untuk Pb, dipipet 0,4 ml; 0,8 ml; 1,6 ml; 3,2 ml; 6,4 ml dari larutan baku Pb 10 ppm, masing-masing dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml kemudian dicukupkan volumenya dengan aquades hingga tanda batas, sehingga diperoleh konsentrasi larutan 0,08 ppm; 0,16 ppm; 0,32 ppm; 0,64 ppm; 1,28 ppm. Sedangkan untuk larutan Cd, dipipet 0,05 ml; 0,25 ml; 0,5 ml; 2,5 ml; 5 ml dari larutan baku Cd 10 ppm masing-masing dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml lalu dicukupkan volumenya dengan aquades hingga tanda batas, sehingga diperoleh konsentrasi larutan Cd 0,01 ppm; 0,05 ppm; 0,1 ppm; 0,5 ppm; dan 1 ppm.

4. Penentuan SSA dari Pb dan Cd

Ditimbang sampel sebanyak 4 gram dalam cawan porselin, diarangkan menggunakan kompor listrik kemudian diabukan dalam tungku pemanas (tanur) pada suhu $500^\circ C$ selama 2 jam, didinginkan dalam deksikator, ditambahkan 5 ml asam nitrat pekat, kemudian ditambahkan aquades hingga bibir cawan, disaring, selanjutnya dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml, dicukupkan volumenya dengan aquades hingga tanda batas, dikocok, dan larutan beningnya dianalisis dengan SSA pada panjang gelombang untuk Pb 283,2 nm dan untuk Cd 228,9 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

- Hasil Analisis Kualitatif Logam Berat Pb dan Cd pada Sampel Rumput Laut *Eucheuma cottonii*

Tabel 1. Hasil identifikasi Logam Berat Pb

Sampel	Pereaksi	Hasil	Keterangan
Abu <i>E. cottonii</i>	HCl	Endapan putih dalam larutan dingin	+

Tabel 2. Hasil identifikasi Logam Berat Cd

Sampel	Pereaksi	Hasil	Keterangan
Abu <i>E. cottonii</i>	NaOH	Endapan putih, endapan tidak larut dalam reagensia berlebih	+

- Hasil Analisis Logam Berat Pb dan Cd Menggunakan SSA pada Sampel Rumput Laut *Eucheuma cottonii*

Hasil analisis logam Pb pada sampel rumput laut *E. cottonii* adalah berturut-turut untuk sampel 1, 2 dan 3 adalah 0,59 ppm, 0,89 ppm, dan 0,59 ppm. Sedangkan hasil analisis logam Cd pada

rumput laut *E.cottonii* berturut-turut untuk sampel 1, 2 dan 3 adalah 0,22 ppm, 0,25 ppm, dan 0,29 ppm. Kadar tersebut melampaui nilai ambang batas yang ditetapkan oleh SNI pada tahun 2009 yaitu untuk logam Pb 0,5 ppm dan Logam Cd 0,2

ppm. Hal ini menunjukkan rumput laut *E.cottonii* di Daerah Kabupaten Kolaka Utara telah terkontaminasi logam berat dan berpotensi menimbulkan akumulasi pada tubuh manusia apabila dikonsumsi dalam jangka panjang.

Tabel 3. Hasil analisis logam berat Pb pada sampel rumput laut *Eucheuma cottonii*

No	Kode Sampel	Berat Sampel (g)	Vol. Sampel (ml)	Kadar Pb (ppm)
1.	Sampel1	4,1035	50	0,592
2.	Sampel 2	4,0325	50	0,890
3.	Sampel 3	4,1520	50	0,589

Tabel 4. Hasil analisis logam berat Cd pada sampel rumput laut *Eucheuma cottonii*

No	Kode Sampel	Berat Sampel (g)	Vol. Sampel (ml)	Kadar Cd (ppm)
1.	Sampel 1	4,1035	50	0,215
2.	Sampel 2	4,0325	50	0,246
3.	Sampel 3	4,1520	50	0,293

Kadar logam Pb yang di peroleh tertinggi pada sampel 2 dibandingkan dengan sampel 1 dan 3. Pencemaran logam Pb pada sampel 2 memiliki kadar yang tinggi diakibatkan karena adanya alat transportasi laut, kapal nelayan yang sering beroperasi setiap hari serta limbah dari rumah tangga sehingga aktivitas manusia di Desa Lawadia lebih banyak dibandingkan Desa Kamisi dan Desa Watumea.

Kadar logam Cd yang tertinggi pada sampel 3 dibandingkan dengan sampel 1 dan 2 yang memiliki kadar logam Cd yang berbeda dan lebih rendah. Tercemarnya rumput laut pada sampel 3 diakibatkan karena adanya aktivitas dari industri yang letaknya tidak jauh dari lokasi pengambilan sampel sehingga di Desa Watumea lebih tinggi cemaran logam Cd dibandingkan Desa Kamisi dan Desa Lawadia.

Menurut hasil penelitian sebelumnya [17] untuk Daerah Sulawesi Tenggara kadar logam Pb dan Cd di Perairan Wawobatu masing-masing sebesar 3,704 ppm dan 0,784 ppm. Kadar logam Pb di Perairan Kendari 0,823 ppm, di Perairan Kolaka 0,038 ppm dan Perairan Lawele 0,038 ppm. Data hasil penelitian pada Tabel 3 dan 4, jika dibandingkan dengan hasil penelitian cemaran logam berat di beberapa perairan di daerah Sulawesi Tenggara diatas ditemukan dua lokasi yang kadar cemaran logam berat Pb melebihi dari Tabel 3 yaitu lokasi Perairan Wawobatu dan Teluk Kendari, sedangkan cemaran logam berat Pb yang terendah di temukan pada lokasi Perairan Kolaka dan Lawele, hasil cemaran logam berat Cd pada Lokasi Perairan Wawobatu lebih tinggi dari Tabel 4 sedangkan pada Perairan Lawele tidak terdeteksi.

Cemaran logam berat dari ke empat lokasi yang berasal dari Daerah Sulawesi Tenggara memiliki kadar logam dan sumber cemaran yang berasal dari limbah

industri/pertambangan, limbah pertanian, limbah rumah tangga, kegiatan transportasi laut serta berasal dari aktifitas perkotaan.

Logam Pb dan Cd memiliki tingkat bahaya pada kesehatan manusia dimanadari sekian banyak limbah yang ada di laut, limbah logam berat merupakan limbah yang paling berbahaya karena menimbulkan efek racun bagi manusia [4].

Berdasarkan hasil uraian di atas, salah satu pemicu dari pencemaran logam berat di Daerah Perairan Kabupaten Kolaka Utara yaitu arus perairan dari ke empat lokasi diatas yang berkesinambungan dengan lokasi sampel selain itu adanya cemaran dari berbagai wilayah dan limbah yang masuk ke lingkungan perairan sehingga akan terlarut dalam air serta terakumulasi dalam sedimen dan dapat bertambah dengan berjalannya waktu. Sehingga kadar cemaran yang ada pada sampel rumput laut *E. cottonii* telah terkontaminasi logam berat dan melampaui nilai ambang batas yang di tentukan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil identifikasi sampel rumput laut *E.cottonii* positif mengandung logam berat Pb dan Cd.
2. Kadar logam Pb pada sampel rumput laut *E.cottonii* di Daerah Perairan Kabupaten Kolaka Utara pada sampel 1 dan 3 memiliki kadar yang sama yaitu 0,59 ppm dan sampel 2 yaitu 0,89 ppm. Sedangkan untuk kadar logam Cd pada sampel 1, 2, dan 3 berturut-turut yaitu 0,22 ppm; 0,25 ppm dan 0,29 ppm. Kadar tersebut melampaui nilai ambang batas yang ditetapkan oleh SNI pada tahun 2009 yaitu untuk logam Pb 0,5 ppm dan Cd 0,2 ppm sehingga rumput laut *E.cottonii* di Daerah Perairan Kabupaten Kolaka Utara

berpotensi menimbulkan akumulasi pada tubuh manusia apabila dikonsumsi dalam jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Boran, M, dan Altinok, I. 2010. A Review of Heavy Metals in Water, Sediment and Living Organisms in the Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. Vol. 2, No. 5 : 43-44.
- [2] Nafed, K. 2011. Rumput Laut dan Produk Turunannya. *Warta Ekspor*, 16 Oktober 2011
- [3] Lubis, Y., Erfriza, N., Ismaturrahmi, dan Fahrizal. 2013. Pengaruh Konsentrasi Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*) dan Jenis Tepung pada Pembuatan Mie Basah. *Jurnal. Teknik Pertanian*. Vol. 3, No. 5: 27.
- [4] Poncomulyo, T., Maryani, H. dan Kristiani, L. 2006. *Budidaya dan Pengolahan Rumput Laut*. Jakarta: AgroMedia Pustaka. Halaman: 161.
- [5] Rusmiti, D. 2011 *Uji Aktivitas Antibakteri Etanol Rumput laut*, Bandung : Universitas Pajajaran. Halaman: 70.
- [6] Wulan, S. P., Thamrin & Amin, B. 2013. *Konsentrasi, Distribusi dan Korelasi Logam Berat Pb, Cr dan Zn pada Air dan Sedimen di Perairan Sungai Siak sekitar Dermaga PT. Indah Kiat Pulp and Paper Perawang- Provinsi Riau*. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Riau. Halaman: 45.
- [7] Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungan dengan Toksikologi Senyawa Logam*. UI Press, Jakarta. Halaman: 7-8.
- [8] Gandjar, S. M. dan Rohman, A. 2010. *Kimia Farmasi Analisis*. Cetakan VII. Pustaka pelajar. Yogyakarta. Halaman: 305-312.
- [9] Lamai, C., Maleeya, K., Prayad. P. E., Suchart, U. dan Varasaya, S. 2005. "Toxicity and Accumulation of Lead and Cadmium In The Filamentous Green Algae *Cladophora fracta* (O. F. Muller ex Vahl) Kutzinger". *A Laboratory Study. Scienceasia*. Halaman: 6.
- [10] Palar, H. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta. Halaman: 501.
- [11] Mamboya, F.A. 2007. *Heavy Metal Contamination and Toxicity*. Stockholm University. Halaman: 221.
- [12] Yalcin, G., Narin, I., & Soylak, M. 2008. *Multivariate Analysis of Heavy Metal Contents of Sediments From Gumusler Creek, Nigde, Turkey. Environmental Geology*. Vol. 3, No 20: 298.
- [13] Qumain, S, Dharmawan, A dan Prabaningtyas, S. 2015. *Analisis Perbandingan Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Rumput Laut Gracillaria Sp. Dan Agar Desa Kupang, Kecamatan Jabon, Sidoarjo*. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang. Halaman 49-50.
- [14] Manalu, F. L . 2017. *Kajian Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd), Kromium (Cr), Tembaga (Cu), Dan Mangan (Mn) Pada Rumput Laut (Sargassum Sp.) Di Pesisir Teluk Lampung Secara Spektrofotometri Serapan Atom*. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Bandar Lampung. Halaman: 42-43.
- [15] Teheni, M. T, Nafie, N. L. dan Dali, S. 2016. *Analisis Logam Berat Cd Dalam Alga Eucheuma cottonii Di Perairan Kabupaten Bantaeng*. Universitas Hasanuddin, Makassar. Halaman: 350.
- [16] Teheni, M. T. dan Syamsidar, H. S. 2012. *Penentuan Kadar dan Distribusi Spasial Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Rumput Laut Eucheuma Cottonii Asal Perairan Kabupaten Takalar Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)*. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar. Halaman: 40-41
- [17] Depik. 2014. *Kandungan logam berat dalam sedimen di Perairan Teluk Wawobatu, Kendari, Sulawesi Tenggara*. Pusat Penelitian Oseanografi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2O-LIPI). Ancol Timur. Jakarta. Halaman: 44.