

**KEMAMPUAN DAYA SERAP RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*) TERHADAP
LOGAM BERAT Pb PADA PERLAKUAN SALINITAS YANG BERBEDA**

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

Oleh:

YUSRON ALIFI

NIM. 125080601111059



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2016

**KEMAMPUAN DAYA SERAP RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*) TERHADAP LOGAM
BERAT Pb PADA PERLAKUAN SALINITAS YANG BERBEDA**

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

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Kelautan

Di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Universitas Brawijaya

Oleh:

YUSRON ALIFI

NIM. 125080601111059



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2016

ARTIKEL SKRIPSI

KEMAMPUAN DAYA SERAP RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*) TERHADAP LOGAM BERAT Pb PADA PERLAKUAN SALINITAS YANG BERBEDA

Oleh:

YUSRON ALIFI

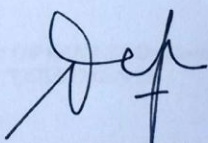
125080601111059

Mengetahui,
Ketua Jurusan



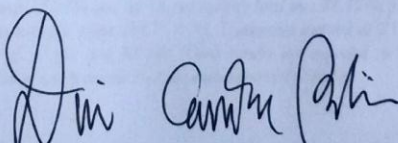
(Dr. Ir. Daduk Setyohadi, MP)
NIP. 19630608 198703 1 003
Tanggal: 15 AUG 2016

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I



(Defri Yona, S.Pi., M.Sc. Stud., D.Sc)
NIP. 19781229 200312 2 002
Tanggal: 15 AUG 2016

Dosen Pembimbing II



(Dwi Candra Pratiwi, S.Pi., M.Sc. MP)
NIP. 19860115 201504 2 001
Tanggal: 15 AUG 2016

KEMAMPUAN DAYA SERAP RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*) TERHADAP LOGAM BERAT Pb PADA PERLAKUAN SALINITAS YANG BERBEDA

Yusron Alifi¹, Defri Yona², Dwi Candra Pratiwi²

ABSTRAK

Biosorpsi merupakan metode alternatif yang dapat digunakan dalam menurunkan kandungan logam berat di perairan. *Eucheuma cottonii* merupakan salah satu spesies rumput laut yang diketahui mampu mengurangi kandungan logam berat, termasuk logam berat timbal (Pb). Salinitas dapat mempengaruhi tingkat kelarutan logam berat di perairan. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelarutan logam berat pada salinitas yang berbeda dan dihubungkan dengan tingkat akumulasi pada rumput laut *Eucheuma cottonii*. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan dengan menggunakan 15 gram *Eucheuma cottonii* basah yang diletakkan pada media uji selama 10 hari dengan perlakuan salinitas yang berbeda (25 ppt, 30 ppt, dan 35 ppt) yang ditempatkan pada 15 wadah yang berisi masing-masing 5 L air laut. Selanjutnya dilakukan analisis data meliputi perhitungan nilai BCF dan analisis statistik menggunakan uji ANOVA dan BNT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemaparan logam berat Pb pada salinitas yang berbeda berpengaruh terhadap daya serap *Eucheuma cottonii*. Persentase penyerapan logam Pb oleh *Eucheuma cottonii* pada salinitas 25 ppt yaitu sebesar 80,15%, pada salinitas 30 ppt sebesar 75,23% dan pada salinitas 35 ppt yaitu sebesar 71,17%. Dari hasil penelitian menyebutkan bahwa *Eucheuma cottonii* dikategorikan sebagai tanaman *excluder* karena memiliki nilai BCF < 1. *Eucheuma cottonii* pada salinitas 25 ppt memiliki kemampuan daya serap yang lebih besar daripada salinitas 30 ppt dan 35 ppt. Hasil ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk menentukan metode dalam menurunkan konsentrasi logam berat yang ramah lingkungan.

Kata kunci : kelarutan, akumulasi, BCF, *excluder*

HEAVY METAL (Pb) ABSORPTION CAPACITY OF SEAWEED (*Eucheuma cottonii*) AT DIFFERENT SALINITY TREATMENTS

ABSTRACT

Biosorption is an alternative method that can be used to reduce the content of heavy metals in the water. *Eucheuma cottonii* is known as species of seaweed that can reduce heavy metal content, such as lead (Pb). Salinity can affect the solubility of heavy metals in the water. Therefore, this study aims to determine the solubility of heavy metals in different salinity level and analyze the rate of accumulation of *Eucheuma cottonii*. This is an experimental study carried out by using 15 grams wet weight of *Eucheuma cottonii* for 10 days with different salinity treatments (25 ppt, 30 ppt and 35 ppt) placed in 15 containers filled with 5 L of seawater in each container. Bio-Concentration Factor (BCF) was used to analyze the absorption capacity of *Eucheuma cottonii* and ANOVA and Least Significant Difference (LSD) were used to test the difference among the treatments statistically. The results showed that exposure to heavy metal Pb at different salinity level affect the absorption of *Eucheuma cottonii*. Percentage absorption of Pb by *Eucheuma cottonii* at 25 ppt salinity level was 80.15%, at 30 ppt salinity level was 75.23% and at 35 ppt salinity level was 71.17%. BCF value showed that *Eucheuma cottonii* can be categorized as *excluder* plant (BCF < 1). *Eucheuma cottonii* at 25 ppt salinity level has higher absorption capacity than the one of 30 ppt and 35 ppt. These results are expected to be a reference to determine the method in reducing the concentration of heavy metals that are environmental friendly.

Keywords : solubility, accumulation, BCF, *excluder*

¹Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang

²Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang

I. PENDAHULUAN

Sumber daya kelautan di Indonesia merupakan salah satu kekayaan alam yang memiliki peluang besar untuk dimanfaatkan. Salah satu sumber daya hayati kelautan yang dimiliki Indonesia adalah rumput laut. Rumput laut dimanfaatkan pada awalnya hanya sebagai bahan makanan, kosmetik, dan obat. Seiring dengan perkembangan teknologi, rumput laut telah ditingkatkan pemanfaatannya sehingga memberikan nilai yang lebih tinggi. Salah satu pemanfaatannya adalah sebagai biomassa (biosorben) dalam proses biosorpsi logam berat pada perairan (Indriani dan Akira, 1998).

Salah satu logam berat dengan toksisitas yang tinggi yaitu timbal (Pb). Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat non-esensial yang keberadaannya di perairan berbahaya dan menjadi racun untuk organisme karena sifatnya yang toksik. Racun ini bersifat kumulatif, artinya sifat racunnya akan timbul apabila terakumulasi dalam jumlah yang cukup besar dalam tubuh makhluk hidup (Ulfin, 1995).

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 (Indah dan Ramlah, 2012).

Rumput laut adalah nama umum dalam dunia perdagangan yang digunakan untuk menyebutkan kelompok alga laut yang hidup di dasar laut. Salah satu jenis rumput laut yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah *Euचेuma cottonii*. Menurut Diantariani et al. (2008), *Euचेuma cottonii* merupakan salah satu spesies rumput laut yang diketahui mampu mengurangi kandungan logam berat dikarenakan mempunyai kandungan kimia seperti karagenan sebanak 65%, dan kandungan

lainnya seperti protein, karbohidrat, lemak, serat kasar, air, dan abu. Karagenan merupakan polisakarida tersulfatkan yang mengandung -OH dan -COOH, dan merupakan situs-situs aktif tempat berinteraksinya suatu logam pada rumput laut. Rumput laut jenis ini tergolong rumput laut merah yang banyak dibudidayakan di Indonesia.

Salinitas dapat mempengaruhi keberadaan logam berat di perairan. Menurut Yudiati et al. (2009), bila terjadi penurunan salinitas maka akan menyebabkan peningkatan daya toksik logam berat dan tingkat bioakumulasi logam berat semakin besar. Pada salinitas rendah akumulasi meningkat karena kelarutan akan semakin meningkat pula, sebaliknya jika salinitas tinggi menyebabkan konsentrasi logam berat berkurang karena kelarutan logam berat semakin kecil yang ditandai adanya pengendapan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kelarutan logam berat pada salinitas yang berbeda dan dihubungkan dengan tingkat akumulasi pada rumput laut *Euचेuma cottonii*, sehingga dapat menjadi acuan untuk menentukan metode dalam menurunkan konsentrasi logam berat yang ramah lingkungan.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen laboratoris. Metode ini digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang berbeda dalam suatu kondisi yang terkendali. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Adapun pelakuan dalam penelitian ini yang digunakan adalah pemberian *Euचेuma cottonii* dengan salinitas yang berbeda. Salinitas yang digunakan yaitu 35 ppt, 30 ppt, dan 25 ppt, serta logam berat Pb yang akan digunakan yaitu sebesar 1 ppm. Model rancangan eksperimen dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Model Rancangan Eksperimen

Perlakuan	Ulangan			
	1	2	3	4
Salinitas 25 ppt (A)	A1	A2	A3	A4
Kontrol Salinitas 25 ppt	Rumput laut tanpa penambahan logam berat dan tanpa ulangan pada salinitas 25 ppt			
Salinitas 30 ppt (B)	B1	B3	B3	B4
Kontrol Salinitas 30 ppt	Rumput laut tanpa penambahan logam berat dan tanpa ulangan pada salinitas 30 ppt			
Salinitas 35 ppt (C)	C1	C2	C3	C4
Kontrol Salinitas 35 ppt	Rumput laut tanpa penambahan logam berat dan tanpa ulangan pada salinitas 35 ppt			

Air laut yang digunakan sebagai media uji dan rumput laut *E. cottonii* yang digunakan sebagai bahan uji diperoleh dari hasil budidaya petani rumput laut di Ds. Cabbiya, Kec. Talango, Kab. Sumenep, Madura dilaksanakan pada tanggal 27 Februari 2016. Eksperimen dilakukan di Laboratorium Reproduksi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya selama 10 hari pada tanggal 4 Maret-14 Maret 2016. *E. cottonii* yang digunakan dalam penelitian sebanyak 15 gram berat basah untuk setiap wadah media penelitian. Analisis kadar logam berat dilakukan di Laboratorium Kimia Fisika Universitas Negeri Malang.

Penelitian ini menggunakan 15 buah bak plastik yang berukuran 10 L. Lima belas bak tersebut terdiri dari 3 perlakuan salinitas yang berbeda dengan masing-masing ada 4 ulangan dan 3 bak untuk kontrol yang terdiri dari masing-masing 3 salinitas yang berbeda tanpa ulangan. Perlakuan kontrol yaitu rumput laut dengan salinitas yang berbeda tanpa adanya penambahan logam berat Pb.

Larutan media dengan salinitas 35 ppt didapatkan dengan penambahan NaCl murni untuk meningkatkan salinitas. Sesuai dengan pernyataan Evelyana et al. (2013), yang menyebutkan bahwa peningkatan kadar salinitas dapat dilakukan dengan penambahan NaCl murni ke dalam air. Larutan media dengan salinitas 25 ppt didapatkan dengan cara

pengenceran, yaitu dengan penambahan akuades atau air murni untuk menurunkan salinitas. Penurunan kadar salinitas dengan berpedoman pada rumus yang digunakan Retnani dan Abdulgani (2013) sebagai berikut :

$$S2 = \frac{(V \times S1)}{(n + V)}$$

Keterangan:

S2 = Tingkat salinitas yang diinginkan (ppt)

S1 = Tingkat salinitas yang akan diencerkan (ppt)

V = volume air laut yang diencerkan (L)

n = volume air yang perlu ditambahkan (L)

Media uji yang digunakan yaitu mengandung Pb dengan penambahan logam berat dalam bentuk $Pb(CH_3COO)_2$ sebanyak 1 ppm pada masing-masing bak percobaan. Konsentrasi larutan stok yang dipersiapkan adalah 1000 ppm, maka:

$$\text{Kadar \% Pb dalam } (CH_3COO)_2Pb_3H_2O \times 100\% = \frac{BA \text{ Pb}}{BM} \times 100\%$$

$$= \frac{207,2}{379,33} \times 100\%$$

$$= 54,26\%$$

$$= 0,5426$$

$$1 \text{ gram Pb} = 1 / 0,5426$$

$$= 1,83 \text{ gram } Pb(CH_3COO)_2$$

Rumput laut yang telah diaklimatisasi selama 2 hari kemudian dimasukkan ke dalam bak percobaan yang telah diisi media uji sebanyak 5 L dengan salinitas yang berbeda. Analisis kandungan logam berat meliputi kandungan pada air media dan pada rumput laut *Eucheuma cottonii* kemudian diuji pada hari pertama dan hari ke-10 di akhir eksperimen. Persentase nilai penyerapan logam berat Pb oleh *Eucheuma cottonii* dapat dihitung dengan rumus menurut Ghoneim et al. (2014), yaitu:

$$\text{Metal removal (\%)} = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100\%$$

Keterangan:

C_0 = Konsentrasi logam berat awal

C_e = Konsentrasi logam berat akhir

Analisis perbedaan daya serap pada setiap perlakuan dilakukan dengan menggunakan uji ANOVA dan uji BNT. Perhitungan BCF (*Bio-*

Concentration Factor) digunakan sebagai indikator kemampuan suatu tumbuhan untuk menyerap bahan organik dan anorganik dari suatu lingkungan melalui perhitungan BCF menurut Mukhtasor (2007), yaitu:

$$\text{BCF Pb} = \frac{\text{Logam berat Pb (E. cottonii)}}{\text{Logam berat Pb (Air)}}$$

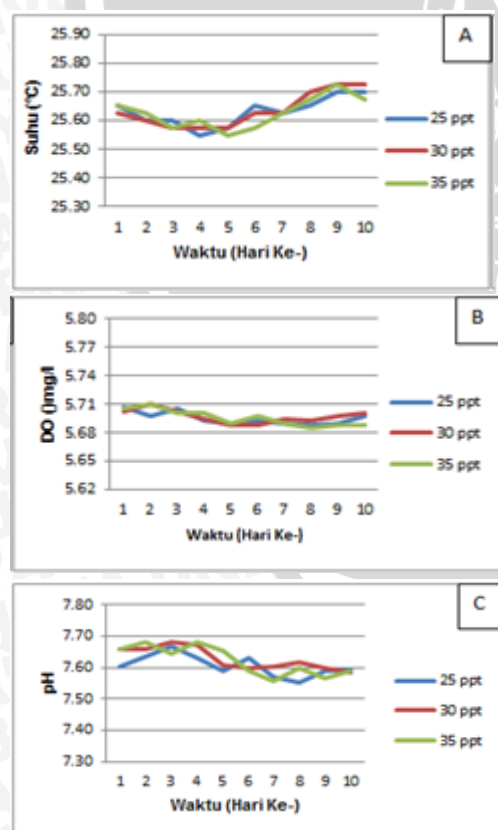
Kategori BCF menurut Susana dan Suswati (2013), dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu:

1. Akumulator : Bila BCF lebih dari 1
2. Indikator : Bila BCF sama atau mendekati 1
3. Excluder : Bila BCF kurang dari 1

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Parameter Kualitas Air

Hasil pengukuran parameter kualitas air pada saat penelitian selama 10 hari menunjukkan bahwa semua parameter masih berada pada kisaran yang normal untuk pertumbuhan rumput laut. Hasil pengukuran parameter kualitas air disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Pengukuran Kualitas Air A) Suhu; B) DO; dan C) pH

Kenaikan dan penurunan yang terjadi pada parameter kualitas air ini diduga karena menurunnya metabolisme dari rumput laut akibat terpapar logam berat. Suhu cenderung naik selama proses penelitian diakibatkan oleh adanya pemakaian aerator. Menurut Abuzar et al. (2012), aerasi merupakan istilah lain dari transfer gas. Transfer gas didefinisikan sebagai proses dimana gas dipindahkan dari suatu fase ke fase lainnya yang menyebabkan berpindahnya suatu senyawa dari fase gas ke fase cair. Hal ini menyebabkan suhu relatif meningkat terhadap waktu saat aerasi.

Nilai DO cenderung menurun selama proses penelitian diakibatkan oleh terganggunya proses fotosintesis rumput laut karena terpapar oleh logam berat Pb. Menurut Simanjutak (2007), oksigen terlarut dalam air berasal dari difusi udara dan hasil fotosintesis organisme berklorofil yang hidup dalam suatu perairan dan dibutuhkan oleh organisme untuk mengoksidasi zat hara yang masuk ke dalam tubuhnya.

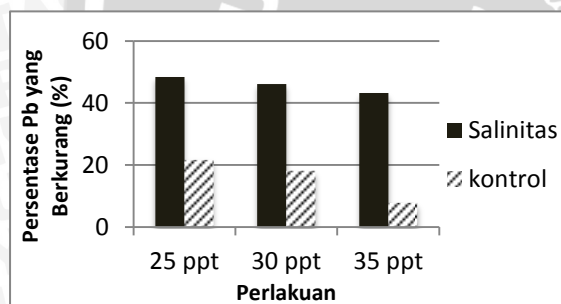
Penurunan nilai pH selama proses penelitian diakibatkan oleh penurunan DO. Menurut Mamang (2008), nilai pH erat hubungannya dengan aktivitas fotosintesis. Tinggi rendahnya pH air tergantung dengan beberapa faktor yaitu kondisi gas-gas dalam air seperti oksigen, konsentrasi garam-garam, dan proses dekomposisi bahan organik di air.

3.2 Persentase Kandungan Logam Berat Pb pada Air dan *Eucheuma cottonii*

Konsentrasi logam berat Pb pada air selama penelitian mengalami penurunan selama 10 hari. Air yang digunakan adalah air laut yang berasal dari budidaya rumput laut *Eucheuma cottonii* di perairan Sumenep, Madura. Data hasil rata-rata dan persentase kandungan logam berat Pb pada air selama 10 hari dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 2.

Tabel 2. Hasil Rata-rata Pengukuran Logam Berat Pb pada Air

Perlakuan	Pb awal pada air (ppm)	Pb akhir pada air (ppm) \pm stdev	Pb yang hilang (ppm)	Persen Pb yang hilang (%)
Salinitas 25 ppt	1,1617	0,5951 \pm 0,01796	0,5665	48,77
Kontrol Salinitas 25 ppt	0,1284	0,1006	0,0278	21,65
Salinitas 30 ppt	1,1598	0,6248 \pm 0,00596	0,5350	46,13
Kontrol Salinitas 30 ppt	0,1553	0,1271	0,0282	18,16
Salinitas 35 ppt	1,1272	0,6404 \pm 0,01262	0,4868	43,18
Kontrol Salinitas 35 ppt	0,1403	0,1294	0,0109	7,77



Gambar 2. Persentase Penurunan Konsentrasi Pb di Air

Nilai persentase penurunan kandungan logam berat Pb pada air memiliki perbedaan pada masing-masing perlakuan. Perlakuan salinitas dengan persentase penurunan terbesar ada pada salinitas 25 ppt dengan persentase sebesar 48,77%. Persentase penurunan yang paling kecil terdapat pada perlakuan salinitas 35 ppt dengan persentase sebesar 43,18%. Begitu pula pada perlakuan kontrol, persentase penurunan konsentrasi Pb pada air terbesar ada pada kontrol salinitas 25 ppt dengan persentase sebesar 21,65 %. Persentase penurunan yang paling kecil terdapat pada perlakuan kontrol salinitas 35 ppt dengan persentase sebesar 7,77 %.

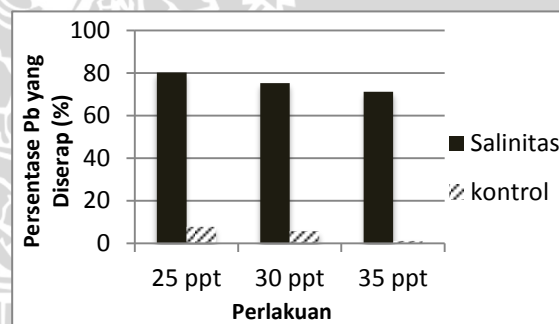
Konsentrasi logam berat Pb pada *Eucheuma cottonii* mengalami peningkatan yang berbeda pada

masing-masing perlakuan selama 10 hari penelitian.

Data hasil rata-rata dan persentase penyerapan kandungan logam berat Pb pada *Eucheuma cottonii* dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 3.

Tabel 3. Hasil Penyerapan Logam Berat Pb oleh *Eucheuma cottonii*

Perlakuan	Pb awal pada <i>E. cottonii</i> (ppm)	Pb akhir pada <i>E. cottonii</i> (ppm) \pm stdev	Pb yang diserap (ppm)	Persentase penyerapan Pb oleh <i>E. cottonii</i> (%)
Salinitas 25 ppt	0,1744	0,3142 \pm 0,00718	0,1398	80,15
Kontrol Salinitas 25 ppt	0,1725	0,1857	0,0132	7,65
Salinitas 30 ppt	0,1738	0,3045 \pm 0,00454	0,1307	75,23
Kontrol Salinitas 30 ppt	0,1725	0,1823	0,0098	5,68
Salinitas 35 ppt	0,1731	0,2963 \pm 0,00841	0,1232	71,17
Kontrol Salinitas 35 ppt	0,1725	0,1743	0,0018	1,04

Gambar 3. Persentase Penyerapan Logam Berat Pb oleh *Eucheuma cottonii*

Perlakuan salinitas dengan persentase penyerapan logam berat Pb oleh *Eucheuma cottonii* yang terbesar ada pada perlakuan salinitas 25 ppt dengan persentase sebesar 80,15%. Persentase penyerapan yang paling kecil terdapat pada perlakuan salinitas 35 ppt dengan persentase sebesar 71,17%. Begitu pula pada perlakuan kontrol, persentase penyerapan logam berat Pb oleh *Eucheuma cottonii* terbesar ada pada kontrol salinitas 25 ppt dengan persentase sebesar 7,65 %. Persentase penyerapan yang paling kecil terdapat pada perlakuan kontrol salinitas 35 ppt dengan persentase sebesar 1,04 %.

Data tersebut menunjukkan bahwa *Eucheuma cottonii* memiliki kemampuan menyerap logam berat Pb pada air. Penyerapan logam berat Pb bervariasi pada setiap perlakuan. Penyerapan tertinggi ada pada perlakuan salinitas 25 ppt. Hal ini berbanding lurus dengan penurunan konsentrasi logam berat Pb pada air, dimana penurunan konsentrasi Pb di air terbesar ada pada perlakuan salinitas 25 ppt. Hal ini dikarenakan kelarutan logam berat Pb pada salinitas 25 ppt lebih tinggi daripada salinitas 30 dan 35 ppt, sehingga terjadi akumulasi yang lebih tinggi oleh rumput laut. Penyerapan logam berat Pb pada perlakuan kontrol persentasenya kecil dikarenakan tidak adanya penambahan logam berat Pb pada media, sehingga kandungan logam berat Pb yang diserap rumput laut menjadi rendah.

Menurut Suwarsito dan Sarjanti (2014), penurunan salinitas akan mengakibatkan penurunan agen pengompleks di perairan (Cl⁻), sehingga logam berat akan lebih banyak ditemukan dalam bentuk ion bebas yang lebih mudah terakumulasi oleh biota. Pada kondisi salinitas tinggi, ion bebas logam berat Pb²⁺ akan membentuk ikatan dengan ion-ion Cl⁻, sehingga akumulasi logam berat terhadap biota akan menurun, dalam hal ini rumput laut. Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang memperlihatkan bahwa perlakuan salinitas 25 ppt menyebabkan kemampuan *Eucheuma cottonii* dalam menyerap logam berat Pb lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan salinitas 30 ppt dan salinitas 35 ppt.

3.3 Pengaruh Pb terhadap Pertumbuhan *Eucheuma cottonii*

3.3.1 Perubahan Morfologi *Eucheuma cottonii*

Penambahan Pb 1 ppm dengan waktu pemaparan 10 hari pada media air laut memberikan dampak morfologi terhadap pertumbuhan *Eucheuma cottonii*. Terlihat bahwa perlakuan dengan salinitas yang berbeda memberikan dampak perubahan morfologi yang berbeda pada setiap perlakuan. Kondisi morfologi *Eucheuma cottonii* pada hari ke-10 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kondisi Morfologi *E. cottonii* Kontrol (A), Salinitas 35 ppt (B), 30 ppt (C), dan 25 ppt (D)

Perlakuan kontrol menunjukkan perkembangan thallus *E. cottonii* tidak mengalami perubahan, terlihat masih hijau segar, teksturnya masih kenyal, dan sehat. Perlakuan salinitas 25 ppt menunjukkan kerusakan paling besar dibandingkan dengan perlakuan yang lain, dikarenakan terjadi akumulasi logam berat paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain, sehingga *E. cottonii* mengalami perubahan kondisi morfologi berupa thallus berwarna putih, lembek, dan mudah patah. Menurut Alamsjah *et al.* (2010), thallus yang mengalami kerusakan atau kematian akan berwarna pucat, rapuh dan terdapat lendir berlebihan.

Kondisi tersebut biasa dikenal dengan penyakit ice-ice pada rumput laut. Penyakit ice-ice merupakan efek kekurangan nutrisi ditandai dengan timbulnya bercak-bercak hitam atau merah pada sebagian thallus yang lama kelamaan menjadi kuning pucat hingga berangsur-angsur menjadi putih dan akhirnya hancur atau rontok dikarenakan terhambatnya pertumbuhan, penurunan produksi biomasa, dan penurunan laju fotosintesis karena adanya penurunan konsentrasi klorofil. Hal tersebut tentunya mempengaruhi berat akhir *E. cottonii* pada masing-masing perlakuan

3.3.2 Perubahan Berat Akhir *Eucheuma cottonii*

Logam berat mempengaruhi pertumbuhan dan berat akhir pada *E. cottonii*. Berat akhir *E. cottonii* mengalami perubahan yang berbeda pada masing-masing perlakuan. Berat akhir rumput laut pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Berat Akhir *Eucheuma cottonii* pada Masing-masing Perlakuan

Ulangan	25 ppt	30 ppt	35 ppt
1	10,47 g	10,73 g	12,53 g
2	10,83 g	12,14 g	12,21 g
3	11,06 g	11,37 g	12,65 g
4	10,76 g	11,14 g	13,15 g
Rata-rata	10,78 g	11,34 g	12,63 g
Kontrol	15,31 g	15,27 g	15,25 g

Semua perlakuan pada awal penelitian menggunakan *Eucheuma cottonii* dengan bobot yang sama yaitu ± 15 g. Berdasarkan tabel diatas, berat akhir terbesar adalah berat dari perlakuan kontrol yaitu pada kontrol karena tidak ada penambahan Pb. Pada masing-masing perlakuan antara salinitas 35 ppt, 30 ppt, dan 25 ppt terjadi perbedaan penyusutan berat *Eucheuma cottonii*. Perlakuan salinitas 25 ppt mengalami penyusutan bobot *Eucheuma cottonii* paling besar dibandingkan dengan perlakuan yang lain, dikarenakan pada perlakuan 25 ppt terjadi akumulasi logam berat paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain sehingga *Eucheuma cottonii* mengalami perubahan kondisi morfologi.

Akumulasi Pb terhadap *Eucheuma cottonii* terjadi pada membran sel. Menurut Diantariani et al. (2008), adanya atom sulfur (S) dan oksigen (O) pada ester sulfat, -OH dan -COOH pada polisakarida, merupakan situs-situs aktif tempat berinteraksinya suatu logam yang ada pada *Eucheuma cottonii*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Andrews et al. (2004), yang menyatakan bahwa gugus karboksilat (-COOH) juga bereaksi dengan logam berat. Pb akan terikat pada sel-sel membran yang menghambat proses transportasi melalui dinding sel. Logam berat juga mengendapkan senyawa fosfat biologis atau mengkatalis penguraiannya.

3.4 BCF (*Bio-Concentration Factor*) *Eucheuma cottonii* terhadap Air

BCF digunakan untuk mengetahui akumulasi logam berat Pb dalam *Eucheuma cottonii* dengan membandingkan konsentrasi logam berat pada air. Melalui data hasil analisis kandungan logam berat Pb pada masing-masing perlakuan dapat dihitung nilai biokonsentrasinya untuk melihat sejauh mana *Eucheuma cottonii* dalam menyerap logam berat tersebut. Hasil perhitungan BCF dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. BCF *Eucheuma cottonii* terhadap Air

Perlakuan	Pb pada <i>E.cottonii</i>	Pb pada Air	BCF
25 ppt	0,31	0,59	0,53
30 ppt	0,30	0,62	0,49
35 ppt	0,30	0,64	0,46
Rata-rata	0,30	0,62	0,49

Kisaran nilai BCF yang dimiliki *Eucheuma cottonii* terhadap logam Pb di air dengan waktu paparan selama 10 hari yaitu antara 0,46 - 0,53, dengan rata-rata nilai BCF sebesar 0,49. Bila dilihat dari kategori BCF menurut Susana dan Suswati (2013), maka *Eucheuma cottonii* dapat dikategorikan sebagai tanaman *excluder* karena memiliki nilai BCF < 1. Tanaman yang dikategorikan sebagai *metal excluder species* merupakan tanaman yang mencegah masuknya logam berat berlebih dari lingkungan dan menjaga agar tidak terjadi kerusakan sel.

Logam berat Pb masuk ke dalam thallus melalui dinding sel. Pada dinding sel ini logam Pb diikat oleh protein dan polisakarida sehingga Pb dalam bentuk yang toksik (Pb^{2+}) menjadi senyawa yang non-toksik. Logam Pb dalam bentuk ion bebas (Pb^{2+}) berpotensi menjadi toksik apabila masuk menuju bagian sel yang lebih dalam. Hal ini karena logam Pb akan berasosiasi dengan gugus senyawa penyusun enzim sehingga akan mempengaruhi aktivitas enzim yang akhirnya menyebabkan gangguan fisiologis tanaman. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Gosh dan Singh (2005), bahwa tanaman *metal excluder* mampu mencegah logam

memasuki tubuh tumbuhan dan menjaga konsentrasi logam berat tetap rendah dan konstan pada berbagai konsentrasi logam dalam lingkungannya. Tanaman ini dapat mengubah permeabilitas membran, mengubah kapasitas pengikatan logam, mengeluarkan eksudat (agen pengkelat) lebih banyak. Setiap senyawa yang bereaksi dengan ion logam akan menghasilkan khelat. Tumbuhan *excluder* mampu menyerap dan mengikat kontaminan menjadi bagian dari biomasnya.

3.5 Analisis Perbedaan Daya Serap pada Setiap Perlakuan

3.5.1 Analisis ANOVA

Analisis sidik ragam (ANOVA) digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan terhadap tiap perlakuan. Hasil perhitungan sidik ragam (ANOVA) disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Sidik Ragam Penyerapan Pb

SK	Db	JK	KT	F _{hit}	F _{tab} 5%	F _{tab} 1%
Perlakuan	2	0,00064	0,00032	6,71669	4,26	8,02
Sisa	9	0,00043	0,00005			
Total	11	0,00107				

Hasil perhitungan tabel sidik ragam diatas diketahui bahwa nilai F hitung lebih besar dari F tabel 5% dan lebih kecil dari pada F tabel 1% ($F_{\text{hit}} 5\% < 6,717 < F_{\text{tab}} 1\%$). Nilai tersebut secara statistik menunjukkan adanya perbedaan yang nyata terhadap penyerapan logam berat Pb pada *Eucheuma cottonii* diantara masing-masing perlakuan 25 ppt, 30 ppt, dan 35 ppt. Apabila pada hasil analisis sidik ragam didapatkan nilai F hitung $> F$ tabel 5%, maka perlu dilakukan uji lanjut menggunakan uji BNT.

3.5.2 Analisis BNT (Beda Nyata Terkecil)

Menurut Rosita et al. (2013), apabila pada hasil analisis sidik ragam didapatkan nilai F hitung $> F$ tabel 5%, maka perlu dilakukan uji lanjut menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil). Berdasarkan hasil perhitungan BNT 5%, didapatkan hasil sebesar 0,011043439. Hasil BNT 5% tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai rata-rata pada

masing-masing perlakuan. Hasil analisis BNT dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Analisis BNT

Perlakuan	Rata-rata	BNT 5%	Notasi
<i>E. cottonii</i> dengan salinitas 35 ppt	0,2963	0,307343425	a
<i>E. cottonii</i> dengan salinitas 30 ppt	0,3045	0,315593425	ab
<i>E. cottonii</i> dengan salinitas 25 ppt	0,3142	0,325218425	b

Berdasarkan pada hasil notasi, perlakuan salinitas 25 ppt (b) berbeda nyata dengan perlakuan salinitas 35 ppt (a), begitupun sebaliknya. Sedangkan pada perlakuan salinitas 25 ppt (b) dan 30 ppt (ab) tidak berbeda nyata, begitu pula antara perlakuan 30 ppt (ab) dan 35 ppt (a) tidak berbeda nyata.

IV. KESIMPULAN

1. Kandungan logam berat Pb pada air mengalami penurunan terbesar pada salinitas 25 ppt yaitu sebesar 48,77% dan penurunan terkecil pada salinitas 35 ppt yaitu sebesar 43,18%. Penyerapan kadar logam berat Pb pada *Eucheuma cottonii* yang terbesar di salinitas 25 ppt yaitu sebesar 80,15% dan yang terkecil pada salinitas 35 ppt yaitu sebesar 71,17%.
2. Nilai BCF dengan waktu paparan selama 10 hari yaitu sebesar 0,49. *Eucheuma cottonii* dikategorikan sebagai tanaman *excluder* karena memiliki nilai BCF < 1 .
3. *Eucheuma cottonii* dengan salinitas 25 ppt memiliki kemampuan daya serap terhadap logam berat yang lebih besar daripada salinitas 30 ppt dan 35 ppt. Berdasarkan hasil uji ANOVA dan BNT menunjukkan adanya perbedaan yang nyata terhadap penyerapan logam berat Pb pada *E. cottonii* antar perlakuan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada Ibu Defri Yona, S.Pi, M.Sc. Stud, D.Sc dan Ibu Dwi Candra Pratiwi, S.Pi, M.Sc, MP yang selalu memberikan masukan, bimbingan serta informasi yang sangat berarti hingga terselesaikan penelitian ini. Terimakasih juga penulis ucapkan kepada rekan-rekan yang membantu dalam proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abuzar, S.S., Putra, Y.D., Emargi, R.E., 2012. Koefisien Transfer Gas pada Proses Aerasi Menggunakan Tray Aerator Bertingkat 5 (lima). *J. Tek. Lingkungan. UNAND* 9, 155–163.
- Alamsjah, M.A., Rakhmat, B., Cahyoko, Y., Sudarno, 2010. *Sargassum* sp. sebagai Biokontrol terhadap Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) yang Terserap Oleh Kerang Darah (*Anadara granosa*). *J. Ilm. Perikan. Dan Kelaut.*, 2 2, 137–144.
- Andrews, J.E., Brimblecombe, P., Jickells, T.D., Liss, P., Reid, B., 2004. *An Introduction to Environmental Chemistry*, Second edition. ed. Blackwell Publishing, United Kingdom.
- Diantariani, N.P., Sudiarta, I.W., Elantiani, N.K., 2008. Proses Biosorpsi dan Desorpsi Ion Cr (vi) pada Biosorben Rumpuk Laut *Eucheuma spinosum*. *J. Kim.*, 1 2, 45–52.
- Evellyana, A.D., Jannah, F., Hendrianie, N., 2013. Pengaruh Logam Berat (Cu dan Cd) dan Salinitas terhadap Peningkatan Kadar Lipid pada *Chlorella vulgaris* dan *Botryococcus braunii* serta Peran *Chlorella vulgaris* dan *Botryococcus braunii* dalam Penurunan Kadar COD pada Limbah Industri PT. *SIER. J. Tek. Pomits* 1(1), 1–5.
- Ghoneim, M.M., El-Desoky, H.S., El-Moselhy, K.M., Amer, A., El-Naga, E.H., Mohamedein, L.I., Al-Prol, A.E., 2014. Removal of Cadmium from Aqueous Solution Using Marine Green Algae, *Ulva lactuca*. *Egypt. J. Aquat. Res.* 40, 235–242.
- Gosh, M., Singh, S.P., 2005. A Review On Phytoremediation of Heavy Metals And Utilization of Its By Products. *J. Ecol. Environ. Res.* 3, 1–18.
- Indah, R., Ramlah, 2012. The Bioaccumulation of Cd Ions on *Eucheuma cottonii* Seaweed. *Mar. Chim. Acta*, 2 13, 2–15.
- Indriani, H., Akira, S., 1998. Biosorption of Heavy Metal Ions to Brown Algae, *Macrocystis pyrifera*, *Kjellmamiella crassifolia*, and *Undaria pinnatifida*. *J. Colloid Interface Sci.* 206, 297–301.
- Mamang, N., 2008. Laju Pertumbuhan Bibit Rumpuk Laut *Eucheuma cottonii* dengan Perlakuan Asal Thallus terhadap Bobot Bibit di Perairan Lakeba, Kota Bau-Bau, Sulawesi Tenggara (Skripsi). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Mukhtasor, 2007. *Pencemaran Pesisir dan Laut. Panya Paramita*, Jakarta.
- Retnani, H., Abdulgani, N., 2013. Pengaruh Salinitas terhadap Kandungan Protein dan Pertumbuhan Ikan Bawal Bintang (*Trachinotus blochii*). *J. Sains Dan Seni Pomits* 2(2), 177–181.
- Rosita, E., Melani, W.R., Zulfikar, A., 2013. Efektivitas Fitoremediasi Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) Terhadap Penyerapan Orthopospat Pada Detergen Ditinjau dari Detensi Waktu dan Konsentrasi Orthopospat. *Univ. Marit. Raja Ali Haji Riau*.
- Simanjutak, M., 2007. Oksigen Terlarut dan Apparent Oxygen Utilization di Perairan Teluk Klabat, Pulau Bangka. *J. Ilmu Kelaut.* 12, 59–66.
- Susana, R., Suswati, D., 2013. Bioakumulasi dan Distribusi Cd pada Akar dan Pucuk 3 Jenis Tanaman Famili Brassicaceae: Implementasinya untuk Fitoremediasi. *J. Mns. Dan Lingkungan.* 20, 221–228.
- Suwarsito, Sarjanti, E., 2014. Analisa Spasial Pencemaran Logam Berat pada Sedimen dan Biota Air di Muara Sungai Serayu Kabupaten Cilacap. *Geoedukasi* 3, 30–37.
- Ulfir, S., 1995. Potensi Penyerapan Batang Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap Logam Berat Pb dan Cu. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Yudiati, E., Sedjati, S., Enggar, I., Hasibuan, I., 2009. Dampak Pemaparan Logam Berat Kadmium pada Salinitas yang Berbeda terhadap Mortalitas dan Kerusakan Jaringan Insang Juvenile Udang Vaname (*Litopeneus vannamei*). *J. Ilmu Kelaut.* 14, 29–35.

