

**KUANTITASI LOGAM BERAT Zn DAN Cu DALAM
AIR DAN RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*) DI SEKITAR PERAIRAN
PANTAI POKKO KABUPATEN TAKALAR DENGAN MENGGUNAKAN
SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

AGNES ALDORA

H031 19 1053



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**KUANTITASI LOGAM BERAT Zn DAN Cu DALAM
AIR DAN RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*) DI SEKITAR PERAIRAN
PANTAI POKKO KABUPATEN TAKALAR DENGAN MENGGUNAKAN
SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

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

Oleh:

AGNES ALDORA

H031 19 1053



MAKASSAR

2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

KUANTITASI LOGAM BERAT Zn DAN Cu DALAM
AIR DAN RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*) DI SEKITAR PERAIRAN
PANTAI POKKO KABUPATEN TAKALAR DENGAN MENGGUNAKAN
SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM

Disusun dan diajukan oleh:

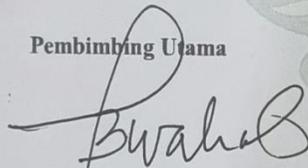
AGNES ALDORA

H031 19 1053

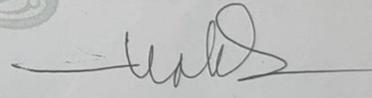
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sidang Sarjana Program Studi
Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Pada 13 Juli 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama


Prof. Dr. Abd. Wahid Wahab M.Sc
NIP. 194908271976021001

Pembimbing Pertama


Dr. Syarifuddin Liang, M.Si
NIP. 195205051974031002

Ketua Program Studi

Dr. St. Fauziah, M.Si
NIP. 19710202199903200202

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agnes Aldora
NIM : H031191053
Program Studi : Kimia
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul “Kuantitasi Logam Berat Zn Dan Cu Dalam Air Dan Rumpun Laut (*Eucheuma Cottonii*) di Sekitar Perairan Pantai Pokko Kabupaten Takalar Dengan Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom” adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 13 Juli 2023
Yang Menyatakan,


Agnes Aldora

PRAKATA

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, hidayah dan berkatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik.

Tugas Akhir yang berjudul “**Kuantitasi Logam Berat Zn Dan Cu Dalam Air Dan Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*) Di Sekitar Perairan Pantai Pokko Kabupaten Takalar Dengan Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom**” sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Departemen Kimia Universitas Hasanuddin guna mencapai gelar sarjana. Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan dan rintangan yang penulis hadapi namun pada akhirnya penulis dapat menyelesaikannya berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan serta kemurahan hati dari berbagai pihak, penulis berterima kasih kepada bapak **Prof. Dr. Abdul Wahid Wahab, M.Sc** sebagai pembimbing utama dan bapak **Dr. Syarifuddin Liong, M.Si** sebagai pembimbing pertama yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, motivasi dan solusi mulai dari awal penyusunan hingga selesainya penulisan ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu **Dr. St. Fauziah, M.Si** dan ibu **Dr. Nur Umriani Permatasari, M.Si** selaku ketua dan sekretaris departemen kimia yang telah memberikan banyak kemudahan dan bantuan kepada penulis dalam menjalani studi dan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Ibu **Prof. Dr. Nunuk Hariani Soekamto, MS** dan Ibu **Dr. Nur Umriani Permatasari, M.Si**, selaku tim penguji yang telah memberi banyak masukan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu **Dr. Rugaiyah A. Arfah, M.Si** selaku koordinator seminar 1 dan 2 yang telah memberi banyak masukan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Seluruh dosen Departemen Kimia Universitas Hasanuddin, yang telah banyak memberikan ilmu, pengalaman, serta masukan selama masa studi.
5. Seluruh staf pegawai Fakultas MIPA Unhas maupun Departemen Kimia FMIPA Unhas, yang memberikan bantuan dan kerjasamanya.
6. Seluruh Kepala Laboratorium di departemen Kimia FMIPA Unhas, serta Kepala Laboratorium Kimia Dasar, Biologi Dasar, dan Fisika dasar.
7. Seluruh Analis di Departemen Kimia FMIPA Unhas, terkhusus Analis pada Laboratorium Kimia Analitik Departemen Kimia FMIPA Unhas, ibu **Fibiyanti, M.Si** yang telah banyak memberi bimbingan, saran, fasilitas dan kemudahan semasa penelitian.
8. Ayahanda dan Ibunda tercinta **Yusuf D** dan **Agustina** yang selalu memanjatkan doa, juga memberikan dukungan dan pengorbanan kepada penulis demi menggapai impian dan cita-cita. Semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu memberikan perlindungan kepada beliau.
9. Adek tercinta **Farel** terima kasih atas doa, dukungan dan semangat selama masa kuliah hingga proses pengerjaan tugas akhir ini.

10. Rekan penelitian **Rifdah Mawaddah Rustam** dan **Kiswan Setiawan Majid** terima kasih atas kerja sama, dukungan dan semangat sehingga penelitian ini terselesaikan.
11. Sahabat terkasih selama menempuh kuliah **Anak Pakbal Squad (Ama, Dila, Yola, Cici, Sherly, dan Cunnu)** terima kasih atas dukungan, bantuan, dan kebersamaannya menghabiskan masa-masa dikampus yang membuat penulis terus semangat dalam menyelesaikan penelitian ini, semoga kita semua sukses.
12. Teman-teman **Analitik Pride** terkhusus **Sri Restyati**, terima kasih atas kerja sama, dukungan dan semangat sehingga penelitian ini terselesaikan.
13. Seluruh teman-teman seperjuangan **Kimia 2019** dan **Konfigurasi** yang telah senantiasa sabar, memberikan cerita baru yang begitu berarti, serta senantiasa membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.
14. Serta ucapan terima kasih kepada pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung ataupun tidak langsung, yang tidak sempat penulis sebutkan satu per satu disini 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, Mei 2023

Penulis

ABSTRAK

Distribusi kuantitatif logam berat Zn dan Cu pada air laut dan rumput laut (*Eucheuma cottonii*) di sekitar perairan Pantai Pokko kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar telah dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Pengambilan sampel air laut dan rumput laut dilakukan dengan variasi waktu, sampling pertama pada bulan Januari 2023 dan sampling kedua pada bulan Maret 2023, masing-masing pada empat stasiun. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa kadar logam Zn pada air laut dan rumput laut pada sampling 1 secara berturut-turut yaitu 0,1158-0,1244 mg/L dan 11,64-14,10 mg/kg; pada sampling 2 secara berturut-turut yaitu 0,1170-0,1345 mg/L dan 14,41-19,64 mg/kg. Sedangkan untuk konsentrasi logam Cu pada air laut dan rumput laut pada sampling 1 secara berturut-turut yaitu 0,0278-0,0570 mg/L dan 2,68-3,85 mg/kg; pada sampling 2 secara berturut-turut yaitu 0,0493-0,0718 mg/L dan 4,47-6,46 mg/kg. Distribusi logam berat Zn dan Cu di sekitar perairan Pantai Pokko paling banyak terdapat dalam rumput laut dibandingkan dengan air laut, dan paling banyak terdapat pada lokasi pengambilan sampel di stasiun 2. Nilai BCF untuk kandungan logam Zn pada sampling 1 diperoleh 107,80 dan pada sampling 2 diperoleh 126,62 sehingga $BCF > 100$ maka akumulasi rumput laut dalam kategori sedang sedangkan nilai BCF untuk kandungan logam Cu pada sampling 1 diperoleh 80,93 dan pada sampling 2 diperoleh 91,18 sehingga $BCF < 100$ maka akumulasi rumput laut dalam kategori rendah.

Kata Kunci: Logam berat, Zn, Cu, air laut, *Eucheuma cottonii*, SSA.

ABSTRACT

The quantitative distribution of heavy metals Zn and Cu in seawater and seaweed (*Eucheuma cottonii*) around the waters of Pokko Beach, Mappakasunggu sub-district, Takalar Regency has been carried out using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Seawater and seaweed sample were taken with the time variation, the first sampling in January 2023 and the second sampling in March 2023, each at four stations. The results showed that Zn content of seawater and seaweed in the first sampling is 0.1158-0.1244 mg/L and 11.64-14.10 mg/kg; the second sampling is 0.1170-0.1345 mg/L and 14.41-19.64 mg/kg. The concentration of Cu metal in seawater and seaweed in the first sampling 0.0278-0.0570 mg/L and 2.68-3.85 mg/kg; in the second sampling respectively 0.0493-0.0718 mg/L and 4.47-6.46 mg/kg. The distribution of heavy metals Zn and Cu around the waters of Pokko Beach is most abundant in seaweed compared to seawater, and is most abundant at the sampling location at station 2. The BCF value for Zn metal content in the first sampling was obtained 107.80 and in the second sampling it was 126.62 so that $BCF > 100$, the accumulation of seaweed was moderate while the BCF value for Cu metal content in the first sampling was obtained 80.93 and in the second sampling was obtained 91.18 so that $BCF < 100$ then the accumulation of seaweed was in the low category.

Key words: Heavy metal, Zn, Cu, seawater, *Eucheuma cottonii*, SSA.

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|----------------|
| PRAKATA | v |
| ABSTRAK | viii |
| ABSTRACT | ix |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| DAFTAR SINGKATAN | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 5 |
| 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.3.1 Maksud Penelitian | 5 |
| 1.3.2 Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 6 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1 Logam Berat | 7 |
| 2.1.1 Seng (Zn) | 11 |
| 2.1.2 Tembaga (Cu) | 13 |
| 2.2 Sumber - Sumber Logam Berat di Perairan | 16 |
| 2.3 Bioakumulasi Logam Berat dalam Biota Perairan | 18 |
| 2.4 Rumput Laut (<i>Eucheuma cottonii</i>) | 20 |

| | |
|--|-----------|
| 2.5 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) | 25 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 30 |
| 3.1 Bahan Penelitian | 30 |
| 3.2 Alat Penelitian | 30 |
| 3.3 Waktu dan Tempat Penelitian | 30 |
| 3.5 Prosedur Penelitian | 31 |
| 3.5.1 Pengambilan Sampel | 31 |
| 3.5.1.1 Pengambilan Sampel Air | 31 |
| 3.5.1.2 Pengambilan Sampel Rumput Laut | 31 |
| 3.5.2 Penentuan Kadar Air | 31 |
| 3.5.3 Preparasi Sampel | 32 |
| 3.5.3.1 Preparasi Sampel Air | 32 |
| 3.5.3.3 Preparasi Sampel Rumput Laut | 32 |
| 3.5.4 Pembuatan Larutan Baku Zn | 33 |
| 3.5.4.1 Pembuatan Larutan Baku Induk Zn 100 mg/L..... | 33 |
| 3.5.4.2 Pembuatan Larutan Baku Intermediet Zn 25 mg/L. ... | 33 |
| 3.5.4.3 Pembuatan Larutan Standar | 33 |
| 3.5.5 Pembuatan Larutan Baku Cu | 33 |
| 3.5.5.1 Pembuatan Larutan Baku Induk Cu 100 mg/L | 33 |
| 3.5.4.2 Pembuatan Larutan Baku Intermediet Cu 25 mg/L | 34 |
| 3.5.5.3 Pembuatan Larutan Standar | 34 |
| 3.5.5 Analisis Zn dan Cu dengan SSA | 34 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 36 |
| 4.1 Kondisi Lingkungan Perairan Pantai Pokko | 36 |
| 4.2 Kadar Air pada Rumput Laut | 41 |

| | |
|--|----|
| 4.3 Konsentrasi Logam Zn dan Cu pada Rumput Laut | 43 |
| 4.4 Perbandingan Konsentrasi Logam Zn dan Cu dalam Air Laut Berdasarkan Waktu Pengambilan Sampel | 46 |
| 4.5 Konsentrasi Logam Zn pada Rumput Laut | 49 |
| 4.6 Konsentrasi Logam Cu pada Rumput Laut | 53 |
| 4.7 Perbandingan Konsentrasi Logam Zn dan Cu dalam Rumput Laut Berdasarkan Waktu Pengambilan Sampel | 55 |
| 4.8 Distribusi Logam Berat Zn dan Cu dalam Air Laut dan Rumput Laut | 58 |
| 4.9 Analisis BCF Rumput Laut | 59 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 60 |
| 5.1 Kesimpulan | 63 |
| 5.2 Saran | 65 |
| DAFTAR PUSTAKA | 66 |
| LAMPIRAN | 75 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|----------------|
| 1. Kisaran Kadar Logam Berat pada Kondisi Alamiah Tanah, Air dan Tanaman.....` | 9 |
| 2. Standar Baku Mutu Zn pada Air Laut dan Rumput Laut..... | 12 |
| 3. Standar Baku Mutu Cu pada Air Laut dan Rumput Laut..... | 14 |
| 4. Standar Baku Mutu Air Laut | 17 |
| 5. Komponen Nutrisi Rumput Laut <i>Eucheuma Cottoni</i> | 23 |
| 6. Kondisi Lingkungan di Sekitar Perairan Pantai Pokko pada Sampling 1 | 37 |
| 7. Kondisi Lingkungan di Sekitar Perairan Pantai Pokko pada Sampling 2 | 37 |
| 8. Kadar Air pada Rumput Laut | 41 |
| 9. Konsentrasi Logam Zn pada Air Laut | 43 |
| 10. Konsentrasi Logam Cu pada Air Laut | 43 |
| 11. Konsentrasi Logam Zn pada Rumput Laut | 49 |
| 12. Konsentrasi Logam Cu pada Rumput Laut | 53 |
| 13. Hasil Nilai BCF Logam Zn dan Cu | 56 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 1. Logam Seng (Zn) | 11 |
| 2. Logam Tembaga (Cu)) | 12 |
| 3. <i>Eucheuma Cottonii</i>) | 12 |
| 4. Komponen Spektrofotometer Serapan Atom | 26 |
| 5. Perbandingan Konsentrasi Logam Zn dalam Air Laut pada Sampling 1 dan 2 | 47 |
| 6. Perbandingan Konsentrasi Logam Cu dalam Air Laut pada Sampling 1 dan 2 | 47 |
| 7. Reaksi antara Asam Sitrat dengan Zn | 54 |
| 8. Reaksi Gugus Karboksil dengan Cu^{2+} | 56 |
| 9. Reaksi Gugus Hidroksil dengan Cu^{2+} | 56 |
| 10. Fitokelatin mengikat logam Cu^{2+} | 57 |
| 11. Perbandingan Konsentrasi Logam Zn dan Cu dalam Rumput Laut pada Sampling 1 dan 2 | 58 |
| 12. Distribusi Logam Berat Zn pada Air Laut dan Rumput Laut | 60 |
| 13. Distribusi Logam Berat Cu pada Air Laut dan Rumput Laut | 61 |
| 16. Peta Lokasi Penelitian | 101 |
| 17. Lokasi Penelitian | 102 |
| 18. Proses Pengambilan Sampel Air Laut | 103 |
| 19. Proses Pengambilan Sampel Rumput Laut | 104 |
| 20. Pengujian Parameter Lingkungan | 104 |
| 21. Preparasi Sampel Air Laut | 105 |
| 22. Penentuan Kadar Air Rumput Laut | 106 |

| | |
|--|-----|
| 23. Preparasi Sampel Rumput Laut | 107 |
| 24. Proses Injeksi Sampel Air Laut dan Rumput Laut | 107 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|---------------------------------|----------------|
| 1. Skema Kerja Penelitian | 75 |
| 2. Bagan Kerja | 76 |
| 3. Perhitungan | 84 |
| 4. Lampiran Peta Lokasi | 101 |
| 5. Dokumentasi | 102 |

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

| Simbol/Singkatan | Arti |
|-------------------------|--|
| °C | Celcius |
| µg | Mikrogram |
| cm | Centimeter |
| g | Gram |
| GPS | <i>Global Positioning System</i> |
| km | Kilometer |
| L | Liter |
| m | Meter |
| mg | Miligram |
| PE | Polietilen |
| pH | <i>Potencial of Hydrogen</i> |
| ppm | <i>Part Per Million</i> |
| SSA | Spektrofotometri Serapan Atom |
| TSS | <i>Total Suspended Solid</i> |
| TDS | <i>Total Dissolved Solid</i> |
| AAS | <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> |
| BCF | <i>Bioconcentration Factors</i> |
| BPPT | Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi |
| KKP | Kementerian Kelautan dan Perikanan |
| SNI | Standar Nasional Indonesia |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan wilayah pesisir yang sangat luas dan memiliki sumber daya laut melimpah baik hayati dan non hayati. Selain sumber daya alam darat, pesisir dan lautan juga merupakan modal dasar pembangunan di Indonesia yang menjadi perhatian. Pencemaran air yang semakin meningkat hingga saat ini mengakibatkan penurunan kualitas air di wilayah pesisir dan lautan (Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Sulawesi Selatan, 2020). Kabupaten Takalar berada di bagian selatan Provinsi Sulawesi Selatan dengan luas 566,51 km² dan memiliki bentangan garis pantai terpanjang di Sulawesi Selatan, yaitu 73 km dengan kekayaan pesisir Pantai, yakni Pantai Pokko. Pantai Pokko merupakan objek wisata yang lokasinya berada di Kelurahan Takalar, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar. Secara nasional, Kabupaten Takalar dinilai berhasil mengembangkan komoditas perikanan terutama rumput laut, termasuk di daerah pesisir Pantai Pokko (BPS Kabupaten Takalar, 2021).

Kabupaten Takalar merupakan daerah budidaya rumput laut yang memiliki kelebihan dibandingkan dengan daerah lain yang juga membudidayakan rumput laut, salah satunya adalah sepanjang musim dapat diproduksi dengan masa panen rata-rata 40–45 hari, yakni di wilayah Kecamatan Mangarabombang, Mappakasunggu, dan Sanrobone (Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Sulawesi Selatan, 2020). Rumput laut merupakan komoditas perikanan yang dapat menjadi sumber andalan ekonomi perikanan nasional. Potensi lahan budidaya laut mencapai 12.123.383 Ha, dengan

tingkat pemanfaatan 325.825 Ha (2,7%). Komoditi perikanan ekspor didominasi oleh rumput laut kering yakni sebesar 80,9% dan karaginan sebesar 6,3% dari total volume ekspor komoditi perikanan Sulawesi Selatan (KKP, 2021).

Indonesia memiliki sekitar 555 jenis rumput laut. Rumput laut merupakan salah satu hasil produk perikanan yang sering dikonsumsi masyarakat sehingga dapat merugikan masyarakat apabila ditemukan rumput laut yang tercemari (Waryono, 2021). Dalam menjamin kualitas pemanfaatan, potensi budidaya rumput laut perlu diperhatikan aspek daya dukungnya (KKP, 2020). Parameter yang dapat memengaruhi kualitas rumput laut yang dihasilkan yakni pencemaran. Hal ini dikarenakan rumput laut dapat mengadsorpsi logam berat di perairan sehingga berperan sebagai biofilter di perairan laut (Mayori dkk., 2020). *Eucheuma cottonii* merupakan jenis rumput laut yang sering digunakan sebagai produk pangan sehingga perlu diperhatikan kembali kandungan zat berbahaya yang ada di dalam rumput laut tersebut (Achyani dkk., 2013).

Rumput laut mempunyai kemampuan yang tinggi dalam mengakumulasi logam berat sehingga dapat digunakan sebagai indikator logam berat di perairan. Rumput laut berperan sebagai biosorben dalam proses biosorpsi logam berat dari air (Yulianto dkk., 2018). Bioadsorpsi merupakan kemampuan zat biologis untuk mengakumulasi logam berat dalam larutan sebagai hasil dari proses metabolisme atau fisikokimia (Harahap dkk., 2019). Tingginya akumulasi logam berat pada air laut akan sangat berpengaruh pada akumulasi logam berat pada rumput laut sehingga perlu dilakukan analisis logam berat di air laut dan rumput laut (Ismarti dkk., 2017).

Kualitas air termasuk berkategori baik apabila terbebas dari limbah yang mencemari perairan. Timbulnya pencemaran air disebabkan oleh aktivitas manusia di

daerah pesisir. Berdasarkan hal tersebut, kualitas air harus dijaga dengan melakukan pengendalian penyebab pencemaran air (Puspita, 2016). Bahan pencemar yang masuk ke dalam air akan menurunkan kualitas perairan, seperti logam berat. Kandungan logam berat yang terdapat dalam perairan berasal dari berbagai sumber seperti proses tektonik, vulkanik, pergerakan massa air, masukan dari atmosfer, dan masukan dari daratan (Puspasari, 2006). Logam berat merupakan salah satu jenis bahan pencemar lingkungan yang biasanya dijumpai dalam perairan. Logam berat juga sangat berdampak terhadap manusia yang menggunakan air dan organisme yang ada di dalamnya apabila melebihi ambang batas. Kandungan logam berat dalam organisme mengindikasikan adanya sumber logam berat yang berasal dari alam atau dari aktivitas manusia (Mohiuddin dkk., 2011).

Faktor yang memengaruhi variasi konsentrasi logam berat dalam air yakni musim. Pada musim penghujan, ketika curah hujan tinggi logam berat terlarut maupun dalam bentuk endapan terbawa dari darat ke laut melalui aliran sungai, sehingga pengaruh dari daratan memiliki peran paling besar dapat meningkatkan konsentrasi logam berat di perairan, yakni akibat buangan limbah cair dari industri (Puspasari, 2006). Pada lokasi budidaya di sekitar pesisir Pantai Pokko berada dekat dengan aktivitas pemukiman, dermaga, keramba jaring apung, pembangunan, serta jalur transportasi. Aktivitas-aktivitas tersebut juga dapat meningkatkan bahan pencemar terutama logam berat (Wardhana, 2004).

Logam berat yang sering mencemari lingkungan adalah merkuri (Hg), timbal (Pb), tembaga (Cu), kadmium (Cd), arsenik (As), kromium (Cr), nikel (Ni) dan besi (Fe) (Sekarwati dkk., 2015). Aktivitas yang dapat memicu terjadinya pencemaran logam berat adalah pertambangan dan pembuangan limbah rumah tangga maupun

industri. Limbah yang masuk ke perairan tersebut mengandung berbagai macam logam berat seperti tembaga (Cu) dan seng (Zn) (Khaira, 2014).

Jumlah tembaga (Cu) yang berlebihan di dalam tubuh dapat menimbulkan resiko kematian. Toksisitas tembaga (Cu) kronis dapat menyebabkan penyakit hati dan kerusakan saraf yang parah. Keberadaan tembaga (Cu) di suatu perairan dapat berasal dari daerah industri yang berada di sekitar perairan, dapat juga berasal dari pewarna cat yang melapisi badan perahu. Logam ini akan terserap oleh biota perairan secara berkelanjutan apabila keberadaannya dalam perairan selalu tersedia (Rompas, 2010). Begitu pula pada seng (Zn) dalam perairan melebihi batas ambang yang ditentukan maka akan membahayakan kehidupan organisme itu sendiri (Dahuri, 2003). Logam seng (Zn) mempunyai dampak negatif bagi kesehatan terutama jika kadarnya sudah melebihi batas kadar yang dibutuhkan oleh tubuh. Kelebihan seng (Zn) akan diabsorpsi dan disimpan dalam hati. Gejala toksisitas akut bisa berupa sakit lambung, diare, mual dan muntah (Widowati dkk., 2008).

Perairan Pantai Pokko merupakan kawasan perairan yang digunakan untuk berbagai jenis kegiatan manusia. Tingginya aktivitas di kawasan perairan tersebut diduga menjadi penyumbang masuknya limbah logam berat seperti seng (Zn) dan tembaga (Cu) yang dapat berasal dari cat badan perahu, bagian perahu lainnya, hasil buangan kapal nelayan yang menggunakan bahan bakar solar maupun bensin, serta limbah dari masyarakat di daerah pemukiman. Kandungan logam dalam rumput laut dapat ditentukan dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Metode ini memiliki kepekaan dan ketelitian yang tinggi karena dapat mengukur kandungan logam dengan satuan ppm (Djunaidi, 2018). Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang analisis kandungan kadar logam berat pada air dan

rumpun laut di Perairan Pantai Pokko Kecamatan Mappakasunggu Kabupaten Takalar dengan parameter uji yaitu logam berat Zn dan Cu.

1.2 Rumusan masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. berapa kadar logam seng (Zn) dan tembaga (Cu) dalam air dan rumput laut (*Eucheuma cottonii*) pada sekitar perairan Pantai Pokko Kecamatan Mappakasunggu?
2. bagaimana distribusi kuantitatif logam berat seng (Zn) dan tembaga (Cu) dalam air dan rumput laut (*Eucheuma cottonii*) pada sekitar perairan Pantai Pokko Kecamatan Mappakasunggu?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dilakukan penelitian ini yaitu untuk menentukan kadar logam seng (Zn) dan tembaga (Cu) dalam air dan rumput laut (*Eucheuma cottonii*) di sekitar perairan Pantai Pokko Kecamatan Mappakasunggu Kabupaten Takalar dengan menggunakan instrumen spektrofotometer serapan atom (SSA).

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. menganalisis kadar logam berat (Zn) dan tembaga (Cu) dalam air dan rumput laut (*Eucheuma cottonii*) di sekitar perairan Pantai Pokko Kabupaten Takalar menggunakan spektrofotometer serapan atom,

2. menentukan distribusi kuantitatif logam berat (Zn) dan tembaga (Cu) dalam air dan rumput laut (*Eucheuma cottonii*) di sekitar perairan Pantai Pokko Kabupaten Takalar.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai tingkat pencemaran logam berat seng (Zn) dan tembaga (Cu) dalam air dan rumput laut (*Eucheuma cottonii*) yang berada di sekitar perairan Pantai Pokko Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Berat

Logam berat adalah kelompok unsur logam yang memiliki massa jenis lebih dari 5 gr/cm^3 yang pada jumlah tertentu dapat berubah menjadi racun bagi lingkungan (Supriyantini dan Soenardjo, 2015). Logam berat bernomor atom 22 sampai dengan 92, terletak pada periode 4 sampai 7 dalam susunan berkala serta mempunyai afinitas yang tinggi terhadap unsur S sehingga mendorong terjadinya ikatan logam berat dengan gugus S (Saeni, 2002). Logam berat termasuk unsur penting yang dibutuhkan oleh tubuh dalam kadar yang tidak berlebihan. Hal ini dikenal dalam istilah *trace element* yaitu elemen kimia yang dibutuhkan oleh organisme hidup dalam jumlah yang sangat kecil (Adhani dan Husaini, 2017).

Logam berat adalah bahan beracun yang dapat menyebabkan kerusakan pada organisme akuatik. Sumber pencemaran logam sebagian besar berasal dari pertambangan, peleburan logam, dan industri lainnya. Pada umumnya juga berasal dari limbah domestik yang menggunakan logam, serta lahan pertanian yang menggunakan pupuk mengandung logam (Lestari dan Trihadiningrum, 2019).

Istilah logam berat pada dasarnya telah dipergunakan secara luas, terkhusus dalam perpustakaan ilmiah, yakni merupakan sebagai suatu istilah yang menggambarkan bentuk dari logam tertentu. Logam berat memiliki karakteristik yang berbeda dengan logam lain (Putranto, 2011). Pada tabel periodik, sekitar 75% dari unsur-unsurnya merupakan unsur logam. Unsur logam tersebut, ditemukan hampir pada setiap golongan kecuali pada golongan VIIA dan golongan VIIIA dari tabel periodik unsur. Unsur-unsur logam tersebut dikelompokkan juga atas golongan-

golongan sesuai dengan karakteristiknya. Berbeda dengan logam lain, logam berat memiliki pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup (Palar, 2008).

Berdasarkan sifatnya logam berat dapat digolongkan menjadi logam berat esensial dan non esensial. Logam berat esensial merupakan logam berat yang diperlukan atau dibutuhkan oleh makhluk hidup, sedangkan logam berat non esensial merupakan logam berat yang keberadaannya tidak dibutuhkan oleh makhluk hidup khususnya biota laut (Irhamni dkk., 2017). Logam berat esensial seperti tembaga (Cu), besi (Fe), selenium (Se), dan zink (Zn) dibutuhkan dalam kadar yang tidak berlebihan untuk menjaga metabolisme tubuh. Sebaliknya logam berat non esensial tidak mempunyai fungsi di dalam tubuh manusia, bahkan sangat berbahaya sehingga dapat menyebabkan keracunan. Daya racun yang dimiliki akan menghambat kerja enzim, sehingga proses metabolisme tubuh terganggu. Logam berat non esensial diantaranya yaitu timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg) (Adhani dan Husaini, 2017).

Logam berat merupakan jenis pencemar yang paling umum dan digunakan sebagai faktor pemantauan lingkungan karena terbentuk dari pencucian kimia batuan dasar, pembuangan air limbah perkotaan, industri dan pedesaan dan *drainase* air (Panda dkk., 2010). Logam berat memiliki efek yang sangat besar pada flora dan fauna air dimana melalui pembesaran biologis memasuki rantai makanan sehingga pada akhirnya memengaruhi manusia (Kannan dkk., 2021). Logam berat dapat terakumulasi dalam air, sedimen dan biota serta logam berat dapat berikatan dengan logam berat lainnya. Unsur-unsur logam berat secara alami dapat ditemukan pada batu-batuan dan mineral lainnya, oleh karena itu pencemaran logam berat biasa

terdapat pada air, sedimen dan biota (Apriadi, 2005). Kadar logam berat secara alamiah dalam tanah, air dan tanaman dapat dilihat pada Tabel 1 (Barchia, 2009).

Tabel 1. Kisaran Kadar Logam Berat dalam Kondisi Alamiah pada Tanah, Air dan Tanaman (Barchia, 2009).

| Logam Berat | Kisaran Kadar Logam Berat (ppm) | | |
|-------------|---------------------------------|-----------|---------|
| | Tanah | Air | Tanaman |
| Pb | 100 | 0,03 | 50 |
| Cd | 0,50 | 0,05-0,10 | 5-30 |
| Co | 10 | 0,40-0,60 | 15-30 |
| Cr | 2,5 | 0,50-0,10 | 5-30 |
| Ni | 50 | 0,20-0,50 | 5-30 |
| Cu | 60-125 | 2-3 | 20-100 |
| Mn | 1500 | - | - |
| Zn | 70 | 5-10 | 100-400 |

Logam berat bersifat toksik karena tidak dapat terurai (*nondegradable*) oleh organisme hidup yang ada di lingkungan sehingga logam-logam tersebut terakumulasi ke lingkungan, dan seringkali terakumulasi secara biologis pada hewan melalui rantai makanan, membangun konsentrasinya ke tingkat toksik (Douglas dkk., 2022). Logam berat akan mengendap didasar perairan dan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik. Hal ini juga dapat menyebabkan biota laut yang berada didasar laut akan memiliki peluang yang sangat besar untuk terkontaminasi logam tersebut (Amansyah dan Alwiyah, 2014).

Manusia dapat terpapar logam berat melalui konsumsi makanan, jika biota laut yang telah terkontaminasi logam berat tersebut dikonsumsi, dapat merusak sistem biokimia, dan merupakan ancaman serius bagi kesehatan manusia, juga makhluk hidup lainnya (Mariadi dkk., 2019). Hal tersebut menjadi kekhawatiran

yang cukup besar mengenai pencemaran logam berat di ekosistem perairan, dan juga telah menarik perhatian ilmiah. Sumbernya dapat ditelusuri dari pembuangan air limbah dari rumah tangga, kota dan sumber industri, yang telah tersebar luas secara global. Pemantauan logam berat konsentrasinya di lingkungan perairan telah dilakukan melalui penentuan konsentrasinya di sistem air *lotic* dan *lentic* atau pembuangan air limbah, terutama lokasi pengolahan limbah, limbah, lumpur, sedimen, dan komunitas plankton (Douglas dkk., 2022).

Toksisitas logam berat mampu menghalangi kerja enzim, hal ini dapat menyebabkan terganggunya metabolisme tubuh, menyebabkan alergi, bersifat mutagen, teratogen, atau karsinogen bagi makhluk hidup (Wahyu dkk., 2008). Toksisitas logam berat bisa dikelompokkan menjadi 3, yaitu bersifat toksik tinggi yang terdiri dari unsur-unsur Hg, Cd, Pb, Cu, dan Zn; bersifat toksik sedang, terdiri dari unsur-unsur Cr, Ni, dan Co; dan bersifat toksik rendah, terdiri atas unsur Mn dan Fe (Agustina, 2014).

Menurut Sutamihardja (2006), sifat logam berat dapat membahayakan lingkungan dan manusia yakni:

- a. logam berat sulit didegradasi oleh sebab itu logam berat cenderung akan terakumulasi pada lingkungan,
- b. logam berat dapat terakumulasi dalam tubuh organisme dan konsentrasi dapat semakin tinggi, atau dapat mengalami bioakumulasi dan biomagnifikasi,
- c. logam berat mudah terakumulasi pada sedimen, sehingga konsentrasi selalu lebih tinggi daripada konsentrasi logam dalam air.

2.1.1 Logam Seng (Zn)



Gambar 1. Logam Seng (Zn) (Edom, 2018)

Seng (Zn) adalah komponen alam yang terdapat di kerak bumi dengan nomor atom 30, massa atom 65,37 g/mol, konfigurasi elektron $[Ar]3d^{10}4s^2$ dan terletak pada golongan IIB di dalam tabel periodik. Seng (Zn) memiliki karakteristik cukup reaktif, berwarna putih-kebiruan, pudar bila terkena uap udara, dan terbakar bila terkena udara dengan nyala hijau terang. Seng (Zn) dapat bereaksi dengan asam, basa, dan senyawa non logam. Seng (Zn) di alam tidak berada dalam keadaan bebas, tetapi dalam bentuk terikat dengan unsur lain berupa mineral. Mineral yang mengandung Zn di alam bebas antara lain smithsonit (seng karbonat), hemimorfit (seng silikat), dan wurtzit (bentuk seng sulfida lainnya) (Darmayanti dkk., 2012). Logam berat seng (Zn) merupakan salah satu logam berat esensial yang dibutuhkan hampir semua organisme dalam jumlah sedikit. Namun jika jumlah logam Zn dalam perairan melebihi batas ambang yang ditentukan maka akan membahayakan kehidupan organisme itu sendiri (Dahuri, 2003). Logam Zn mempunyai dampak negatif bagi kesehatan terutama jika kadarnya sudah melebihi batas kadar yang dibutuhkan oleh tubuh. Kelebihan Zn akan diabsorpsi dan disimpan dalam hati. Gejala toksisitas akut bisa berupa sakit lambung, diare, mual dan muntah (Darmayanti dkk., 2012).

Toksisitas seng (Zn) juga sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan, diantaranya temperatur dan tingkat kelarutan O₂ (Tolcin, 2008).

Penyebaran seng (Zn) dalam lingkungan cukup luas dapat ditemukan dalam air, udara dan organisme hidup. Seng (Zn) dalam keadaan tertentu mempunyai toksisitas yang rendah pada manusia tetapi mempunyai toksisitas yang tinggi pada biota laut sehingga ditetapkan standar baku mutu konsentrasi logam seng (Zn) (Tolcin, 2008). Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.27 (2021), konsentrasi standar maksimum yang ditetapkan untuk logam seng (Zn) adalah sebesar 0,05 mg/L pada air laut dan juga pada rumput laut yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Baku Mutu Zn pada Air Laut dan Rumput Laut (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 27/2021).

| Parameter | Baku Mutu |
|---------------------|-----------|
| Air Laut (mg/L) | 0,05 |
| Rumput Laut (mg/kg) | 0,05 |

Seng (Zn) mempunyai banyak fungsi karena merupakan unsur esensial. Seng (Zn) adalah unsur yang diperlukan oleh tubuh manusia yang berperan sebagai aktivitas insulin dan membantu bekerjanya enzim tertentu pada tubuh secara normal seperti pada otot, hati, ginjal dan pankreas yang mengandung seng dalam jumlah besar. Keracunan seng dapat mengakibatkan kerusakan saluran cerna dan diare serta menyebabkan kerusakan pankreas. Adapun gejala keracunan ini adalah demam, muntah, lambung kejang dan diare (Tolcin, 2008).

Logam berat Seng (Zn) dapat terakumulasi di dalam tubuh suatu organisme dan tetap tinggal dalam jangka waktu yang lama. Jika logam berat Seng (Zn) dalam organisme sudah melebihi ambang batas aman untuk konsumsi, maka logam berat Seng (Zn) dapat bersifat toksik untuk manusia. Logam berat seng dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan, memengaruhi pematangan seksual, mudah terkena infeksi, penyakit diare dan dalam jumlah besar dapat menyebabkan kematian khususnya pada anak-anak (Kalangie dkk., 2018).

2.1.2 Logam Tembaga (Cu)



Gambar 2. Logam Tembaga (Cu) (Wikipedia, 2002)

Tembaga dengan nama kimia Cuprum dilambangkan dengan Cu. Dalam tabel periodik unsur-unsur kimia, Cu memiliki nomor atom 29 dan massa atom 63,5 g/mol dengan massa jenis 8,96 g/cm³. Tembaga adalah logam yang paling banyak digunakan di dunia. Logam Cu termasuk jenis logam esensial, merupakan elemen mikro yang dibutuhkan oleh organisme, namun dalam jumlah yang sedikit (Cahyani, 2012 dalam Handayanto dkk., 2017). Tembaga (Cu) adalah logam transisi (golongan I B) yang berwarna kemerahan, mudah regang dan mudah ditempa. Tembaga (Cu) bersifat racun bagi makhluk hidup (Kundari dkk., 2008).

Tembaga (Cu) secara umum masuk ke dalam lingkungan dapat terjadi secara alamiah dan secara non alamiah. Secara alamiah tembaga (Cu) dapat bersumber dari peristiwa erosi batuan mineral, debu atau partikulat Cu yang ada dalam lapisan udara yang dibawa turun oleh air hujan. Jalur non alamiah Cu masuk ke lingkungan sebagai akibat dari aktivitas manusia. Sumber logam Cu dapat dari buangan industri yang menggunakan Cu dalam proses produksinya, industri galangan kapal karena menggunakan Cu sebagai campuran bahan pengawet, industri pengolahan kayu, hingga buangan rumah tangga (Surbakti, 2011).

Logam tembaga (Cu) merupakan unsur yang penting dan berguna untuk proses metabolisme. Konsentrasi batas dari unsur ini dapat menimbulkan rasa pada air bervariasi antara 1-5 mg/L. Logam tembaga (Cu) merupakan logam berat yang juga banyak terkandung di sekitar perairan. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.27 (2021), konsentrasi standar maksimum yang ditetapkan untuk logam tembaga (Cu) adalah sebesar 0,02 mg/L sebagai batas maksimal yang dianjurkan, dan sebesar 1,5 mg/L sebagai batas maksimal yang diperbolehkan pada air laut (Sutrisno dan Eni, 2010). Pada rumput laut standar maksimum yang ditetapkan untuk logam tembaga (Cu) adalah sebesar 0,05 mg/L, yang dapat dilihat pada Tabel 3 (Rahayu dan Purnomo, 2022).

Tabel 3. Baku Mutu Cu pada Air Laut dan Rumput Laut (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 27/2021).

| Parameter | Baku Mutu |
|---------------------|-----------|
| Air Laut (mg/L) | 0,02 |
| Rumput Laut (mg/kg) | 0,05 |

Tembaga (Cu) merupakan logam berat yang tergolong sangat berbahaya dalam konsentrasi yang tinggi (Yuliani dkk., 2013). Beberapa aktivitas industri yang menghasilkan limbah logam berat di antaranya industri *electroplating*, tekstil, baterai, pupuk, plastik, dan pertambangan (Sinicropi dkk., 2010). Logam Tembaga (Cu) banyak ditemukan pemanfaatannya pada pabrik dengan produksi alat-alat gelas, listrik, dan zat warna yang biasanya bercampur dengan logam-logam lain (Asriani, 2017).

Logam tembaga (Cu) berperan pada pertumbuhan jaringan tumbuhan yakni pada jaringan daun untuk membantu proses fotosintesis. Pada konsentrasi yang tinggi, tembaga (Cu) dapat bersifat toksik bagi tumbuhan jika berada sebagai satu-satunya unsur dalam larutan. Tembaga (Cu) juga dibutuhkan pada beberapa tumbuhan sebagai elemen mikro yang berperan pada proses respirasi (Kamaruzzaman dkk., 2009).

Tembaga (Cu) adalah logam merah muda yang lunak, dapat ditempa, dan liat. Tembaga (Cu) melebur pada suhu 1038°C. Karena potensial elektroda standarnya positif, (+0,34V untuk pasangan Cu/Cu²⁺), tembaga tak larut dalam asam klorida dan asam sulfat encer, meskipun dengan adanya oksigen tembaga bisa larut sedikit. Tembaga (Cu) merupakan kelompok logam penghantar listrik yang baik. karena itu, logam Cu juga banyak digunakan dalam bidang elektronika atau kelistrikan. Dalam bidang industri lainnya, senyawa Cu banyak digunakan dalam industri cat antifouling, industri insektisida dan fungisida (Palar, 2012). Logam Cu memiliki sifat karsinogenik sehingga berpotensi toksik terhadap tanaman dan berbahaya Logam Cu di alam dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas. Logam Cu lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat

dalam bentuk mineral. Pada perairan laut, tembaga dapat ditemukan dalam bentuk persenyawaan ion seperti CuCO_3^{3+} , CuOH^+ , dan lain sebagainya (Palar, 2008).

2.2 Sumber – Sumber Logam Berat di Perairan

Polusi air dapat disebabkan oleh dua jenis polutan, seperti bahan yang menyebabkan eutrofikasi dan bahan beracun yang menyebabkan kerusakan pada organisme air. Logam berat adalah bahan beracun yang dapat menyebabkan kerusakan pada organisme akuatik. Sumber pencemaran logam sebagian besar berasal dari pertambangan, peleburan logam, industri lainnya, dan juga dapat berasal dari limbah domestik yang menggunakan logam, serta lahan pertanian yang menggunakan pupuk yang mengandung logam (Lestari dan Trihadiningrum, 2019).

Logam berat biasanya ditemukan sangat sedikit dalam air secara alami yang kurang dari 1 μg . Tingkat konsentrasi logam dalam air dibagi sesuai dengan tingkat polusi, seperti polusi berat, polusi sedang, dan non-polusi. Air yang mengalami polusi berat biasanya memiliki kandungan logam berat yang tinggi di dalam air dan organisme yang hidup di dalamnya. Pada tingkat polusi sedang, kandungan logam berat dalam air dan organisme dalam air berada dalam batas marginal. Pada tingkat non-polusi, kandungan logam berat dalam air dan organisme sangat rendah dan bahkan tidak terdeteksi (Lestari dan Trihadiningrum, 2019).

Keberadaan logam berat di perairan laut dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain dari kegiatan pertambangan, rumah tangga, limbah pertanian dan buangan industri. Limbah-limbah yang masuk ke dalam perairan laut dapat memicu terjadinya pencemaran laut. Pengendalian pencemar guna mempertahankan kualitas air berkategori baik diantaranya dengan tindakan pengaturan pembuangan limbah yang disesuaikan dengan baku mutu air dan lingkungan dengan mempertimbangkan

kemampuan daya lenting sungai atau pantai dalam menampung bahan pencemar (Sulistiyorini dkk., 2016). Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.27 (2021), standar baku mutu pada air laut untuk beberapa parameter yakni fisika, kimia dan logam terlarut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Baku Mutu Air Laut (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 27/2021).

| No. | Parameter | Satuan | Baku Mutu |
|------------------------|--|-----------|------------------------|
| FISIKA | | | |
| 1. | Warna | Pt. Co | 30 |
| 2. | Bau | | Tidak berbau |
| 3. | Kecerahan ^a | m | >6 |
| 4. | Kekeruhan ^a | ntu | 5 |
| 5. | Padatan tersuspensi total ^b | mg/l | 20 |
| 6. | Suhu ^c | °C | alami ^{3(c)} |
| 7. | Sampah | - | nihil ¹⁽⁴⁾ |
| 8. | Lapisan minyak ⁵ | - | nihil ¹⁽⁵⁾ |
| KIMIA | | | |
| 1. | pH ^d | - | 7 - 8,5 ^(d) |
| 2. | Salinitas ^e | ‰ | alami ^{3(e)} |
| 3. | Oksigen Terlarut (DO) | mg/l | >5 |
| 4. | BOD5 | mg/l | 10 |
| 5. | Amoniak bebas (NH ₃ -N) | mg/l | nihil ¹ |
| 6. | Fosfat (PO ₄ -P) | mg/l | 0,015 |
| 7. | Nitrat (NO ₃ -N) | mg/l | 0,008 |
| 8. | Sulfida (H ₂ S) | mg/l | nihil ¹ |
| 9. | Senyawa Fenol | mg/l | nihil ¹ |
| 10. | PAH (Poliaromatik hidrokarbon) | mg/l | 0,003 |
| 11. | PCB (poliklor bifenil) | µg/l | nihil ¹ |
| 9. | Surfaktan (detergen) | mg/l MBAS | 0,001 |
| 10. | Minyak & lemak | mg/l | 1 |
| 11. | Pestisida ^f | µg/l | nihil ^{1(f)} |
| Logam terlarut: | | | |
| 12. | Raksa (Hg) | mg/l | 0,002 |
| 13. | Kromium heksavalen (Cr(VI)) | mg/l | 0,002 |
| 14. | Arsen (As) | mg/l | 0,025 |
| 15. | Cadmium (Cd) | mg/l | 0,002 |
| 16. | Tembaga (Cu) | mg/l | 0,050 |
| 17. | Timbal (Pb) | mg/l | 0,005 |
| 18. | Seng (Zn) | mg/l | 0,095 |
| 19. | Nikel (Ni) | mg/l | 0,075 |

Logam berat yang masuk awalnya berada dalam kondisi kecil namun apabila limbah yang masuk semakin banyak, maka secara perlahan-lahan logam tersebut akan mengakibatkan pencemaran terhadap lingkungan laut (Chandra dkk., 2018). Logam berat yang masuk ke tubuh manusia juga berbahaya untuk kesehatan. Logam berat dapat menghalangi kerja enzim sehingga metabolisme tubuh terganggu, menyebabkan timbulnya penyakit kanker dan mutasi. Beberapa logam berat yang sangat berbahaya bagi manusia antara lain timbal, tembaga, merkuri, kadmium, dan krom (Effendi dkk., 2012).

Sumber logam berat dapat berasal dari kegiatan manusia seperti pada bidang pertanian, proses pembakaran, pertambangan, limbah domestik dan kegiatan industri (Jamil dkk., 2015). Pencemaran laut secara langsung maupun tidak langsung dapat disebabkan oleh pembuangan limbah ke dalam laut, dimana salah satu bahan pencemar utama yang terkandung dalam buangan limbah adalah logam berat yang beracun (Hala dkk, 2005). Kegiatan pembuangan limbah yang terus menerus ke perairan secara langsung maupun secara tidak langsung terbawa arus air atau hujan yang akan bermuara di laut mengakibatkan limbah tersebut menjadi polutan sehingga menyebabkan logam berat akan terakumulasi ke dalam air, sedimen dan sebagian masuk ke dalam tubuh organisme yang berada di laut sehingga dapat mengganggu ekosistem akuatik (Ika dan Said, 2012).

2.3 Bioakumulasi Logam Berat dalam Biota Perairan

Bioakumulasi atau biomagnifikasi adalah fenomena dimana logam berat yang terdapat di perairan mengalami proses pengendapan dan terakumulasi dalam sedimen, kemudian terakumulasi dalam tubuh biota laut yang ada di perairan baik melalui insang maupun melalui rantai makanan dan akhirnya sampai pada manusia

(Dahuri, 2003). Salah satu pencemaran pada badan air adalah masuknya ion logam berat. Peningkatan kadar logam berat didalam perairan akan diikuti oleh peningkatan kadar logam berat dalam organisme air seperti kerang, rumput laut dan biota laut lainnya yang ada pada perairan (Marganof, 2003).

Keberadaan logam berat di dalam air sangat berpengaruh terhadap organisme air terutama pada konsentrasi yang melebihi batas normal. Kemampuan organisme air dalam menyerap dan mengakumulasi logam berat dapat melalui beberapa cara, yaitu melalui saluran pernapasan (insang), saluran pencernaan dan difusi permukaan kulit. Organisme air mengambil logam berat dari badan air atau sedimen dan memekatkannya kedalam tubuh hingga 100-1000 kali lebih besar dari lingkungan (Darmono, 2001).

Konsentrasi logam berat di lingkungan merupakan salah satu masalah saat ini. Ion-ion logam berat yang mencemari lingkungan, Sebagian besar terbawa melalui makanan. Proses ini akan lebih cepat jika memasuki tubuh manusia melalui rantai makanan. Apabila suatu logam terakumulasi pada jaringan hewan dan tumbuhan yang kemudian dikonsumsi oleh manusia, tentunya manusia sebagai rantai makanan tertinggi pada piramida makanan akan terakumulasi logam berat tersebut. Logam berat yang terakumulasi dalam tubuh manusia dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tubuh (Rafly, 2016).

Logam berat yang ada dalam badan perairan akan mengalami proses pengendapan dan terakumulasi dalam sedimen, kemudian terakumulasi dalam tubuh biota laut yang ada dalam perairan (Dahuri, 2003). Logam dari pembuangan limbah industri ke perairan dapat terakumulasi dalam biota laut dan sedimen. Kadar logam dalam biota laut dan sedimen dapat lebih tinggi dibandingkan dalam air laut. Hal ini

terjadi karena logam mengalami proses pengenceran dalam air (Permanawati dkk., 2013 dalam Rumhayati, 2019).

2.3 Rumput Laut

Rumput laut (*seaweed*) dalam bahasa ilmiah dikenal dengan istilah alga. Berdasarkan pigmen yang ada pada alga dapat dikelompokkan menjadi empat, yaitu *Rhodopyceae* (alga merah), *Phaeopyceae* (alga coklat), *Chlorophyceae* (alga hijau) dan *Cyanophyceae* (alga hijau biru). Rumput laut bermanfaat untuk makanan, obat dan bahan baku industri. *Eucheuma cottonii* (alga merah) memiliki kandungan agar yang biasanya digunakan dalam pembuatan makanan, farmasi dan industri. *Saragassum* (alga coklat) mengandung alginat yang banyak digunakan untuk kosmetik, industri tekstil, menurunkan kolesterol, pengobatan anti kanker dan sebagainya (Ghufran, 2010).



Gambar 3: *Eucheuma cotoonii* (Nurlaili dan Maskuro, 2012)

Rumput laut merupakan tanaman tingkat rendah. Ciri-ciri rumput laut yaitu tidak mempunyai akar, batang dan daun sejati tetapi memiliki talus yang menyerupai batang. Rumput laut tumbuh di alam dengan melekatkan dirinya pada karang, lumpur, pasir, dan batu. Selain benda mati, rumput laut juga dapat melekat pada

tumbuhan lain secara epifitik. Rumput laut mengandung sumber karaginan, agar-agar dan alginate yang cukup tinggi (Prasetyowati dkk, 2008).

Secara kimia rumput laut terdiri dari abu 29,97%; protein 5,91; lemak 0,28%; karbohidrat 63,84%; serat pangan total 78,94% dan iodium 282,93 µg/g. Rumput laut juga mengandung vitamin A, B1, B2, B6, B12, C, D, E dan K; betakaroten serta mineral. Kelebihan dari rumput laut adalah sebagai bahan makanan, tidak menyebabkan obesitas, obat-obatan, meningkatkan kekebalan tubuh dan baik untuk kesehatan kulit (Astawan dkk, 2004).

Rumput laut secara ilmiah dikenal dengan alga atau ganggang. Rumput laut merupakan salah satu dari jenis alga yang merupakan tumbuhan berklorofil. Selain jenis rumput laut penghasil agar-agar, terdapat jenis lain yang cukup potensial dan banyak dijumpai di perairan Indonesia yaitu *Eucheuma sp.* *Eucheuma sp* menghasilkan karagenan dan dapat dimanfaatkan untuk berbagai kegunaan. Jenis rumput laut ini termasuk yang memiliki nilai ekonomis tinggi, salah satunya yaitu *Eucheuma cottonii* (Poncomulyo, 2009). *Eucheuma cottonii* sebagai salah satu jenis rumput laut yang banyak dibudidayakan dan dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan tepung agaragar, keraginan dan alginate (Farnani dkk., 2011).

Eucheuma cottoni merupakan salah satu jenis rumput laut merah dan berubah nama menjadi *Kappaphycus alvarezii* karena karagenan yang dihasilkan termasuk fraksi kappa-karagenan (Nurlaili dan Maskuro, 2012). Begitu pula menurut Wirada dan Sukei (2012), *Eucheuma cottonii* atau yang biasa disebut *Kappaphycus alvarezii* merupakan salah satu jenis rumput laut (alga) merah yang banyak dikembangkan di daerah tropis seperti Indonesia sebagai penghasil karaginan. Berikut Taksonomi *E. cottonii* (Anggadiredja, 2006):

Kingdom : Plantae

| | |
|---------|---|
| Divisi | : Rhodophyta |
| Kelas | : Rhodophyceae |
| Ordo | : Gigartinales |
| Famili | : Solieracea |
| Genus | : <i>Eucheuma</i> |
| Species | : <i>Eucheuma cottonii</i> (<i>Kappaphycus alvarezii</i>) |

Rumput laut *Eucheuma cottonii* beberapa ciri-ciri fisik yaitu talus silindris, permukaan licin, cartilagineus (lunak seperti tulang rawan), warna hijau, hijau kuning, dan merah. Penampakan talus bervariasi mulai dari bentuk sederhana sampai kompleks. Duri-duri pada talus runcing memanjang, agak jarang-jarang dan tidak bersusun melingkari talus. Percabangan talus berujung runcing atau tumpul, ditumbuhi nodulus (tonjolan-tonjolan) dan duri lunak/tumpul untuk melindungi gametangia. Percabangan bersifat *dichotomus* (percabangan dua-dua) atau *trichotomus* (sistem percabangan tiga-tiga). Habitat rumput laut *Eucheuma cottonii* memerlukan sinar matahari untuk proses fotosintesis dalam pertumbuhan cabang yang saling melekat ke substrat dengan alat perekat berupa cakram. Cabang-cabang pertama dan kedua tumbuh berbentuk rumpun yang rimbun dengan ciri-ciri khusus mengarah ke arah datangnya sinar matahari (Anggadireja dkk., 2008).

Rumput laut juga diketahui kaya akan nutrisi esensial, seperti enzim, asam nukleat, asam amino, mineral, *trace elements* khususnya yodium, dan vitamin A, B, C, D, E dan K. Selain itu, rumput laut juga bisa meningkatkan fungsi pertahanan tubuh, memperbaiki sistem peredaran darah dan sistem. Rumput laut dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan, industri farmasi, industri kosmetik, industri tekstil, industri kulit, obat-obatan dan lain-lain. Dalam perencanaan, pengembangan,

dan pemanfaatan kawasan pesisir untuk budidaya rumput laut, diperlukan beberapa hal yang menunjang hasil budidaya rumput laut yang berkualitas, salah satunya estimasi potensi daya dukung yang akurat, khususnya jika akan dikembangkan sampai pada tingkat industri pengolahannya pencernaan (Adhistiana dkk., 2008). Nilai nutrisi rumput laut jenis *Eucheuma cottoni* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Komponen Nutrisi Rumput Laut *Eucheuma Cottoni* (BPPT, 2011).

| Komponen | Satuan | Berat kering |
|-------------|------------|--------------|
| Kadar air | % | 13,9 |
| Protein | % | 2,6 |
| Lemak | % | 0,4 |
| Karbohidrat | % | 5,7 |
| Serat kasar | % | 0,9 |
| Karaginan | % | 67,5 |
| Vitamin C | % | 12,0 |
| Riboflavin | (mg/100 g) | 2,7 |
| Mineral | (mg/100 g) | 22,390 |
| Ca | Ppm | 2,3 |
| Cu | Ppm | 2,7 |

Pada periode tahun 2016 sampai 2020 volume produksi perikanan budidaya mengalami penurunan. Produksi budidaya rumput laut Indonesia pada tahun 2016 yaitu sekitar 11 juta ton menjadi 9,9 juta ton pada tahun 2020, dengan rata-rata per tahunnya turun sebesar 0,83%. Sulawesi Selatan merupakan salah satu provinsi sentra rumput laut di Indonesia dengan kontribusi paling besar (17%) 2 pada tahun 2020 (KKP, 2020).

Rumput laut adalah sumber daya hayati bernilai ekonomi tinggi dan dimanfaatkan dalam industri pangan maupun non pangan seperti bidang farmasi dan kosmetik (Dwimayasanti dan Kurnianto, 2018). Selain itu, keberadaan alginat dalam rumput laut coklat digunakan dalam produk-produk olahan seperti, es krim, sari

buah, salad, sayur untuk memperkuat tekstur (Saraswati, 2021). Faktor-faktor lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan rumput laut antara lain adalah; suhu, cahaya, salinitas, kekeruhan, arus dan pH perairan (Ferawati dkk., 2014):

1. Suhu

Suhu perairan memengaruhi laju fotosintesis. Nilai suhu perairan yang optimal untuk laju fotosintesis berbeda pada setiap jenis. Secara prinsip suhu yang tinggi dapat menyebabkan protein mengalami denaturasi, serta dapat merusak enzim dan membran sel yang bersifat labil terhadap suhu yang tinggi. Pada suhu yang rendah, protein dan lemak membran dapat mengalami kerusakan sebagai akibat terbentuknya kristal di dalam sel. Terkait dengan itu, maka suhu sangat memengaruhi beberapa hal yang terkait dengan kehidupan rumput laut, seperti kehilangan hidup, pertumbuhan dan perkembangan, reproduksi, fotosintesis dan respirasi. Kisaran suhu perairan yang baik untuk rumput laut *Eucheuma* adalah 27 – 30 °C.

2. Arus

Arus merupakan gerakan mengalir suatu masa air yang dapat disebabkan oleh tiupan angin, perbedaan densitas air laut dan pasang surut yang bergelombang panjang dari laut terbuka. Arus mempunyai peranan penting dalam penyebaran unsur hara di laut. Arus ini sangat berperan dalam perolehan makanan bagi alga laut karena arus dapat membawa nutrisi yang dibutuhkannya. Salah satu syarat untuk menentukan lokasi *Eucheuma* adalah adanya arus dengan kecepatan 0,33 - 0,66 m/detik.

3. Salinitas

Rumput laut *Eucheuma* tumbuh berkembang dengan baik di alam pada salinitas yang tinggi. Penurunan salinitas akibat masuknya air tawar dari sungai

dapat menyebabkan pertumbuhan rumput laut *Eucheuma* sp menurun. Salinitas yang cocok untuk pertumbuhan rumput laut berkisar 31-35 ‰. Menurut Dawes (1981), kisaran salinitas yang baik bagi pertumbuhan *Eucheuma* adalah 30-35 ‰.

4. Keasaman (pH)

Keasaman atau derajat pH merupakan salah satu faktor penting dalam kehidupan alga laut, sama halnya dengan faktor-faktor lainnya. Kisaran pH maksimum untuk kehidupan organisme laut adalah 6,5 - 8,5.

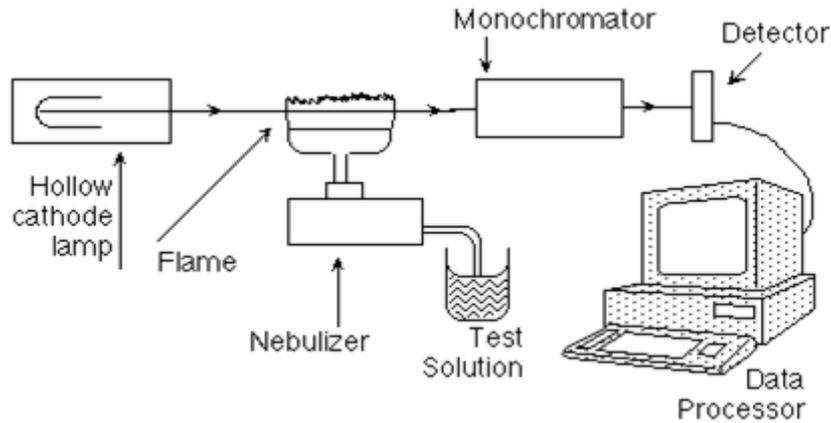
5. Kekeruhan

Kekeruhan adalah suatu ukuran biasan cahaya di dalam air yang disebabkan oleh adanya partikel koloid dan suspensi dari suatu polutan yang terkandung dalam air. Kekeruhan dalam perairan untuk budidaya rumput laut adalah 0 gram/liter, hal ini sangat baik untuk tanaman melakukan fotosintesis karena dapat memengaruhi pertumbuhan dan mutu tanaman. Menurut Boyd dan Lichtkoppler (1982) bahwa kondisi kekeruhan yang optimal bagi tanaman rumput laut adalah kurang dari 40 *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU).

2.5 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) adalah metode yang berprinsip terhadap absorpsi cahaya oleh atom-atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Cahaya pada panjang gelombang tertentu mempunyai cukup energi untuk mengubah tingkat elektron suatu atom. Adanya absorpsi energi, berarti suatu atom pada keadaan dasar dinaikkan pada keadaan eksitasi. Tiap panjang gelombang menghasilkan hasil garis spektrum yang tajam dengan intensitas maksimum biasanya disebut dengan garis resonansi. Spektrum atom untuk masing-masing unsur terdiri dari garis-garis

resonansi. Garis-garis lain yang bukan garis resonansi dapat berupa spektrum yang berasosiasi dengan tingkat energi molekul, biasanya berupa pita-pita (Khopkar, 2008).



Gambar 4. Komponen Spektrofotometer Serapan Atom (Efendi, 2013).

Spektrofotometer serapan atom (SSA) adalah instrumen yang digunakan untuk menganalisis unsur-unsur logam dan metaloid dengan pengukuran berdasarkan penyerapan cahaya pada panjang gelombang spesifik oleh atom dalam keadaan bebas. Prinsip utama dari spektrofotometer serapan atom adalah bila cahaya dengan panjang gelombang tertentu dilewatkan pada suatu sel yang mengandung atom-atom bebas maka sebagian cahaya akan diserap dan intensitas penyerap berbanding lurus dengan banyaknya atom bebas dalam sel tersebut. Senyawa dalam sel akan diuapkan oleh sumber cahaya dan diuraikan menjadi uap-uap atom bebas dalam proses atomisasi. Uap-uap atom bebas tersebut akan diserap oleh lampu katoda dan sebagiannya lagi akan transmisikan. Kemudian detektor akan mengukur absorbansi dari uap-uap atom bebas yang telah ditransmisikan (Yulianto, 2011).

Spektrofotometer Serapan Atom bekerja berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari

lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya (Lestari, 2015). Instrumen spektrofotometer serapan atom terdiri dari :

1. Sumber cahaya

Sumber cahaya berfungsi sebagai memancarkan cahaya yang akan dipakai untuk mengeksitasi atom dari unsur yang akan dianalisis. Sumber cahaya utama harus memancarkan cahaya resonan yang tajam serta interaksinya stabil. Lampu katoda berongga dipakai sebagai sumber cahaya. Lampu katoda terdiri dari tabung kaca tertutup yang mengandung suatu katoda dan suatu anoda.

2. Pengabut dan Pembakar

Pengabut berfungsi sebagai pengubah larutan menjadi kabut. Sedangkan pembakar berfungsi sebagai pengubah ion logam menjadi atom. Dalam SSA yang menyerap cahaya adalah atom, sehingga unsur di dalam senyawa yang akan ditentukan kadarnya harus direduksi ke dalam bentuk atomnya. Oleh sebab itu proses pengatoman memegang peranan penting dalam analisis ini. Dalam sistem ini terdiri dari 2 tingkat proses yang terjadi di antaranya, yaitu dan pengatoman unsur di dalam nyala dengan menggunakan pembakar dan pengabutan larutan agar dapat masuk ke dalam nyala.

3. Monokromator

Monokromator berfungsi untuk menghilangkan gangguan yang berasal dari spektrum kontinyu yang dipancarkan oleh molekul molekul gas bahan bakar yang tereksitasi di dalam nyala dan menyaring cahaya, sehingga cahaya yang masuk ke larutan contoh adalah cahaya tunggal. Monokromator ini adalah terdiri dan difraksi

dan prisma.

4. Detektor

Detektor berfungsi untuk mengubah energi yang diterima menjadi sinyal listrik. Detektor menerima dua macam isyarat yang berselang seling dan akan diubah menjadi isyarat listrik bolak balik.

5. Amplifier dan Pembacaan

Amplifier berfungsi untuk menguatkan isyarat arus bolak balik melalui mekanisme pengolahan sinyal dan selanjutnya akan diperoleh hasil yang dapat terbaca pada alat pencatat (Anggriana, 2011).

Apabila cahaya dengan panjang gelombang tertentu dilewatkan pada suatu sel yang mengandung atom-atom bebas yang bersangkutan maka sebagian cahaya tersebut akan diserap dan intensitas penyerapan akan berbanding lurus dengan banyaknya atom bebas logam yang berada dal sel. Hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi diturunkan dari :

1. Hukum Lambert : Bila suatu sumber sinar monokromatik melewati medium ransparan, maka intensitas sinar yang diteruskan berkurang dengan bertambahnya ketebalan medium yang mengabsorbsi.

2. Hukum Beer : Intensitas sinar yang diteruskan berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya konsentrasi spesi yang menyerap sinar tersebut

Dari kedua hukum tersebut diperoleh suatu persamaan yang dapat dilihat pada persamaan (1):

$$I_t = I_o.e^{-(\epsilon bc)}, \text{ atau } A = - \text{Log } I_t/I_o = \epsilon bc \quad (1)$$

Keterangan :

I_o = Intensitas sumber sinar

I_t = Intensitas sinar yang diteruskan ϵ = Absortivitas molar

b = Panjang medium

c = Konsentrasi atom-atom yang menyerap sinar A = Absorbans.

Dari persamaan di atas, dapat disimpulkan bahwa absorbansi cahaya berbanding lurus dengan konsentrasi atom (Day & Underwood, 2002).