

**ANALISIS KUANTITATIF LOGAM Cd DALAM AIR, SEDIMEN DAN
RUMPUT LAUT (*Eucheuma spinosum*) DI PERAIRAN TELUK LAIKANG,
KABUPATEN TAKALAR**

RISKA ANGRIYANI AZIS

H31116305



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2021

SKRIPSI

**ANALISIS KUANTITATIF LOGAM Cd DALAM AIR, SEDIMEN DAN
RUMPUT LAUT (*Eucheuma spinosum*) DI PERAIRAN TELUK LAIKANG,
KABUPATEN TAKALAR**

Disusun dan diajukan oleh:

RISKA ANGRIYANI AZIS

H31116305



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2021

**ANALISIS KUANTITATIF LOGAM Cd DALAM AIR, SEDIMEN DAN
RUMPUT LAUT (*Eucheuma spinosum*) DI PERAIRAN TELUK LAIKANG,
KABUPATEN TAKALAR**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana sains*

Oleh:

RISKA ANGRIYANI AZIS

H31116305



MAKASSAR

2021

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

ANALISIS KUANTITATIF LOGAM Cd DALAM AIR, SEDIMEN DAN RUMPUT LAUT (*Eucheuma spinosum*) DI PERAIRAN TELUK LAIKANG, KABUPATEN TAKALAR

Disusun dan diajukan oleh:

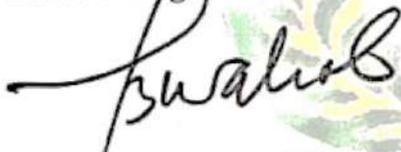
RISKA ANGRIYANI AZIS

H311 16 305

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal 10 Februari 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Abd. Wahid Wahab, M.Sc
NIP. 19490827 197602 1 001

Pembimbing Pertama



Drs. L. Musa Ramang, M.Si
NIP. 19590227 198702 1 001

Ketua Departemen Kimia



Dr. Abd. Karim, M.Si
NIP. 19620710 198803 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Riska Angriyani Azis

Nomor Induk Mahasiswa : H311 16 305

Jenjang Pendidikan : S1

Program Studi : Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi yang berjudul **Analisis Kuantitatif Logam Cd dalam Air, Sedimen dan Rumput Laut (*Eucheuma Spinosum*) di Perairan Teluk Laikang, Kabupaten Takalar** adalah BENAR merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi Skripsi ini hasil karya orang lain atau dikutip tanpa menyebut sumbernya, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 18 Februari 2021



(Riska Angriyani Azis)

LEMBAR PERSEMBAHAN

“It’s our choices that show what we truly are. Far more than our abilities”

-Albus Dumbledore

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan jalan terang bagi ummatnya.

Skripsi yang berjudul “**Analisis Kuantitatif Logam Cd dalam Air, Sedimen dan Rumput Laut (*Eucheuma spinosum*) di Perairan Takalar**” disusun sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Departemen Kimia Universitas Hasanuddin. Penulis berterima kasih sedalam-dalamnya kepada Orang Tua, Bapak (**Azis Batara Limpo**) dan Mama (**Andi Suriyana**), yang selalu memanjatkan doa, juga memberikan dukungan dan pengorbanan kepada penulis demi menggapai impian dan cita-citanya. Terima kasih juga kepada adik penulis **Adjie Akbar Almunawir, Mario Magdy Tolba dan Zafira Cahya Ramadhani**, serta kepada semua keluarga yang namanya tak sempat disebut satu per satu. Terima kasih sudah terlibat, memberikan dukungan dan kasih sayang sehingga penulis bisa menyelesaikan studinya.

Penulis banyak menemui kendala dalam pelaksanaan maupun dalam penulisan. Skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan serta kemurahan hati dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis berterima kasih kepada bapak **Prof. Dr. Abdul Wahid Wahab, M.Sc** sebagai pembimbing utama dan bapak **Drs. L. Musa Ramang, M.Si** sebagai pembimbing pertama yang telah membimbing mulai dari awal hingga selesainya penyusunan skripsi ini. Dengan

segala kerendahan hati, penulis juga ingin menyampaikan terima kasih serta penghargaan yang setulus-tulusnya kepada:

1. Ibu **Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, M. A.**, selaku Rektor Universitas Hasanuddin, Makassar.
2. Bapak **Dr. Eng. Amiruddin**, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
3. Bapak **Dr. Abdul Karim, M.Si** dan ibu **Dr. St. Fauziah, M.Si**, selaku Ketua dan Sekretaris Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
4. Bapak **Dr. Yusafir Hala, M.Si**, dan bapak **Dr. Fredryk Mandey, M.Sc**, selaku tim penguji yang telah memberi banyak masukan dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Seluruh dosen Departemen Kimia dan MKU Universitas Hasanuddin, yang telah banyak memberikan ilmu, pengalaman, serta masukan selama masa studi.
6. Seluruh staf pegawai Fakultas MIPA Unhas maupun Departemen Kimia FMIPA Unhas, yang memberikan bantuan dan kerjasamanya.
7. Seluruh Kepala Laboratorium di departemen Kimia FMIPA Unhas, serta Kepala Laboratorium Kimia Dasar, Biologi Dasar, dan Fisika dasar.
8. Seluruh analis di Departemen Kimia FMIPA Unhas, terkhusus Analis Laboratorium Kimia Analitik Departemen Kimia FMIPA Unhas, ibu **Fibiyanti, S.Si**, yang memberikan fasilitas dan kemudahan.
9. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kab. Takalar.
10. Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup (PPLH) Puntondo.

11. Pak Kades serta Aparatur Desa Laikang, dan segenap warga Desa Laikang.
12. Kakak-kakak dan adik-adik Keluarga Mahasiswa Fakultas MIPA Unhas, salam *Use Your Mind be The Best*.
13. Kakak-kakak dan adik-adik Keluarga Mahasiswa Kimia FMIPA Unhas. HMK adalah rumah, *Tempat Kita Dibina, Tempat Kita Ditempa*.
14. Teman-teman **ANTO**, KKN Unhas Gelombang 102 Kemendes Barru.
15. Teman-teman **MIPA 2016**, salam *Seperti Seharusnya*.
16. Teman-teman **KROMOFOR 2016**, salam *Totalitas Hingga Akhir*.
17. **AR Aditya Hasanuddin, Sri Wahyuni** dan teman-teman lain yang telah terlibat dalam pembuatan peta lokasi penelitian ini.
18. **Muhammad Syahril Yusuf, Muhammad Fadhil Halim, Rully Rinanda, Miftahuddin**, yang telah terlibat dalam pengambilan sampel penelitian maupun dalam penyelesaian skripsi ini.
19. Semua pihak yang telah terlibat secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak sempat disebutkan satu per satu.

Atas segala kebaikan yang telah diberikan oleh berbagai pihak, penulis mengucapkan banyak terima kasih. Semoga Tuhan membalasnya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak luput dari kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diperlukan untuk kedepannya. Akhirnya, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Makassar, Desember 2020

Penulis

ABSTRAK

Penelitian mengenai analisis kuantitatif logam berat kadmium (Cd) dalam air, sedimen dan rumput laut (*Eucheuma spinosum*) pada perairan Teluk Laikang, Takalar, telah dilakukan. Sampel diambil pada tiga stasiun pengamatan sekitar perairan. Sampel dianalisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Hasil diperoleh rata-rata konsentrasi logam dalam air adalah 0,3 mg/L, dalam sedimen berkisar antara 6-8 mg/kg, dan dalam rumput laut berkisar antara 2-3 mg/kg. Logam berat kadmium telah terdistribusi dalam perairan tersebut, dimana konsentrasi kadmium yang diamati telah mencapai ambang batas spesifik.

Kata kunci : kadmium (Cd), Rumput laut (*Eucheuma spinosum*), sedimen, air laut, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

ABSTRACT

The research about quantitative analysis of heavy metal cadmium (Cd) in water, sediment and Seaweed (*Eucheuma spinosum*) on Laikang Bay waters, Takalar, has been done. Sample was taken from three observation station around the waters. Sample analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The results show the metal content in water is 0,3 mg/L, in sediment is ranged between 6-8 mg/kg while in seaweed is ranged between 2-3 mg/kg. The heavy metal cadmium has been distributed in these waters, where the observed metal content has reached specific threshold.

Key words : Cadmium (Cd), Seaweed (*Eucheuma spinosum*), sediment, sea water, Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS).

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	iii
PRAKATA	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Maksud Penelitian.....	4
1.3.2 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Logam Berat	5
2.1.2 Kadmium (Cd)	7

2.2 Pencemaran Perairan	10
2.3 Parameter Kualitas Lingkungan Air Laut	11
2.3.1 Suhu	11
2.3.2 Derajat kesamaan (pH)	12
2.4 Bioakumulasi Logam Berat dalam Biota Perairan	13
2.5 Rumput Laut (<i>Eucheuma spinosum</i>)	15
2.6 Spektroskopi Serapan Atom	20
2.7 Adisi Standar	22
2.8 Koefisien Korelasi	23
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Bahan Penelitian	24
3.2 Alat Penelitian	24
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.4 Prosedur Penelitian	24
3.4.1 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel	24
3.4.2 Pengambilan Sampel.....	25
3.4.2.1 Pengambilan Sampel Air.....	25
3.4.2.2 Pengambilan Sampel Sedimen	26
3.4.2.3 Pengambilan Sampel Rumput Laut	26
3.4.3 Pengukuran Parameter Fisika Kimia Perairan.....	26
3.4.4 Preparasi Sampel	26
3.4.4.1 Preparasi Sampel Air	26
3.4.4.2 Preparasi Sampel Sedimen	27
3.4.4.3 Preparasi Sampel Rumput laut	27
3.4.5 Pembuatan Larutan Baku Cd	28

3.4.5.1 Pembuatan Larutan Baku Induk Cd 1000 ppm	28
3.4.5.2 Pembuatan Larutan Baku Intermediet Cd 100 ppm	28
3.4.5.3 Pembuatan Larutan Baku Intermediet Cd 50 ppm	28
3.4.5.4 Pembuatan Larutan Baku Intermediet 25 ppm	28
3.4.6 Pembuatan Adisi Standar Cd 0; 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,8 ppm..	28
3.4.7 Analisis Cd dengan SSA	29
3.4.8 Penentuan Konsentrasi Logam Cd dengan Metode Adisi Standar	29
3.4.9 Penentuan Nilai <i>Bioconcentration Factor (BCF)</i>	30
3.4.10 Analisis Korelasi Logam Cd di Perairan Teluk Laikang	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Logam Cd dalam Air	32
4.2 Logam Cd dalam Sedimen	33
4.3 Logam Cd dalam Rumput Laut	34
4.4 Logam Cd di Perairan Teluk Laikang Takalar	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	46

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Korelasi logam Cd di perairan Teluk Laikang, Takalar	36
2. Faktor biokonsentrasi rumput laut (<i>Eucheuma spinosum</i>)	38
3. Suhu dan pH perairan	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema perjalanan logam berat dari sumber pencemar ke tubuh manusia	6
2. Logam kadmium	7
3. Rumput Laut (<i>Eucheuma spinosum</i>)	17
4. Peta lokasi pengambilan sampel	25
5. Diagram konsentrasi logam Cd dalam air laut	32
6. Diagram konsentrasi logam Cd dalam sedimen	33
7. Diagram konsentrasi logam Cd dalam rumput laut	34
8. Logam Cd di perairan Teluk Laikang, Takalar	36
9. Hasil pengukuran logam Cd pada air laut stasiun 1-A	52
10. Hasil pengukuran logam Cd pada air laut stasiun 1-B.....	53
11. Hasil pengukuran logam Cd pada air laut stasiun 2-A.....	54
12. Hasil pengukuran logam Cd pada air laut stasiun 2-B.....	55
13. Hasil pengukuran logam Cd pada air laut stasiun 3-A	56
14. Hasil pengukuran logam Cd pada air laut stasiun 3-B.....	57
15. Hasil pengukuran logam Cd pada sedimen stasiun 1-A.....	58
16. Hasil pengukuran logam Cd pada sedimen stasiun 1-B.....	59
17. Hasil pengukuran logam Cd pada sedimen stasiun 2-A.....	60
18. Hasil pengukuran logam Cd pada sedimen stasiun 2-B.....	61
19. Hasil pengukuran logam Cd pada sedimen stasiun 3-A.....	62
20. Hasil pengukuran logam Cd pada sedimen stasiun 3-B.....	63

21. Hasil pengukuran logam Cd pada rumput laut stasiun 1-A.....	64
22. Hasil pengukuran logam Cd pada rumput laut stasiun 1-B.....	65
23. Hasil pengukuran logam Cd pada rumput laut stasiun 2-A.....	66
24. Hasil pengukuran logam Cd pada rumput laut stasiun 2-B.....	67
25. Hasil pengukuran logam Cd pada rumput laut stasiun 3-A.....	68
26. Hasil pengukuran logam Cd pada rumput laut stasiun 3-B.....	69
27. Kurva korelasi logam Cd di perairan	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema kerja penelitian	46
2. Bagan kerja	47
3. Pengolahan data air laut	52
4. Pengolahan data sedimen	58
5. Pengolahan data rumput laut	64
6. Korelasi Logam Cd dalam Air, Sedimen dan Rumput Laut di Perairan Takalar	70
7. Dokumentasi	71
8. Perhitungan	74
9. Hasil Identifikasi Alga Merah	76

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

- Ppm = *part per million*
- pH = potensial hidrogen
- GPS = *Global Positioning System*
- PE = polietilen
- SSA = Spektrofotometer Serapan Atom
- [] = konsentrasi zat

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teluk Laikang berada di Dusun Puntondo, Desa Laikang, Kecamatan Mangarabombang, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan merupakan daerah pengembangan kawasan perikanan pesisir yang strategis di mana wilayah pesisir sebelah barat berhadapan langsung dengan Selat Makassar dan sebelah selatan yang sebagian wilayahnya berupa teluk berhadapan dengan Laut Flores dan sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Jeneponto (Ilham, 2018).

Ditinjau dari letak geografisnya yang bersentuhan langsung dengan pesisir, Teluk Laikang menjadi jalur transportasi dan tempat berlabuh kapal-kapal dari berbagai daerah yang kemudian dimanfaatkan menjadi pembangunan pelabuhan khusus. Teluk Laikang yang memiliki sumber daya alam tinggi menjadikannya sebagai pusat berbagai aktivitas ekonomi masyarakat sekitar. Mayoritas mata pencaharian masyarakatnya berprofesi sebagai petani budidaya rumput laut, nelayan kepiting dan jenis ikan lainnya (Hasrianti, 2018)

sangat rawan terhadap pencemaran. Tumpahan bensin, minyak, atau tumpahan minyak bercampur air pada kapal dan perahu yang melintasi perairan merupakan pencemar yang memiliki pengaruh spesifik terhadap lingkungan perairan (Mangara, 2015). Buangan limbah baik itu limbah buangan pabrik atau limbah rumah tangga juga mempengaruhi tercemarnya perairan. Semakin banyak jumlah penduduk dan semakin tinggi kegiatan pembangunan, perindustrian,

pertambangan, pertanian, rekreasi dan transportasi mengakibatkan buangan limbah semakin besar pula (Atmakusumah dkk., 1996).

Salah satu pencemaran yang menjadi permasalahan di lingkungan adalah logam berat. Menurut Sumardjo (2009), pencemaran yang diakibatkan oleh logam-logam berat dalam air juga sangat penting untuk diperhatikan karena beberapa logam berat sangat toksik untuk manusia dan hewan, berikatan dengan zat organik, terakumulasi dalam tubuh biota laut yang ada dalam perairan baik melalui insang maupun melalui rantai makanan dan akhirnya akan sampai pada manusia.

Logam berat dalam perairan perlu diperhatikan karena akan berpengaruh buruk terhadap proses-proses biologis. Kematian ikan dan organisme perairan lainnya akibat logam berat dapat terjadi karena keracunan kation logam berat dengan fraksi tertentu dalam lendir insang hingga terselaputi gumpalan lendir logam berat. Akibatnya organisme akan mati lemas. Menurut Sylvester (1958) dalam Sumardjo (2009), ion Al, Cu, Cd dan Zn dalam air lunak sebanyak 0,1-0,5 ppm dapat menyebabkan kerusakan organisme perairan.

Kadmium merupakan salah satu logam berat yang bersifat racun walaupun hanya dengan persentase yang sedikit. Kadmium dan bermacam-macam persenyawaannya dapat masuk ke lingkungan akibat aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Dapat dikatakan bahwa semua bidang industri yang melibatkan kadmium dalam proses operasional industrinya menjadi sumber pencemaran kadmium. Kandungan logam kadmium dapat dijumpai di daerah-daerah penimbunan sampah, aliran hujan, dan air buangan (Fahrudin, 2018).

Kadmium yang masuk ke dalam perairan cenderung mengendap ke dasar laut dan akan mengalami penumpukan pada sedimen dan lumpur. Kemudian logam akan terakumulasi oleh biota disekitarnya. Sehingga biota tersebut dapat dijadikan indikator untuk mengetahui tingkat pencemaran logam pada perairan tersebut (Berniyanti, 2018). Menurut Marganof (2003), peningkatan kadar logam berat di dalam perairan akan diikuti oleh peningkatan kadar zat tersebut dalam organisme air seperti rumput laut, kerang dan biota laut lainnya.

Salah satu bioindikator alami yang baik digunakan untuk mengukur tingkat pencemaran logam berat Cd di Teluk Laikang adalah rumput laut. Selain karena jumlahnya yang banyak terdapat di Teluk Laikang, beberapa penelitian mengatakan bahwa rumput laut mampu mengakumulasi logam berat pada thallusnya sebagai bentuk pertahanan diri. Seperti yang tertulis pada penelitian Raya dan Ramlah (2012), bahwa beberapa makroalga seperti rumput laut merupakan indikator yang baik dan efisien untuk mengetahui terjadinya pencemaran logam berat karena selain terdapat dalam jumlah banyak dan strukturnya yang makroskopis, organisme ini dapat mengakumulasi pencemar sehingga korelasi antara kandungan bahan pencemar dalam air dan dalam tubuh organisme dapat ditunjukkan.

Berdasarkan uraian tersebut maka penting dilakukan penelitian mengenai analisis kuantitatif logam berat Cd serta korelasinya dalam air, sedimen dan rumput laut (*Eucheuma spinosum*) di perairan Teluk Laikang, Kabupaten Takalar.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. berapa konsentrasi logam Cd yang terkandung dalam sampel air, sedimen dan rumput laut di perairan Teluk Laikang?
2. bagaimana korelasi logam berat Cd dalam sampel air, sedimen dan rumput laut di perairan Teluk Laikang?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dilakukannya penelitian ini adalah melakukan analisis kuantitas Cd dalam air, sedimen dan rumput laut diperairan Takalar.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. menentukan konsentrasi logam Cd yang terkandung dalam air, sedimen dan rumput laut di perairan Teluk Laikang.
2. mengetahui korelasi logam berat Cd dalam air, sedimen dan rumput laut di perairan Teluk Laikang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi perairan Teluk Laikang dan melihat korelasi pencemaran logamnya dalam air, sedimen, dan rumput lautnya yang kemudian dapat dijadikan acuan kepada masyarakat Takalar secara umumnya dan masyarakat di sekitar Teluk Laikang secara khususnya agar terciptanya lingkungan yang sehat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

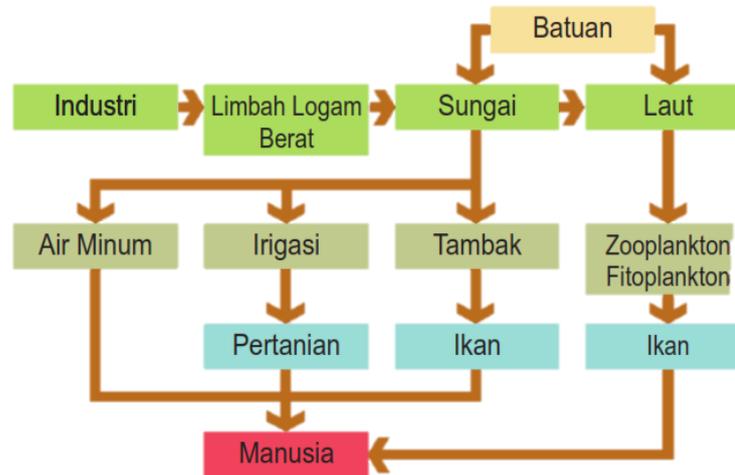
2.1 Logam Berat

Logam berat adalah unsur logam yang memiliki berat jenis (*specific gravity*) 5 g/cm^3 atau lebih, memiliki nomor atom antara 21 dan 92 yang terdapat dalam tabel periodik unsur kimia. Berdasarkan sudut pandang toksikologinya, logam berat dapat dibedakan menjadi logam berat esensial dan logam berat non esensial. Dalam jumlah tertentu logam esensial sangat dibutuhkan oleh organisme hidup dalam membantu proses fisiologi maupun pembentukan organ dari makhluk hidup yang bersangkutan, namun dalam jumlah yang berlebih dapat menimbulkan efek racun. Sebagai contoh antara lain besi, seng, tembaga, kobalt, mangan dan selenium (Siagian dkk., 2019).

Adapun logam non esensial merupakan logam beracun (*toxic metal*) yang keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya. Sebagai contoh antara lain kadmium, raksa, timbal, stronsium, kromium dan arsen. Logam berat ini dapat menimbulkan efek yang merugikan kesehatan manusia sehingga sering disebut sebagai logam beracun. Senyawa ini tidak dapat rusak di alam dan tidak dapat berubah menjadi bentuk lain (Siagian dkk., 2019).

Logam berat seperti timbal, arsen, kadmium, kromium, kobalt, mangan dan raksa merupakan logam beracun. Biasanya digunakan sebagai pigmen warna dalam cat yang dapat tertelan lewat kontaminasi tangan, kuku, makanan, cangkir, rokok dan kuas cat yang diletakkan di mulut. Lembaga Pangan World Health Organization (WHO) mengeluarkan toleransi kontaminasi batas maksimum per minggu sebesar 400 mikro g/orang/minggu. Berikut merupakan skema perjalanan

logam berat dari sumber pencemar sampai ke tubuh manusia (Badan POM RI, 2010).



Gambar 1. Skema perjalanan logam berat dari sumber pencemar sampai ke dalam tubuh manusia (sumber Badan POM RI, 2010).

Faktor yang mempengaruhi daya toksisitas logam dalam air terhadap makhluk hidup antara lain bentuk ikatan kimia dari logam yang terlarut, pengaruh lingkungan, kondisi hewan, dan kemampuan organisme untuk beraklimatisasi terhadap bahan toksik logam (Arfiati dkk., 2018).

Sifat toksisitas logam berat dapat dikelompokkan ke dalam 3 kelompok, yaitu bersifat toksik tinggi, sedang, dan rendah. Logam berat yang bersifat toksik tinggi terdiri dari unsur-unsur Hg, Cd, Pb, Cu, dan Zn. Bersifat toksik sedang terdiri dari unsur-unsur Cr, Ni, dan Co, sedangkan bersifat toksik rendah terdiri atas unsur Mn dan Fe. Adanya logam berat di perairan, berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia (Rangkuti, 2009).

Selain bersifat toksik, logam berat juga terakumulasi dalam sedimen dan biota melalui proses biokonsentrasi, bioakumulasi dan biomagnifikasi oleh biota

laut. Logam-logam berat yang masuk ke dalam tubuh hewan umumnya tidak dikeluarkan lagi dari tubuh mereka. Karena itu logam-logam cenderung untuk menumpuk dalam tubuh mereka. Sebagai akibatnya, logam-logam ini akan terus ada di sepanjang rantai makanan. Hal ini disebabkan karena predator pada satu trofik level lebih rendah yang telah tercemar (Hutabarat dan Evans, 1986).

2.1.2 Kadmium (Cd)

Kadmium (Cd) adalah salah satu logam berat non esensial yang memiliki toksisitas tinggi. Kadmium merupakan unsur golongan II B, berwarna putih perak, dan dapat membentuk senyawa dengan unsur lain seperti CdI_2 . Memiliki massa atom 112,41 sma, nomor atom 48, bilangan oksidasi +2, titik didih 1040 K, titik lebur 594,26 K, massa jenis $8,65 \text{ g/cm}^3$, dan elektronegatifitas 1,69 (Sunardi, 2006).



Gambar 2. Kadmium (sumber www.azon.com)

Kadmium dalam air mulai mengendap pada pH 7,8 dan dapat membentuk kompleks dengan ligan O, N, S, dan ion halida. Kompleks kadmium yang terbentuk diantaranya adalah: pada pH 2-6 terbentuk ion hidrokso kadmium (I) $[Cd(OH)]^+$. Pada pH 9-10 terbentuk ion trihidrokso kadmiat (I) $[Cd(OH)_3]^-$. Pada pH 10,5 terbentuk ion tetrahidrokso kadmiat (II) $[Cd(OH)_4]^{2-}$. Pada pH basa sekitar 7,8 ion kadmium (II) mulai mengendap (Svehla, 1985).

Logam kadmium (Cd) dan bentuk garamnya banyak digunakan pada beberapa jenis pabrik dalam proses produksinya. Industri pelapisan logam adalah pabrik yang banyak menggunakan kadmium murni sebagai pelapis. Bentuk garam kadmium banyak digunakan industri dalam proses fotografi, pembuatan gelas dan campuran perak, produksi foto-elektrik, foto-konduktor, dan fosforus. Kadmium asetat banyak digunakan pada proses industri porselen dan keramik (Darmono, 2001). Kadmium masuk ke lingkungan melalui tiga cara yaitu: penyulingan dan penggunaan kadmium, peleburan nikel dan tembaga, dan pembakaran bahan bakar. Kadmium mempunyai penyebaran yang sangat luas di alam, tidak memiliki fungsi biologi namun telah terdeteksi pada lebih dari 1000 spesies flora dan fauna. (Siagian dkk., 2019).

Kadmium dalam lingkungan tidak lepas dari senyawa alaminya ditambah hasil aktivitas manusia. Perairan Teluk Laikang, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan merupakan teluk yang dimanfaatkan untuk berbagai aktivitas manusia oleh masyarakat sekitar seperti budidaya, penangkapan ikan, hingga digunakan sebagai objek wisata. Hal ini dikarenakan Teluk Laikang termasuk daerah yang memiliki sumberdaya perikanan melimpah dengan sebagian wilayahnya ditutupi oleh rumput laut, padang lamun dan karang. Sebagian wilayah teluk digunakan untuk lahan budidaya rumput laut yang menggunakan tali dan botol plastik sebagai media budidaya. Bahan bakar solar, oli yang digunakan para nelayan dan petani rumput laut untuk menjalankan perahunya juga diindikasikan turut mencemari perairan. Hal ini menyebabkan perairan tersebut berpotensi mengalami pencemaran.

Logam kadmium yang masuk dan mencemari perairan Teluk Laikang juga dapat mengalami proses biotransformasi dan bioakumulasi dalam organisme hidup. Dimana pada Teluk Laikang sendiri banyak terdapat organisme hidup didalamnya, seperti rumput laut yang menutupi sebagian permukaan perairan untuk digunakan sebagai lahan budidaya rumput laut oleh masyarakat sekitar. Sementara itu dalam tubuh organisme perairan, jumlah logam Cd yang terakumulasi dapat terus bertambah dengan adanya proses biomagnifikasi di badan perairan.

Tingkatan biota dalam sistem rantai makanan juga turut menentukan jumlah Cd yang terakumulasi. Pada biota yang lebih tinggi stratanya akan ditemukan akumulasi Cd yang lebih banyak, sedangkan pada biota *top level* merupakan tempat akumulasi paling besar. Bila jumlah Cd yang masuk ke dalam jaringan tubuh telah melebihi ambang batas dari suatu level atau strata, biota tersebut akan mengalami kematian bahkan kepunahan yang menyebabkan hancurnya ekosistem. Salah satu sifat yang perlu mendapat perhatian adalah kadmium lebih mudah diakumulasi oleh tanaman dibandingkan dengan ion logam berat lainnya (Sukandarrumidi dkk., 2018).

Logam kadmium masuk ke dalam tubuh manusia apabila mengonsumsi makanan yang telah terkontaminasi kadmium. Kadmium merupakan jenis logam berat yang bila terpapar pada tubuh manusia maka akan berikatan dengan albumin dan juga sel darah serta metallothionin pada jaringan hati dan ginjal. Jika terpapar oral, maka bisa luka pada tubulus proksimal ginjal. Gejala keracunan akut kadmium berupa muntah, dan diare. Sedangkan gejala keracunan kronis yaitu terjadinya nefrotoksisitas (Sudir dkk., 2017). Kasus keracunan kadmium yang

terkenal adalah kasus penyakit “itai-itai” di Jepang. Masyarakat Jepang yang bermukim di pinggiran sungai Jintsu, Toyama, terjangkit penyakit aneh. Pada tahun 1968 setelah dilakukan penelitian oleh para ahli, ternyata penyakit ini disebabkan oleh racun limbah logam kadmium dari perusahaan Tambang Mitsui dan perusahaan Pemisahan Logam Kamioka yang air irigasinya terhubung langsung ke sungai dan sawah (Sukandarrumidi dkk., 2018).

2.2 Pencemaran Perairan

Pencemaran air merupakan masuknya bahan yang tidak diinginkan ke dalam air baik itu secara alami maupun oleh kegiatan manusia. Pencemaran ini mengakibatkan turunnya kualitas air tersebut sehingga tidak dapat digunakan sesuai dengan peruntukannya. Pencemaran air tidak hanya menimbulkan dampak negatif bagi makhluk hidup, tetapi juga mengakibatkan gangguan secara estetika. Seperti air yang mengandung minyak, terdapat bahan lain yang mengapung, maupun warna air yang sangat keruh dan berlumpur (Manik, 2016).

Bahan pencemar yang masuk ke dalam suatu perairan biasanya merupakan limbah suatu aktivitas. Menurut sumbernya, limbah sebagai bahan pencemar perairan dibedakan sebagai berikut (Manik, 2016) :

1. limbah domestik seperti limbah rumah tangga, perkantoran, pertokoan, pasar, dan pusat perdagangan.
2. limbah industri, pertambangan, dan transportasi.
3. limbah laboratorium dan rumah sakit.
4. limbah pertanian dan peternakan.
5. limbah pariwisata.

Sumber-sumber pencemaran termasuk logam di perairan tentu tidak terlepas pula dari aktivitas yang sering dilakukan di sekitar perairan tersebut. Salah satu faktor utama yang banyak dijumpai dari adanya pencemaran logam berat adalah akibat dari pembuangan sampah-sampah atau limbah ke laut secara berlebihan. Hal ini dapat terjadi melalui tiga cara yaitu: pertama, akibat dari pembuangan sisa industri yang tidak terkontrol sehingga logam berat ini mengalir ke dalam estuaria dan akhirnya masuk ke laut; kedua, berasal dari lumpur minyak yang kadang-kadang mengandung logam berat dengan konsentrasi tinggi yang terbuang ke laut; ketiga, berasal dari pembakaran hidrokarbon atau batu bara di daratan yang melepaskan logam berat ke udara kemudian bercampur dengan air hujan dan akhirnya sampai ke perairan laut (Hutabarat dan Evans, 1986).

Darmono (1995) mengklasifikasikan sumber pencemaran logam berat berdasarkan lokasinya :

1. pada perairan estuaria, pencemaran memiliki hubungan yang erat dengan penggunaan logam oleh manusia,
2. pada perairan laut lepas, kontaminasi logam berat biasanya terjadi secara langsung dari atmosfer atau karena tumpahan minyak dari kapal-kapal tanker yang melaluinya,
3. pada perairan sekitar pantai kontaminasi logam kebanyakan berasal dari mulut sungai yang terkontaminasi oleh limbah buangan industri atau pertambangan.

2.3 Parameter Kualitas Lingkungan Air Laut

2.3.1 Suhu

Menurut Haslam (1995) dalam Effendi (2003), perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air. Suhu juga sangat

berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu yang disukai bagi pertumbuhannya, seperti algae dari filum Chlorophyta dan diatom akan tumbuh dengan baik pada kisaran suhu berturut-turut 30°C-35°C dan 20°C-30°C. Kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah 20°C-30°C.

Perubahan suhu mempengaruhi parameter-parameter kualitas air lainnya. Misalnya peningkatan suhu menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air, selanjutnya meningkatkan konsumsi oksigen dan dekomposisi bahan organik oleh organisme akuatik yang menyebabkan turunnya kadar oksigen terlarut (Effendi, 2003). Kandungan oksigen terlarut yang rendah menyebabkan tingginya kadar pencemar seperti logam berat. Suhu dapat mempengaruhi kadar pencemar khususnya logam berat, dimana penurunan suhu di perairan dapat membuat logam berat tidak larut dan mengendap di dasar perairan (Azizah dkk., 2018).

2.3.2 Derajat kesamaan (pH)

pH adalah derajat keasaman (asiditas), tetapi pada dasarnya asiditas tidak sama dengan pH. Menurut effendi (2003), asiditas melibatkan dua komponen, yakni jumlah asam, baik asam kuat maupun asam lemah, dan konsentrasi ion hydrogen. pH juga berkaitan erat dengan alkalinitas di mana pada larutan dengan $\text{pH} < 5$, alkalinitasnya dapat mencapai nol. Semakin tinggi nilai pH, semakin tinggi pula nilai alkalinitas dan semakin rendah kadar karbondioksida bebas. Larutan yang bersifat asam yakni larutan dengan pH rendah adalah korosif. Sebagian biota air sensitive terhadap perubahan pH, di mana nilai pH optimum untuk perairan sekitar 7-8,5. Nilai pH mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia, di mana

semakin rendah pH semakin tinggi pula toksisitas logam pada komunitas biologi perairan.

2.4 Bioakumulasi Logam Berat dalam Biota Perairan

Keberadaan bahan pencemar khususnya logam berat di dalam air sangat mempengaruhi biota laut, terutama pada konsentrasi yang melebihi batas normal. Organisme air mampu menyerap logam berat dari badan air atau sedimen dan memekatkannya ke dalam tubuh hingga 100-1000 kali lebih besar dari lingkungan. Kemampuan organisme air dalam menyerap dan mengakumulasi logam berat dapat melalui beberapa cara, yaitu melalui thallus, saluran pernapasan, saluran pencernaan dan difusi permukaan kulit (Darmono, 2001). Organisme yang mengalami pemaparan bahan toksik terus menerus akan mengalami bioakumulasi. Bioakumulasi merupakan suatu proses di mana substansi kimia mempengaruhi makhluk hidup dan ditandai dengan peningkatan konsentrasi bahan kimia di tubuh organisme dibandingkan dengan konsentrasi bahan kimia tersebut di lingkungan (Puspitasari, 2007).

Menurut Menzer dan Nelson (1986) dalam Sembel (2015) mengatakan bahwa pada sistem lingkungan, segala jenis bahan pencemar akan terakumulasi secara hayati di mana residu-residu bahan kimia seperti pestisida, logam-logam berbahaya masuk ke dalam tubuh biota laut. Bioakumulasi berbeda dengan proses-proses lingkungan lainnya karena meningkatkan konsentrasi dan bukan mengencerkan bahan kimia. Konsentrasi residu-residu bahan kimia pencemar ini biasanya sangat kecil saat masuk ke dalam suatu ekosistem. Residu-residu ini kemudian masuk ke dalam jaringan makanan melalui plankton-plankton dalam air. Plankton-plankton yang sudah mengandung residu bahan pencemar

dikonsumsi oleh organisme hidup yang lebih besar. Residu-residu tersebut semakin besar konsentrasinya, diikuti dengan terjadinya biomagnifikasi di mana polutan cenderung berpindah dari satu tingkat trofik ke tingkat berikutnya akibat proses rantai makanan.

Logam kadmium merupakan salah satu bahan pencemar yang dapat terabsorpsi oleh biota laut seperti rumput laut dari lingkungan air atau pakan yakni fitoplankton dan tumbuhan renik yang sudah terakumulasi. Kadmium akan terikat dengan protein metallothionein yang banyak mengandung gugus sulfhidril (Widowati, 2008). Metallothionein adalah protein yang memiliki banyak asam amino sistein, mengandung kelompok molekul thiol (sulfhidril atau $-SH$). Kelompok thio ini dapat mengikat logam-logam berat dengan sangat kuat baik itu logam esensial maupun non esensial. Metallothionein merupakan kelompok protein pengikat logam yang kaya asam amino sistein. Ditemukan pada bakteri, invertebrate, vertebrata dan tumbuhan terkhususnya rumput laut. Dengan adanya metallothionein pada biota laut dapat berfungsi sebagai biomarker untuk monitoring adanya paparan toksisitas logam di perairan laut (Dewi, 2017).

Tingginya bioakumulasi logam berat oleh rumput laut menyebabkan meningkatnya biokonsentrasi logam berat di dalam thallus dan merupakan dampak negatif dari masuknya bahan pencemar dalam suatu ekosistem (Azizah dkk., 2018). Untuk menduga kandungan logam berat dalam biota air dilakukan dengan mencari indeks faktor biokonsentrasi. Faktor biakumulasi dihitung untuk mengetahui kemampuan biota mengakumulasi logam berat melalui faktor biokonsentrasi (BCF) di mana nilai faktor biokonsentrasi biota didapat dengan perbandingan antara konsentrasi logam berat dalam organisme dengan konsentrasi

logam berat dalam air dan konsentrasi logam berat dalam sedimen. Dengan kata lain, membandingkan kemampuan biota dalam menyerap logam dari air dan sedimen. Sehingga terdapat dua nilai biokonsentrasi yakni biokonsentrasi organisme-air dengan organisme-sedimen (Amriani, 2011).

Menurut Sugiyanto dkk. (2016), terdapat 3 kategori tanaman berdasarkan kemampuannya mengakumulasi logam yaitu : *accumulator*, apabila nilai BCF > 1; *exclude*, apabila nilai BCF < 1; dan *indicator* apabila nilai BCF mendekati 1. Akan tetapi nilai faktor biokonsentrasi sangat bergantung oleh beberapa faktor seperti jenis logam berat, jenis organisme, lama pemaparan, serta kondisi lingkungan perairan seperti pH, suhu, dan salinitas (Hutagalung, 1984).

2.5 Rumput Laut

Rumput laut adalah organisme eukariotik dan kompleks tapi tidak memiliki spesialisasi struktur dan reproduksi seperti pada tanaman darat, serta termasuk dalam jenis makroalga yakni organisme seluler yang membentuk biomassa. Rumput laut merupakan bentuk primitif tanaman yang tidak memiliki daun, batang, dan akar yang sesungguhnya. Tubuh yang lengkap disebut thallus dapat berbentuk filamen, lapisan daun yang tipis. Alga laut sangat mudah dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Kasim, 2016). Menurut Kasanah dkk. (2018), parameter yang menentukan pertumbuhan rumput laut adalah kualitas dan kuantitas nutrisi, cahaya matahari, pH, turbulensi, salinitas dan suhu. Makronutrien seperti nitrat, fosfat dan silikat serta mikronutrien seperti vitamin sangat diperlukan untuk pertumbuhan alga. Cahaya memegang peranan penting bagi pertumbuhan alga dan kebutuhannya sangat bervariasi tergantung kedalaman

dan kerapatan pertumbuhan rumput laut. pH yang sesuai bagi rumput laut berkisar antara 7-9 dengan optimasi antara 8,2-8,6.

Klasifikasi makro alga didasarkan bukan hanya pada strukturnya tetapi juga pada kandungan warna yang paling mencolok sehingga dapat menutupi warna lain yang terkandung didalamnya. Berdasarkan warna kandungan tersebut, maka alga laut dapat dibagi menjadi empat kelas yaitu Cyanophyta (alga hijau-biru), Chlorophyta (alga hijau), Phaeophyta (alga coklat), Rhodophyta (alga merah) (Kasim, 2016). Rhodophyta merupakan kelompok alga yang memiliki warna kemerahan. Adanya warna merah karena alga mengandung pigmen fikoeritrin yang sangat dominan dibandingkan dengan pigmen klorofil, karoten dan xantofil. Menurut Firdaus (2019), rumput laut merah adalah salah satu rumput laut yang jumlah spesiesnya paling banyak, yakni sekitar 6000 jenis. Sebagian besar jenis alga merah dapat dijumpai di perairan laut dangkal dan umumnya hidup di daerah tropis. Salah satu jenis alga merah yang sangat dominan dijumpai adalah genus *Eucheuma* (Kasim, 2016).

Menurut Lee (2008) dalam Firdaus (2019), *Eucheuma* merupakan salah satu jenis rumput laut merah yang banyak dikembangkan, dibudidayakan, dan dimanfaatkan. Rumput laut ini memiliki habitat berupa perairan yang jernih dengan dasar pasir atau lumpur. Rumput laut ini hidup dengan melekat pada cangkang kerang, bebatuan atau benda keras seperti batu karang dan rata-rata terumbu karang. Rumput laut ini hidupnya sangat memerlukan sinar matahari untuk fotosintesis. Secara khas rumput laut ini lebih menyukai hidup di permukaan air laut yang memiliki arus atau terkena gerakan ombak air, perairan yang variasi suhunya kecil, substrat hidupnya di sekitar batu karang mati.

Ciri dari *Eucheuma* memiliki thallus dengan warna berkisar dari kuning kecoklatan sampai merah keunguan. Thallusnya berbentuk bercabang-cabang yang tidak beraturan dan agak pipih. Pada thallus rumput laut ini terdapat duri-duri yang melingkari thallus tersebut dengan intervalnya bervariasi. Adanya interval duri ini memberikan bentuk berupa ruas-ruas thallus di antara lingkaran duri. Pada ruasan antarlingkaran duri tersebut tumbuh percabangan yang arah antarcabangnya saling berlawanan atau berselang-seling. Secara umum, klasifikasi rumput laut merah jenis *Eucheuma sp.* adalah sebagai berikut (Firdaus, 2009) :

Kingdom : Plantae

Filum : Rhodophyta

Kelas : Rhodophyceae

Ordo : Nemastomales

Famili : Soliereceae

Genus : *Eucheuma*

Spesies : *Eucheuma sp.*



Gambar 3. *Eucheuma sp.* (Sumber : (www.crystalrose-v.com))

Eucheuma denticulatum atau biasa dikenal sebagai *spinosum*, merupakan salah satu alga merah berjenis *Eucheuma sp.* *Eucheuma spinosum* menghasilkan berbagai macam produk berbasis polisakarida, salah satunya sebagai sumber utama penghasil polisakarida iota karagenan (i-karagenan) yang jenisnya paling sedikit jumlahnya di alam (Israel dkk., 2010). Polisakarida yang dihasilkan rumput laut memiliki sifat istimewa yang berfungsi sebagai stabilisator, pengental, pembentuk gel, pengemulsi, pengilat dan pelembap. Sehingga banyak dimanfaatkan oleh berbagai industri seperti industri makanan, farmasi, kosmeseutikal, tekstil, kulit, cat, pasta gigi, pakan, pupuk organik dan industri kimia (Wibowo, 2014).

Selain banyak dimanfaatkan, rumput laut juga dapat dijadikan sebagai indikator tingkat pencemaran yang terjadi dalam perairan. Pemanfaatan sistem adsorpsi untuk pengambilan ion-ion logam berat dari perairan telah banyak dilakukan. Beberapa spesies alga diketahui mempunyai kemampuan yang cukup tinggi untuk mengadsorpsi ion-ion logam, baik dalam keadaan hidup maupun dalam bentuk sel mati (biomassa) dan biomassa terimmobilisasi. Alga dalam keadaan hidup dimanfaatkan sebagai bioindikator tingkat pencemaran logam berat pada perairan, sedangkan alga dalam bentuk biomassa dan biomassa terimmobilisasi dimanfaatkan sebagai biosorben yakni material bioogi penyerap logam berat dalam pengolahan air limbah (Waji, 2019).

Menurut Wibowo (2014), peluang pemanfaatan rumput laut untuk penanganan limbah cair sangat besar karena beberapa jenis rumput laut dapat mengabsorpsi ion logam berat seperti Zn dan Cd dari air yang tercemar. Raya dan Ramlah (2012) dalam jurnalnya mengatakan bahwa rumput laut jenis *Eucheuma*

cottonii mampu mengadsorpsi logam Cd di hari ke-5 hingga 1,173 mg/g berat basah dengan konsentrasi awal yang digunakan sebesar 50 ppm.

Beberapa penelitian telah dilakukan mengenai analisis kadar kadmium pada rumput laut di perairan Kabupaten Takalar mendapatkan hasil yang berbeda-beda. Hal ini tentunya disebabkan oleh lokasi dan waktu penelitian yang berbeda. Iklim dan cuaca yang berbeda juga mempengaruhi kadar kadmium di perairan tersebut (Azizah dkk., 2018).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Betawi (2012), didapatkan kadar kadmium pada rumput laut di Desa Sanrobone memiliki rata-rata 0,312 ppm. Penelitian yang dilakukan oleh Teheni dan Syamsidar (2013) didapatkan bahwa kadar kadmium pada rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* di perairan beberapa desa Takalar mencapai 2,4190 ppm tepatnya di Desa Sanrobone, dan kadar kadmium terendah ditemukan di Desa Puntondo sebesar 1,9800 ppm. Kadar kadmium di desa lainnya sebesar 2,2180 ppm di Desa Macini Baji, 2,1720 ppm di Desa Batiro baji, 2,1398 ppm di Desa Punaga, dan 2,0670 ppm di Desa Laikang. Adapun penelitian yang dilakukan oleh Sudir dkk., (2017) mendapatkan kadar kadmium pada rumput laut di perairan Desa Punaga tidak terdeteksi.

Penelitian mengenai kadar kadmium dalam biota laut selain rumput laut jenis *Eucheuma* di perairan Takalar juga telah dilakukan. Muflihunna (2012) dalam jurnalnya mengatakan kadar kadmium pada ikan kakap (*Lates calcaliper*) di Desa Topejawa rata-rata sebesar 0,9363 mg/kg, dan di Desa Matiro Baji rata-rata sebesar 0,7645 mg/kg. sedangkan kadar tembaga yang didapatkan rata-rata sebesar 1,8773 mg/kg di Desa Topejawa, dan 0,6795 mg/kg di Desa Matiro Baji.

2.6 Spektroskopi Serapan Atom

Logam yang terdapat pada lingkungan maupun pada biota perairan, untuk selanjutnya dianalisis menggunakan metode spektroskopi. Salah satu spektroskopi yang paling banyak digunakan untuk analisis logam adalah spektroskopi serapan atom (SSA). Spektroskopi serapan atom merupakan metode analisis unsur secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas (Anshori, 2005).

Pada metode ini elektron-elektron dari ion logam diatomisasi ke orbital yang lebih tinggi dengan cara mengabsorpsi sejumlah energi, misalnya energi cahaya pada panjang gelombang tertentu. Panjang gelombang ini khusus dan spesifik untuk transisi elektron bagi unsur logam tertentu, sehingga setiap panjang gelombang hanya berkaitan dengan satu unsur logam. Oleh karena itu, teknik ini bersifat selektif untuk masing-masing logam. Jumlah energi yang diaplikasikan pada nyala dapat diukur, sehingga jumlah energi pada sisi lainnya dapat diketahui. Prinsip ini berdasarkan Hukum Lambert-Beer, dan energi yang ditransmisikan menjadi signal yang terdeteksi pada detektor. Jumlah energi yang ditransmisikan ini sebanding dengan konsentrasi logam (Lestari, 2009).

Hukum Lambert-Beer merupakan gabungan dari Hukum Lambert dan Hukum Beer. Hukum Lambert menyatakan “bila suatu sinar monokromatik melewati medium transparan, maka intensitas sinar yang diteruskan berkurang dengan bertambahnya ketebalan medium yang dilalui sinar” dan Hukum Beer menyatakan bahwa “intensitas sinar yang diteruskan berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya konsentrasi unsur yang menyerap sinar tersebut”. Menurut bryesse dan Less (2003) dalam Lestari (2009), perpaduan

kedua hukum ini menghasilkan persamaan yang disebut dengan persamaan Hukum Lambert-Beer yaitu :

$$A = -\text{Log} (I_{\text{in}}/I_{\text{out}}) = a.b.c \quad (1)$$

Di mana,

A = Absorbansi

I_{in} = Intensitas sinar yang masuk

I_{out} = Intensitas sinar yang keluar

a = tetapan absorpsivitas molar

b = Panjang jalan sinar

c = Konsentrasi atom yang mengabsorpsi sinar

Prinsip kerja spektroskopi serapan atom pada dasarnya merupakan penyerapan sinar dengan panjang gelombang tertentu oleh atom-atom yang di bebaskan oleh nyala. Secara rinci prosesnya dimulai dari sampel yang akan dianalisis berupa cairan, sampel kemudian dihisap dalam ruang pengkabutan (*nebulizer*) untuk diubah menjadi partikel-partikel kecil (aerosol) dengan menggunakan udara bertekanan yang dialirkan dari kompresor. Partikel kemudian dipecah lagi menggunakan baling-baling (*flow spoiler*) untuk menghasilkan partikel yang lebih kecil dan halus, sedangkan partikel yang lebih besar ukurannya akan dikeluarkan melalui pembuangan. Partikel yang dilewatkan akan dicampur dengan gas pengoksida dan bahan bakar yakni gas etilen (Salam dkk., 2013).

Partikel yang telah bercampur dengan gas pengoksida dan bahan bakar kemudian dilewatkan melalui kapiler menuju nyala. Begitu sampai di nyala, partikel tersebut akan dibakar pada tungku pembakaran dengan tujuan untuk memecah partikel menjadi atom-atom berbentuk gas. Partikel yang telah dijadikan

atom tersebut kemudian akan disinari dengan panjang gelombang tertentu sesuai dengan unsur yang berasal dari lampu katoda berongga. Saat sinar melewati atom, sebagian sinar akan diteruskan dan sebagian lagi akan diserap oleh atom. Elektron pada atom yang menyerap sinar akan tereksitasi untuk beberapa saat, setelah itu akan kembali lagi ke tingkat energi dasar (*ground state*) dan melepaskan energi. Sinar yang diteruskan kemudian menuju monokromator untuk diseleksi sesuai panjang gelombang unsur pada sampel. Sinar yang keluar dari monokromator akan ditangkap oleh detector untuk diubah menjadi sinyal listrik kemudian dideteksi oleh perangkat computer sebagai nilai absorbansi (Salam dkk., 2013).

2.7 Adisi standar

Pada umumnya metode analisis yang lazim digunakan dalam analisis suatu unsur secara kuantitatif dalam pengukuran spektrofotometri menggunakan teknik kurva kalibrasi, tetapi pada metode ini terdapat kelemahan dikarenakan adanya matriks (Suriansyah dkk., 2012). Akibatnya, kondisi antara sampel dengan standar berbeda sehingga diperlukan metode lain yang diharapkan dapat meminimalisir pengaruh dari kondisi tersebut.

Metode adisi standar adalah bagian dari teknik analisis kuantitatif. Pada pelaksanaannya, metode adisi standar adalah dengan menambahkan sederetan larutan standar dengan jumlah yang telah diketahui ke dalam sampel. Larutan sampel yang sudah ditambahkan dengan larutan standar konsentrasi bervariasi selanjutnya dibuat kurva dan respon absorbansi versus konsentrasi. Konsentrasi akhir merupakan titik perpotongan pada sumbu x di daerah negative (Riyanto, 2014). Tujuan utama penggunaan metode adisi standar dalam kimia analitik adalah untuk mengkompensasi efek matriks atau gangguan. Kang dkk., (2007)

dalam jurnal penelitian Sukib dan Muti'ah (2016) menjelaskan bahwa efek gangguan matriks dalam analisis kimia adalah menurunkan sensitifitas dan memberikan sinyal atau hasil pengukuran yang berbeda dengan nilai sebenarnya.

Salah satu contoh gangguan matriks merupakan adanya ion lain atau zat pengotor yang tentunya dapat mengganggu pengukuran secara spektrofotometri (Sukib dan Muti'ah, 2016). Sampel atau analit akan terikat kuat oleh zat pengotor tersebut. Hal ini mengganggu proses atomisasi analit menjadi ion bebasnya ketika dianalisis di SSA, yang menyebabkan tidak semua logam dapat terukur saat pembacaan. Dengan digunakannya metode adisi standar dapat meminimalisir gangguan dalam proses atomisasi tersebut sehingga memberikan hasil serapan yang lebih besar (Suriansyah dkk., 2012).

2.8 Koefisien Korelasi

Analisis korelasi adalah metode statistik yang digunakan dalam analisa data, dengan tujuan untuk mengetahui adanya hubungan dan kekuatan antara dua variabel. Adapun ukuran kekuatan atau derajat keeratan hubungan antar dua variabel dinamakan koefisien korelasi. Koefisien korelasi antar dua variabel yang biasa digunakan adalah koefisien korelasi Pearson, yang dinotasikan dengan r . Nilai koefisien korelasi dapat dinyatakan sebagai berikut (Nugroho dkk., 2008).

$$-1 \leq r \leq 1 \quad (2)$$

Dimana r mendekati sama dengan 1, hubungan X dan Y sempurna dan positif (hubungan sangat kuat dan searah); r mendekati -1, hubungan X dan Y sempurna dan negatif (hubungan sangat kuat dan berkebalikan); $r = 0$, hubungan X dan Y lemah sekali atau tidak ada hubungan.