EFEKTIVITAS PENYERAPAN LOGAM BERAT Pb DAN Cd MENGGUNAKAN RUMPUT LAUT *Euchema cottonii* DARI PERAIRAN SUMENEP, MADURA

SKRIPSI

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

Oleh:

YULLITA IKA DAMAYANTI

NIM. 125080601111046

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2016

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

EFEKTIVITAS PENYERAPAN LOGAM BERAT Pb DAN Cd MENGGUNAKAN RUMPUT LAUT *Euchema cottonii* DARI PERAIRAN SUMENEP, MADURA

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:

YULLITA IKA DAMAYANTI

NIM. 125080601111046

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2016

repository.ub.ac.id

SKRIPSI

EFEKTIVITAS PENYERAPAN LOGAM BERAT Pb DAN Cd MENGGUNAKAN RUMPUT LAUT *Euchema cottonii* DARI PERAIRAN SUMENEP, MADURA

Oleh:

YULLITA IKA DAMAYANTI

NIM. 125080601111046

Telah dipertahankan di depan penguji

pada tanggal : 22 Juni 2016

Menyetujui,

Dosen Penguji I	Dosen Pembimbing I
Ir. Bambang Semedi, M. Sc, Ph. D	**Oktiyas Muzaky Luthfi, ST, M. Sc**
NIP. 19621220 198803 1 004	**NIP. 19791031 2008001 1 007**
Tanggal : 18 JUL 2016	**Tanggal :** 18 JUL 2016

Dosen Penguji II	Dosen Pembimbing II
Syarifah Hikmah J.S, S. Pi, M. Sc	**M. Arif As'adi, S. Kel, M. Sc**
NIP. 19840720 201404 2 001	**NIP. 19821106 2008121 002**
Tanggal : 18 JUL 2016	**Tanggal :** 18 JUL 2016

Mengetahui,
Ketua Jurusan PSPK

Dr. Ir. Daduk Setyohadi, MP.

NIP. 19630608 198703 1 003

Tanggal : 18 JUL 2016

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah berjudul : "*Efektivitas Peyerapan Logam Berat Pb dan Cd Menggunakan Rumput Laut Euchema cottonii Dari Perairan Sumenep, Madura*" adalah benar-benar merupakan hasil karya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan laporan Skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 20 Mei 2016

Yullita Ika Damayanti

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

UCAPAN TERIMAKASIH

Awal penelitian hingga penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari peran berbagai pihak yang sudah memberikan saran, motivasi, doa dan bantuan materi sehingga selesainya skripsi ini. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih setulusnya kepada :

1. Allah SWT yang memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Kedua orang tua penulis, Ayahanda tercinta Mulyono dan Ibunda tercinta Sismi, yang selalu membimbing, mendoakan, dan memberikan dorongan selama masa studi.
3. Bapak Oktiyas Muzaky Luthfi, ST., M. Sc dan Bapak M. Arif As'adi, S. Kel., M. Sc selaku pembimbing dalam penyelesaian skripsi yang telah banyak membantu dalam berbagai hal terlebih untuk waktu di sela-sela kesibukan yang telah diluangkan bagi penulis untuk berkonsultasi, memberikan saran dan motivasi dalam penyelesaian skripsi.
4. Bapak Ir. Bambang Semedi, M. Sc, Ph. D dan Ibu Syarifah Hikmah J S, S. Pi, M. Sc selaku penguji yang telah memberikan banyak masukan kepada penulis dalam penyelesaian penulisan laporan ini.
5. Dekan, Wakil Dekan, Ketua Jurusan dan para Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, yang telah membagikan ilmu pengetahuan dan pengalamannya kepada penulis.
6. Para staf Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan dan Ilmu Kelautan, yang telah membantu dan melayani penulis dengan baik dan tulus.

7. Bapak Tohir beserta seluruh masyarakat Ds. Cabbiya yang memberikan informasi tentang kondisi budidaya rumput laut di daerahnya.

8. Adikku Muhammad Infantri Andi serta Seluruh Keluarga Besar penulis, yang telah memberi semangat tersendiri untuk terus semangat melewati hari-hari penuh tantangan.

9. Sahabat terkasih Wildan Habiby Fanani, yang selalu menasehati, dan memberikan support secara moral kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

10. Sahabat-sahabat penulis di tempat rantau Umaya Sari, Rahma Agustin Rahayu, Al Miftah Nor Aeni Rachman, Ruli Hikma Safitri, Aldilla Setiawan Muslim dan Mega Suryanita yang senantiasa menemani dan membantu penulis dalam penyusunan laporan ini.

11. Sahabat-sahabat penulis “KOPLAK” yang setia menjadi teman penulis dari masa sekolah hingga sekarang dan selalu mendoakan serta memberi semangat dari jauh selama 4 tahun terakhir.

12. Rekan-rekan Poseidon 2012 yang selalu memberikan support untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan benar.

13. Untuk semua pihak yang telahmembantu tapi tidak sempat disebutkan satu persatu, terima kasih untuk segala bantuannya.

Malang, 20 Mei 2016

Yullita Ika Damayanti

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyusun Skripsi ini yang membahas tentang efektivitas penyerapan logam berat Pb dan Cd oleh rumput laut *Euchema cottonii*. Skripsi ini berjudul *Efektivitas Penyerapan Logam Berat Pb dan Cd Menggunakan Rumput Laut Euchema cottonii dari Perairan Sumenep, Madura.* Di dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi perhitungan konsentrasi penyerapan logam berat pada rumput laut serta pengaruh konsentrasi logam berat terhadap fisiologi rumput laut serta lainnya.

Saya menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, dikarenakan adanya kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun saya harapkan agar tulisan ini dapat bermanfaat untuk menambah wawasan dan informasi bagi yang membutuhkan.

Malang, 20 Mei 2016

Yullita Ika Damayanti

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

RINGKASAN

YULLITA IKA DAMAYANTI. Efektivitas Penyerapan Logam berat Pb dan Cd Menggunakan Rumput Laut *Euchema cottonii* dari Perairan Sumenep, Madura. (Di bawah bimbingan **Oktiyas Muzaky Luthfi, ST., M. Sc** dan **M. Arif As'adi, S. Kel., M. Sc**).

Kabupaten Sumenep merupakan salah satu kabupaten di provinsi Jawa Timur tepatnya berada di Pulau Madura. Kabupaten ini memiliki kawasan budidaya rumput laut yang cukup besar. Namun kawasan budidaya tersebut sangat dekat dengan pemukiman warga sehingga limbah yang dihasilkan dari aktivitas di pemukiman tersebut akan menyebabkan penurunan kualitas air. Salah satu komponen anorganik yang dapat menurunkan kualitas perairan adalah logam berat, terutama logam berat Pb dan Cd yang dapat merugikan organisme perairan. Berbagai teknik untuk menghilangkan logam berat di perairan telah banyak dilakukan salah satunya adalah biosorpsi dengan menggunakan alga. Beberapa spesies alga telah ditemukan mempunyai kemampuan yang cukup tinggi untuk mengadsorpsi ion-ion logam berat seperti *Euchema cottonii*. Rumput laut jenis ini mampu menyerap logam berat karena mempunyai kandungan kimia seperti karagenan sekitar 54-73%, protein, karbohidrat,lemak, serat kasar, air dan abu.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2016. Tujuan dari Penelitian ini adalah untuk mengetahui (1) kandungan logam berat Pb dan Cd yang terdapat pada air laut perairan Sumenep, Madura (2) efektivitas penyerapan logam berat Pb dan Cd oleh rumput laut *E. cottonii* (3) perbedaan penyerapan antara logam berat Pb dan Cd oleh rumput laut *E. cottonii*.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan prosedur penelitian yang terdiri dari uji pendahuluan dan uji utama. Uji utama dan uji pendahuluan dilakukan untuk mengetahui konsentrasi logam berat yang terdapat pada air serta pada *E cottonii*. Sebagai data penunjang dilakukan pula pengukuran terhadap kualitas perairan seperti suhu, DO, pH dan salinitas. Analisis data secara statistik yang digunakan adalah uji T. Selanjutnya untuk pengumpulan data sekunder diperoleh dengan cara studi pustaka seperti mengumpulkan informasi dari dokumentasi, buku, jurnal, laporan, dokumen, dan pustaka lain yang menunjang.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa persentase penyerapan logam berat Cd lebih besar daripada Pb yaitu masing-masing sebesar 97,4% dan 76,9%. Penyerapan logam berat Pb dan Cd oleh *E. cottonii* secara statistika memiliki perbedaan yang sangat nyata terhadap penurunan logam berat Pb dan Cd pada media air laut. Hal tersebut dapat diketahui dari nilai T. Hitung yang lebih besar dari nilai T. Tabel pada taraf signifikansi 5%. *E cottonii* yang terpapar oleh logam berat mengalami perubahan fisiologis yang sangat signifikan, dibuktikan dengan timbulnya klorosis yang terdapat pada thallus. Selain rumput laut, parameter kualitas air juga mengalami perubahan, dari suhu dan salinitas yang tersu mengalami kenaikan, DO yang mengalami penurunan serta pH yang berubah secara fluktuatif.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
PERNYATAAN ORISINALITAS iii
UCAPAN TERIMAKASIH iv
KATA PENGANTAR vi
RINGKASAN vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR LAMPIRAN xiii
1. PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Batasan Masalah 4
1.4 Tujuan 4
1.5 Hipotesis 5
1.6 Kegunaan 5

2. TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Pencemaran Air 6
2.2 Logam Berat 7
2.3 Keberadaan Logam Berat Di Perairan 8
2.3.1 Timbal (Pb) 8
2.3.2 Kadmium (Cd) 9
2.4 Mekanisme Penyerapan Logam Berat Pada Rumput Laut 11
2.5 Rumput Laut 12
2.6 Euchema cottonii 13
2.7 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Rumput Laut 15

3. METODE PENELITIAN 19
3.1 Materi Penelitian 19
3.1.1 Kondisi Lokasi Penelitian 19
3.1.2 Bahan Uji 20
3.1.3 Wadah Uji 20
3.1.4 Media Air Pemeliharaan 21
3.2 Alat dan Bahan 21
3.3 Metode Penelitian 22
3.4 Prosedur Penelitian 23
3.4.1 Uji Pendahuluan 24
3.4.2 Uji Utama 24
3.5 Analisis Logam Berat 24
3.6 Efektivitas Penyerapan Logam Berat Pb dan Cd Oleh *E. cottonii* 25
3.7 Prosedur Pengukuran Kualitas Air 26
3.8 Analisis Data Statistika 27

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4. HASIL DAN PEMBAHASAN 29
4.1 Hasil 29
4.1.1 Penyerapan Logam Berat Pb dan Cd pada *E. cottonii* 29
4.1.2 Pengaruh Pemaparan Logam Berat Pb dan Cd terhadap Pertumbuhan *E. cottonii* 30
4.1.3 Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cd dalam Air 32
4.1.4 Parameter Kualitas Air 33
4.2 Pembahasan 37
4.2.1 Penyerapan Logam Berat Pb dan Cd pada *E. cottonii* 37
4.2.2 Pengaruh Pemaparan Logam Berat Pb dan Cd terhadap Pertumbuhan *E. cottonii* 38
4.2.3 Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cd dalam Air 40
4.2.4 Parameter Kualitas Air 41

5. PENUTUP 46
5.1 Kesimpulan 46
5.2 Saran 46
DAFTAR PUSTAKA 48
LAMPIRAN 51

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1. Alat yang digunakan dalam penelitian.....22
2. Bahan yang digunakan dalam penelitian.....22
3. Prosedur pengukuran parameter kualitas air 26
4. Data hasil rata-rata pengukuran logam berat Pb (ppm) dan Cd (ppm) dalam rumput laut E. cottonii 29
5. Uji T penyerapan logam berat Pb dan Cd 30
6. Data hasil rata-rata pengukuran logam berat Pb (ppm) dan Cd (ppm) dalam air laut 32
7. Perhitungan konsentrasi logam berat Pb dan Cd pada E. cottonii (a) dan media air (b) 51
8. Uji T penyerapan logam berat Pb dan Cd 52
9. Hasil pengukuran suhu (a), pH (b),salinitas (c), dan DO (d) selama penelitian berlangsung 53

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1. Logam berat Pb 8
2. Logam Berat Cd 10
3. *E. cottonii* basah 15
4. Lokasi pengambilan sampel rumput laut di Kabupaten Sumenep, Madura 20
5. Skema penelitian yang dilakukan 23
6. Grafik efektivitas penyerapan logam berat Pb dan Cd (%) 30
7. Perubahan fisiologi E. cottonii perlakuan pemaparan logam berat Pb (a) dan pemaparan Cd (b) pada T0, perlakuan pemaparan logam berat Pb (c) dan pemaparan Cd (d) pada T10, ket : 1 : Thallus utama ; 2 : Duri 31
8. Nilai suhu media air laut selama penelitian, ket : T : Waktu pengamatan 34
9. Nilai pH media air laut selama penelitian, ket : T : Waktu pengamatan 35
10. Konsentrasi DO media air selama penelitian, ket : T : Waktu pengamatan . 36
11. Konsentrasi salinitas media air laut selama penelitian, ket : T : waktu pengamatan 37
12. Grafik penyerapan logam berat Pb dan Cd oleh *E. cottonii* 38
13. Gambar 14. Grafik penurunan logam berat Pb dan Cd pada air selama penelitian 41
14. Hasil uji konsentrasi logam berat Pb dan Cd air laut di perairan Sumenep, Madura (a), konsentrasi logam berat Pb dan Cd pada E. cottonii dan air laut T0 (b), konsentrasi logam berat Pb pada E. cottonii dan air laut T10 (c-1) (c-2), konsentrasi logam berat Cd pada E. cottonii dan air laut T10 (d-1) (d-2) 61
15. Lokasi pengambilan sampel yang terletak di Ds. Cabbiya, Kec. Talango, Kab. Sumenep, Madura. Ket : (a) dan (b) : stasiun pengambilan sampel E. cottonii ; (c) : lokasi pembudidayaan rumput laut ; (d) : sampel rumput

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

laut yang diambil dari hasil budidaya 62

16. Proses pemeliharaan E. cottonii yang dilakukan di Laboratorium Reproduksi Ikan dan Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan FPIK Universitas Brawijaya. Ket : (a) : penimbangan sampel E. cottonii ; (b) proses pemeliharaan sampel agar sampel tidak busuk ; (c) : penimbangan logam berat Pb dan Cd ; (d) pembuatan larutan logam berat Pb dan Cd 1 ppm ; (e) : pemaparan logamberat Pb dan Cd sebanyak 1 ppm pada *E. cottonii* ; (f) pengukuran parameter kualitas air yang dilakukan selama penelitian berlangsung 63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

1. Perhitungan Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cd pada *E. cottonii* dan Media Air Selama Penelitian 51
2. Perhitungan Uji T 52
3. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air Selama Penelitian 53
4. Hasil Uji Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cd pada *E. cottonii* dan Media Air Laut 56
5. Kondisi Lapang Lokasi Pengambilan Sampel *E. cottonii* 62
6. Pemeliharaan Sampel *E. cottonii* yang Dilakukan di Laboratorium.....63

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran merupakan salah satu permasalahan yang terjadi di perairan. Banyak orang beranggapan bahwa laut merupakan tempat pembuangan limbah dari berbagai kegiatan manusia baik yang berada di daratan maupun yang berada di lepas pantai. Perkembangan industri sebagai salah satu kegiatan pembangunan ekonomi secara tidak langsung menyebabkan banyaknya limbah yang masuk ke dalam perairan, termasuk perairan yang digunakan untuk budidaya. Hasil dari budidaya rumput laut ini banyak dimanfaatkan dalam bidang pangan maupun farmasi, sehingga adanya bahan pencemar seperti logam berat akan mengakibatkan kualitas (mutu) lahan budidaya tersebut berkurang.

Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar yang dikhawatirkan keberadaannya karena memiliki tingkat toksisitas yang tinggi dalam lingkungan perairan. Selain itu logam berat dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lain (Sudarmaji *et al*., 2006). Beberapa logam berat yang berbahaya adalah Pb dan Cd, yang mana keduanya merupakan logam non esensial. Logam non esensial merupakan logam yang manfaatnya belum diketahui hingga sekarang.

Logam Pb yang berada di perairan berasal dari limbah bensin oleh kapal-kapal dan limbah industri batik, sedangkan Cd berasal dari limbah kegiatan penambangan pasir, limbah industri batik serta dari hasil limbah pupuk (Meitei dan Prasad, 2013). Logam berat Pb dan Cd yang berada di perairan dapat memberikan dampak buruk bagi perairan tersebut, sebab logam berat dapat bertahan pada lingkungan dalam waktu yang lama. Hal tersebut dikarenakan logam berat memiliki sifat yang tidak dapat terdegradasi dan tidak dapat hancur. Konsentrasi Pb yang

berlebih dapat menimbulkan bahaya karena dapat memberikan efek racun terhadap banyak fungsi organ yang terdapat dalam tubuh (Palar, 2004). Keracunan Pb menyebabkan kerusakan pada sistem saraf, sistem reproduksi, ginjal dan otak. Cd merupakan golongan logam berat yang memiliki tingkat toksisitas tinggi. Toksisitas Cd menyebabkan hipertensi, kerusakan paru-paru dan disfungsi ginjal (Meitei dan Prasad, 2013).

Berbagai teknik konvensional untuk mengurangi logam berat telah banyak dilakukan seperti presipitasi kimia, reduksi secara kimia, adsorpsi, pertukaran ion, evaporasi dan proses membran. Teknik lain untuk menghilangkan logam berat adalah biosorpsi. Proses biosorpsi memiliki beberapa keuntungan seperti biaya operasional yang rendah, meminimalisir adanya endapan kimia maupun biologi, adanya regenerasi biosorben serta merupakan proses yang ramah lingkungan. Pemanfaatan sistem biosorpsi untuk pengambilan ion logam-logam berat dari perairan telah banyak dilakukan.

Beberapa spesies alga telah ditemukan mempunyai kemampuan yang cukup tinggi untuk mengadsorpsi ion-ion logam, baik dalam keadaan hidup maupun dalam bentuk sel mati (biomassa). Sebagai indikator untuk mengetahui terjadinya pencemaran logam berat, banyak penelitian yang menggunakan makroalga sebagai bioindikatornya. Rumput laut merupakan salah satu makroalga yang memiliki keuntungan dalam biosorpsi karena di dalam rumput laut terdapat gugus fungsi yang dapat melakukan pengikatan dengan ion. Gugus fungsi tersebut adalah gugus karboksil, hidroksil, amina, sulfudril imadazol, sulfat, dan sulfonat yang terdapat dalam dinding sel dalam sitoplasma (Aryanti, 2011)

Euchema cottonii diketahui sebagai rumput laut yang mempunyai kemampuan dalam menyerap logam berat seperti Pb dan Cd yang terlarut di perairan, sehingga bisa dimanfaatkan sebagai biosorben. Rumput laut jenis ini mampu menyerap logam berat karena mempunyai kandungan kimia seperti

karagenan sekitar 54-73%, protein, karbohidrat, lemak, serat kasar, air dan abu. Karagenan merupakan polisakarida tersulfaktan yang memiliki kandungan ester sulfat sekitar 28-35%, yang mana atom sulfanat (S) pada ester sulfat dan –OH serta –COOH pada polisakarida merupakan situs-situs aktif tempat berinteraksinya suatu logam berat pada rumput laut (Diantariani *et al*., 2008)

Penggunaan rumput laut sebagai biosorben telah dilakukan oleh beberapa peneliti, Sarada et al (2013) melakukan penelitian menggunakan rumput laut jenis *Caulerpa fistigiata* sebagai biosorben terhadap logam berat Cd dengan kapasitas adsorpsi 101,87 mg/L. Yulianto *et al* (2006) menggunakan *Gracilaria sp* sebagai biosorben terhadap logam berat Cu, hasil penelitiannya menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi *Gracilaria sp* ini mencapai 1 ppm. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian tentang analisis kemampuan rumput laut *E. cottonii* sebagai biosorben logam berat Pb dan Cd, yang nantinya dapat diterapkan dalam pemulihan lingkungan perairan yang tercemar.

1.2 Rumusan Masalah

Rumput laut *E. cottonii* merupakan salah satu rumput laut yang bernilai ekonomis tinggi, salah satu daerah penghasil rumput laut ini adalah Sumenep. Seringkali hasil budidaya atau produksi yang dicapai berfluktuasi, hal ini diduga berkaitan dengan besarnya pengaruh faktor eksternal (lingkungan perairan). Lingkungan yang buruk akan menurunkan hasil produksi rumput laut, apalagi lahan budidaya rumput laut di Sumenep terletak sangat dekat dengan pemukiman warga. Banyaknya aktivitas warga disekitar pemukiman secara langsung maupun tidak langsung akan memberikan masukan limbah anorganik berupa logam berat. Beberapa logam berat yang berbahaya bagi perairan adalah Pb dan Cd. Kedua logam berat tersebut dapat mengakibatkan efek racun bagi organisme perairan,

maupun bagi manusia. Penelitian untuk mengurangi kandungan logam berat di perairan sudah banyak dilakukan, salah satunya adalah dengan menggunakan biosorpsi. Biosorpsi merupakan teknik penyerapan logam ke dalam tubuh organisme tertentu, namun besarnya efektivitas penyerapan tersebut akan berbeda tergantung pada biosorben dan jenis logam beratnya.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Berapakah kandungan logam berat Pb dan Cd yang terdapat pada air laut di perairan Sumenep, Madura ?
2. Bagaimanakah efektivitas penyerapasn logam berat Pb dan Cd oleh rumput laut *E. cottonii* ?
3. Bagaimanakah perbedaan penyerapan antara logam berat Pb dan Cd oleh rumput laut *E. cottonii*. ?

1.3 Batasan Masalah

Rumput laut *E. cottoni* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan rumput laut yang didapatkan dari perairan Sumenep, Madura. Perairan Sumenep sendiri merupakan perairan yang tercemar oleh logam berat Pb dan Cd. Waktu pengambilan bahan uji ini dilakukan pada saat musim hujan bulan Februari 2016. Rumput laut ini merupakan rumput laut yang berusia muda, sekitar 20 hari pada saat akan digunakan sebagai bahan uji.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui :

1. Kandungan logam berat Pb dan Cd yang terdapat pada air laut perairan Sumenep, Madura.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2. Efektivitas penyerapan logam berat Pb dan Cd pada rumput laut *E. cottonii.*
3. Perbedaan penyerapan antara logam berat Pb dan Cd oleh rumput laut *E. cottonii*.

1.5 Hipotesis

H0 : Diduga bahwa tidak terdapat perbedaan penyerapan antara logam berat Pb dan Cd oleh rumput laut *E. cottonii*.

H1 : Diduga bahwa terdapat perbedaan penyerapan antara logam berat Pb dan Cd oleh rumput laut *E. cottonii*.

1.6 Kegunaan

Adanya kegiatan penelitian ini dapat memberikan banyak manfaat bagi beberapa pihak, antara lain sebagai berikut :

a. Dapat mengetahui kadar logam berat Pb dan Cd yang terdapat pada air laut di Perairan Sumenep, Madura.
b. Dapat memberikan informasi mengenai analisis daya serap rumput laut *E. cottonii* terhadap logam berat Pb dan Cd.
c. Dapat memberikan informasi mengenai efektivitas penyerapan rumput laut *E.cottonii* terhadap logam berat Pb dan Cd.
d. Dapat memberikan solusi bahwa rumput laut *E. cottonii* bisa digunakan sebagai salah satu alternatif pengolah limbah.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Air

Pencemaran adalah masuknya zat-zat dan energi ke dalam lingkungan oleh manusia secara langsung atau tidak langsung. Hal tersebut mengakibatkan pengaruh-pengaruh yang merugikan terhadap lingkungan itu sendiri. Beberapa pengaruh yang merugikan tersebut diantaranya adalah membahayakan kesehatan manusia, merusak sumber hayati dan ekosistem serta mempengaruhi atau menghalangi kenyamanan dan penggunaan-penggunaan lain yang semestinya di lingkungan (Sanusi dan Putranto, 2009).

Pencemaran air adalah suatu peristiwa masuknya zat-zat ke dalam air yang mengakibatkan kualitas (mutu) air tersebut menurun, sehingga dapat mengganggu dan membahayakan kesehatan masyarakat. Pencemaran air terjadi karena perbuatan manusia yang dapat timbul dari berbagai macam kegiatan, baik secara disengaja maupun tidak. Perbuatan manusia yang mengakibatkan pencemaran air pada umumnya jauh lebih besar daripada yang diakibatkan oleh sebab alami. Besarnya beban polusi yang ditampung oleh suatu perairan dapat diperhitungkan berdasarkan jumlah zat pencemar yang berasal dari berbagai sumber aktifitas yang meliputi air buangan dari proses industri. Komponen dari kontaminan dan zat pencemar yang berasal dari buangan industri bersama-sama dengan sampah-sampah domestik akan masuk ke dalam perairan (Sugiharto, 1987).

Pencemaran air yang paling banyak terjadi adalah pencemaran logam berat. Pencemaran logam berat di perairan terus meningkat seiring dengan bertambahnya penduduk. Padatnya penduduk yang bermukim di sekitar perairan mampu menghasilkan limbah domestik sehingga mencemari perairan. Selain itu,

pencemaran juga disebabkan oleh banyaknya industri-industri kecil seperti bengkel, dan lain-lain. Industri tersebut banyak yang membuang limbahnya ke sungai tanpa diolah terlebih dahulu. Limbah yang berasal dari industri dan pada saat pembuangannya tidak dilakukan pengolahan, dapat menjadi sumber pencemar logam berat yang besar. Pencemaran logam berat ini memberi dampak yang cukup besar bagi makhluk hidup di sekitar perairan tersebut (Yudo, 2006).

2.2 Logam Berat

Di bumi ini sedikitnya terdapat 80 jenis dari 109 unsur kimia yang telah teridentifikasi sebagai jenis logam berat. Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat ini dapat dibagi dalam dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat *esensial*, di mana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat ini diantaranya Zn, Cu, Fe, Co, dan Mn. Jenis kedua adalah logam berat *non esensial* atau beracun, di mana keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun, seperti Hg, Cd, Pb, dan Cr (Palar, 2004).

Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar yang terdapat di perairan. Keberadaan logam-logam ini sangat berbahaya, meskipun dalam jumlah yang kecil. Berbagai kegiatan manusia seperti penambangan logam, pelapisan dan pencampuran logam, kegiatan industri, serta pembuatan pestisida sangat berpotensi menghasilkan limbah yang mengandung logam berat. Logam berat merupakan zat yang beracun serta umumnya bersifat karsinogenik. Oleh karena itu pengolahan dan penghilangan logam berat dari perairan sangatlah diperlukan, agar tidak membahayakan organisme perairan lainnya (Kurniasari *et al*., 2012).

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Logam berat umumnya termasuk kelompok *inorganik non esensial* yang memiliki karakter fisik, kimia dan biologi. Dari kelompok logam berat, yang berpotensial memiliki daya racun tinggi terhadap kehidupan biota laut dan kerusakan lingkungan perairan adalah Hg, Cd, Pb, Cu, Cr, Ni, Zn dan As. Logam berat tersebut beracun karena memiliki sifat persisten atau sulit mengalami degradasi serta memiliki sifat akumulasi dan magnifikasi dalam jaringan tubuh biota laut (Sanusi dan Putranto, 2009).

2.3 Keberadaan Logam Berat Di Perairan

2.3.1 Timbal (Pb)

Timbal atau dalam bahasa sehari-hari sering disebut dengan timah hitam memiliki nama ilmiah *plumbum*, yang disimbolkan dengan Pb. Logam ini termasuk logam golongan IV-A pada Tabel Periodik Unsur dengan nomor atom (NA) 82 dan massa atom (MA) 204,19. Logam berat timbal termasuk logam lunak yang berwarna coklat kehitaman. Penyebaran timbal di bumi sangat sedikit, dan tersebar melalui proses-proses alami, seperti proses geokimia dan letusan gunung berapi (Palar, 2004) . Gambar dari logam berat Pb dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Logam berat Pb

Pb merupakan salah satu logam berat beracun dan berbahaya, yang banyak ditemukan sebagai bahan pencemar dan cenderung mengganggu

kelangsungan hidup organisme perairan. Adanya Pb yang masuk ke dalam ekosistem dapat menjadi sumber pencemar dan dapat mempengaruhi biota perairan seperti mematikan ikan terutama pada fase juvenil karena toksisitasnya tinggi. Pb yang masuk ke dalam perairan dapat berasal dari limbah buangan industri kimia, industri percetakan, industri yang menghasilkan logam dan cat. Pb ini dapat terakumulasi di dalam tubuh suatu organisme dan tetap tinggal dalam jangka waktu yang lama sebagai racun (Yulaipi dan Aunurohim, 2013).

Logam berat Pb bersifat kurang toksik dibandingkan dengan Cu, Cd, Zn dan Hg, namun bersifat lebih toksik daripada Ni. Sifat toksik Pb terlarut berkisar antara 0,1-10 mg/l, baik terhadap kehidupan invertebrata maupun ikan. Sifat alkalis air laut dapat mereduksi toksisitas Pb terlarut terhadap biota akuatik. Adanya beberapa jenis ligan inorganik seperti halida, sulfat, fosfat, nitrat dan hidroksida akan membentuk endapan dengan Pb, terutama dalam suasana alkalis (Sanusi dan Putranto, 2009).

2.3.2 Kadmium (Cd)

Kadmium merupakan salah satu unsur pada golongan II B periode 5 dalam Tabel Periodik Unsur. Cd mempunyai nomor atom 48, massa atom relatif 112,40, titik lebur 321°C, dan titik didih 767°C. Kadmium bervalensi dua (Cd^{2+}) adalah bentuk terlarut yang stabil dalam lingkungan perairan laut pada pH di bawah 8,0. Kadar Cd di perairan alami berkisar antara 0,29-0,55 ppb dengan rata-rata 0,42 ppb. Dalam perairan alami yang bersifat basa, kadmium mengalami hidrolisis, teradsorpsi oleh padatan tersuspensi dan membentuk ikatan kompleks dengan bahan organik. Toksisitas Cd lebih rendah dibandingkan dengan Hg dan Cu. Pada kadar 0,01-0,1 mg/l $CdCl_2$ dapat mereduksi ATP, klorofil dan mengurangi konsumsi O_2 oleh fitoplankton. Sementara kadar Cd terlarut sebesar 8-85 mg/l memberikan

respon toksisitas akut terhadap ikan estuari (Sanusi dan Putranto, 2009). Gambar dari logam berat Cd dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Logam Berat Cd

Cd ini ditemukan dalam bebatuan *Calamine* (Seng Karbonat). Cd mempunyai penyebaran sangat luas di alam, hanya ada satu jenis mineral kadmium di alam yaitu *greennockite* (CdS) yang selalu ditemukan bersamaan dengan mineral *spalerite* (ZnS). Cd dapat ditemukan dalam berbagai sumber alam namun yang paling melimpah terdapat dalam bijih seng, timah, dan tembaga sulfida. Logam Cd dan persenyawaannya dapat dapat dijumpai di daerah-daerah penimbunan sampah dan aliran air hujan serta air buangan yang mengandung limbah. Air buangan yang mengarah ke laut secara langsung akan memberikan masukkan logam Cd dalam laut tersebut. Logam Cd yang berada di laut dapat dijumpai sebagai hasil dari limbah dari industri plastik, elektroplating, dan industri baterai. Selain itu logam Cd juga dapat ditemukan pada limbah industri-industri ringan seperti industri pengolahan roti, industri pengolahan ikan, industri pengolahan minuman, industri tekstil dan lain-lain. (Palar, 2004).

Sumber lain dari Cd adalah dari pemberian pupuk, pestisida serta air yang digunakan untuk menyiram tanaman. Pupuk organik (sintetis) masih banyak digunakan oleh masyarakat, walaupun jumlahnya tidak banyak, jika tanah secara

rutin diberi pupuk serupa maka kadar Cd-nya akan terakumulasi dan diserap oleh tanaman yang tumbuh di lahan tersebut. Sementara itu Cd dalam ekosistem air dapat terakumulasi dalam kupang, tiram, udang, udang laut dan ikan. Kepekaan terhadap Cd dapat sangat bervariasi antara organisme air. Organisme air asin diketahui lebih resisten terhadap keracunan Cd daripada organisme air tawar (Agustina, 2010).

2.4 Mekanisme Penyerapan Logam Berat Pada Rumput Laut

Akibat tingginya tingkat pencemaran yang terdapat di perairan, berbagai cara telah dilakukan untuk mengurangi pencemaran tersebut. Salah satu altenatif dalam pengolahan limbah yang mengandung logam berat adalah penggunaan bahan-bahan biologis sebagai adsorben. Proses ini kemudian disebut dengan biosorpsi. Biosorpsi menunjukkan kemampuan biomassa untuk mengikat logam berat dari dalam larutan melalui langkah-langkah metabolisme atau kimia-fisika. Keuntungan penggunaan proses biosorpsi diantaranya adalah biaya yang relatif murah, efisiensi tinggi pada larutan encer, minimalisasi pembentukan lumpur, serta kemudahan proses regenerasinya (Ashraf *et al*., 2010).

Secara alami pada kondisi yang tanpa kendali, proses biosorpsi ion logam berat umumnya terdiri dari dua mekanisme yang melibatkan proses *active uptake* dan *passive uptake*. Pada saat ion logam berat tersebar pada permukaan sel, ion akan mengikat pada bagian permukaan sel berdasarkan kemampuan daya afinitas kimia yang dimilikinya. *Passive uptake* merupakan proses yang terjadi ketika ion logam berat mengikat dinding sel dengan dua cara yang berbeda, pertama pertukaran ion di mana ion monovalen dan divalen seperti Na, Mg, dan Ca pada dinding sel digantikan oleh ion-ion logam berat. Kedua adalah formasi kompleks antara ion-ion logam berat dengan *functional groups* seperti karbonil, amino, thiol,

hidroksi, fosfat, dan hidroksi-karboksil yang berada pada dinding sel. *Active uptake* dapat terjadi pada berbagai tipe sel hidup. Mekanisme ini secara simultan terjadi sejalan dengan konsumsi ion logam untuk pertumbuhan mikroorganisme atau/dan akumulasi intraselular ion logam tersebut. Logam berat dapat juga diendapkan pada proses metabolisme dan ekskresi pada tingkat kedua (Patimah, 2009).

Berbagai alternatif bahan-bahan biologis dapat digunakan sebagai bahan baku biosorben. Bahan-bahan ini diantaranya adalah mikroorganisme, bakteri, fungi dan alga. Beberapa jenis alga telah mendapat perhatian terutama pada kemampuannya yang cukup tinggi untuk mengadsorpsi ion-ion logam. Alga juga bermanfaat dalam mengembalikan kembali ion-ion logam yang terikat dengan mudah, selain itu kemungkinan penggunaan kembali biomassa sebagai biosorben yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah cair (Buhani *et al*., 2010).

2.5 Rumput Laut

Rumput laut tergolong tanaman tingkat rendah, hidup melekat pada substrat tertentu, tidak mempunyai akar, batang maupun daun sejati, tetapi hanya menyerupai batang yang disebut thallus. Rumput laut tumbuh di alam dengan melekatkan dirinya di karang, lumpur pasir, batu, dan benda keras lainnya. Selain benda mati, rumput laut pun dapat melekat pada tumbuhan lain secara epifitik (Aslan, 1998).

Rumput laut merupakan merupakan salah satu tumbuhan yang masuk ke dalam divisi Thallophyta (tumbuhan ber-*thallus*) yaitu suatu tumbuhan yang akar, batang dan daun yang merupakan bentuk dari batang (*thallus*). Rumput laut memiliki alat perekat atau penempel yang disebut *holdfast*. *Holdfast* bukan merupakan akar seperti yang dimiliki tumbuhan tingkat tinggi yang berfungsi menyerap air atau nutrien. *Holdfast* hanya berfungsi sebagai alat penempel pada

substrat yang keras. Selain itu, rumput laut memiliki jaringan yang sederhana, mereka tidak menghasilkan bunga atau benih seperti yang dimiliki tumbuhan tingkat tinggi (Sverdrup *et al*., 1942).

Menurut Great Barrier Reef Marine Park Authority (2003) rumput laut dapat diklasifikasikan menjadi 3 divisi berdasarkan kandungan pigmennya yang digunakan dalam proses fotosintesis, yaitu: Chlorophyta (hijau), Phaeophyta (cokelat) dan Rhodophyta (merah). Chlorophyta memiliki warna hijau cerah karena mengandung pigmen klorofil-a seperti *Halimeda opuntia* dan *Ulva lactuca*. Phaeophyta seperti *Sargassum sp* dan *Padina sp* memiliki warna cokelat karena mengandung pigmen klorofil serta beberapa pigmen tambahan yang menyebabkan warnanya cokelat.

Rumput laut dari divisi Rhodophyta atau alga merah memiliki ciri *thallus* berbentuk silindris, pipih dan lembaran. *Thallus* tersebut berwarna merah, ungu, pirang, cokelat dan hijau. Warna yang beragam yang dihasilkan makroalga ini disebabkan oleh pigmen klorofil, fikoeritrin, dan fikosianin. Kelompok makroalga merah sebagian besar bersifat epifit, tumbuh di permukaan substrat yang keras seperti batu dan cangkang kerang. Alga merah hidup di daerah intertidal dan sub-tidal perairan yang dalam (Dhargalkar, 2004).

2.6 Euchema cottonii

Eucheuma cottonii merupakan salah satu jenis rumput laut merah (Rhodophyceae) dan berubah nama menjadi *Kappaphycus alvarezii* karena karagenan yang dihasilkan termasuk fraksi kappa-karagenan. Jenis ini secara taksonomi disebut Kappaphycus alvarezii. Nama daerah yang digunakan adalah '*cottonii'*, nama ini lebih dikenal dan biasa dipakai dalam dunia perdagangan

nasional maupun internasional. Klasifikasi *E. cottonii* menurut Doty (1985) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Divisi : Rhodophyta

Kelas : Rhodophyceae

Ordo : Gigartinales

Famili : Solieracea

Genus : *Eucheuma*

Species : *Eucheuma alvarezii Doty*

Ciri fisik *E. cottonii* adalah mempunyai thallus silindris, permukaan licin, *cartilogeneus*. Keadaan warna tidak selalu tetap, kadang-kadang berwarna hijau, hijau kuning, abu-abu atau merah, perubahan warna sering terjadi hanya karena faktor lingkungan. Warna yang berubah merupakan suatu proses adaptasi kromatik yaitu penyesuaian antara proporsi pigmen dengan berbagai kualitas pencahayaan. Thallus *E. cottonii* bervariasi mulai dari bentuk sederhana sampai kompleks. Duri-duri pada thallus runcing memanjang, agak jarang-jarang dan tidak bersusun melingkari thallus. Percabangan ke berbagai arah dengan batang-batang utama keluar saling berdekatan ke daerah pangkal. Cabang-cabang pertama dan kedua tumbuh dengan membentuk rumpun yang rimbun dengan ciri khusus mengarah ke arah datangnya sinar matahari. *E. cottonii* tumbuh melekat ke substrat dengan alat perekat berupa cakram. (Atmadja *et al*., 1996). Gambar dari *E. cottonii* basah dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. *E. cottonii* basah

Menurut Romimohtarto dan Juwana (2009) *Euchema sp* bernilai ekonomi sebagai salah satu komoditi ekspor. Jenis ini dibutuhkan oleh beberapa negara untuk memperoleh karagenan. *Euchema sp* merupakan bahan mentah untuk pembuatan karagenan tersebut. Karagenan digunakan dalam berbagai proses industri. Manfaat karagenan dalam dunia industri adalah :

- Untuk kosmetik, yakni sebagai salep, krim, losion, shampoo, dan penyelup rambut
- Untuk farmasi, yakni untuk pembuatan suspensi, emulsifier, stabilizer, tablet, kapsul, plester, dan filter
- Untuk makanan atau bahan makanan seperti sayur, saus, dan mentega
- Untuk kegunaan lain, yakni sebagai bahan tambahan dan industri tekstil, kertas, keramik, fotografi, insektisida, pelindung kayu, dan pencegahan api.

2.7 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Rumput Laut

Keberhasilan pertumbuhan dan penyebaran rumput laut sangat bergantung pada faktor-faktor biotik dan abiotik yang berada di sekitar ekosistem rumput laut. Secara umum, rumput laut dapat tumbuh di daerah perairan yang

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

dangkal (intertidal dan subtidal) dengan kondisi dasar perairan berpasir, berlumpur, atau campuran keduanya. Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan rumput laut adalah sebagai berikut :

1. Suhu

Euchema sp memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap suhu. Kemampuan adaptasi alga sangatlah bervariasi tergantung pada lingkungan dimana tumbuhan tersebut hidup. Temperatur air di permukaan perairan Indonesia umumnya berkisar antara 28°C-31°C. Beberapa fungsi fisiologis rumput laut seperti fotosintesis, respirasi, metabolisme, pertumbuhan dan reproduksi dapat dipengaruhi oleh temperatur di dalam air. Rumput laut mempunyai kisaran temperatur yang spesifik karena adanya enzim pada rumput laut yang tidak dapat berfungsi pada temperatur yang terlalu dingin maupun terlalu panas. Proses fotosintesis memerlukan sinar matahari, oleh karena itu rumput laut hanya dapat tumbuh pada kedalaman tertentu di dasar perairan yang dapat ditembus oleh sinar matahari (Ismail dan Pratiwi, 2002).

2. Cahaya

Cahaya sangat berpengaruh terhadap fotosintesis pada alga. Laju fotosintesis berbanding lurus dengan intensitas cahaya, apabila intensitas cahaya tinggi maka laju fotosintesis juga ikut tinggi. Penetrasi cahaya dalam air sangat dipengaruhi oleh intensitas dan sudut datang cahaya pada permukaan air, kondisi permukaan air, dan bahan-bahan terlarut dan tersuspensi di dalam air. Semua tumbuhan tanpa kecuali memerlukan intensitas cahaya tertentu bagi terlaksananya proses fotosintesis (Welch dan Lindell, 1980).

Menurut Aslan (1998) respon cahaya fotoperiodik memungkinkan tanaman untuk mengatur waktu bagi pertumbuhan dan perpanjngan batang (*thallus*). Akan tetapi letak geografis sangat menentukan tingkat pertumbuhan rumput laut. Pertumbuhan rumput laut merupakan pertumbuhan somatik dan fisiologis.

Petumbuhan somatik, pertumbuhan yang bisa diukur didasarkan pada perpanjangan thallus, penambahan berat bobot. Pertumbuan fisiologis didasarkan pada kandungan koloid dan reproduksinya.

3. Salinitas

Kadar garam air biasanya didefinisikan sebagai jumlah dari total garam terlarut yang ada dalam 1 kilogram air laut dan biasanya diukur dengan konduktivitas. Semakin tinggi konduktivitas maka akan semakin tinggi kadar garamnya. Komposisi kadar garam tersebut selalu dalam keadaan yang konstan dalam jangka waktu yang panjang. Hal ini disebabkan karena adanya kontrol dari berbagai proses kimia dan biologi di dalam perairan laut. Kondisi ini menyebabkan sebagian besar organisme yang hidup di perairan laut merupakan organisme yang memiliki toleransi (sensitivitas) terhadap perubahan salinitas yang sangat kecil atau organisme yang diklasifikasikan sebagai organisme stenohalin (Widodo dan Suadi, 2006).

Beberapa faktor seperti sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran air sungai mempengaruhi salinitas di perairan. Masing-masing rumput laut dapat tumbuh dengan baik pada kisaran salinitas tertentu tergantung pada toleransi dan adaptasinya terhadap lingkungan. Konduktivitas juga berkaitan dengan temperatur air, jika temperatur air naik 1°C maka konduktivitas air akan meningkat sekitar 1.9%. Konduktivitas air laut bergantung pada jumlah ion-ion terlarut per volumenya dan mobilitas ion-ion tersebut (Trono Jr, 1992).

4. pH

pH adalah nilai yang menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam air (dalam kadar molar) dan dinyatakan sebagai pH = log [1/H^+) atau pH = -log [H^+]. Nilai pH digunakan untuk mengukur sifat asam dan basa suatu larutan, yang mana makin rendah pH suatu larutan maka akan makin besar sifat asamnya dan sebaliknya makin tinggi pH suatu larutan maka akan makin besar sifat basanya. Sifat asam

atau basa suatu larutan ditunjukkan oleh nilai pH yang berkisar antara 0-14, dimana pH = 7 merupakan larutan netral. Meningkatnya kadar ion H^+ dicirikan oleh menurunnya nilai pH dan sebaliknya (Sanusi dan Putranto, 2009).

Nilai pH dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain aktifitas biologi seperti fotosintesis dan respirasi organisme, temperatur, dan keberadaan ion-ion dalam perairan tersebut. Pemilihan lokasi untuk budidaya *E. cottonii*, harus memperhatikan faktor biologis, fisika, dan kimiawi. Salah satu faktor kimiawi tersebut adalah pH sedangkan pH air yang optimal untuk pertumbuhan rumput laut adalah 7,3-8,2 (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 1990).

5. Oksigen terlarut (DO)

Gas oksigen tergolong reaktif dan sangat dibutuhkan bagi kehidupan di muka bumi, termasuk yang terlarut dalam laut. Jumlah kandungan gas oksigen yang terlarut dalam laut digambarkan oleh DO. Oksigen terlarut dalam perairan umumnya berasal dari fotosintesis oleh alga dan difusi dari udara. Penyebaran oksigen di lautan bervariasi menurut kedalaman. Beberapa faktor yang mempengaruhi distribusi oksigen terlarut dalam laut adalah temperatur, salinitas, tekanan hidrostatik, fotosintesis, respirasi, biodegradasi, dan transpor massa air bawah laut (Sanusi dan Putranto, 2009).

Oksigen terlarut adalah banyaknya oksigen yang terkandung di dalam air dan diukur dalam satuan miligram per liter. Oksigen terlarut ini sangat diperlukan dalam melakukan respirasi dan menguraikan zat organik oleh mikroorganisme. Selain itu oksigen yang terlarut juga dipergunakan sebagi tanda derajat pengotoran limbah yang ada. Semakin besar oksigen yang terlarut, maka menunjukkan derajat pengotoran yang relatif kecil (Sugiharto, 1987).

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

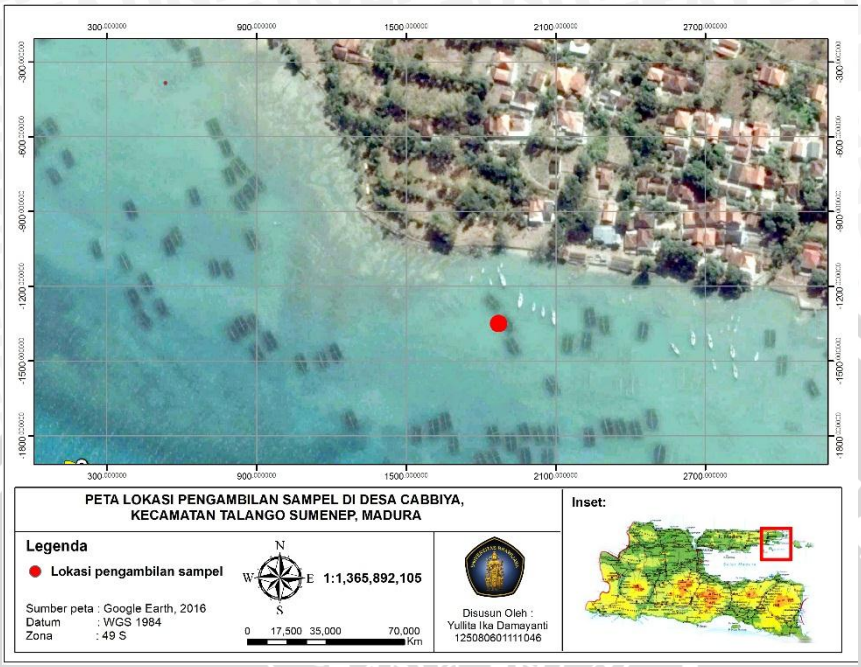
3.1.1 Kondisi Lokasi Penelitian

Secara geografis, Pulau Madura terletak di Provinsi jawa Timur dengan luas Pulau Madura kurang lebih 5.168 km^2. Secara administratif, pulau ini dibagi menjadi 4 kabupaten yang berturut-turut dari arah barat ke timur meliputi Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Sampang, Kabupaten Pamekasan dan Kabupaten Sumenep. Kabupaten Sumenep merupakan salah satu kabupaten penghasil rumput laut tertinggi di wilayah Jawa Timur, hal ini sesuai dengan data di DKP Sumenep yang menyebutkan bahwa produksi rumput laut pada 2010 sebanyak 500.775,10 ton dalam bentuk basah dan 2011 sebanyak 533.706,37 ton (Hidayat, 2013).

Kualitas hasil panen rumput laut di Kabupaten Sumenep dipengaruhi oleh kondisi lingkungan budidaya, dalam hal ini kualitas air laut lokasi budidaya. Lokasi budidaya di Kabupaten Sumenep dekat dengan pemukiman penduduk, sehingga lokasi budidaya tersebut masih dipengaruhi oleh aktivitas penduduk. Tingginya aktivitas-aktivitas tersebut dapat menurunkan kualitas perairan di sekitar lokasi budidaya. Lokasi pengambilan sampel rumput laut dapat dilihat pada Gambar 4.

Pengambilan sampel rumput laut *E. cottonii* yang diperoleh dari hasil budidaya petani rumput laut di Ds. Cabbiya, Kec. Talango, Kab. Sumenep, Madura dilaksanakan pada tanggal 27 Februari 2016. Sampel tersebut dipelihara di Laboratorium Reproduksi Ikan serta Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya pada tanggal 4 Maret-14 Maret 2016. Analisa kadar logam berat dilakukan di

Laboratorium Kimia Fisika niversitas negeri Malang pada tanggal 14 Maret-18 April 2016. Lokasi pengambilan sampel rumput laut dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Lokasi pengambilan sampel rumput laut di Kabupaten Sumenep, Madura

3.1.2 Bahan Uji

Bahan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut dari spesies *E. cottonii* yang berasal dari perairan Sumenep, Madura. *Euchema* sp. yang digunakan dalam penelitian sebanyak 15 gram berat basah yang akan diletakkan pada setiap toples media penelitian.

3.1.3 Wadah Uji

Wadah uji untuk penelitian ini adalah media tanam berupa toples plastik bening. Toples bening tersebut berukuran 10 liter sebanyak 12 buah dan setiap wadah diisi air laut sampel sebanyak 5 liter. Wadah uji disesuaikan dengan jumlah rumput laut supaya dapat hidup secara normal sesuai kebutuhan hidupnya (Ihsan *et al*., 2015).

3.1.4 Media Air Pemeliharaan

Media air yang digunakan untuk penelitian adalah air laut yang berasal dari perairan Sumenep Madura. Media ini digunakan karena menyesuaikan dengan habitat asli dari rumput laut itu sendiri. Sebelum digunakan air laut ini harus diukur kualitas perairannya dan disesuaikan dengan kualitas perairan yang sesuai dengan habitat asli rumput laut.

Media air ini ditambahkan dengan larutan logam berat Pb dan Cd sebanyak 1 ppm. Larutan logam berat Pb berasal dari Pb $(CH_3COO)_2$ sedangkan logam berat Cd berasal dari $CdCO_3$. Larutan stok (induk) logam Pb dan Cd dibuat sebagai larutan pencemar. Cara membuat larutan stok yaitu dengan menimbang 1,6081 gr Pb dan 1,5338 gr Cd yang masing-masing dilarutkan dalam 1 liter aquades sehingga konsentrasi yang didapatkan adalah 1000 mg/L. Larutan Pb dan Cd murni kemudian diencerkan sesuai dengan konsentrasi perlakuan yang dibutuhkan. Menurut Asminar (2009) pembuatan larutan stok (induk) dihitung menggunakan rumus pengenceran sebagai berikut :

$V1 \times N1 = V2 \times N2$.....(Rumus 1)

Keterangan :

V1 : Volume larutan stok (ml)

N1 : Konsentrasi larutan stok (mg/L)

V2 : Volume larutan uji (ml)

N2 : Konsentrasi perlakuan (mg/L)

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi peralatan dan bahan untuk analisis kualitas air, media pertumbuhan dan analisis logam berat. Alat dan bahan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Spesifikasi	Kegunaan
1.	Termometer Digital	Eutech Instrument / ^{0}C	Mengukur Suhu
2.	pH meter	Eutech Instrument	Mengukur pH
3.	DO meter	Eutech Instrument / mg/l	Mengukur DO
4.	Refraktometer	Atago / ppt	Mengukur Salinitas
5.	Labu ukur	Merck / 1 ml	Mengukur Larutan Stock
6.	Gelas ukur	Merck / 1 ml	Mengukur Jumlah Larutan
7.	Tabung Reaksi	Merck	Wadah larutan
8.	Erlenmeyer	Merck	Wadah Larutan Stock
9.	Timbangan analitik	Caliesys / 0,0001 gr	Mengukur Bahan dan Sampel
10.	Spatula	Merck	Mengambil dan Mengaduk Larutan
11.	Aerator	Amara BS-410	Memasok Oksigen pada Media
12.	Toples plastik bening volume 10 liter	-	Wadah media pertumbuhan
13.	Serapan Atom (AAS)	Shimadzu AA-6200 / mg/l (ppm)	Analisis logam berat Pb dan Cd pada air dan *E. cottonii*

Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian

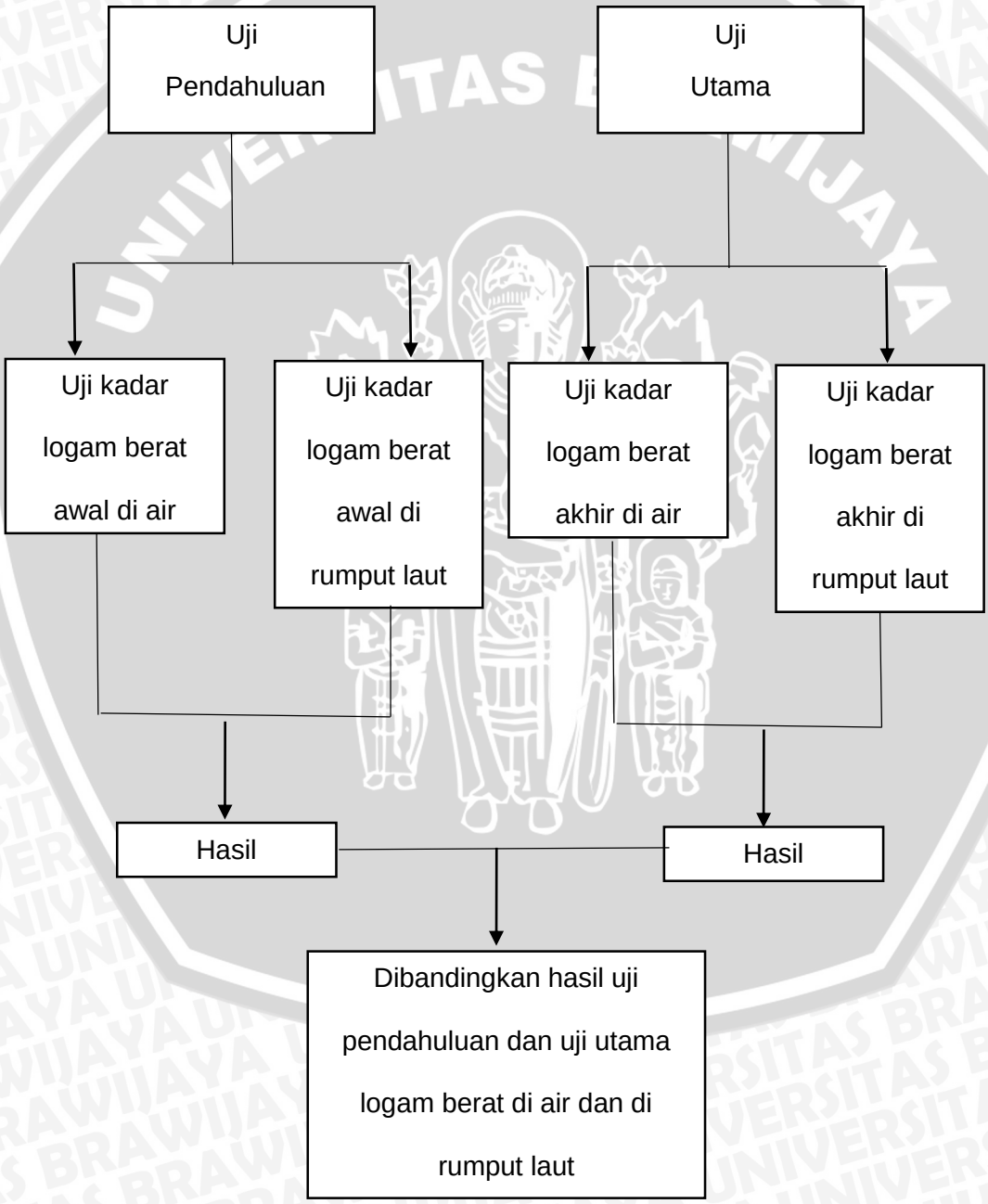
No	Bahan	Kegunaan
1.	*E. cottonii*	Sebagai bahan uji
2.	Air Laut	Sebagai media pertumbuhan
3.	Aquadest	Sebagai pelarut
4.	Pb (CH3COO)$_2$ dan $CdCO_3$	Sebagai larutan induk

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Tujuan dari metode ini adalah untuk mengetahui ada tidaknya hubungan sebab akibat serta berapa besar hubungan sebab akibat tersebut. Adapun dalam penelitian ini perlakuan yang digunakan adalah kontrol (A), pemaparan logam berat Pb (B) dan pemaparan logam berat Cd (C). Penelitian ini dilaksanakan selama 10 hari (T0-10), hal tersebut dilakukan guna mengetahui kadar logam berat hari ke-0 (T0) dan hari ke-10 (T10).

3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan adalah pengukuran kadar logam berat awal dari air dan *E. cottonii*. Sedangkan penelitian utama adalah pengukuran pengukuran kadar logam berat awal dari air dan *E. cottonii* setelah diberi perlakuan. Skema dari penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Skema penelitian yang dilakukan

3.4.1 Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan dimaksudkan untuk mengetahui kandungan logam berat Pb dan Cd awal pada air dan *E. cottonii.* Pada uji pendahuluan ini dilakukan perhitungan logam berat yang terkandung dalam air laut yang didapat dari perairan Sumenep. Selain itu dilakukan juga penyortiran rumput laut, hal tersebut dilakukan guna memilih rumput laut yang layak untuk digunakan.

3.4.2 Uji Utama

Uji utama dilakukan untuk mengetahui besarnya kandungan loggam berat dari air laut dan *E. cottonii* setelah dikenai beberapa perlakuan di laboratorium. Beberapa hal yang harus dilakukan adalah menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan, serta menimbang rumput laut yang selanjutnya dimasukkan ke dalam toples. Selanjutnya adalah dimasukkannya logam berat Pb dan Cd dengan kadar sebesar 1 ppm dalam masing-masing toples percobaan. Lalu pada T10 air sampel dan rumput laut pada toples diambil sebanyak 50 ml dan 5 gr untuk selanjutnya dilakukan analisis kandungan logam beratnya.

3.5 Analisis Logam Berat

Pengukuran logam berat Pb dan Cd pada sampel cair media maupun sampel padat rumput laut *E. cottonii* dilakukan di Laboratorium Kimia Fisika jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang oleh Laboran. Analisa logam berat dilakukan untuk mengetahui banyaknya kadar logam berat yang terkandung pada sampel. Analisa ini menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) dengan merk *Shimadzu AA – 6200.* Prinsip kerja dari AAS adalah contoh uji dengan HCl dan $NHBH_4$ bercampur di dalam manifold dan dialirkan ke *reaction coil* untuk

membentuk hibrida. Kemudian masuk ke dalam pemisah dan fase gas yang terbentuk dialirkan oleh gas pembawa. Pada saat *cell* dipanaskan dengan nyala api akan membakar hibrida yang terbentuk. Hal ini menyebabkan atomisasi unsur target yang akan diukur oleh spektrofotometer serapan atom, kecuali pada analisa merkuri.

Analisa logam berat pada penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu analisa logam berat pada sampel rumput laut dan pada sampel air laut. Pertama adalah analisa logam berat yang dilakukan pada padatan (sampel rumput laut). Sebelum dilakukan analisa logam beratnya yang harus dilakukan adalah destruksi (penghancuran) sampel dengan jalur pemanasan. Destruksi ini adalah dengan cara memanaskan sampel rumput laut ke dalam microwave dengan suhu yang sudah ditentukan. Kedua adalah analisa logam berat yang dilakukan pada sampel air laut. analisa logam berat pada air laut ini juga harus dilakukan dengan cara pemanasan, hal tersebut dilakukan untuk mendestruksi sampel air laut, namun dengan cara yang berbeda dengan cara yang pertama. Apabila destruksi pada sampel rumput laut maka harus merubah bentuk rumput laut, dari bentuk basah menjadi bentuk seperti abu yang nantinya akan dicampur dengan bahan lainnya. Sedangkan untuk proses destruksi pada air adalah pemanasan dengan cara diuapkan pada suhu yang tinggi, namun jangan sampai contoh uji habis. Pemanasan akan dirasa cukup dilihat dari warna endapan dalam contoh uji menjadi agak putih atau contoh uji menjadi jernih.

3.6 Efektivitas Penyerapan Logam Berat Pb dan Cd Oleh *E. cottonii*

Kemampuan rumput laut *E. cottonii* dalam menyerap logam berat Pb dan Cd dapat dilakukan dengan menentukan kandungan logam berat awal rumput laut. Dilakukan uji pendahuluan pada rumput laut untuk mengetahui apakah organisme tersebut mengandung logam berat Pb dan Cd atau tidak sebelum dimasukkan ke

dalam toples percobaan. Setelah itu dimasukkan ke dalam toples percobaan untuk mengetahui penyerapan logam berat Pb dan Cd antara rumput laut, dengan diberi air laut yang mengandung logam berat Pb dan Cd. Menurut Zhang *et al*, (1998) untuk mengetahui efektivitas penyerapan logam berat Pb dan Cd diukur dengan rumus :

$$\left[\left[\frac{(Co-Ce)}{Co}\right]\right] x\ 100\% \quad \text{.....(Rumus 2)}$$

Keterangan :

Co : Kandungan Logam Berat Awal

Ce : Kandungan Logam Berat Akhir

3.7 Prosedur Pengukuran Kualitas Air

Prosedur pengukuran parameter kualitas air (suhu, salinitas, pH, DO) yang dilakukan pada saat penelitian akan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Prosedur pengukuran parameter kualitas air

Parameter Yang Diukur	Metode Pengukuran	Prisip Kerja Alat	Alat Yang Digunakan	Referensi
Suhu	Eksitu	Memanfaatkan karakteristik hubungan antara tegangan dengan temperatur.	Termometer digital	Kordi dan Tancung, 2005
Salinitas	Eksitu	Memanfaatkan refraksi cahaya.	Refrektometer	
pH	Eksitu	Mengukur potensial elektroda kimia	pH meter	

DO	Eksitu	Menggunakan elektroda yang direndam dalam larutan elektrolit	DO meter	

3.8 Analisis Data Statistika

Untuk mengetahui penyerapan logam berat Pb dan Cd dalam air laut oleh rumput laut *E. cottonii* maka dilakukan *independent T-Test*. Uji yang digunakan adalah uji t, karena analisis pada percobaan ini bertujuan untuk menganalisis data kuantitatif yang diperoleh dari hasil post test. Uji t digunakan untuk mengetahui adanya peningkatan atau tidak pemaparan logam berat Pb dan Cd terhadap kemampuan daya serap *E. cottonii*. Prosedur yang dilakukan dalam uji hipotesis adalah penentuan hipotesis dengan menentukan taraf signifikan sebesar 5% dan menghitung T. Hitung dengan rumus sebagai berikut :

a. Menentukan hipotesis

H_0 : M1 = M2 tidak terdapat perbedaan penyerapan antara logam berat Pb dan Cd oleh rumput laut *E. cottonii*.

H_1 : M1 ≠ M2 terdapat perbedaan penyerapan antara logam berat Pb dan Cd oleh rumput laut *E. cottonii*.

b. Menentukan rata-rata

Xi = (Σx) / n ..... (Rumus 3)

c. Menentukan standar deviasi

$S^2 = \Sigma (X1-X)^2 / n-1$ dan $S = \sqrt{S^2}$ ..... (Rumus 4)

d. Mencari nilai T. Hitung

T. Hitung = $|\tilde{A} - \tilde{B}| \sqrt{\frac{n\,(n-1)}{JKA+JKB}}$ ..... (Rumus 5)

e. Menentukan derajat kebebasan

db = 2 (n-1) ..... (Rumus 6)

f. Menentukan nilai T. Tabel

T. Tabel 5%, db = 2 (n-1) ..... (Rumus 7)

g. Pengujian hipotesis

- Jika F. Hitung > F. Tabel pada taraf 5% (α = 0,05) tetapi I< daripada F. Tabel 0,01 maka tolak H_0 artinya terdapat perbedaan yang nyata diantara perlakuan.

h. Menarik kesimpulan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Penyerapan Logam Berat Pb dan Cd pada *E. cottonii*

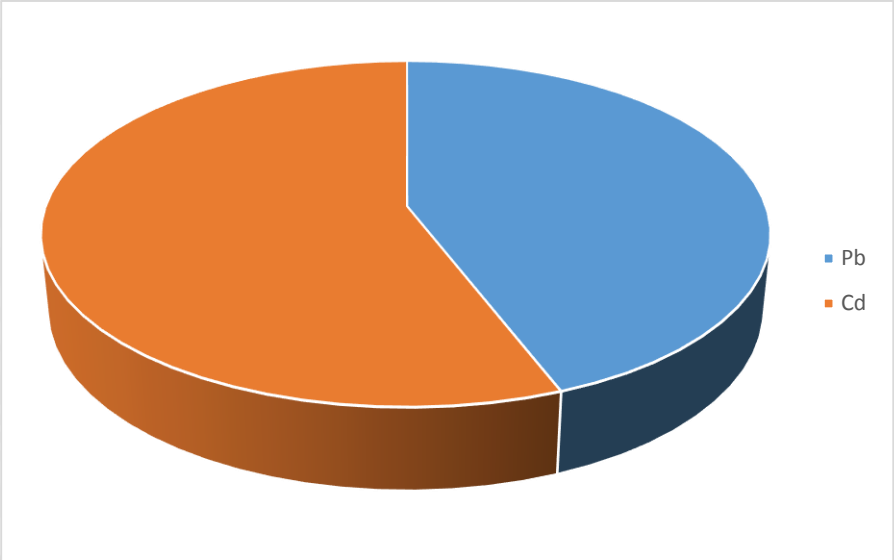
Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran konsentrasi logam berat Pb dan Cd pada rumput laut *E. cottonii* memperlihatkan bahwa rumput laut tersebut dapat menyerap logam berat Pb dan Cd yang terdapat dalam air. Data hasil rata-rata penyerapan Pb dan Cd dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil perhitungan lengkap penyerapan logam berat Pb dan Cd pada *E. cottonii* dapat dilihat pada Lampiran 1.

Tabel 4. Data hasil rata-rata pengukuran logam berat Pb (ppm) dan Cd (ppm) dalam rumput laut *E. cottonii*

Perlakuan	C_0 (ppm)	C_e (ppm)	Logam berat yang diserap (ppm)	Logam berat yang diserap (%)
A	0.1725	0,3051	0,1326	76,9
B	0,0679	0,1340	0,0661	97,4

Ket : C_0 : Kandungan logam berat awal ; C_e : Kandungan logam berat akhir.

Tabel 4 menunjukkan bahwa rata-rata penyerapan logam berat Cd oleh *E. cottonii* lebih besar dibandingkan dengan penyerapan logam berat Pb. Persentase penyerapan logam berat Pb oleh *E. cottonii* sebesar 76,9% sedangkan logam berat Cd sebesar 97,4%. Gambar dari persentase efektivitas penyerapan tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik efektivitas penyerapan logam berat Pb dan Cd (%)

Rata-rata logam berat Pb yang diserap oleh *E. cottonii* adalah 0,1326 mg/L, sedangkan logam berat Cd sebesar 0,0661 mg/L. Selanjutnya untuk mengetahui perbedaan penyerapan logam berat Pb dan Cd dilakukan uji T yang dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil perhitungan lengkap uji T dapat dilihat pada Lampiran 2.

Tabel 5. Uji T penyerapan logam berat Pb dan Cd

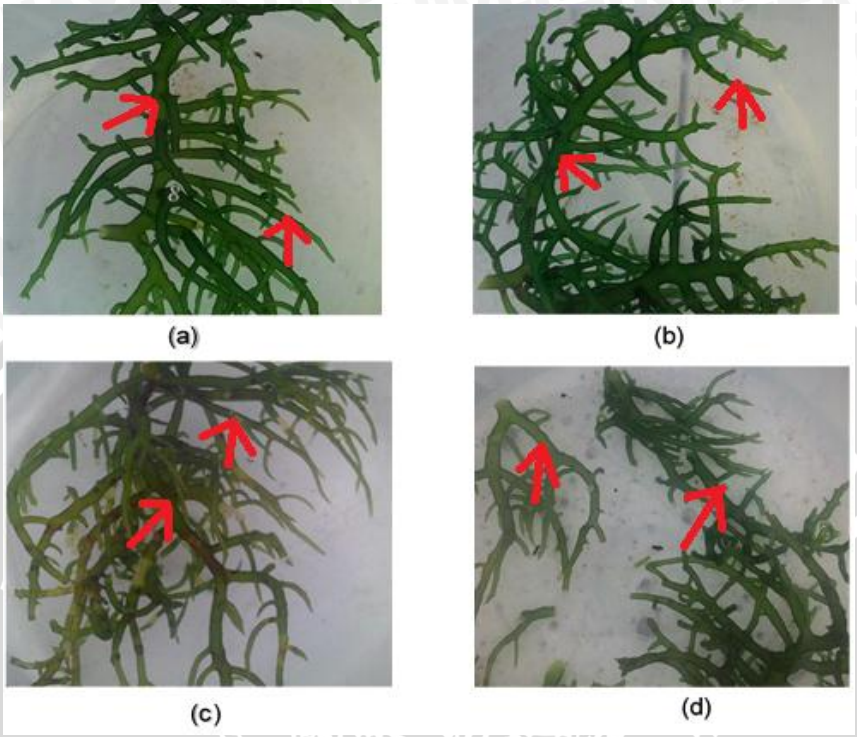
T. Hitung	T. Tabel 5%	T. Tabel 1%
30,15287	2,44691	3,70743

Tabel 5 menjelaskan bahwa pemaparan logam berat Pb dan Cd secara statistika memiliki perbedaan nyata terhadap daya serap *E. cottonii*. Hal tersebut dapat diketahui dari nilai T. Hitung yang lebih besar dari nilai T. Tabel pada taraf signifikansi 5%.

4.1.2 Pengaruh Pemaparan Logam Berat Pb dan Cd terhadap Pertumbuhan *E. cottonii*

Penambahan logam berat Pb dan Cd sebesar 1 ppm dengan waktu pemaparan selama 10 hari (T10) pada media air laut memberikan dampak fisiologi

terhadap pertumbuhan *E. cottonii*. Hal tersebut terlihat dari perubahan warna serta perubahan fisiologi pada thallus. Perubahan fisiologi dari *E. cottonii* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Perubahan fisiologi E. cottonii perlakuan pemaparan logam berat Pb (a) dan pemaparan Cd (b) pada T0, perlakuan pemaparan logam berat Pb (c) dan pemaparan Cd (d) pada T10, ket : 1 : Thallus utama ; 2 : Duri.

Gambar 7a menunjukkan perlakuan pemaparan Pb dan Cd (Gambar 7b) pada T0. Thallus utama *E. cottonii* yang ditunjukkan dengan nomor 1 pada Gambar 7a dan 7b yang masih dalam keadaan sehat, hal tersebut terbukti dengan warna yang masih hijau segar dan tekstur thallus yang masih keras. Duri rumput laut yang ditunjukkan dengan nomor 2 pada Gambar 7a dan 7b menunjukkan hasil yang sama dengan thallus utama.

Perubahan fisiologis dari *E. cottonii* untuk perlakuan pemaparan Pb sebesar 1 ppm pada T10 dapat dilihat pada Gambar 7c. Perubahan pada thallus utama *E. cottonii* terlihat sangat jelas seperti yang ditunjukkan pada nomor 1, thallus utama mengalami perubahan warna menjadi kekuningan. Pada beberapa thallus utama terdapat bintik-bintik kecoklatan serta tekstur thallus menjadi lebih

lembek tidak keras seperti pada T0. Perubahan lainnya terlihat pada duri yang mengalami patah dalam jumlah banyak, yaitu sekitar 42 patahan.

Gambar 7d menunjukkan perlakuan pemaparan logam berat Cd 1 ppm pada T10. Perubahan yang dapat dilihat adalah patahnya thallus utama yang ditunjukkan pada nomor 1 serta perubahan warna yang menjadi lebih pucat. Patahnya thallus utama ini dikarenakan timbulnya bercak-bercak serta berubahnya tekstur pada thallus utama. Selain itu duri rumput laut juga banyak yang patah, yaitu sebanyak 22 patahan. Jumlah tersebut lebih sedikit dari perlakuan dengan pemaparan Pb 1 ppm.

4.1.3 Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cd dalam Air

Konsentrasi logam berat Pb dan Cd dalam air selama penelitian mengalami penurunan. Logam berat Pb mengalami penurunan sebesar 1,1958 ppm pada T0 dan berkurang hingga 0,6427 ppm pada T10, sedangkan logam berat Cd mengalami penurunan sebesar 1,0256 ppm pada T0 hingga mencapai 0,4376 pada T10. Data hasil rata-rata pengukuran Pb dan Cd dalam air dapat dilihat pada Tabel 6. Hasil uji konsentrasi logam berat Pb dan Cd pada *E. cottonii* dan air pada T0 dan T10 dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 6. Data hasil rata-rata pengukuran logam berat Pb (ppm) dan Cd (ppm) dalam air laut

Perlakuan	C_0 (ppm)	C_e (ppm)	Logam berat yang diserap (ppm)	Logam berat yang diserap(%)
A	1,1598	0,6247	0,5711	46,1
B	1,0256	0,4736	0,5520	53,8

Ket : C_0 : Kandungan logam berat awal ; C_e : Kandungan logam berat akhir.

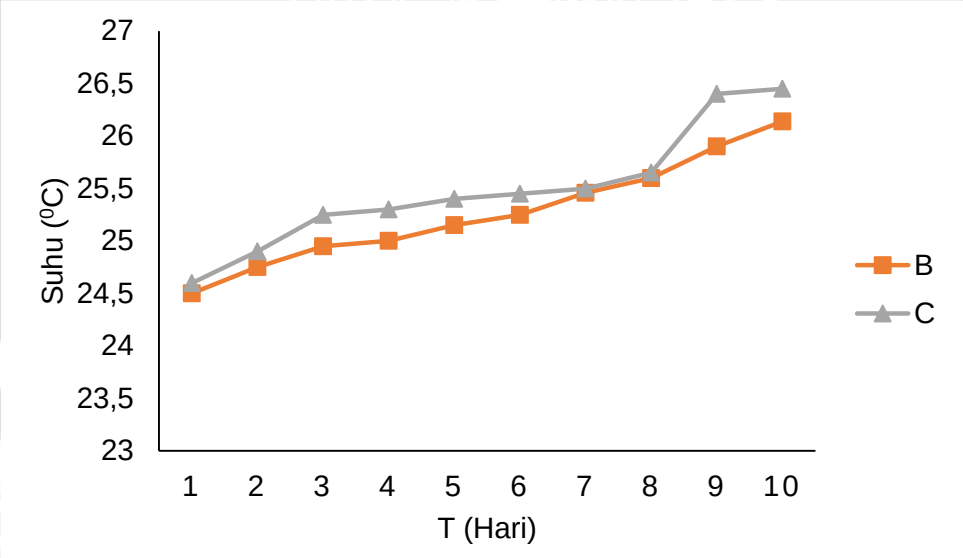
Tabel 5 menunjukkan bahwa persentase penurunan konsentrasi logam berat dalam air yang paling besar adalah logam berat Cd yaitu sebesar 53,8%. Logam berat Pb juga mengalami penurunan konsentrasi, namun tidak sebesar

logam berat Cd yaitu sebesar 46,1%. Persentase tersebut sesuai dengan banyaknya logam berat yang terserap pada rumput laut, yaitu semakin banyak logam berat yang hilang maka persentasenya juga akan semakin besar.

4.1.4 Parameter Kualitas Air

a. Suhu

Hasil pengamatan suhu air selama penelitian yang dilakukan selama 10 hari (T10) secara *exsitu* menunjukkan bahwa suhu masih berada dalam kisaran kriteria yang layak dengan nilai yang tidak jauh berbeda untuk semua perlakuan yaitu antara 24,5-26,45^0 C. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan suhu (Lampiran 3) pada setiap perlakuan dengan pengulangan, meskipun perbedaan yang tidak terlalu signifikan dapat dilihat pada Gambar 9.



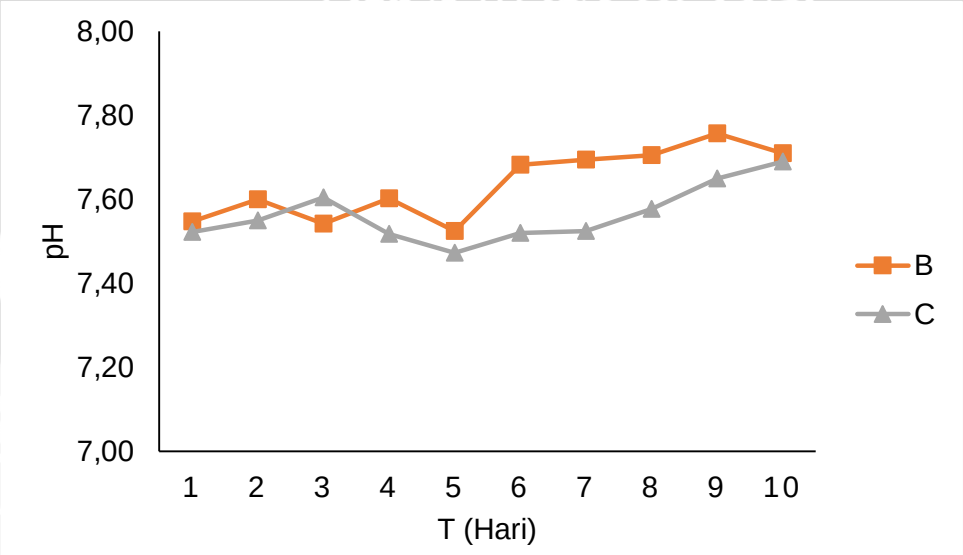
Gambar 8. Nilai suhu media air laut selama penelitian, ket : T : Waktu pengamatan.

Gambar 8 menunjukkan bahwa selama penelitian terjadi kenaikan suhu pada toples-toples percobaan. Suhu tertinggi pada kedua perlakuan terjadi pada T10 yaitu sebesar 26,14^0 C dan T9 sebesar 26,45^0 C sedangkan suhu terendah terjadi pada T0 yaitu sebesar 24,5^0 C dan 24,6^0 C. Nilai suhu terus mengalami

kenaikan, dan kenaikan suhu paling signifikan terdapat pada perlakuan C T9. Meskipun mengalami kenaikan nilai tersebut masih berada pada kisaran optimal untuk pertumbuhan rumput laut.

b. pH

Hasil pengamatan pH air selama penelitian yang dilakukan selama 10 hari (T10) secara *exsitu* menunjukkan bahwa nilai pH masih berada dalam kisaran kriteria yang layak dengan nilai yang tidak jauh berbeda untuk semua perlakuan antara 7,44-7,76. Kadar pH tersebut menunjukkan bahwa kondisi air tidak terlalu asam dan juga tidak terlalu basa. Hasil pengamatan harian nilai pH menunjukkan adanya perbedaan pH yang tidak signifikan pada tiap perlakuan, hasil ini bisa dilihat pada Lampiran 3.



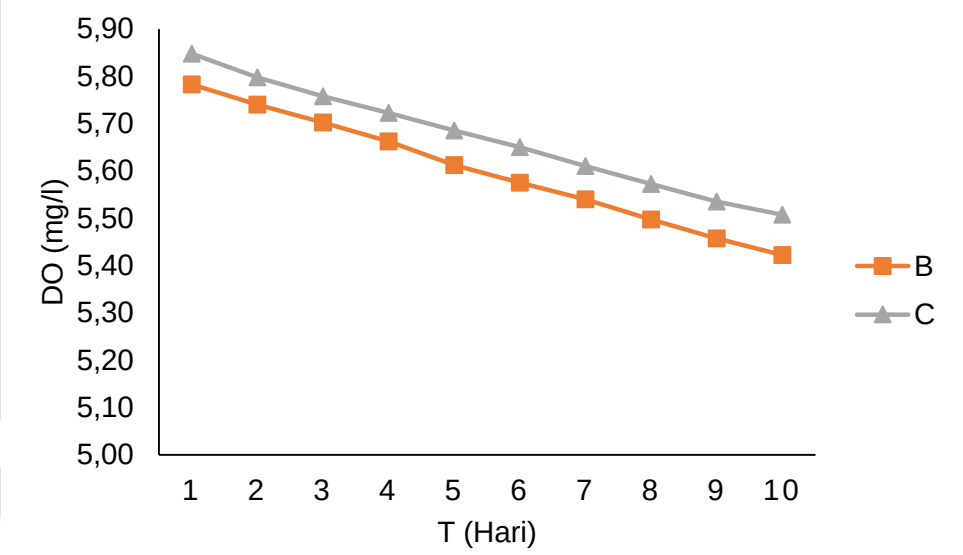
Gambar 9. Nilai pH media air laut selama penelitian, ket : T : Waktu pengamatan

Gambar 9 memperlihatkan bahwa rata-rata nilai pH selama penelitian berada pada kisaran 7,5. Nilai pH tertinggi untuk perlakuan pemaparan logam berat Pb adalah 7,76 pada T9 dan nilai pH terendah sebesar 7,53 pada T5. Pada

perlakuan pemaparan logam berat Cd nilai pH tertinggi adalah 7,69 pada T10 dan nilai pH terendah adalah 7,47 pada T5.

c. DO

Hasil pengamatan nilai DO selama penelitian yang dilakukan selama 10 hari (T10) secara *exsitu* menunjukkan bahwa DO mengalami penurunan, namun masih berada dalam kisaran kriteria yang layak dengan nilai yang tidak jauh berbeda untuk semua perlakuan yaitu antara 5,51-5,93 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan DO (Lampiran 3) pada setiap perlakuan dengan pengulangan, meskipun perbedaan yang tidak terlalu signifikan dapat dilihat pada Gambar 11.

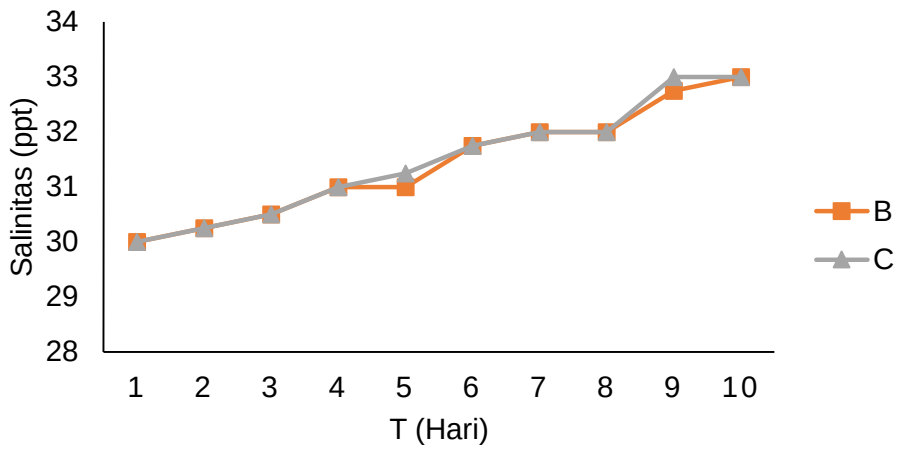


Gambar 10. Konsentrasi DO media air selama penelitian, ket : T : Waktu pengamatan

Gambar 10 menunjukkan bahwa selama penelitian terjadi penurunan nilai DO pada toples-toples percobaan. DO tertinggi pada kedua perlakuan terjadi pada T1 yaitu sebesar 5,78 mg/L dan 5,85 mg/L. DO terendah terjadi pada hari T10 yaitu sebesar 5,42 mg/L dan 5,51 mg/L.

d. Salinitas

Hasil pengamatan nilai salinitas selama penelitian yang dilakukan selama 10 hari (T10) secara *exsitu* menunjukkan bahwa nilai salinitas mengalami kenaikan untuk semua perlakuan yaitu antara 30-33 ppt. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan salinitas (Lampiran 3) pada setiap perlakuan dengan pengulangan, meskipun perbedaan yang tidak terlalu signifikan dapat dilihat pada Gambar 12.



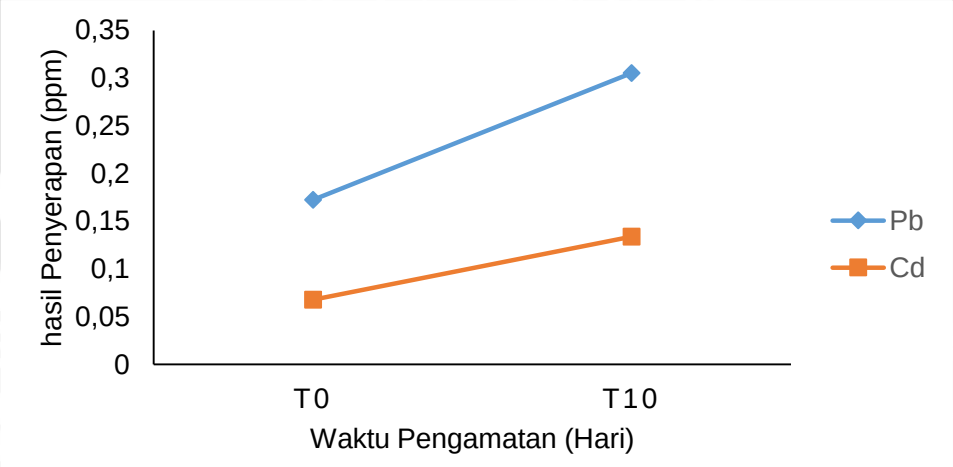
Gambar 11. Konsentrasi salinitas media air laut selama penelitian, ket : T : Waktu pengamatan

Gambar 11 menunjukkan bahwa selama penelitian terjadi kenaikan salinitas pada toples-toples percobaan. Salinitas tertinggi pada kedua perlakuan terjadi pada hari T10 yaitu sebesar 33 ppt sedangkan salinitas terendah terjadi pada hari pertama T1 yaitu sebesar 30 ppt. Kenaikan salinitas yang terjadi tidak terlalu signifikan, namun pada A T7 terjadi penurunan yang sangat terlihat dari salinitas tersebut.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Penyerapan Logam Berat Pb dan Cd pada *E. cottonii*

Hasil penyerapan logam berat pada *E. cottonii* menunjukkan bahwa rumput laut jenis ini mampu menyerap logam berat Pb dan Cd dengan sangat baik. Hal tersebut dapat diketahui dari hasil uji T yang menyatakan bahwa kedua perlakuan tersebut memiliki perbedaan nyata. Menurut Diantariani *et al* (2008) alga merah dari genus *Euchema* merupakan biosorben yang baik karena memiliki kandungan polisakarida tersulfaktan, yang mana dengan adanya atom sulfur (S) dan oksigen (O) pada ester sulfat, serta –OH dan –COOH pada polisakarida merupakan situs-situs aktif tempat berinteraksinya logam berat. Polisakarida tersulfatktan yang terdapat dalam dinding sel rumput laut pada genus ini merupakan komponen penting yang berperan dalam biosorpsi. Selain itu juga terdapat gugus penting lainnya seperti karbonil, sulfat dan amino. Beberapa interaksi kimia yang menjadi kunci terjadinya biosorpsi adalah pertukaran ion, mikropresipitasi dan pengkelatan. Grafik penyerapan logam berat Pb dan Cd dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik penyerapan logam berat Pb dan Cd oleh *E. cottonii*

Gambar 12 menunjukkan bahwa logam berat Pb dan Cd dapat diserap dengan baik oleh *E. cottonii*. Logam berat Pb memiliki konsentrasi sebesar 0,1725 ppm pada T1 dan 0,3051 pada T10, sedangkan logam berat Cd memiliki

konsentrasi sebesar 0,0679 ppm pada T1 dan 0,128 ppm pada hari T10. Logam berat Pb dan Cd memiliki karakteristik yang berbeda sehingga dapat mempengaruhi besarnya penyerapan pada rumput laut.

Menurut Sanusi dan Putranto (2009) logam berat Pb dan Cd ini sama-sama terlarut dalam air dan mengalami proses adsorpsi oleh padatan tersuspensi ataupun oleh organisme perairan lainnya. Adsorpsi merupakan suatu kejadian penyerapan pada permukaan sehingga besarnya kemampuan adsorpsi sebanding dengan luas permukaan. Semakin luas permukaan yang kontak dengan logam berat maka akan semakin besar pula adsorpsi yang terjadi, sehingga ukuran *mesh* biosorben akan menyebabkan luas permukaan biosorben mencapai maksimal (Aryanti, 2011). Selain itu Cd mempunyai kemampuan untuk mengikat gugus –COOH yang terdapat pada molekul protein, asam amino dan amida, yang mana gugus tersebut terdapat juga pada rumput laut *E. cottonii* (Diantariani *et al*., 2008). Oleh karena itu, logam berat Cd yang terserap dalam *E. cottoni* lebih banyak, karena gugus –COOH pada *E. cottonii* mampu berikatan dengan Cd dalam jumlah yang lebih banyak.

4.2.2 Pengaruh Pemaparan Logam Berat Pb dan Cd terhadap Pertumbuhan *E. cottonii*

Logam berat yang terdapat pada perairan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan *E. cottonii*, hal tersebut dapat diketahui dari perubahan fisiologi rumput laut tersebut. Pada saat penelitian perubahan fisiologi *E. cottonii* terlihat sangat jelas pada kedua perlakuan. Pada saat T0 *E. cottonii* masih terlihat segar dan subur, yang ditandai dengan thallus utama dan duri yang masih keras dan kenyal. Hal ini dikarenakan kondisi yang relatif sama dengan habitat alaminya, pada kondisi tersebut *E. cottonii* berada pada lingkungan yang tingkat

pencemarannya tidak terlalu tinggi, sehingga masih dapat menjalankan proses metabolisme sesuai dengan kondisinya di alam.

Perubahan pada T10 sangat terlihat, pertama adalah ditandai dengan perkembangan thallus *E. cottonii* yang warnanya sudah memucat dan beberapa duri sudah mulai patah. Pada perlakuan pemaparan Pb thallus utama dan duri sudah berwarna sangat pucat serta terdapat bercak-bercak hitam. Selain itu pada perlakuan pemaparan Pb ini terdapat banyak duri yang patah, hal tersebut disebabkan oleh thallus utama yang sudah layu karena sudah banyak menyerap oksigen. Selain hal tersebut patahnya thallus utama ini disebabkan oleh epifit yang menempel pada thallus (Wahyuni *et al*., 2012). Epifit bisa menjadi kompetitor rumput laut dalam menyerap nutrien sebab epifit ini menghalangi penetrasi cahaya yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis. Thallus rumput laut akan menjadi sangat rapuh apabila telah ditempeli oleh epifit, sehingga mudah patah dan mati. Patahnya thallus utama dan duri juga terjadi pada perlakuan pemaparan Cd, hanya saja pada perlakuan Cd ini duri yang patah tidak sebanyak pada perlakuan pemaparan Pb.

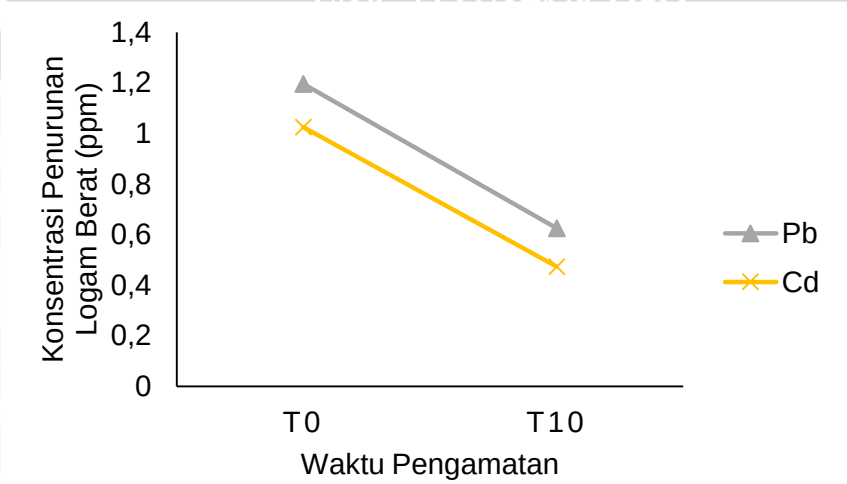
Selain logam berat, faktor lain yang menyebabkan perubahan fisiologi *E. cottonii* adalah faktor lingkungan. Salah satu faktor lingkungan tersebut adalah salinitas, pada saat penelitian berlangsung salinitas yang terdapat pada toples-toples percobaan mengalami kenaikan. Kenaikan salinitas ini dapat mengakibatkan kondisi yang kurang baik bagi rumput laut. Perubahan salinitas yang terkesan cepat ini bisa menjadi salah satu penyebab rumput laut terserang penyakit. Penyakit yang menyerang rumput laut dapat menyebabkan penurunan kualitas baik secara anatomi maupun struktur bagian dalam thallus rumput laut (Amalia, 2013). Perubahan fisiologi yang ditandai dengan timbulnya bercak-bercak hitam adalah tanda bahwa rumput laut tersebut sudah terserang penyakit yaitu

klorosis. Klorosis mempengaruhi proses fotosintesis dan menyebabkan thallus menjadi kuning kemudian tidak berwarna sama sekali (Asni, 2013).

Logam berat Pb dapat masuk ke dalam tubuh *E. cottonii* melalui beberapa tahap. Menurut Ihsan *et al*., (2015) menjelaskan bahwa tahapan yang terjadi pada makroalga ketika tercemar logam berat Pb terdiri dari adsorpsi, absorpsi, distribusi, metabolisme, detoksifikasi, interaksi dan efek toksik. Warna *E. cottonii* yang mulai memucat disebabkan akibat kurangnya kemampuan tanaman dalam mentoleransi tingginya konsentrasi Cd yang diberikan. Perubahan-perubahan yang terjadi pada perlakuan pemaparan Pb dan Cd sebesar 1 ppm menjelaskan bahwa kelebihan logam berat akan mengakibatkan pengurangan dan penghambatan proses penyerapan nutrien oleh tanaman, sehingga kehidupannya menjadi terhambat.

4.2.3 Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cd dalam Air

Penurunan logam berat Pb dan Cd baik pada kontrol maupun pada perlakuan yang lain. Menurunnya konsentrasi logam berat Pb dan Cd pada air kontrol dikarenakan adanya penyerapan oleh rumput laut yang merupakan organisme biosorben. Hal tersebut juga terjadi pada perlakuan pemaparan logam berat Pb dan Cd tambahan sebanyak 1 ppm.



Gambar 13. Grafik penurunan logam berat Pb dan Cd pada air selama penelitian

Gambar 13 menunjukkan penurunan logam berat Pb dan Cd pada air. Pada perlakuan kontrol Pb logam berat yang diserap dari air sebesar 0,0397 ppm, sedangkan untuk kontrol perlakuan Cd adalah sebesar 0,082. Pada perlakuan pemaparan Pb logam berat yang diserap dari air sebesar 0,5520 ppm, jumlah logam berat yang terserap tersebut tidak jauh berbeda untuk perlakuan pemaparan Cd yaitu sebesar 0,5711 ppm. Besarnya konsentrasi logam berat yang diserap dari air ini sebanding dengan konsentrasi logam berat yang terserap pada *E. cottonii*.

Beberapa spesies alga telah ditemukan mempunyai kemampuan yang cukup tinggi untuk mengadsorbsi ion-ion logam, baik dalam keadaan hidup maupun dalam bentuk sel mati (biomassa). Beberapa makroalga merupakan indikator yang baik dan efisien untuk mengetahui terjadinya pencemaran logam berat. Organisme ini dapat mengakumulasi bahan pencemar, selain itu juga terdapat dalam jumlah yang banyak, dan korelasi antara kandungan bahan pencemar dalam air dan dalam tubuh organisme merupakan hubungan yang positif. Rumput laut menawarkan keuntungan untuk biosorpsi karena memiliki struktur yang makroskopis sehingga dapat digunakan sebagai biosorben (Kusuma *et al*., 2014).

4.2.4 Parameter Kualitas Air

a. Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter yang sangat penting bagi pertumbuhan rumput laut. Suhu air laut dapat mempengaruhi kegiatan fungsional pada rumput laut seperti fotosintesis, respirasi, metabolisme, pertumbuhan dan reproduksi (Mamang, 2008). Suhu perairan sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan. Suhu perairan terutama di

permukaan ditentukan oleh intensitas pemanasan matahari yang berubah terhadap waktu, oleh karena itu suhu air laut akan berbanding lurus dengan perubahan intensitas cahaya matahari.

Kenaikan suhu selama penelitian diakibatkan oleh faktor lingkungan pada saat penelitian dilakukan seperti sirkulasi udara, waktu, intensitas matahari dan penguapan. Kenaikan suhu yang paling terlihat adalah pada perlakuan C T9. Hal tersebut dikarenakan pengukuran suhu yang berbeda-beda waktunya setiap hari selama penelitian berlangsung. Selain itu, naiknya suhu tersebut juga diduga karena adanya aktivitas mikroorganisme yang berasal dari air yang terdapat di dalam toples percobaan.

Kisaran suhu optimal untuk pertumbuhan *E. cottonii* adalah 27-35^0 C (Wahyuni *et al*., 2012). Meskipun mengalami kenaikan namun kisaran suhu pada saat penelitian masih berada pada kisaran suhu normal untuk pertumbuhan rumput laut. Terdapatnya kenaikan suhu tersebut akan mempengaruhi aktivitas metabolisme dan perkembang biakan dari rumput laut maupun organisme perairan lainnya. Selain itu suhu juga berpengaruh terhadap kelarutan logam berat pada perairan, peningkatan suhu dapat menyebabkan kelarutan logam berat semakin tinggi (Palar, 2004).

b. pH

pH merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi. Kadar ion H dalam air merupakan salah satu faktor kimia yang sangat berpengaruh terhadap kehidupan organisme yang hidup di suatu lingkungan perairan. Pengukuran pH digunakan untuk menyatakan intensitas asam atau basa suatu larutan. Tinggi atau rendahnya nilai pH air tergantung pada beberapa faktor yaitu : kondisi gas-gas dalam air seperti CO_2, konsentrasi garam-garam, serta proses dekomposisi bahan organik di dasar perairan (Widodo dan Suadi, 2006).

Nilai pH selama penelitian masih berada dalam kisaran optimal untuk pertumbuhan rumput laut *E. cottonii* yakni sebesar 7-8,5 (Wahyuni *et al*, 2012). Kelarutan logam berat dalam air dikontrol oleh pH air, pH yang asam dapat mempengaruhi kelarutan logam berat di perairan. Penurunan pH akan meningkatkan adsorpsi senyawa logam berat ke dalam bentuk partikulat, begitupun sebaliknya sehingga senyawa logam berat akan larut dan ion bebas logam berat dilepaskan ke dalam kolom air dan akan meningkatkan toksisitas logam berat (Wijayanto *et al*., 2013).

c. DO

DO merupakan salah satu parameter kimia perairan yang sangat penting, sebab banyak organisme perairan yang membutuhkan DO untuk kelangsungan hidupnya. DO banyak dijumpai pada permukaan yang disebabkan adanya difusi langsung dari udara ke dalam air. Selain itu oksigen terlarut juga dihasilkan dari fotosintesis organisme berklorofil yang terdapat pada suatu perairan. Kelarutan oksigen di perairan dipengaruhi oleh temperatur, tekanan parsial gas-gas yang ada di udara maupun di air, kadar garam dan unsur-unsur yang mudah teroksidasi di dalam perairan (Amalia, 2013).

Selama penelitian berlangsung, nilai DO mengalami penurunan, namun nilai tersebut masih berada pada kisaran optimal untuk pertumbuhan rumput laut. Batas optimum untuk oksigen terlarut pada budidaya rumput laut adalah 2-4, tetapi pertumbuhan lebih baik jika oksigen terlarut berada diatas 4 ppm (Wahyuni *et al*., 2012). Penurunan nilai DO yang terjadi selama penelitian dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti aktivitas rumput laut yaitu respirasi. Selain itu oksigen di perairan sendiri juga dipengaruhi oleh suhu, apabila suhu meningkat maka nilai oksigen dalam perairan akan menurun. Hal tersebut terjadi karena suhu perairan

berpengaruh pada aktifitas respirasi organisme yang berdampak pada penurunan nilai DO. Menurunnya nilai DO juga disebabkan oleh adanya peningkatan konsumsi oksigen karena akumulasi bahan organik (Ihsan *et al*., 2015).

Kelarutan oksigen ke dalam air sangat dipengaruhi oleh faktor suhu, oleh sebab itu kelarutan gas oksigen pada suhu rendah relatif lebih tinggi jika dibandingkan pada suhu tinggi. Kelarutan oksigen ini juga berpengaruh terhadap daya larut logam berat. Pada daerah yang kekurangan oksigen, daya larut logam berat akan menjadi lebih rendah dan mudah mengendap. Logam berat akan sulit terlarut dalam kondisi perairan yang anoksik (Rachmawatie *et al*., 2009).

d. Salinitas

Salinitas merupakan konsentrasi dari ion-ion yang terlarut dalam air, salinitas ini didefinisikan sebagai jumlah bahan yang terkandung dalam tiap kilogram air laut yang dinyatakan dalam gram per-kilogram atau perseribu. Salinitas sangat berhubungan erat dengan tekanan osmotik yang mempengaruhi keseimbangan tubuh organisme akuatik, salinitas juga berhubungan dengan proses osmoregulasi dalam tubuh organisme. Setiap organisme memiliki toleransi yang berbeda terhadap salinitas untuk kelangsungan hidupnya (Mamang, 2008).

Selama penelitian, salinitas terus mengalami kenaikan, kenaikan salinitas ini disebabkan oleh menguapnya air yang terdapat dalam toples percobaan. Nilai salinitas dari hasil pengamatan masih berada dalam kisaran salinitas yang optimal untuk pertumbuhan rumput laut *E. cottonii* yaitu sebesar 28-34 ppt (Wahyuni *et al*., 2012). Sebaran salinitas sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai. Salinitas tersebut juga dapat mempengaruhi keberadaan logam berat yang ada di perairan, bila terjadi penurunan salinitas maka akan menyebabkan peningkatan daya toksik

logam berat dan tingkat bioakumulasi logam berat semakin besar (Rachmawatie *et al*., 2009)

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Kandungan logam berat Pb dan Cd yang terdapat pada air laut perairan Sumenep, Madura secara berturut-turut adalah 0,1553 ppm dan 0,027 ppm.
2. Efektivitas penyerapan logam berat Cd lebih besar daripada logam berat Pb yaitu sebesar 97,4% sedangkan Pb hanya sekitar 76,9%.
3. Sesuai dengan analisis statistik terdapat perbedaan penyerapan yang signifikan antara logam berat Pb dan Cd oleh rumput laut *E. cottonii*. Rata-rata penyerapan logam berat Cd oleh *E. cottonii* lebih besar dibandingkan dengan penyerapan logam berat Pb.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya. Adapun saran tersbeut adalah sebagai berikut :

1. Saran Konsep
   - Penggunaan jenis logam berat dan jenis rumput laut yang sama untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada permukaan sel.
   - Periode penelitian harus lebih lama untuk mengetahui efektivitasnya agar lebih valid, serta dilakukan secara kontinu.
   - Penelitian secara renewal test, flow through test dan recircultion test untuk mengetahui masing-masing perbedaannya.
2. Saran Teknis

- Pengambilan sampel harus dilakukan sendiri dengan menggunakan beberapa pengaman, agar tidak terjadi kontaminan pada sampel.
- Pembuatan logboook untuk penelitian yang dilakukan di laboratorium, guna memantau kegiatan yang dilakukan.
- Pengukuran parameter kualitas air harus dilakukan pada waktu yang sama (konsisten), karena perbedaan waktu akan mempengaruhi hasil.
- Penggunaan air laut steril, untuk mendapatkan hasil yang lebih valid pada perhitungan data.
- Sebelum hasil dari uji pendahuluan selesai, usahakan jangan melakukan uji utama, karena hal tersbeut akan mempengaruhi hasil akhir.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, T., 2010. Kontaminasi Logam Berat pada Makanan dan Dampaknya pada Kesehatan. Teknobuga 2. Universitas Negeri Semarang, Semarang.

Amalia, D.R.N., 2013. Efek Temperatur terhadap Pertumbuhan Gracilaria verrucosa (Skripsi). Universitas Jember, Jember.

Aryanti, L., 2011. Pemanfaatan Rumput Laut Sargassum sp. Sebagai Adsorben Limbah Cair Industri Rumah Tangga Perikanan (Skripsi). Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Ashraf, M.A., Maah, M.J., Yusoff, I., 2010. Study Of Banana Peel (Musa sapientum) as A Catinoic Biosorbent. J. Argic. and Environ Sci.8, 7–17. Universitas Malaya, Malaysia.

Aslan, L.M., 1998. Budidaya Rumput Laut. Kanisius. Yogyakarta.

Asminar. 2009. Analisis Kandungan Pengotor Dalam Pelet UO2 Sinter. Dalam : Hasil - Hasil Penelitian EBN Tahun 2009.

Asni, A., 2013. Pengelolaan Rumput Laut (Kappaphycus alvarezii) Berbasis Ekologis Secara Spasial Dan Temporal Di Perairan Pesisir Bantaeng. Universitas Hasanuddin, Makassar.

Atmadja, W.S., Kadi, A., Sulistijo, Rahmaniar. 1996. Pengenalan Jenis - Jenis Rumput Laut Indonesia. Puslitbang oseanologi - LIPI, Jakarta.

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 1990. Petunjuk teknis Budidaya Rumput Laut. Departemen Pertanian bekerjasama dnegan International Development Reserach Centre.

Buhani, B., Suharso, S., Sembiring, Z., 2010. Biosorption of Metal Ions Pb (II), Cu (II), and Cd (II) on Sargassum duplicatum Immobilized Silica Gel Matrix. Indones. J. Chem. 6, 245–250. Universitas Lampung, Bandar Lampung.

Dhargalkar, V.K., 2004. Effect of different temperature regimes on the chlorophyll a concentration in four species of Antarctic macroalgae. Seaweed Res. 26, 237 - 243. National Institute of Oceanography, India.

Diantariani, N.P., Sudiarta, I.W., Elantiani, N.K., 2008. Proses Biosorpsi dan Desorpsi ion Cr (VI) pada Biosorben Rumput Laut Eucheuma spinosum. J. Chem. 2. Universitas Udayana, Bukit Jimbaran.

Great Barrier Reef Marine Park Authority, 2003. State of the Great Barrier Reef report. Great Barrier Reef Marine Park Authority, Townsville, Qld.

Hidayat, H.T., 2013. Penggunaan Metode Matching Untuk Penentuan Kesesuaian Lokasi Budidaya Rumput Laut Di Kabupaten Sumenep Menggunakan

Sistem Informasi Geografi. 3 8, 35–40. Universitas Bhayangkara, Surabaya.

Ihsan, Y.N., Aprodita, A., Rustikawati, I., Pribadi, T.D.K., 2015. Kemampuan Gracilaria sp Sebagai Agen Bioremidiasi Dalam Menyerap Logam Berat Pb. J. Kelautan. 8, 10–17.Universitas Trunojoyo, Madura.

Kordi, Tancung, 2005. Pengelolaan Kualitas Air dan Budaidaya Perairan. Rineka Cipta, Jakarta.

Kurniasari, L., Riwayati, I., others, 2012. Pektin sebagai Alternatif Bahan Baku Biosorben Logam Berat. Momentum 8. Universitas Wahid Hasyim, Semarang.

Kusuma, I.D.G.D.P., Wiratini, N.M., Wiratma, I.G.L., 2014. Isoterm Adsorpsi Cu2+ Oleh Biomassa Rumput Laut Euchema spinosum. 1 2, 1–10. Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja.

Mamang, N., 2008. Laju Pertumbuhan Bibit Rumput Laut Euchema cottonii Dengan Perlakuan Asal Thallus Terhadap Bobot Bibit di Perairan Lakeba, Kota Bau - Bau Sulawesi Tenggara (Skripsi). Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Meitei, M.D., Prasad, M.N.V. 2013. Lead (II) and cadmium (II) biosorption on Spirodela polyrhiza (L.) Schleiden biomass. J. Environ. Chem. Eng. 1, 200–207. University of Hyderabad, India.

Sarada, B., Prasad, M.K., Kumar, K.K., Murthy, Ch.V.R. 2013. Cadmium Removal by Macro Algae Caulerpa fastigiata : Characterization, Kinetic, Isotherm and Thermodynamic Studies. J. Environ. Chem. Eng. 2, 1533-1542. GITAM University, India.

Palar, H., 2004. Pencemaran Dan Toksikologi Logam Berat, 2nd ed. Rineka Cipta, Jakarta.

Patimah, S., 2009. Potensi Biomassa Spirulina platensis Sebagai Biosorben Logam Kromium (Cr) (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.

Rachmawatie, H., Zainul, A., Indah, 2009. Analisis Konsentrasi Merkuri (Hg) dan Cadmium (Cd) di Muara Sungai Porong Sebagai Area Buangan Limbah Lumpur Lapindo. 2 2. Universitas Trunojoyo, Madura.

Romimohtarto, K., Juwana, S., 2009. Biologi Laut. Pustaka Djambatan, Jakarta.

Sanusi, H.S., Putranto, S., 2009. Kimia Laut & Pencemaran. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Sudarmaji, S., Mukono, J., Prasasti, C.I., 2006. Toksikologi logam berat B3 dan dampaknya terhadap kesehatan. J. Kesehat. Lingkung. 2. Universitas Airlangga, Surabaya.

Sugiharto, 1987. Dasar - Dasar Pengelolaan Air Limbah, 1. UI Press, Jakarta

Sverdrup, H.V., Johnson, M.W., Fleming, R.H., 1942. The Ocean, Their Physics Chemistry and General Biology, 1st ed, 1087 pp. New York.

Trono Jr, C.G., 1992. Eucheuma and Kappaphycus: taxonomy and cultivation. Bull. Mar. Sci. Fish. 12, 51 - 65. University of The Philipines, Philipines.

Wahyuni, E.A., Arisandi, A., Farid, A., 2012. Studi Karakteristik Biologi Rumput Laut (Kappaphycus alvarezii) terhadap Ketersediaan Nutrien di Perairan Kecamatan Bluto Sumenep. Presented at the Seminar Nasional Kedaulatan Pangan dan Energi, Universitas Trunojoyo, Madura.

Welch, E.B., Lindell, T., 1980. Ecological Effects of Waste Water. Cambridge University Press.

Widodo, J., dan Suadi, 2006. Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Wijayanto, R.Y., Darjito, Pranoto, 2013. Pengaruh pH dan Waktu Kontak pada Adsorpsi Pb (II) Menggunakan Adsorben Kitin Terfosforilasi Dari Limbah Cangkang Bekicot (Achatina filica). 2 1, 289–295. Universitas Brawijaya, Malang.

Yudo, S., 2006. Kondisi Pencemaran Logam Berat Di Perairan Sungai DKI Jakarta. 1 2, 1–15. Pusat Teknologi Lingkungan - BPPT, Jakarta.

Yulaipi, S., Aunurohim, A., 2013. Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Hubungannya dengan Laju Pertumbuhan Ikan Mujair (Oreochromis mossambicus). J. Sains Dan Seni ITS 2, E166–E170. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

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. Universitas Diponegoro, Semarang.

Zhang, L., Zhao, L., Yu, Y., Chen, C. 1998. Removal of Pb2+ from Aqueous Solution by Non-Living Rhizopus nigricans. Water Res. 32, 1437-1444.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cd pada *E. cottonii* dan Media Air Selama Penelitian

Tabel 7. Perhitungan konsentrasi logam berat Pb dan Cd pada *E. cottonii* (a) dan media air (b)

(a)

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rataan
	1	2	3	4		
A	0,3076	0,3115	0,3007	0,3021	1,2204	0,3051
B	0,1212	0,1461	0,1334	0,1355	0,5362	0,1341
Jumlah	0,6619	0,8014	0,8657	0,9654		

Ket: B : Pemaparan Pb; C : Pemaparan Cd

(b)

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rataan
	1	2	3	4		
A	0,6324	0,6235	0,6203	0,6228	2,4990	0,6248
B	0,4588	0,4739	0,4766	0,4850	1,8943	0,4736
Jumlah	1,3243	1,4427	1,5285	1,6356		

Ket : AB : kontrol Pb; AC : Kontrol Cd; B : Pemapran Pb; C : Pemaparan Cd

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lampiran 2. Perhitungan Uji T

JKA $= \Sigma X_A^2 - \frac{(\Sigma XA)2}{nA}$

$= (0{,}3076^2 + 0{,}3115^2 + 0{,}3007^2 + 0{,}3021^2) - \frac{1{,}2219}{4}$

$= 0{,}0946 + 0{,}0970 + 0{,}0904 + 0{,}0913 - \frac{1{,}4930}{4}$

$= 0{,}3733 – 0{,}373259903$

$= 0{,}0001$

JKB $= \Sigma X_B^2 - \frac{(\Sigma XB)2}{nB}$

$= (0{,}1212^2 + 0{,}1461^2 + 0{,}1334^2 + 0{,}1355^2) - \frac{0{,}5362}{4}$

$= 0{,}0147 + 0{,}0213 + 0{,}0178 + 0{,}0184 - \frac{0{,}2875}{4}$

$= 0{,}0722 – 0{,}07187761$

$= 0{,}0003$

T. Hitung $= |\bar{A} - \bar{B}| \sqrt{\frac{n\,(n-1)}{JKA+JKB}}$

$= |0{,}3055 - 0{,}1340| \sqrt{\frac{4\,(4-1)}{0{,}0001+0{,}0003}}$

$= 0{,}171425 \sqrt{\frac{12}{0{,}0004}}$

$= 0{,}171425 \times 175{,}89542$

$= 30{,}15287$

Tabel 8. Uji T penyerapan logam berat Pb dan Cd

T. Hitung	T. Tabel 5%	T. Tabel 1%
30,15287	2,44691	3,70743

T. Hitung > T. Tabel 5% atau 30,15287 > 2,44691 = s (significant), penyerapan logam berat Pb oleh *E. cottonii* sangat berbeda nyata dengan logam berat Cd.

Lampiran 3. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air Selama Penelitian

Tabel 9. Hasil pengukuran suhu (a), pH (b), salinitas (c) dan DO (d) selama penelitian berlangsung

(a)

Perlakuan	T (^{0}C)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A1	24,5	24,9	25,2	25,1	25,4	25,3	25,5	25,7	26	26,2
A2	24,7	24,9	25,2	25,3	25,2	25,4	25,5	25,6	25,9	26
A3	24,4	24,6	24,9	25	25	25	25,4	25,6	25,8	26,1
A4	24,4	24,6	24,9	25	25	25,1	25,2	25,5	25,8	26,1
Rataan	**24,5**	**24,75**	**25,05**	**25,1**	**25,15**	**25,2**	**25,4**	**25,6**	**25,9**	**26,1**
B1	24,5	24,7	24,9	25	25	25,1	25,4	25,5	25,8	26
B2	24,7	24,9	25,2	25,2	25,3	25,4	25,4	25,7	26	26,6
B3	24,4	24,7	24,8	24,8	25,1	25,2	25,6	25,6	25,8	25,9
B4	24,4	24,7	24,9	25	25,2	25,3	25,6	25,6	26	26,1
Rataan	**24,5**	**24,75**	**24,95**	**25**	**25,15**	**25,25**	**25,46**	**25,6**	**25,9**	**26,14**
C1	24,4	24,7	25,1	25,1	25,2	25,2	25,3	25,7	26,1	26,1
C2	24,6	24,9	25,2	25,3	25,4	25,5	25,5	25,6	26,4	26,6
C3	24,6	25	25,3	25,4	25,4	25,5	25,5	25,6	26,5	26,5
C4	24,8	25	25,4	25,4	25,6	25,6	25,7	25,7	26,6	26,6
Rataan	**24,6**	**24,9**	**25,25**	**25,3**	**25,4**	**25,45**	**25,5**	**25,65**	**26,4**	**26,45**

Ket : T : Waktu pengamatan.

(b)

Perlakuan	T									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A1	7,52	7,79	7,65	7,45	7,46	7,53	7,40	7,75	7,77	7,42
A2	7,61	7,59	7,43	7,54	7,48	7,66	7,52	7,50	7,51	7,50
A3	7,54	7,63	7,68	7,43	7,40	7,65	7,55	7,59	7,57	7,44
A4	7,49	7,56	7,57	7,34	7,44	7,63	7,50	7,75	7,79	7,52
Rataan	**7,54**	**7,64**	**7,58**	**7,44**	**7,45**	**7,62**	**7,49**	**7,65**	**7,66**	**7,47**
B1	7,58	7,59	7,65	7,78	7,45	7,73	7,72	7,73	7,78	7,53
B2	7,49	7,52	7,35	7,65	7,53	7,73	7,68	7,75	7,73	7,77
B3	7,56	7,54	7,49	7,44	7,54	7,73	7,72	7,59	7,75	7,77

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

B4	7,56	7,75	7,68	7,54	7,58	7,54	7,66	7,75	7,77	7,77
Rataan	**7,55**	**7,60**	**7,54**	**7,60**	**7,53**	**7,68**	**7,70**	**7,71**	**7,76**	**7,71**
C1	7,48	7,69	7,65	7,54	7,44	7,50	7,62	7,60	7,62	7,63
C2	7,67	7,57	7,75	7,43	7,48	7,59	7,50	7,55	7,62	7,67
C3	7,42	7,53	7,51	7,60	7,49	7,46	7,48	7,47	7,66	7,71
C4	7,52	7,41	7,51	7,50	7,48	7,53	7,50	7,69	7,70	7,75
Rataan	**7,52**	**7,55**	**7,61**	**7,52**	**7,47**	**7,52**	**7,53**	**7,58**	**7,65**	**7,69**

Ket : T : Waktu pengamatan.

(c)

Perlakuan	T (ppt)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A1	30	30	31	31	31	32	32	32	33	33
A2	30	30	30	31	31	31	32	33	33	33
A3	30	30	30	30	31	32	32	32	33	33
A4	30	30	31	31	31	31	32	32	33	33
Rataan	**30**	**30**	**30,5**	**30,75**	**31**	**31,5**	**31**	**32,25**	**33**	**33**
B1	30	30	31	31	31	32	32	32	33	33
B2	30	31	31	31	31	32	32	32	32	33
B3	30	30	30	31	31	31	32	32	33	33
B4	30	30	30	31	31	32	32	32	33	33
Rataan	**30**	**30,25**	**30,5**	**31**	**31**	**31,75**	**32**	**32**	**32,75**	33
C1	30	30	30	31	31	31	32	32	33	33
C2	30	30	31	31	32	32	32	32	33	33
C3	30	31	31	31	31	32	32	32	33	33
C4	30	30	30	31	31	32	32	32	33	33
Rataan	**30**	**30,25**	**30,5**	**31**	**31,25**	**31,75**	**32**	**32**	**33**	**33**

Ket : T : Waktu pengamatan.

(d)

Perlakuan	T (mg/L)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A1	5,84	5,79	5,74	5,70	5,65	5,63	5,59	5,54	5,50	5,48
A2	5,96	5,93	5,90	5,86	5,84	5,81	5,78	5,74	5,70	5,65
A3	5,92	5,89	5,86	5,82	5,82	5,80	5,76	5,71	5,68	5,63
A4	5,99	5,95	5,91	5,89	5,87	5,83	5,80	5,77	5,74	5,70
Rataan	**5,93**	**5,89**	**5,85**	**5,82**	**5,80**	**5,77**	**5,73**	**5,69**	**5,66**	**5,62**
B1	5,86	5,81	5,77	5,73	5,69	5,65	5,62	5,58	5,54	5,51
B2	5,80	5,76	5,73	5,69	5,64	5,60	5,57	5,53	5,49	5,45
B3	5,78	5,75	5,71	5,67	5,61	5,57	5,53	5,48	5,43	5,40
B4	5,69	5,64	5,60	5,56	5,51	5,48	5,44	5,40	5,37	5,33
Rataan	**5,78**	**5,74**	**5,70**	**5,66**	**5,61**	**5,58**	**5,54**	**5,50**	**5,46**	**5,42**
C1	5,71	5,65	5,61	5,58	5,53	5,50	5,46	5,41	5,38	5,35
C2	5,93	5,88	5,84	5,80	5,76	5,73	5,69	5,66	5,61	5,58
C3	5,79	5,74	5,70	5,66	5,63	5,59	5,55	5,51	5,48	5,46
C4	5,96	5,92	5,88	5,85	5,82	5,78	5,74	5,71	5,67	5,64
Rataan	**5,85**	**5,80**	**5,76**	**5,72**	**5,69**	**5,65**	**5,61**	**5,57**	**5,54**	**5,51**

Ket : T : Waktu pengamatan.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Keterangan :

A = Perlakuan Kontrol

B = Perlakuan Pemberian Logam Berat Pb

C = Perlakuan Pemberian Logam Berat Cd

Lampiran 4.Hasil Uji Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cd pada *E. cottonii* dan Media Air Laut

	KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM) FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM **LABORATORIUM KIMIA** **Jalan Semarang 5, Malang 65145** Telepon: 0341-562180 Laman: www.um.ac.id	**FPO 5.10-1**
FORMULIR	Tgl. Terbit / Revisi : 3 Maret 2016	
JUDUL **LAPORAN HASIL PENGUJIAN**	Halaman : 1-4 File : Yulita ID., Yusron A., Catur S.	

Nomor : 020/UN.32.3.7.3/LT/2016

Nama Pemilik : Yulita Ika Damayanti

NIM : 125080601111046

Alamat : Jl. Veteran Malang – 65145

Jenis Contoh : Cair

Tanggal Terima Sampel : 1 Maret 2016

Tanggal Uji Sampel : 2 Maret 2016

Metode Uji : AAS

Kondisi khusus dari contoh : tidak ada

Hasil Pengujian : Kadar Cadmium (Cd) dan Timbal (Pb)

No	Kode Sampel	Konsentrasi (ppm)		Massa Sampel Yang ditimbang	Keterangan
		Cd	Pb		
1	Sampel Air	0,0271	0,1553	-	• X gram kedua sampel yang ditimbang. telah dilarutkan dalam HNO_3 2 M hingga 50 mL

3 Maret 2016

Kepala Laboratorium Kimia,

Dr. H. Yudhi Utomo, M. Si

NIP.196705011996031002

(a)

	KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM) FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM **LABORATORIUM KIMIA** **Jalan Semarang 5, Malang 65145** Telepon: 0341-562180 Laman: www.um.ac.id	**FPO 5.10-1**

FORMULIR	Tgl. Terbit / Revisi	: 8 Maret 2016
JUDUL **LAPORAN HASIL PENGUJIAN**	Halaman	: 1-4
	File	: Yulita ID., Yusron A., Catur S.

Nomor : 026/UN.32.3.7.3/LT/2016

Nama Pemilik : Yulita Ika Damayanti

NIM : 125080601111046

Alamat : Jl. Veteran Malang – 65145

Jenis Contoh : Cair dan padat

Tanggal Terima Sampel : 4 Maret 2016

Tanggal Uji Sampel : 7 Maret 2016

Metode Uji : AAS

Kondisi khusus dari contoh : tidak ada

Hasil Pengujian : Kadar Cadmium (Cd) dan Timbal (Pb)

No	Kode Sampel	Konsentrasi (ppm)		Massa Sampel Yang ditimbang	Keterangan
		Cd	Pb		
1	Sargassum	0,0784	-	0,5095	• X gram kedua sampel yang ditimbang. telah dilarutkan dalam HNO_3 2 M hingga 50 mL
2	E.Cottonii	0,0679	-	0,5061	
3	Sampel Cd	1,0256	-	-	
4	E.Cottonii	-	0,1725	0,5049	
5	EC 25 ppt	-	0,1744	0,5081	
6	EC 30 ppt	-	0,1738	0,5055	
7	EC 35 ppt	-	0,1731	0,5064	
8	25 ppt	-	1,1617	-	
9	30 ppt	-	1,1598	-	
10	35 ppt	-	1,1272	-	
11	25 ppt K	-	0,1284	-	
12	35 ppt K	-	0,1403	-	

8 Maret 2016
Kepala Laboratorium Kimia,

Dr. H. Wadhi Utomo, M. Si
NIP 196705011996031002

(b)

	KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM) FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM **LABORATORIUM KIMIA** **Jalan Semarang 5, Malang 65145** Telepon: 0341-562180 Laman: www.um.ac.id	**FPO 5.10-1**
FORMULIR	Tgl. Terbit / Revisi : 14 April 2016	
JUDUL **LAPORAN HASIL PENGUJIAN**	Halaman : 1-4 File : Yulita ID., Yusron A., Catur S.	

Nomor : 040/UN.32.3.7.3/LT/2016

Nama Pemilik : 1. Yulita Ika Damayanti, NIM: 125080601111046

2. Yusron Alifi, NIM: 125080601111059

3. Catur Sugiarto, NIM: 125080601111058

Alamat : Jl. Veteran Malang – 65145

Jenis Contoh : Cair dan padat

Tanggal Terima Sampel : 14 Maret 2016

Tanggal Uji Sampel : 8 April 2016

Metode Uji : AAS

Kondisi khusus dari contoh : tidak ada

Hasil Pengujian : Kadar Timbal (Pb)

No	Kode Sampel	Massa Sampel Yang ditimbang	Konsentrasi (ppm) Pb	Keterangan
1	EC Pb (1)	-	0,6324	• X gram kedua sampel yang ditimbang telah dilarutkan dalam HNO_3 2 M hingga 50 mL
2	EC Pb (2)	-	0,6235	
3	EC Pb (3)	-	0,6203	
4	EC Pb (4)	-	0,6228	
5	EC Pb 25 (1)	-	0,5703	
6	EC Pb 25 (2)	-	0,5954	
7	EC Pb 25 (3)	-	0,6123	
8	EC Pb 25 (4)	-	0,6026	
9	EC Pb 30 (1)	-	0,6336	
10	EC Pb 30 (2)	-	0,6223	
11	EC Pb 30 (3)	-	0,6227	
12	EC Pb 30 (4)	-	0,6205	
13	EC Pb 35 (1)	-	0,6427	
14	EC Pb 35 (2)	-	0,6514	
15	EC Pb 35 (3)	-	0,6223	
16	EC Pb 35 (4)	-	0,6453	

(c-1)

	KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM) FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM **LABORATORIUM KIMIA** **Jalan Semarang 5, Malang 65145** Telepon: 0341-562180 Laman: www.um.ac.id	**FPO 5.10-1**

FORMULIR	Tgl. Terbit / Revisi : 14 April 2016
JUDUL **LAPORAN HASIL PENGUJIAN**	Halaman : 1-4 File : Yulita ID., Yusron A., Catur S.

No	Kode Sampel	Massa Sampel Yang ditimbang	Konsentrasi (ppm)	Keterangan
			Pb	
17	ECK PbCd1	-	0,1134	
18	ECK PbCd2	-	0,1268	
19	ECK PbCd3	-	0,1119	
20	ECK PbCd4	-	0,1103	
21	ECK Pb 25	-	0,1006	
22	ECK Pb 30	-	0,1271	
23	ECK Pb 35	-	0,1294	
24	ECP (1) Pb	0,5040	0,3076	
25	ECP (2) Pb	0,5063	0,3115	
26	ECP (3) Pb	0,5023	0,3007	
27	ECP (4) Pb	0,5001	0,3021	
28	ECP 25 (1) Pb	0,5077	0,3207	
29	ECP 25 (2) Pb	0,5096	0,3185	
30	ECP 25 (3) Pb	0,5044	0,3046	
31	ECP 25 (4) Pb	0,5050	0,3129	
32	ECP 30 (1) Pb	0,5061	0,3052	
33	ECP 30 (2) Pb	0,5024	0,3107	
34	ECP 30 (3) Pb	0,5053	0,3017	
35	ECP 30 (4) Pb	0,5082	0,3006	
36	ECP 35 (1) Pb	0,5043	0,3008	
37	ECP 35 (2) Pb	0,5033	0,2879	
38	ECP 35 (3) Pb	0,5023	0,3058	
39	ECP 35 (4) Pb	0,5058	0,2907	
40	ECKP (1) Pb+Cd	0,5083	0,1989	
41	ECKP (2) Pb+Cd	0,5076	0,1815	
42	ECKP (3) Pb+Cd	0,5026	0,1834	
43	ECKP (4) Pb+Cd	0,5011	0,1906	
44	ECKP 25	0,5023	0,1857	
45	ECKP 30	0,5063	0,1823	
46	ECKP 35	0,5031	0,1743	

14 April 2016
Kepala Laboratorium Kimia,

Dr. Hj. Yudhi Utomo, M. Si
NIP 196705011996031002

(c-2)

	KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM) FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM **LABORATORIUM KIMIA** Jalan Semarang 5, Malang 65145 Telepon: 0341-562180 Laman: www.um.ac.id	**FPO 5.10-1**
FORMULIR	Tgl. Terbit / Revisi : 14 April 2016	
JUDUL **LAPORAN HASIL PENGUJIAN**	Halaman : 3-4 File : Yulita ID., Yusron A., Catur S.	

Nomor : 040/UN.32.3.7.3/LT/2016

Nama Pemilik : 1. Yulita Ika Damayanti, NIM: 125080601111046

2. Yusron Alifi, NIM: 125080601111059

3. Catur Sugiarto, NIM: 125080601111058

Alamat : Jl. Veteran Malang – 65145

Jenis Contoh : Cair dan padat

Tanggal Terima Sampel : 14 Maret 2016

Tanggal Uji Sampel : 8 April 2016

Metode Uji : AAS

Kondisi khusus dari contoh : tidak ada

Hasil Pengujian : Kadar Cadmium (Cd)

No	Kode Sampel	Massa Sampel Yang ditimbang	Konsentrasi (ppm) Cd	Keterangan
1	Sarg K Cd 1	-	0,0176	• X gram kedua sampel yang ditimbang telah dilarutkan dalam HNO_3 2 M hingga 50 mL
2	Sarg K Cd 2	-	0,0169	
3	Sarg K Cd 3	-	0,0173	
4	Sarg K Cd 4	-	0,0169	
5	Sarg Cd 1	-	0,4273	
6	Sarg Cd 2	-	0,4736	
7	Sarg Cd 3	-	0,4361	
8	Sarg Cd 4	-	0,4324	
9	E Cott Cd 1	-	0,4739	
10	E Cott Cd 2	-	0,4766	
11	E Cott Cd 3	-	0,4851	
12	E Cott Cd 4	-	0,4588	
13	ECK PbCd1	-	0,0197	
14	ECK PbCd2	-	0,0185	
15	ECK PbCd3	-	0,0197	
16	ECK PbCd4	-	0,0175	

(d-1)

	KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM) FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM **LABORATORIUM KIMIA** **Jalan Semarang 5, Malang 65145** Telepon: 0341-562180 Laman: www.um.ac.id	**FPO 5.10-1**
FORMULIR	Tgl. Terbit / Revisi : 14 April 2016	
JUDUL **LAPORAN HASIL PENGUJIAN**	Halaman : 4-4 File : Yulita ID., Yusron A., Catur S.	

No	Kode Sampel	Massa Sampel Yang ditimbang	Konsentrasi (ppm) Cd	Keterangan
17	SP Kon Cd 1	0,5071	0,0312	
18	SP Kon Cd 2	0,5002	0,0296	
19	SP Kon Cd 3	0,5023	0,0328	
20	SP Kon Cd 4	0,5049	0,0331	
21	SP Cd 1	0,5036	0,1634	
22	SP Cd 2	0,5016	0,1425	
23	SP Cd 3	0,5076	0,1596	
24	SP Cd 4	0,5053	0,1548	
25	ECP Cd 1	0,5066	0,1212	
26	ECP Cd 2	0,5042	0,1461	
27	ECP Cd 3	0,5024	0,1334	
28	ECP Cd 4	0,5064	0,1355	
29	ECKP 1	0,5083	0,0349	
30	ECKP 2	0,5076	0,0342	
31	ECKP 3	0,5026	0,0331	
32	ECKP 4	0,5011	0,0346	

14 April 2016

Kepala Laboratorium Kimia,

Dr. H. Yudhi Utomo, M. Si
NIP 196705011996031002

(d-2)

Gambar 14. Hasil uji konsentrasi logam berat Pb dan Cd air laut di perairan Sumenep, Madura (a), konsentrasi logam berat Pb dan Cd pada *E. cottonii* dan air laut T0 (b), konsentrasi logam berat Pb pada *E. cottonii* dan air laut T10 (c-1) (c-2), konsentrasi logam berat Cd pada *E. cottonii* dan air laut T10 (d-1) (d-2).

Lampiran 5. Kondisi Lapang Lokasi Pengambilan Sampel *E. cottonii*.

(a)

(b)

(c)

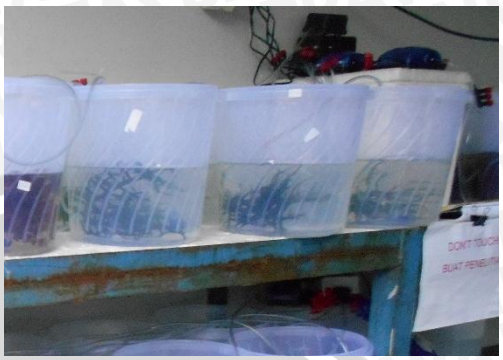
(d)

Gambar 15. Lokasi pengambilan sampel yang terletak di Ds. Cabbiya, Kec. Talango, Kab. Sumenep, Madura. Ket : (a) dan (b) : stasiun pengambilan sampel *E. cottonii* ; (c) : lokasi pembudidayaan rumput laut ; (d) : sampel rumput laut yang diambil dari hasil budidaya.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lampiran 6. Pemeliharaan Sampel *E. cottonii* yang Dilakukan di Laboratorium

(a)



(b)

(c)

(d)

(e)

(f)

Gambar 16. Proses pemeliharaan *E. cottonii* yang dilakukan di Laboratorium Reproduksi Ikan dan Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan FPIK Universitas Brawijaya. Ket : (a) : penimbangan sampel *E. cottonii* sebanyak 15 gr yang akan diletakkan pada toples–toples percobaan ; (b) proses pemeliharaan sampel agar sampel tidak busuk ; (c) : penimbangan logam berat Pb dan Cd ; (d) pembuatan larutan logam berat Pb dan Cd 1 ppm ; (e) : pemaparan logamberat Pb dan Cd sebanyak 1 ppm pada *E. cottonii* ; (f) pengukuran parameter kualitas air yang dilakukan selama penelitian berlangsung.