

**STUDI EFEKTIVITAS RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* DAN *Sargassum cristaefolium*
DALAM MENYERAP LOGAM BERAT KADMIUM (Cd)**

**ARTIKEL SKRIPSI
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Oleh:
CATUR SUGIARTO
NIM. 12508060111058



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016**

**STUDI EFEKTIVITAS RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* DAN *Sargassum cristaefolium*
DALAM MENYERAP LOGAM BERAT KADMIUM (Cd)**

**ARTIKEL SKRIPSI
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Sebagai salah satu Syarat untuk Memperoleh Gelar sarjana Kelautan di
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya

Oleh:
CATUR SUGIARTO
NIM. 125080601111058



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016**



ARTIKEL SKRIPSI

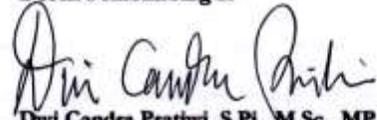
STUDI EFEKTIVITAS RUMPUT LAUT *Euचेuma cottonii* DAN *Sargassum cristaefolium*
DALAM MENYERAP LOGAM BERAT KADMIUM (Cd)

Oleh :
CATUR SUGIARTO
NIM. 125080601111058

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I


Dedi Yona, S.Pi., M.Sc. Stud., D.Sc.
NIP. 19781229 200312 2 002
Tanggal: 11 AUG 2016

Dosen Pembimbing II


Dwi Candra Pratiwi, S.Pi., M.Sc., MP
NIP. 19860115 201504 2 001
Tanggal: 11 AUG 2016



Mengetahui,
Ketua Jurusan
(D). I. Daduk Setyohadi, MP
NIP. 19630608 198703 1 003
Tanggal: 11 AUG 2016

STUDI EFEKTIVITAS RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* DAN *Sargassum cristaefolium* DALAM MENYERAP LOGAM BERAT KADMIUM (Cd)

Catur Sugiarto¹⁾, Defri Yona²⁾, Dwi Candra Pratiwi²⁾

ABSTRAK

Bidang perindustrian telah mengalami kemajuan yang sangat pesat. Kemajuan yang sangat pesat tersebut ternyata juga memberikan efek yang negatif bagi manusia terutama pada lingkungan, yakni dengan adanya limbah yang mengandung logam berat. Salah satu logam berat yang berada di perairan dan beracun bagi makhluk hidup adalah kadmium (Cd). Upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir keberadaan limbah yang mengandung logam berat adalah dengan memanfaatkan rumput laut sebagai biosorben. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium, di mana terdapat 4 perlakuan yakni *Eucheuma cottonii* kontrol (A), *Sargassum cristaefolium* kontrol (B), *Eucheuma cottonii* dipapar logam berat Cd (C), *Sargassum cristaefolium* dipapar logam berat Cd (D). Penelitian ini dilaksanakan selama 10 hari dan menunjukkan bahwa rumput laut *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* mampu menyerap logam berat kadmium. Persentase penyerapan logam berat kadmium tertinggi yakni perlakuan D (99,1%), lalu diikuti oleh perlakuan C (97,4%), perlakuan B (64,9%), serta perlakuan A (59,1%). Hasil statistik ANOVA dan BNT menunjukkan bahwa *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* memiliki perbedaan dalam menyerap logam berat kadmium. Penelitian ini menunjukkan bahwa rumput laut *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dikategorikan sebagai tanaman *excluder* (BCF < 1). Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa rumput laut *Sargassum cristaefolium* lebih efektif dalam menyerap logam berat kadmium dibandingkan dengan *Eucheuma cottonii*.

Kata kunci : Pencemaran Air, Limbah Industri, Biosorben

- 1) Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya
- 2) Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya

STUDY OF THE EFFECTIVITY OF SEAWEED *Eucheuma cottonii* AND *Sargassum cristaefolium* IN ABSORBING HEAVY METALS CADMIUM (Cd)

Catur Sugiarto¹⁾, Defri Yona²⁾, Dwi Candra Pratiwi²⁾

ABSTRACT

Industrial sectors have progressed very rapidly. Unfortunately, these progresses have also gave negative effects for human being, specifically within environmental sectors that were polluted by heavy metals. One of toxic heavy metals that presents in the waters is cadmium (Cd). Seaweed has been used to minimize heavy metals in the environment as biosorbent. This research was conducted as laboratory experiment, with four treatments: *Eucheuma cottonii* control (A), *Sargassum cristaefolium* control (B), *Eucheuma cottonii* exposed to heavy metal Cd (C), *Sargassum cristaefolium* exposed to heavy metals Cd (D). The experiment was conducted for 10 days and the result showed that *Eucheuma cottonii* and *Sargassum cristaefolium* were able to absorb cadmium. The highest absorption of cadmium was in treatment D (99.1%), followed by treatment C (97.4%), treatment B (64.9%), and treatment A (59.1%). Statistical result of ANOVA and LSD showed that *Eucheuma cottonii* and *Sargassum cristaefolium* absorbed cadmium differently. BCF value showed that *Eucheuma cottonii* and *Sargassum cristaefolium* are categorized as *excluder plants* (BCF < 1). Based on the result of this research, it can be concluded that seaweed *Sargassum cristaefolium* was more effective in absorbing the heavy metals cadmium compared to *Eucheuma cottonii*.

Keywords: Water Pollution, Industrial Waste, Biosorbent

- 1) Student of The Faculty of Fisheries and Marine Science, Brawijaya University
- 2) Lecturer of The Faculty of Fisheries and Marine Science, Brawijaya University

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini, bidang perindustrian telah mengalami kemajuan yang sangat pesat. Kemajuan yang sangat pesat tersebut selain memberikan efek menguntungkan bagi manusia juga memberikan efek yang buruk bagi manusia terutama lingkungan. Pencemaran merupakan salah satu efek kemajuan industri yang dapat merusak lingkungan. Pencemaran yang terjadi di laut secara langsung maupun tidak langsung dapat disebabkan oleh pembuangan limbah ke dalam laut, di mana salah satu bahan pencemar utama yang terkandung dalam buangan limbah adalah logam berat yang beracun (Ihsan *et al.*, 2015).

Logam berat merupakan bahan pencemar yang perlu perhatian khusus jika keberadaannya telah berada di lingkungan dengan tingkat toksisitas tinggi. Limbah logam berat dapat menjadi beracun karena sifatnya yang sulit didegradasi. Salah satu logam berat yang berada di perairan dan beracun bagi makhluk hidup adalah kadmium (Cd). Kadmium (Cd) mempunyai penyebaran sangat luas dan dapat ditemukan dalam berbagai sumber di alam (Lestari *et al.*, 2007). Limbah logam berat terutama Kadmium (Cd) yang tidak sesuai dengan standar baku mutu akan mengakibatkan terjadinya peningkatan konsentrasi logam berat di dalam perairan. Ekosistem perairan estuari dan pesisir merupakan salah satu wilayah yang rentan akan pencemaran karena letaknya yang berdekatan dengan aktifitas manusia di daratan.

Salah satu upaya untuk meminimalisir keberadaan logam berat adalah dengan memanfaatkan rumput laut. Rumput laut merupakan organisme yang dapat

mengakumulasi bahan pencemar, terdapat dalam jumlah yang banyak, dan korelasi antara kandungan bahan pencemar dalam air dan dalam tubuh organisme dapat ditunjukkan. Rumput laut menawarkan keuntungan untuk biosorpsi karena memiliki struktur yang makroskopis sehingga dapat digunakan sebagai biosorben (Raya and Ramlah, 2012).

Penggunaan rumput laut sebagai biosorben telah dilakukan oleh beberapa peneliti, seperti Lestari *et al* (2007) yang melakukan penelitian menggunakan rumput laut jenis *Sargasum* sp sebagai biosorben terhadap logam berat Cr dengan kapasitas adsorpsi sebesar 35 mg/g. Penelitian lain dari Diantariani *et al* (2008) yang menggunakan rumput laut jenis *Eucheuma* sp sebagai absorben. Rumput laut *Eucheuma* sp ternyata mampu menyerap logam berat Cr dengan kapasitas maksimum yakni sebesar 8,5 mg/g.

Berdasarkan beberapa penelitian yang dijelaskan di atas, rumput laut *Eucheuma* dan *Sargasum* bermanfaat sebagai absorben logam berat. Selama ini masih sedikit informasi mengenai spesies mana yang memiliki kemampuan daya serap lebih efektif terhadap logam berat. Perlu adanya suatu penelitian mengenai efektivitas antara rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* terutama dalam menyerap logam berat kadmium (Cd), sehingga nantinya dapat diketahui spesies mana yang lebih efektif digunakan dalam pemulihan lingkungan perairan yang tercemar.

Tujuan dari penelitian ini antara lain untuk mengetahui:

1. Kemampuan absorpsi rumput laut *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* terhadap paparan logam berat kadmium.
2. Potensi tanaman rumput laut *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* sebagai biosorben logam berat kadmium di perairan.
3. Efektivitas antara rumput *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* dalam mengabsorpsi logam berat kadmium.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Reproduksi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Adapun uji analisis kandungan logam berat dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Malang. Pelaksanaan penelitian ini dimulai pada bulan Maret hingga April 2016.

Bahan uji yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut spesies *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* yang berasal dari budidaya di Kabupaten Sumenep, Madura. *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* yang digunakan dalam penelitian sebanyak 15 gram berat basah yang akan diletakkan pada setiap toples media penelitian. Wadah uji untuk penelitian ini adalah media tanam berupa toples plastik bening dengan ukuran volume 10 liter sebanyak 16 buah dan setiap wadah diisi air laut sampel sebanyak 5 liter.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian ini

menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan empat perlakuan dan empat kali ulangan. Perlakuan yang diberikan meliputi rumput laut *Eucheuma cottonii* tanpa diberi logam berat (kontrol) (A), rumput laut *Sargassum cristaefolium* tanpa diberi logam berat (kontrol) (B), rumput laut *Eucheuma cottonii* dipapar logam berat Cd (C), rumput laut *Sargassum cristaefolium* dipapar logam berat Cd (D).

Larutan pencemar (logam Cd) yang digunakan pada media percobaan adalah CdCO₃ yang dibuat dalam bentuk larutan stok dengan konsentrasi 1000 ppm. Pembuatan larutan stok Cd 1000 ppm yakni dengan cara melarutkan CdCO₃ sebanyak 1,5359 gram dengan 1 liter akuades. Konsentrasi logam berat kadmium yang dipapar pada tiap perlakuan yakni sebesar 1 ppm. Konsentrasi 1 ppm didasarkan adanya asumsi bahwa keberadaan logam berat pada konsentrasi 1 ppm dalam suatu perairan akan menyebabkan biota yang hidup pada perairan tersebut akan mengalami gangguan metabolisme karena melebihi ambang batas, yang pada akhirnya dapat menyebabkan kematian (Yulianto *et al.*, 2006). Pembuatan larutan dengan konsentrasi 1 ppm yakni dibutuhkan 5 mL larutan stok kemudian dilarutkan ke dalam air laut hingga mencapai volume 5 liter.

Parameter kualitas air yang diamati pada penelitian ini meliputi suhu, salinitas, pH dan oksigen terlarut (DO) selama 10 hari. Metode analisis data yang digunakan adalah sidik ragam (ANOVA: *Analysis Of Variance*). ANOVA digunakan untuk menguji pengaruh perlakuan dari sebuah percobaan. Persentase penyerapan logam berat Cd oleh rumput laut *Eucheuma*

cottonii dan *Sargassum cristaefolium* diukur dengan rumus (Ghoneim *et al.*, 2014):

$$\text{Metal removal (\%)} = \sum \left| \frac{Co-Ce}{Ce} \right| \times 100\%$$

Keterangan :

Co = Konsentrasi Logam Berat awal (mg/L)

Ce = Konsentrasi Logam Berat akhir (mg/L)

Bio-Concentration Factor (BCF) merupakan hasil analisis yang biasanya digunakan untuk mengetahui indikator suatu organisme dalam menyerap bahan-bahan organik maupun anorganik pada lingkungan baik darat maupun di air. Rumus perhitungan nilai BCF sebagai berikut (Mukhtasor, 2007):

$$BCF = \left\{ \frac{\sum \text{Rata-rata Logam Cd (Rumput Laut)}}{\sum \text{Rata-rata Logam Cd (Air)}} \right\}$$

Nilai kategori dari *Bio-Concentration Factor* dibagi menjadi 3 kategori antara lain:

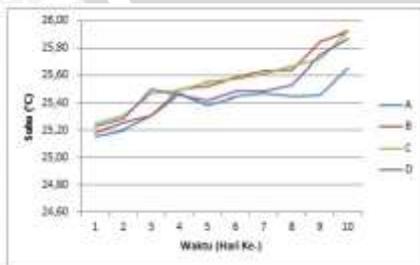
1. *Accumulator* : apabila nilai BCF > 1
2. *Indicator* : apabila nilai BCF = 1
3. *Excluder* : apabila nilai BCF < 1

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Parameter Kualitas Air

3.1.1. Suhu

Berdasarkan hasil pengukuran suhu selama penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata suhu cenderung mengalami peningkatan setiap harinya meskipun tidak terlalu drastis. Nilai suhu berada pada kisaran 25,2-25,93°C (Gambar 1).

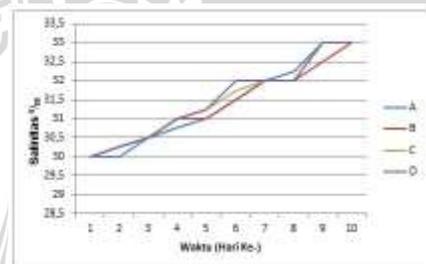


Gambar 1. Grafik Pengukuran Suhu

Suhu tertinggi selama penelitian terdapat pada hari ke 10 sedangkan suhu terendah pada saat hari ke 1. Suhu diduga sangat berpengaruh untuk pertumbuhan rumput laut dalam melakukan fotosintesis, selain itu naiknya suhu juga diduga karena metabolisme rumput laut terhadap logam berat mengalami peningkatan sehingga nilai suhu juga meningkat. Kisaran suhu 25,15-25,93°C masih dalam kondisi yang optimal bagi kehidupan rumput laut *Euheuma cottoni* dan *Sargassum cristaefolium*. Suhu air yang optimal bagi pertumbuhan rumput laut berada pada kisaran 20-30°C (Anggadireja *et al.*, 2006).

3.1.2. Salinitas

Nilai terendah pada hari pertamasalinitas sedangkan salinitas tertinggi berada pada hari ke 10. Grafik menunjukkan bahwa selama 10 hari pengamatan, salinitas mengalami kenaikan (Gambar 2). Nilai salinitas berada pada kisaran 30-33,35 ppt.

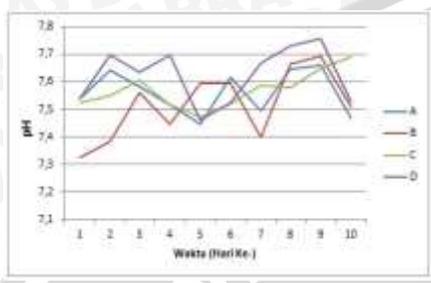


Gambar 2. Grafik Pengukuran Salinitas

Nilai salinitas masih tergolong normal bagi rumput laut. Nilai salinitas sangat dipengaruhi oleh suplai air tawar ke air laut, curah hujan, musim, topografi, pasang surut dan evaporasi. Salinitas merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan rumput laut. Kondisi salinitas yang baik untuk pertumbuhan rumput laut yaitu berkisar antara 15-35 ppt (Dahuri, 2001).

3.1.3. pH

Berdasarkan hasil pengukuran selama 10 hari didapatkan nilai rata-rata pH berada pada kisaran 7,41-7,77 (Gambar 3). Hasil pengamatan harian menunjukkan nilai pH mengalami kenaikan dan penurunan.

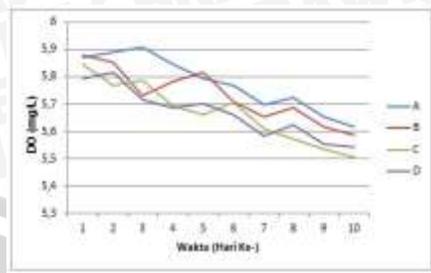


Gambar 3. Grafik Pengukuran pH

Kisaran nilai pH selama pengamatan termasuk dalam kategori yang layak bagi rumput laut. Menurut Ihsan *et al*(2015), pH merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi produktifitas perairan. Nilai pH pada suatu perairan mempunyai pengaruh yang besar terhadap organisme perairan, sehingga seringkali dijadikan petunjuk untuk menyatakan baik buruknya suatu perairan. Tinggi rendahnya pH dipengaruhi oleh fluktuasi kandungan O₂ maupun CO₂. Nilai pH yang sesuai bagi pertumbuhan rumput laut berada pada kisaran 6,8-9,0.

3.1.4. Oksigen Terlarut (DO)

Berdasarkan hasil pengamatan kadar oksigen terlarut selama penelitian, nilai oksigen terlarut cenderung mengalami penurunan pada semua perlakuan. Nilai DO yang didapatkan bekisar antara 5,46-5,91 mg/L (Gambar 4). Kandungan oksigen terlarut pada hari pertama merupakan kandungan yang paling tinggi sedangkan kandungan oksigen terlarut yang paling rendah pada hari ke 10.



Gambar 4. Grafik Pengukuran DO

Faktor-faktor yang menurunkan kadar oksigen dalam air laut adalah kenaikan suhu air, respirasi (khusus pada malam hari), dan masuknya limbah organik yang mudah terurai ke lingkungan laut. Kandungan oksigen terlarut selama penelitian masih dalam kategori yang baik bagi rumput laut. Batas optimum oksigen terlarut pertumbuhan rumput laut yakni > 4 mg/L (Aslan, 1999).

3.2. Persentase Penyerapan Logam Berat

3.2.1. Sampel Air

Tabel persentase penurunan logam berat di air disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase Penurunan Logam Berat di Air

Perlakuan	Co	Ce ± Stdev	Logam Yang Diserap	(%)
A	0,0271 mg/L	0,0188 mg/L	0,0083 mg/L	30,4
		± 0,0011		
B	0,0271 mg/L	0,0172 mg/L	0,0099 mg/L	36,6
		± 0,0003		
C	1,0256 mg/L	0,4736 mg/L	0,5520 mg/L	53,8
		± 0,01		
D	1,0256 mg/L	0,4423 mg/L	0,5832 mg/L	56,9
		± 0,02		

Nilai persentase penurunan logam berat Cd di air tertinggi terdapat pada perlakuan D (*Sargassum cristaeifolium* yang dipapar logam berat Cd) yakni sebesar 56,9%, sedangkan nilai

persentase penurunan terendah terdapat pada perlakuan A (*Euचेuma cottonii* kontrol) sebesar 30,4%. Penurunan kadar logam berat pada perlakuan dua spesies rumput laut baik kontrol (tanpa dipapar logam berat Cd) maupun rumput laut yang dipapar logam berat Cd memiliki perbedaan. Nilai perlakuan B (*Sargassum cristaefolium* kontrol) memiliki persentase penurunan yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan A (*Euचेuma cottonii* kontrol), sama halnya dengan nilai perlakuan C dan D (*Sargassum cristaefolium* dan *Euचेuma cottonii* yang dipapar logam berat Cd), di mana nilai persentase penurunan lebih tinggi pada perlakuan D (*Sargassum cristaefolium*). Berdasarkan hasil penelitian, kedua spesies rumput laut sama-sama memiliki kemampuan untuk dapat menurunkan kadar logam berat Cd dalam air, namun penurunan kadar logam berat Cd di air pada rumput laut *Sargassum cristaefolium* lebih besar daripada rumput laut *Euचेuma cottonii*.

3.2.2. Sampel Rumput Laut

Nilai persentase penyerapan logam berat tertinggi pada perlakuan D (*Sargassum cristaefolium* dipapar Cd) yakni sebesar 99,1% sedangkan nilai persentase terendah pada perlakuan A (*Euचेuma cottonii* kontrol) yakni sebesar 59,1%. Berdasarkan nilai persentase penyerapan logam berat, perlakuan A dan B (*Euचेuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* kontrol) menunjukkan perbedaan kadar logam berat awal dan akhir yang mengalami kenaikan meskipun tidak terlalu drastis selama penelitian. Tabel penyerapan logam berat Cd pada rumput laut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase Penyerapan Logam Berat Pada Rumput Laut

Perlakuan	Co	Ce ± Stdev	Logam Yang Diserap	(%)
A	0,0215 mg/L	0,0342 mg/L ± 0,0008	0,0127 mg/L	59,1
B	0,0192 mg/L	0,0317 mg/L ± 0,0016	0,0124 mg/L	64,9
C	0,0679 mg/L	0,1341 mg/L ± 0,01	0,0662 mg/L	97,4
D	0,0784 mg/L	0,1561 mg/L ± 0,009	0,0777 mg/L	99,1

Hasil tersebut menunjukkan asumsi bahwa kedua rumput laut mampu menyerap logam berat kadmium pada lingkungan perairan secara alami. Menurut Saifullah dan Haryati (2014), beberapa spesies makroalga telah ditemukan memiliki kemampuan yang cukup tinggi untuk mengabsorpsi ion-ion logam, baik dalam keadaan hidup maupun dalam bentuk sel mati. Rumput laut menawarkan keuntungan dalam mengabsorpsi logam berat karena memiliki struktur yang makroskopis sehingga dapat digunakan sebagai biosorben.

Persentase penyerapan rumput laut logam berat rumput laut *Sargassum cristaefolium* sebesar 99,1%, sedangkan *Euचेuma cottonii* sebesar 97,4%. Nilai penyerapan *Sargassum cristaefolium* lebih besar daripada *Euचेuma cottonii*. Berdasarkan hasil penelitian ini, rumput laut *Sargassum cristaefolium* diasumsikan mampu menyerap logam berat Cd lebih baik dibandingkan dengan rumput laut *Euचेuma cottonii* karena secara persentase memiliki nilai yang lebih tinggi. Menurut Atmadja *et al* (1996), secara morfologi rumput laut *Sargassum*

cristaeifolium dan *Euclima cottonii* memiliki bentuk morfologi yang berbeda. Bentuk morfologi rumput laut *Sargassum cristaeifolium* memiliki ciri-ciri bentuk thalus yang umumnya silindris atau gepeng, cabangnya rimbun menyerupai pohon di darat, bentuk daun melebar, lonjong atau seperti pedang, warna thallus umumnya coklat. Rumput laut *Euclima cottonii* memiliki morfologi thallus silindris, serta permukaan elastis dan licin.

Alga coklat merupakan salah satu jenis makroalga yang memiliki kemampuan biosorben yang baik. Hal ini dikarenakan alga coklat (*Sargassum*) memiliki kapasitas biosorpsi logam yang tinggi. Alga coklat juga memiliki asam alginat yang berperan dalam menyerap ion logam berat. Alga coklat juga memiliki asam alginat yang berperan dalam menyerap ion logam berat. Asam alginat yang terdapat pada rumput laut coklat merupakan bahan yang berfungsi sebagai biosorpsi dengan gugus fungsional karboksilat (RCOOH) dan hidroksil (OH) yang akan berperan dalam proses pertukaran ion dalam pembentukan senyawa kompleks (Chen and Yang, 2005).

Hal ini juga didukung oleh pernyataan Kleinubing *et al* (2010) bahwa rumput laut *Sargassum* merupakan alga laut coklat yang mempunyai kemampuan absorpsi yang tinggi dikarenakan dinding selnya mengandung polisakarida. *Sargassum* diketahui sebagai sumber iodium alamiah. Pemanfaatan lainnya adalah *Sargassum* telah diperlihatkan memiliki kemampuan sebagai penyerap logam berat yang baik.

3.3. Perubahan Morfologi Rumput Laut

Morfologi rumput laut pada tiap perlakuan memiliki perbedaan. Hal ini disebabkan adanya penambahan Cd pada tiap perlakuan selama 10 hari penelitian. Perubahan morfologi rumput laut selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Perubahan Morfologi Rumput Laut Pada Tiap Perlakuan

Morfologi rumput laut pada perlakuan A (*Euclima cottonii* kontrol) masih terlihat normal selama penelitian di mana warnanya masih berwarna hijau, sedangkan pada perlakuan C (*Euclima cottonii* dipapar logam berat Cd) terlihat mengalami perubahan di mana warnanya mulai mengalami perubahan menjadi hijau kekuningan serta ujung thallusnya mulai memutih dan mudah patah. Morfologi perlakuan B (*Sargassum cristaeifolium* kontrol) masih terlihat normal yakni daunnya berwarna coklat segar, sedangkan perlakuan D (*Sargassum cristaeifolium* dipapar Cd) daunnya mengalami perubahan warna menjadi coklat kehitaman dan mudah robek.

3.4. Nilai *Bio-Concentration Factor* (BCF)

Nilai BCF ini bisa digunakan untuk mengetahui kategori tumbuhan tersebut. Nilai hasil perhitungan BCF disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Bio Concentration Factor

Perlakuan	Rata-rata Konsentrasi Cd pada Rumput Laut (mg/L) ± Stdev	Rata-rata Konsentrasi Cd pada Air (mg/L) ± Stdev	BCF
C	0,1341 ± 0,10	0,4736 ± 0,01	0,28
D	0,1561 ± 0,01	0,4423 ± 0,21	0,35
Rata-rata	0,15	0,46	0,32

Tabel di atas menunjukkan nilai BCF pada perlakuan C (*Eucheuma cottonii* dipapar logam berat Cd) yakni sebesar 0,28 sedangkan perlakuan D (*Sargassum cristaefolium* dipapar Cd) sebesar 0,35. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kedua spesies rumput laut termasuk dalam kategori tanaman *metal excluder* (BCF<1). Menurut Irawanto (2015), tanaman kategori *metal excluder species* merupakan tanaman yang bisa mencegah masuknya logam berat yang masuk dari lingkungan, menjaga konsentrasi logam tetap rendah dalam air serta menjaga metabolisme tubuh mereka agar tidak terjadi kerusakan sel maupun jaringan.

3.5. Nilai ANOVA

Berdasarkan hasil ANOVA didapatkan nilai Fhitung > Ftabel 5% (5,99 (Tabel 4).

Tabel 4. Hasil Perhitungan ANOVA

SK	DB	JK	KT	F Hitung	Ftab 5%
perlakuan	1	0,00097	0,00097	10,78	5,99
Sisa	6	0,00054	0,000009		
Total	7	0,00151			

Keterangan: SK (Sumber Keragaman), DB (Derajat Bebas), JK (Jumlah Kuadrat), KT (Kuadran Tengah).

Hal ini menunjukkan bahwa secara statistik H_0 ditolak sedangkan H_1 diterima, artinya rumput laut *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* memiliki perbedaan dalam menyerap logam berat Kadmium. Apabila pada hasil sidik ragam didapatkan nilai Fhitung > Ftabel 0,05, maka perlu dilakukan uji lanjut menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

Berdasarkan hasil perhitungan BNT 5%, didapatkan hasil sebesar 0,01641 (Lampiran 6), kemudian dihitung selisih dari nilai rata-rata hasil penyerapan rumput laut *Sargassum cristaefolium* dan *Eucheuma cottonii* yakni $0,1561 - 0,1341 = 0,0220$ mg/L. Hasil tersebut dapat dilihat bahwa nilai BNT 5% < selisih nilai rata-rata penyerapan ($0,01641 < 0,0220$). Berdasarkan hasil tersebut dapat dijelaskan bahwa rumput laut *Sargassum cristaefolium* dan *Eucheuma cottonii* yang dipapar logam berat Cd memiliki pengaruh yang berbeda nyata dalam menyerap logam berat kadmium.

IV. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat diambil kesimpulan antara lain:

1. Rumput laut *Eucheuma cottonii* dan *Sargassum cristaefolium* masing-masing memiliki kemampuan sebagai biosorben, di mana rumput laut *Eucheuma cottonii* memiliki nilai rata-rata penyerapan logam berat Cd sebesar 0,1561 mg/L sedangkan rumput laut *Sargassum cristaefolium* memiliki nilai rata-rata penyerapan logam berat sebesar 0,1341 mg/L.
2. Berdasarkan nilai *Bio-Concentration Factor* (BCF), potensi tanaman rumput laut

Euचेuma cottonii dan *Sargassum cristaefolium* termasuk dalam kategori tanaman *metal excluder* ($BCF < 1$) dengan nilai BCF pada *Euचेuma cottonii* sebesar 0,28 sedangkan nilai BCF *Sargassum cristaefolium* sebesar 0,35.

- Berdasarkan hasil penelitian ini rumput laut *Sargassum cristaefolium* diasumsikan memiliki kemampuan menyerap logam Cd lebih efektif daripada rumput laut *Euचेuma cottonii*, di mana dari persentase penyerapan rumput laut *Sargassum cristaefolium* memiliki persentase yang lebih tinggi yakni 99,1% sedangkan rumput laut *Euचेuma cottonii* memiliki persentase sebesar 97,4%.

4.2. Saran

Saran yang dapat diberikan antara lain perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan penambahan perlakuan misalnya dengan kadar logam berat yang berbeda. Selain itu perlu adanya pengamatan mengenai jaringan pada rumput laut secara mikroskopis serta perlu memastikan prosedur laboratorium untuk analisis sampel kandungan logam berat agar hasil uji yang didapatkan lebih akurat lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggadireja, J.T., Achmad, Heri, Sri, 2006. Rumput Laut. Penebar Swdaya, Jakarta.
- Aslan, L.M., 1999. Rumput Laut. Kanisius, Yogyakarta.
- Atmadja, W.S., Kadi, A., Sulistijo, Rachmaniar, 1996. Pengenalan Jenis-Jenis Rumput Laut Indonesia. Puslitbang Oseanologi LIPI, Jakarta.
- Chen, J.P., Yang, L., 2005. Chemical Modification of *Sargassum* sp. for Prevention of Organic Leaching and Enhancement of Uptake during Metal Biosorption. Div. Environ. Sci. Eng. Natl. Univ. Singap. Ind. Eng. Chem. Res, 44 (26).
- Dahuri, 2001. Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Diantariani, N.P., Sudiarta, I.W., Elantiani, N.K., 2008. Proses Biosorpsi dan Desorpsi ion Cr (VI) pada Biosorben Rumput Laut *Euचेuma spinosum*. J. Chem. 2.
- Ghoneim, M.M., El-Desoky, H.S., El-Moselhy, K.M., Amer, A., Abou El-Naga, E.H., Mohamedein, L.I., Al-Prol, A.E., 2014. Removal of cadmium from aqueous solution using marine green algae, *Uha lactuca*. Egypt. J. Aquat. Res. 40, 235–242. doi:10.1016/j.ejar.2014.08.005
- Ihsan, Y.N., Aprodita, A., Rustikawati, I., Dewi K. Pribadi, T., 2015. Kemampuan *Gracilaria* sp. Sebagai Agen Bioremediasi Dalam Menyerap Logam Berat Pb. Jurnal Kelautan Volume 8 No. 1.
- Irawanto, R., 2015. Konsentrasi Logam Berat (Pb dan Cd) pada Bagian Tumbuhan Akuatik Coix *lacryma-jobi* (Jali). Pros. KPSDA 1.
- Kleintübing, S.J., Vieira, R.S., Beppu, M.M., Guibal, E., Silva, M.G.C. da, 2010. Characterization and evaluation of copper and nickel biosorption on acidic algae *Sargassum filipendula*. Mater. Res. 13, 541–550.
- Lestari, S., Hernayanti, Insan, 2007. Biosorpsi Krom Heksavalen (Cr6+) Oleh Rumput Laut *Sargassum cristaefolium* Dalam Skala Laboratorium (Laporan hasil Penelitian). Purwokerto.
- Mukhtasor, 2007. Pencemaran Pesisir dan Laut. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Raya, I., Ramlah, 2012. Bioakumulasi Ion Cd(II) IONS Pada rumput Laut *Euचेuma cottonii*. J. Mar. Chim. Acta 13(2), 13–19.
- Saifullah, S., Haryati, S., 2014. Identifikasi Jenis Rumput Laut Dari Perairan Pulo

Merak Cilegon Banten. J. Ilmu Pertan.
Dan Perikan. 3, 31–35.

Yulianto, B., Ario, R., Agung, T., 2006. Daya
Serap Rumput Laut (*Gracilaria* sp)
Terhadap Logam Berat Tembaga (Cu)
Sebagai Biofilter. ILMU Kelaut.
Indones. J. Mar. Sci. 11, 72–78.

