

PENENTUAN KADAR LOGAM Pb DAN Cd PADA RUMPUT LAUT *Sargassum Polycystum*

Bhayu Gita Bhernama^{1*}, Isru Ulfa Zuliana¹, Cut Nuzlia¹

¹Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

*E-mail : deta.chavez1678@gmail.com

Abstract : *Sargassum Polycystum* seaweed are belong to the brown algae (*Phaeophyceae*) group which has the potential to accumulate heavy metals Pb and Cd. This study aims to determine the levels of heavy metals Pb and Cd accumulated in *Sargassum Polycystum*. The method is a wet digestion process with a solvent in the form of HNO₃: H₂O₂ (6:2) as much as 30 mL: 10 mL. The solution resulting from the destruction obtained is analyzed for its concentration using AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer). The results obtained in this study were the levels of Pb of <0,0001 mg/Kg and Cd of <0,0004 mg/Kg. Pb and Cd metals in *Sargassum Polycystum* do not exceed the standard limits that have been set.

Keywords : *Sargassum Polycystum*, destruction, lead (Pb), cadmium (Cd),

Abstrak : Rumput laut *Sargassum Polycystum* termasuk dalam golongan alga coklat (*Phaeophyceae*) yang memiliki potensi dalam mengakumulasi logam berat Pb dan Cd. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar logam berat Pb dan Cd yang terakumulasi pada rumput laut *Sargassum Polycystum*. Metode yang digunakan adalah proses destruksi basah dengan pelarut berupa HNO₃ : H₂O₂ (6:2) sebanyak 30 mL: 10 mL. Larutan hasil destruksi yang diperoleh dianalisis konsentrasinya menggunakan SSA (Spektrofotometer Serapan Atom). Hasil yang didapatkan dalam penelitian kadar logam Pb dan Cd pada rumput laut *Sargassum Polycystum*, sebesar <0,0001 mg/Kg dan 0,0004 mg/Kg. Logam Pb dan Cd pada rumput laut *Sargassum Polycystum* tidak melebihi batas standar yang telah ditetapkan

Kata Kunci : *Sargassum Polycystum*, destruksi, timbal (Pb), cadmium (Cd)

PENDAHULUAN

Teknologi yang semakin maju membuat pembangunan yang pesat di berbagai bidang. Pembangunan tersebut tidak selalu berdampak positif bagi lingkungan sekitar, tetapi juga menimbulkan dampak negatif. Perkembangan pembangunan yang tidak berwawasan lingkungan dapat

menyebabkan kerusakan dan terganggunya ekosistem, baik itu ekosistem darat, udara maupun perairan (Kusuma dkk. 2014). Sesuai dengan Undang-undang RI Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengolahan Lingkungan Hidup pasal 1 ayat 14 disebutkan bahwa pencemaran lingkungan adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat,

energi atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia, sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan.

Salah satu pencemaran yang berada di perairan disebabkan oleh logam berat yang berasal dari aktivitas manusia diantaranya aktivitas perahu bermotor (Siaka, 2016), pembuatan perahu, zat pengawet kayu pada perahu dan cat anti karat pada kapal. Kegiatan tersebut mengakibatkan adanya pencemaran logam seperti logam timbal (Pb) (Azhar dkk. 2012) dan kadmium (Cd) (Rumahlatu, 2011).

Logam-logam berat tersebut dapat terakumulasi kedalam biota laut seperti rumput laut (Sudiarta, 2009), ikan dan kerang (Arifin, 2011). Logam berat merupakan suatu senyawa yang bersifat toksik terhadap makhluk hidup dan lingkungan sekitar (Yulianto, 2018). Batas maksimal logam berat yang boleh masuk pada lingkungan perairan diantaranya yaitu Pb sebanyak 0,03 mg/L dan Cd 0,01 mg/L (Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001).

Salah satu komoditas unggulan yang kaya nutrisi dan senyawa bioaktif potensial untuk kesehatan manusia yaitu rumput laut. Rumput laut tahun 2016 produksinya mencapai 11 juta ton dan tahun 2017 ditargetkan naik menjadi 13,4 juta ton (Manteu dkk. 2018). Rumput laut sudah lama dikenal di Indonesia sebagai bahan makanan tambahan, sayuran dan obat tradisional. Senyawa yang dihasilkan oleh rumput laut yaitu koloid yang disebut fikokoloid yakni agar, alginat dan karaginan. Pemanfaatannya kemudian berkembang untuk kebutuhan bahan baku industri makanan, kosmetik, farmasi dan kedokteran. Rumput laut termasuk ke dalam golongan tanaman berderajat rendah (Radiena, 2014). Berdasarkan kandungan pigmen yang terdapat dalam *thallus* rumput laut dibedakan menjadi tiga kelas yaitu: kelas *Chlorophyceae* (alga hijau), *Rhodophyceae* (alga merah) dan *Phaeophyceae* (alga coklat). Ketiganya memiliki nilai ekonomis penting dikarenakan kandungan senyawa kimianya (Yanuarti dkk. 2017). Rumput

laut *Sargassum*, *Padina* dan *Turbinaria* termasuk kedalam rumput laut coklat (*Phaeophyceae*) (Manteu dkk. 2018) sedangkan rumput laut *Kappaphycus Alvarezzi* merupakan rumput laut dari kelas alga merah (*Rhodophyceae*) dan rumput laut *Caulerpa* sp. termasuk kedalam kelas alga hijau (*Chlorophyceae*) (Merdekawati, 2009).

Rumput laut *Sargassum* sp. termasuk kedalam jenis rumput laut coklat (*Phaeophyceae*). *Sargassum* sp. mempunyai thallus yang berbentuk silindris dan memiliki panjang thallus sekitar 7 cm, serta memiliki daun yang lebar, lonjong dan berbentuk seperti pedang. Selain itu, *Sargassum* sp. juga memiliki cabang yang menyerupai pepohonan di darat dan memiliki gelembung udara (Pamungkas, 2013). Sedangkan rumput laut *Sargassum Polycystum* juga termasuk kedalam jenis rumput laut coklat (*Phaeophyceae*) yang memiliki thallus yang berbentuk silindris berduri kecil, batang yang pendek dan cabang yang rimbun (Tuiyo, 2013).

Penelitian Azizah (2018), Rumput laut *Sargassum* sp. ialah salah satu biota air yang mampu menyerap logam berat Pb yang berada di perairan Teluk Awur Jepara. Logam berat Pb yang diserap oleh rumput laut *Sargassum* sp. pada bulan november 2017 dan januari 2018 berkisar antara 0,22 - 0,79 mg/Kg dan menurut Alim (2014), rumput laut *Sargassum Polycystum* juga dapat menyerap logam berat Pb. Rumput laut *Sargassum Polycystum* mengandung bahan organik yang mampu mengikat logam berat, sehingga rumput laut *Sargassum Polycystum* mampu menyerap logam berat Pb berkisar 16,89 – 17,59 mg/Kg di perairan Pulau Pari.

Berdasarkan latar belakang di atas maka dilakukan penelitian menentukan kadar logam berat Pb dan Cd pada rumput laut *Sargassum Polycystum*

METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) SHIMADZU AA-7000, neraca analitik, penangas air, Erlenmeyer, gelas kimia, gelas kimia, kaca arloji, gelas ukur, labu takar, corong, spatula, batang pengaduk, pipet tetes, *cutter*, dan kantong sampel.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel rumput laut, asam nitrat (HNO_3) p.a, timbal (II) nitrat ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) p.a, kadmium sulfat okta hidrat ($\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) p.a, hidrogen peroksida (H_2O_2) p.a, akuades (H_2O).

Prosedur Penelitian

Pengambilan Sampel Rumput Laut

Rumput laut *Sargassum Polycystum* yang berada pada perairan laut Desa Gunong Cut, Kecamatan Samadua, Kabupaten Aceh Selatan diambil dan dipreparasi sebanyak $\pm 3\text{Kg}$. Rumput laut *Sargassum Polycystum* dari habitatnya dan dimasukkan ke dalam karung sampel (Khatimah, 2016). Pengambilannya sampel rumput laut *Sargassum Polycystum* dilakukan dengan teknik sampling "aksidental". Teknik ini merupakan teknik penentuan sampel berdasarkan kebetulan terhadap jenis rumput laut *Sargassum Polycystum* yang ditemukan (Maduriana, 2009). Setelah sampel rumput laut *Sargassum Polycystum* dilakukan uji taksonomi.

Preparasi Sampel Rumput Laut

Sampel rumput laut *Sargassum Polycystum* yang diambil di perairan Gunong Cut Aceh Selatan, sebanyak 3 Kg dibersihkan dengan air hingga bersih dan dijemur di bawah sinar matahari selama 1 hari hingga kering. Kemudian sampel rumput laut dipotong sehingga kecil.

Analisis Sampel Rumput Laut *Sargassum Polycystum*

Sampel rumput laut *Sargassum Polycystum* yang telah dipreparasi ditimbang sekitar 0,5 g Kemudian

dilakukan destruksi basah dengan menggunakan campuran asam HNO_3 dan H_2O_2 . Dengan perbandingan volume larutan HNO_3 sebanyak 10 mL dan H_2O_2 sebanyak 2 mL. Kemudian hasil dari destruksi dianalisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rumput laut coklat adalah rumput laut yang tumbuh liar di kawasan perairan laut dan salah satu sumber daya yang tumbuh di terumbu karang. Rumput laut *Sargassum Polycystum* termasuk ke dalam kelas rumput laut coklat (Manteu dkk. 2018). Rumput laut *Sargassum Polycystum* memiliki *thallus* silindris berduri kecil dan batang pendek (Tuiyo, 2013). Bentuk morfologi dari rumput laut *Sargassum Polycystum* dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Rumput laut *Sargassum Polycystum*

Penentuan jenis rumput laut dilakukan uji taksonomi. Uji taksonomi dilakukan secara studi literature dan dilakukan uji taksonomi secara laboratorium. Hasil uji dari laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Taksonomi dari rumput laut *Sargassum Polycystum*

| Klarifikasi Taksonomi | <i>Sargassum Polycystum</i> |
|-----------------------|-----------------------------|
| Kingdom | <i>Plantae</i> |
| Phylum | <i>Phaeophyta</i> |
| Kelas | <i>Phaeophyceae</i> |

| | |
|---------|-----------------------------|
| Ordo | <i>Fucales</i> |
| Family | <i>Sargassaceae</i> |
| Genus | <i>Sargassum</i> |
| Spesies | <i>Sargassum Polycystum</i> |

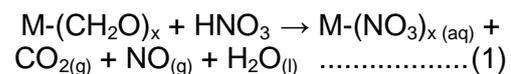
Proses penentuan kadar logam Pb dan Cd dari rumput laut *Sargassum Polycystum* dilakukan menggunakan metode destruksi. Destruksi adalah suatu metode perusakan oksidatif dari bahan organik sebelum penetapan suatu analit anorganik atau untuk memecah ikatan dengan logam. Metode destruksi ada dua macam yaitu metode destruksi basah dan metode destruksi kering. Pada penelitian ini dilakukan metode destruksi basah. Sampel rumput laut *Sargassum Polycystum* yang telah dipreparasi, dilakukan penentuan kadar logam Pb dan Cd dengan metode destruksi basah. Hidayati (2013) dalam artikelnya menjelaskan bahwa metode destruksi basah lebih bagus dari pada metode destruksi kering karena suhu yang digunakan tidak terlalu tinggi sehingga dapat mengurangi tingkat kehilangan senyawa yang diinginkan dan prosesnya berlangsung lebih cepat. Metode destruksi basah juga dapat digunakan untuk mengetahui unsur-unsur dengan konsentrasi yang rendah. Metode destruksi ini digunakan untuk membantu proses oksidasi serta perubahan senyawa-senyawa organik dengan bantuan energi panas dan larutan oksidator kuat pada proses destruksinya. Larutan oksidator yang digunakan dalam penelitian ini adalah asam nitrat dan hidrogen peroksida.

Metode destruksi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu destruksi basah terbuka menggunakan penagas air. Proses pemanasan dilakukan pada suhu 100°C karena asam nitrat memiliki titik didih pada suhu 120°C. Hal ini dilakukan agar larutan asam nitrat tidak menguap ketika proses destruksi dilaksanakan (Amalullia, 2016). Akbar (2017) menjelaskan bahwa proses pemanasan berfungsi untuk mempercepat terjadinya proses pemutusan antara logam dengan senyawa organik pada ikatan senyawa

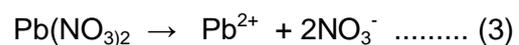
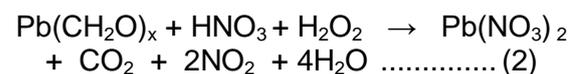
kompleks. Pada dasarnya kekuatan ikatan kovalen lebih kecil dari pada ikatan ionik. Sehingga ikatan kovalen akan lebih cepat mengalami pemutusan ikatannya dengan senyawa organik.

Penambahan HNO₃ berfungsi untuk membentuk logam anorganik dari bentuk logam organik. Ketika dilakukan pemanasan akan terbentuk gas CO₂. Gas CO₂ terbentuk akibat terjadinya penguraian bahan organik yang ditandai dengan timbulnya gelembung-gelembung gas ketika destruksi dilakukan. Selain gas CO₂ pada tahap ini juga dapat terbentuk gas NO_x. Sedangkan penambahan H₂O₂ berfungsi sebagai oksidator kuat untuk mempercepat serta menyempurnakan proses destruksi sampel (Wulandari & Sukei, 2013).

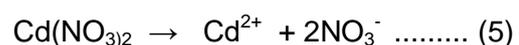
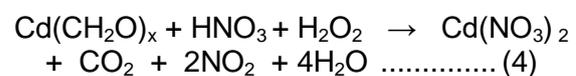
Berikut reaksi yang terjadi ketika proses destruksi logam menjadi bentuk garamnya yaitu (Wulandari & Sukei, 2013):



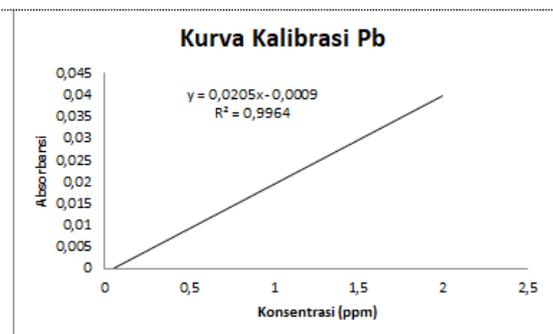
Adapun reaksi yang terjadi ketika penambahan larutan oksidator pada sampel saat didestruksi adalah sebagai berikut (Fathoni, 2018):



Sedangkan reaksi yang terjadi ketika penambahan oksidator pada sampel saat destruksi pada logam Cd sebagai berikut :

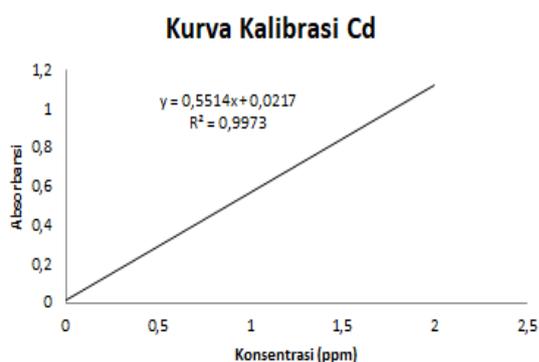


Analisis kandungan logam Pb dilakukan pembuatan larutan standar dengan variasi konsentrasi larutan Pb dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Kurva kalibrasi standar Pb

Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi larutan Pb maka akan semakin tinggi nilai absorbansi yang dihasilkan. Berdasarkan data yang di hasilkan dari grafik di atas, maka dapat dibuat persamaan garis linier $y = bx + a$. Dimana y adalah absorbansi sampel, a adalah *intersep*, b adalah *slope* dan x adalah konsentrasi sampel, sehingga dari persamaan linier tersebut dapat diperoleh persamaan kurva larutan standar logam Pb berbentuk $y = 0,0205x - 0,0009$. Dari persamaan linier di atas menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9964. Hal ini menunjukkan bahwa respon instrumen SSA terhadap konsentrasi larutan standar telah memenuhi syarat, karena nilai R^2 telah mendekati +1. Nilai koefisien korelasi (R^2) menunjukkan hubungan antara konsentrasi dan absorbansi secara linear. Hal ini menunjukkan bahwa hasil tersebut sesuai dengan hukum *Lambert-Beer* (Agusti, 2019). Analisa kandungan logam Cd dilakukan pembuatan larutan standar dengan variasi konsentrasi larutan Cd dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Kurva kalibrasi standar Cd

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi larutan Cd maka akan semakin tinggi nilai absorbansi yang dihasilkan. Berdasarkan data yang di hasilkan dari grafik di atas, maka dapat dibuat persamaan garis linier $y = bx + a$. Dimana y adalah absorbansi sampel, a adalah *intersep*, b adalah *slope* dan x adalah konsentrasi sampel, sehingga dari persamaan linier tersebut dapat diperoleh persamaan kurva larutan standar logam Cd berbentuk $y = 0,5514x + 0,00217$. Dari persamaan linier di atas menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9973. Hal ini menunjukkan bahwa respon instrumen SSA terhadap konsentrasi larutan standar telah memenuhi syarat, karena nilai R^2 telah mendekati +1. Nilai koefisien korelasi (R^2) menunjukkan hubungan antara konsentrasi dan absorbansi secara linear. Hal ini menunjukkan bahwa hasil tersebut sesuai dengan hukum *Lambert-Beer* (Agusti, 2019).

Logam Pb dan Cd merupakan salah satu bahan pencemar di lingkungan perairan yang dapat membahayakan makhluk hidup di sekitar lingkungan tersebut. Dari hasil analisis di laboratorium, memperlihatkan bahwa rumput laut *Sargassum Polycystum* telah mengakumulasi logam Pb dan Cd yang berasal dari perairan. Hasil pengukuran serapan pada rumput laut *Sargassum Polycystum* untuk analisis logam Pb dan Cd dengan instrumen SSA SHIMADZUU AA-7000 logam Pb sebanyak $<0,0001$ mg/kg dan logam Cd sebanyak $<0,0004$ mg/Kg. Penyerapan konsentrasi logam Pb dan Cd oleh rumput laut *Sargassum Polycystum* sama. Berdasarkan data yang diperoleh dapat diketahui bahwa konsentrasi logam Pb dan Cd pada rumput laut tersebut rendah.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa rumput laut *Sargassum Polycystum* tidak tercemar oleh logam Pb dan Cd. Logam yang terakumulasi masih dibawah kadar yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI). Dimana kadar logam Pb dan Cd yang ditetapkan oleh SNI 2690:

2015 adalah Pb: 0,3 mg/Kg dan Cd: 0,1 mg/Kg. Hal ini menunjukkan kadar logam yang terserap masih dibawah standar yang ditetapkan, sehingga perairan tidak tercemar oleh logam berat Pb dan Cd. Menurut Setiabudi (2014) menjelaskan bahwa rumput laut merah *Eucheuma cottoni* mampu menyerap logam berat. Dari hasil pengujian logam Cd pada perairan Sumenep dan Pamekasan menunjukkan bahwa logam yang diserap oleh rumput laut sebanyak 0,0262 dan 0,0182 ppm di daerah Pamekasan masih di bawah kadar yang telah di tentukan, sedangkan di daerah Sumenep sebanyak 0,1314 dan 0,1298 ppm. hal ini menunjukkan bahwa kandungan logam di daerah Sumenep lebih besar daripada di daerah Pamekasan dan melebihi batas kadar logam yang telah ditentukan, sehingga logam berat lebih mudah diserap oleh rumput laut.

Rumput laut *Sargassum Polycystum* mampu menyerap logam berat, bisa dilihat dari hasil penyerapan yang dianalisis. Menurut Yulianto dkk (2018) rumput laut mampu menyerap logam berat dengan baik. Akan tetapi, jika rumput laut menyerap logam secara

berlebih akan mengakibatkan gangguan pada fisiologi dan morfologi yang menghambat pertumbuhannya hingga pada tingkat kematian. Data hasil analisis kadar logam Pb dan Cd yang terakumulasi pada rumput laut *Sargassum Polycystum* menggunakan SSA SHIMADZU AA-7000 dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Data hasil pengukuran logam Pb dan Cd

| No | Sampel Rumput Laut | Konsentrasi Logam (ppm) | |
|----|-----------------------------|-------------------------|---------|
| | | Pb | Cd |
| 1. | <i>Sargassum Polycystum</i> | <0,0001 | <0,0004 |

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang maka disimpulkan bahwa kadar logam berat Pb sebanyak <0,0001 mg/Kg dan Cd sebanyak <0,0004 mg/Kg pada rumput laut *Sargassum Polycystum*

DAFTAR RUJUKAN

- Agusti, A., N. (2019). Analisis Logam Timbal Dan Tembaga Terhadap Daya Serap Rumput Laut *Gracilaria* sp. sebagai Bioabsorben. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Ar-raniry.
- Akbar, S. (2017). Fitoremediasi Tanaman Paku Pakis (*Pteris vittata*) dengan Penambahan Karbon Aktif Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Terhadap Limbah Merkuri (Hg). *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Alim, D, H. (2014). Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Air, Sedimen dan Rumput Laut *Sargassum Polycystum* Di Perairan Pulau Pari. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor
- Amalullia, D. (2016). Analisis Kadar Timbal (Pb) pada Eyeshadow dengan Variasi Zat Pengoksidasi dan Metode Destruksi Basah Menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA). *Skripsi*. UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Arifin, Z. (2011). Konsentrasi Logam Berat di Air, Sedimen dan Biota di Teluk Kelabat, Pulau Bangka. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 3(1),104-114

- Azhar, H., Widowati, I. & Suprijanto, J. (2012). Studi Kandungan Logam Berat Pb, Cu, Cd, Cr pada Kerang Simpson (*Amusium pleuronectes*), Air dan Sedimen di Perairan Wedung, Demak Serta Analisis *Maximum Tolerable Intake* pada Manusia. *Jurnal Of Marine Research*, 1(2), 35 - 44
- Azizah, R., Malau, R., Susanto, AB., Santosa, G, W., Hartati, R., Irwani. & Suryono. (2018). Kandungan Timbal pada Air, Sedimen dan Rumput Laut *Sargassum sp.* Di Perairan Jepara, Indonesia. *Jurnal Kelautan Tropis*. 21(2), 160 – 164
- Fathoni, A, Z. (2018). Analisis Kadar Timbal (Pb) dalam Selada (*Lactuca Sativa L.*) Menggunakan Metode Destruksi *Microwave* Secara Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Hidayati, E., N. (2013). Perbandingan Metode Destruksi Pada Analisis Pb Dalam Rambut Dengan AAS. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang.
- Khatimah, K. (2016). Analisis Kandungan Logam Timbal (Pb) pada *Caulerpa Racemosa* yang dibudidayakan di Perairan Dusun Puntondo, Kabupaten Takalar. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin.
- Kusuma, I. D. G. D. P., Wiratini, N. M., & Wiratma, I. G. L. (2014). Isoterm Adsorpsi Cu^{2+} Oleh Biomassa Rumput Laut *Eucheuma Spinosum*. *E-Journal*, 2(1), 1-10.
- Maduriana, I, M. & Sudira, I, W. (2009). Skrining dan Uji Aktivitas Antibakteri Beberapa Rumput Laut dari Pantai Batu Bolong Canggus dan Serangan. *Buletin Veteriner udayana*. 1(2), 70 - 71
- Manteu, S. H., Nurjanah & Nurhayati, T. (2018). Karakteristik Rumput Laut Coklat (*Sargassum polycystum* dan *Padina minor*) Dari Perairan Pohuwato Provinsi Gorontalo. *JPHPI*, 21(3), 396–405.
- Merdekawati, W. (2009). Kandungan dan Komposisi Pigmen Rumput Laut serta Potensinya Untuk Kesehatan. *Squalen*. 4(2), 42.
- Pamungkas, T, A., Ridio, A. & Sunaryo. (2013). Pengaruh Suhu Ekstraksi Terhadap Kualitas Natrium Alginat Rumput Laut *Sargassum sp.*. *Journal Of Marine Research*. 2(3),
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001. *Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Lampiran II
- Radiena, M. S. Y. (2014). Pengolahan Rumput Laut (*Eucheuma sp*) Menjadi Produk Pengharum Ruangan Aromaterapi. *Majalah Biam*, 10(1), 31–36.
- Rumahlatu, D. (2011). Konsentrasi Logam Berat Pada Air, Sedimen dan *Deadema setosum* (*Echinodermata, Echinidea*) di Perairan Pulau Ambon. *Ilmu Kelautan*. 16(2), 78-85
- Setiabudi, D., Arief, M., & Raharja, B. S. (2014) Analisa Perbedaan Nilai Konsentrasi Logam Berat Kadmium (Cd) pada Rumput Laut (*Eucheuma cottoni*) di Perairan Pamekasan dan Sumenep-Madura. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 6(2), 201-206
- Siaka, I. M., Suastuti, N.G. A. M. D. A., & Mahendra, I. P. B. (2016). Distribusi Logam Berat Pb dan Cu pada Air Laut, Sedimen, dan Rumput Laut di Perairan Pantai Pandawa. *Jurnal Kimia*. 10(2). 190-196.
- SNI 2354.5: 2015. (2015). *Cara Uji Kimia-Bagian 5: Penentuan Kadar Logam*

- berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Produk Perikanan*. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta
- SNI 2690: 2015. (2015). *Rumput Laut Kering*. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta
- Sudiarta, I. W. (2009). Biosorpsi Ion Cr (III) pada Rumput Laut *Eucheuma Spinosum* Teraktivasi Asam Sulfat, *Jurnal Kimia*, Bali: *Jurusan Kimia FMIPA*. 3(2). 93-100.
- Tuiyo, R. (2013). Identifikasi Alga Coklat (*Sargassum sp.*) di Provinsi Gorontalo. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan kelautan*. 1(3), 194
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009. *Perlindungan dan Pengolahan Lingkungan Hidup*. Lembaran Negara Nomor 5059
- Wulandari, E. A. R., & Sukei. (2013). Preparasi Penentuan Kadar Logam Pb, Cd dan Cu dalam Nagget Ayam Rumput Laut Merah (*Eucheuma cottonii*). *Jurnal Sains dan Seni POMITS*, 2(3). 15-17.
- Yulianto, B., Pramesti, R., Hamdani, R., Sunaryo & Santoso, A. (2018). Kemampuan Biosorpsi dan Pertumbuhan Rumput Laut *Gracilaria sp.* Pada Media Mengandung Logam Berat Kadmium (Cd). *Jurnal Kelautan Tropis*. 21(2).130-135.
- Yanuarti, R., Nurjannah, Anwar, E., & Pratama, G. (2017). Kandungan Senyawa Penangkal Sinar Ultra Violet dari Ekstrak Rumput Laut *Eucheuma cottonii* dan *Turbinaria conoides*. *Biosfera*, 34(2), 51–58.