

**Analisis Kandungan Logam Berat (Pb, Cd dan As) pada Rumput Laut  
(*Eucheuma cottonii*) (Studi Kasus: Perairan Laut Wongsorejo, Banyuwangi)**  
***Analysis of Heavy Metal Content (Pb, Cd and As) in Seaweed (*Eucheuma cottonii*)  
(Case Study: Wongsorejo Sea Waters, Banyuwangi)***

Agung Satriyo Bayu<sup>1</sup>, Suciyono<sup>1</sup>, Spto Andriyono<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Prodi Akuakultur Sekolah Ilmu Kesehatan dan Ilmu Alam Universitas Airlangga Jl. Wijayakusuma No. 113,  
Kec. Giri, Banyuwangi, Jawa Timur, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Kampus C Universitas  
Airlangga Mulyorejo, Surabaya, 60115 Indonesia

\*Corresponding Author: spto.andriyono@fpk.unair.ac.id

### ABSTRAK

Budidaya rumput laut merupakan kegiatan penting perikanan yang mensuplai salah satu komoditas ekspor utama di Indonesia. Rumput laut yang memiliki nilai ekonomis salah satunya jenis *Eucheuma cottonii*. Karakteristik yang dimiliki oleh rumput laut yaitu dapat menyerap senyawa di perairan atau bersifat biofilter. Salah satu faktor yang dapat menurunkan mutu rumput laut adalah masuknya bahan pencemar seperti logam berat. Akibat dari masuknya logam berat di perairan ialah adanya akumulasi logam berat pada thallus rumput laut hingga terjadi bioakumulasi dan biomagnifikasi. Metode penelitian ini adalah survey atau observasi dimana data didapatkan dari lapang. Pengujian sampel secara ex situ diantaranya sampel air, sedimen dan rumput laut yang dilakukan menggunakan metode *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (ICP-MS) untuk mengetahui kadar logam berat Pb, Cd, dan As. Metode analisis data diukur menggunakan *Contamination Factor* (CF), *Index Geo-Accumulation* (Igeo), dan *Bioconcentration Factor* (BCF). Hasil pengujian menunjukkan akumulasi logam berat Pb, Cd dan As berada pada bawah ambang baku mutu dan berada dalam kondisi yang aman. Hasil logam berat Pb, Cd dan As berturut-turut pada rumput laut yaitu 0.0665 mg/kg, 0.516 mg/kg, dan 0.7253 mg/kg. Berdasarkan *Contamination Factor Index* dan *Bioconcentration Factor*, perairan tersebut memiliki nilai kontaminasi rendah dan tingkat akumulasi logam berat yang rendah.

**Kata kunci:** logam berat, rumput laut, bioakumulasi, pencemaran

### ABSTRACT

*Seaweed cultivation is an important fishery activity that supplies one of the main export commodities in Indonesia. One of the types of seaweed that has economic value is Eucheuma cottonii. The characteristics possessed by seaweed are that it can absorb compounds in the waters or are biofilters. One of the factors that can reduce the quality of seaweed is the entry of pollutants such as heavy metals. The result of the entry of heavy metals into the waters is the accumulation of heavy metals in the seaweed thallus so that bioaccumulation and biomagnification occur. This research method is a survey or observation where the data is obtained from the field. Ex situ sample testing, including samples of water, sediment and seaweed, was carried out using the Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) method to determine the levels of heavy metals Pb, Cd, and As. Data analysis methods were measured using the Contamination Factor (CF), Geo-Accumulation Index (Igeo), and Bioconcentration Factor (BCF). The test results showed the accumulation of heavy metals Pb, Cd and As was below the quality standard threshold and was in a safe condition. The yield of heavy metals Pb, Cd and As in seaweed was 0.0665 mg/kg, 0.516 mg/kg, and 0.7253 mg/kg, respectively. Based on the Contamination Factor Index and Bioconcentration Factor, these waters have low contamination values and low levels of heavy metal accumulation.*

**Keywords:** heavy metals, seaweed, bioaccumulation, pollution

## PENDAHULUAN

Budidaya rumput laut menjadi salah satu komoditas ekspor utama di Indonesia. Menurut data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan (2019) menyebutkan bahwa nilai ekspor Indonesia pada budidaya rumput laut tahun 2018 mencapai 3,98 triliun rupiah yang mana meningkat dari tahun sebelumnya sebanyak 42,05%. Negara pasar ekspor terbesar rumput laut Indonesia ialah China dimana mencapai 144.881 ton pada tahun 2018, jumlah produk ekspor rumput laut Indonesia ke China mengalami rata-rata kenaikan sebanyak 16,94% per tahun pada periode tahun 2014-2018 (KKP, 2019). Salah satu jenis rumput laut yang berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia ialah *Euचेuma cottonii* sebagai penghasil karaginan.

Salah satu jenis rumput laut yang memiliki nilai ekonomis cukup tinggi adalah *Euचेuma cottonii*. Rumput laut *Euचेuma cottonii* ialah tergolong alga dimana terkandung bahan mineral esensial, asam amino, protein, vitamin, gula, dan banyak akan zat antioksidan (Damayanti dkk, 2019; Anasri dkk, 2020). Rumput laut ini memiliki karakteristik yang dapat mengabsorpsi senyawa di perairan atau disebut dengan kemampuan biofilter (Azizah dkk, 2018). Rumput laut umumnya dimanfaatkan sebagai bahan baku kosmetik, farmasi, dan pangan karena terdapat kandungan senyawa hidrokoloid seperti karaginan, alginat, dan juga agar (Sanjeeva dkk, 2018). Berdasarkan hal tersebut, menurut Sunarpi dkk (2020) kualitas senyawa hidrokoloid yang dihasilkan rumput laut akan mempengaruhi mutu produk rumput laut yang akan berpengaruh pula pada penentuan harga jual.

Kualitas produk rumput laut dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah karakteristik lokasi, nutrisi dan kualitas air. Hal tersebut dikarenakan daya dukung lingkungan dapat mempengaruhi tumbuh kembang, kandungan karaginan, dan mutu rumput laut (Pariakan dkk, 2019). Pencemaran logam berat saat ini menjadi permasalahan dalam budidaya perikanan, tidak hanya di sedimen dan perairan melainkan hingga pada rumput laut. Adanya kandungan logam berat di perairan dapat mengancam kesehatan manusia secara tidak langsung karena akan terakumulasi melalui rantai makanan. Karakteristik logam berat akan sulit didegradasi dan sulit larut apabila kondisi perairan minim oksigen atau anoksik. Logam berat bersifat

mudah mengendap di dasar perairan sehingga mudah terakumulasi di lingkungan dan sulit untuk dihilangkan keberadaannya dan dapat terakumulasi dalam biota perairan termasuk ikan, rumput laut, hingga sedimen (Supriyantini dan Hadi, 2015). Logam berat bersifat mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan atau sedimen.

Studi yang dilakukan oleh Sudir dkk (2017) terhadap kadar logam berat Pb, Cd dan As di perairan Takalar yang menunjukkan hasil terindikasi mengandung logam berat tersebut pada rumput laut. Konsentrasi tertinggi pada jenis logam berat Pb yang terukur menunjukkan bahwa konsentrasinya melebihi batas kadar aman. Hal tersebut diduga berasal dari pencemaran perairan yang terjadi di wilayah perairan Takalar. Berdasarkan lokasi penelitian, pencemaran yang berasal dari aktivitas manusia menjadi kontributor terbesar dibanding pencemaran dari alam, utamanya akibat pertumbuhan penduduk, transportasi laut, dan perkembangan industri. Aktivitas manusia yang berpotensi meningkatkan pencemaran di perairan tersebut diantaranya adalah limbah rumah tangga, kegiatan transportasi laut, industri, kegiatan pertanian, dan lainnya (Ahmad, 2021). Selain itu, logam berat juga dapat berasal dari alam, melalui aktivitas tektonik, vulkanik, upwelling, dan masukan dari atmosfer (Alisa dkk, 2020). Menurut Aritonang dkk (2019) menyebutkan bahwa pencemaran logam berat perlu diperhatikan karena menimbulkan dampak buruk bagi organisme akuatik, orang yang mengkonsumsi, hingga mengganggu keseimbangan lingkungan.

Perairan laut Wongsorejo, Banyuwangi tepatnya di Andelan Kidul desa Sumber Kencono, kecamatan Wongsorejo menjadi salah satu tempat budidaya rumput laut di Jawa Timur. Kondisi perairan laut Wongsorejo berdasarkan pernyataan (Hidayah dkk, 2020) menyebutkan bahwa kualitas air laut Wongsorejo berdasarkan evaluasi nilai skor kesesuaian menunjukkan bahwa semua parameter kualitas air dapat dimanfaatkan sebagai lokasi yang sesuai untuk pengembangan budidaya rumput laut sehingga memiliki potensi tinggi. Perairan Wongsorejo berada di sekitar area transportasi laut, perkapalan nelayan, sektor pertanian dan padat penduduk memiliki karakteristik lokasi yang hampir sama dengan kasus yang terjadi di perairan Takalar sehingga terdapat potensi masuknya bahan pencemar logam berat di perairan (Sudir dkk, 2017). Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan

analisis logam berat terhadap budidaya rumput laut di perairan Wongsorejo untuk kemudian dibandingkan dengan standar baku mutu produk rumput laut, sedimen, dan perairannya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui akumulasi kandungan logam berat (Pb, Cd, dan As) pada rumput laut, air laut dan sedimen di budidaya rumput laut Wongsorejo, Banyuwangi dan mengetahui tingkat pencemaran logam berat (Pb, Cd dan As) pada perairan budidaya rumput laut Wongsorejo, Banyuwangi berdasarkan indeks *Contamination Factor* (CF), *Geo-Accumulation Indeks* (Igeo) dan *Bioconcentration Factor* (BCF).

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

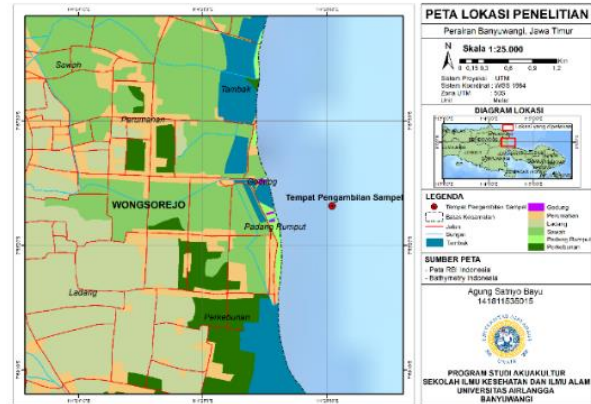
Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan satu kali pada bulan Maret 2022 di perairan budidaya rumput laut Andelan Kidul desa Sumberkencono, Kecamatan Wongsorejo, Banyuwangi untuk pengambilan sampel rumput laut, air dan sedimen (Gambar 1). Analisis kandungan logam berat pada rumput laut (*E.cotonii*), sedimen dan sampel air di lakukan di laboratorium Unit Pelaksana Teknis Pengujian Mutu dan Pengembangan Produk Kelautan dan Perikanan (UPT. PMP2KP) Surabaya. Pengujian kualitas air diantaranya arus, salinitas, pH, suhu dan kecerahan dilakukan secara in situ di perairan budidaya rumput laut Wongsorejo, Banyuwangi.

### Metode Penelitian dan Pengambilan Sampel

Metode penelitian menggunakan metode survey atau observasi dimana data didapatkan dari lapang. Pengujian data kualitas air dilakukan secara in situ diantaranya kecerahan, suhu, pH, DO, dan salinitas. Kecerahan di ukur dengan sichi disk, sementara pH perairan diukur dengan pH meter (Smart Sensor PH818). Pada pengukuran DO dan suhu perairan dilakuakn dengan menggunakan

Dometer meter (Lutron DO-5510), dan Salinitas diukur dengan refrakto meter (Atago Master 20 $\alpha$ ). Sedangkan pengujian sampel secara ex situ diantaranya sampel air, sedimen dan rumput laut yang dilakukan menggunakan metode Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) untuk mengetahui kadar logam berat Pb, Cd, dan As.

Metode analisis data diukur menggunakan *Contamination Factor* (CF), *Index Geoaccumulation* (Igeo), dan *Bioconcentration Factor* (BCF).



**Gambar 1.** Lokasi pengambilan sampel

Sampel diambil menggunakan metode *purposive random sampling* (Fattah dan Anita, 2021). Metode ini dilakukan untuk mendapatkan data yang diambil secara acak tanpa menghitung jarak dengan asumsi bahwa sampel dapat mewakili suatu wilayah dan mampu menggambarkan lokasi penelitian secara keseluruhan. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 2 titik (dengan ulangan 3 kali) yang meliputi sampel air laut, sedimen dan rumput laut. Seluruh sampel kemudian dicampur agar mewakili gambaran kondisi perairan karena lokasi penelitian terletak pada perairan terbuka (Yuwandita, 2018).

## Analisis Data

### *Contamination Factor*

*Contamination factor* (CF) adalah perhitungan yang digunakan untuk menentukan status kontaminasi dari logam berat yang diukur pada setiap lokasi penelitian. Faktor kontaminasi mengevaluasi tingkat kontaminasi dengan membandingkan kadar saat ini dengan kadar normal di alam (Suyatno dkk, 2021). Faktor kontaminasi (CF) ditentukan dengan menggunakan rumus berikut (Hakanson 1980):

$$CF = \frac{C \text{ heavy metal}}{C \text{ background}}$$

dimana: *C heavy metal* = konsentrasi logam dalam sampel sedimen; *C background* = kadar normal logam di alam (kerak bumi). Klasifikasi nilai CF dibagi menjadi 4 seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Intepretasi *Contamination Factor*

Nilai CF	Tingkat Kontaminasi
CF<1	Rendah
1<CF<3	Sedang
3<CF<6	Cukup
CF>6	Sangat Tinggi

*Index Geoaccumulation (Igeo)*

Indeks geoakumulasi adalah salah satu cara untuk menentukan tingkat pencemaran dalam sedimen. Nilai Igeo digunakan untuk menentukan kontaminasi antropogenik dalam sedimen (Edward dkk, 2021). Nilai Igeo dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$Igeo = \log_2 (C_n / 1.5 B_n)$$

dimana C<sub>n</sub> = kadar logam berat dalam sedimen; B<sub>n</sub>=kadar normal logam di alam; 1,5 = konstanta. Selanjutnya, dilakukan klasifikasi berdasarkan hasil perhitungan yang ada untuk mengetahui kualitas sedimen air laut. Klasifikasi nilai Igeo (Tabel 2) dibagi menjadi 7 yaitu (0-6).

**Tabel 2.** Klasifikasi nilai Igeo

Nilai Igeo	kelas	Tingkat pencemaran
Igeo <0	0	Tidak tercemar
0 <Igeo <1	1	tidak tercemar - sedang
1 <Igeo <2	2	Tercemar sedang
2 <Igeo <3	3	Tercemar sedang - berat
3 <Igeo <4	4	Tercemar berat
4 <Igeo <5	5	Tercemar berat - sangat berat
Igeo >5	6	Sangat berat

*Bioconcentration Factor (BCF)*

*Bioconcentration Factor (BCF)* adalah metode untuk menghitung nilai logam berat akumulasi dalam organisme. Perhitungan dapat dengan rumus (Tega et al, 2019) :

$$BCF = \frac{C_{org}}{C_{water}}$$

dimana C<sub>org</sub> = nilai akumulasi logam berat pada rumput laut; C<sub>water</sub> = nilai akumulasi logam berat

pada air laut. Kategori nilai BCF dibagi menjadi 3 (Tabel 3).

**Tabel 3.** Kategori nilai BCF

Nilai BCF	Kategori akumulatif
>1000	Tinggi
100-1000	Sedang
<100	Rendah

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kandungan Logam Berat**

Hasil analisis konsentrasi logam berat dari sampel rumput laut (*E. cotonii*), air dan sedimen menunjukkan nilai yang berbeda-beda. Kandungan logam berat tertinggi untuk semua sampel ialah pada sampel rumput laut dengan akumulasi Pb yaitu 0.0665 mg/kg, Cd sebesar 0.0516 mg/kg, dan As berkisar 0.7253 mg/kg (Tabel 4).

***Contamination Factor (CF)***

Hasil intepretasi *Contamination Factor* logam berat pada perairan laut wongsorejo menunjukkan nilai tertinggi ialah faktor kontaminasi oleh logam berat As yaitu 0.3225 dan nilai terendah ialah logam berat Cd yaitu 0.00002. Tingkat kontaminasi pada semua sampel ialah rendah berdasarkan rumus perhitungan *Contamination Factor* (Tabel 5).

***Index Geoaccumulation (Igeo)***

*Index geoaccumulation* bertujuan untuk mengetahui kontaminasi antropogenik atau cemaran dalam sedimen. Berdasarkan hasil analisis, dapat diketahui nilai Igeo terendah ialah logam berat timbal (Pb) yaitu bernilai -12,8726 dan tertinggi ialah logam berat As dengan nilai Igeo ialah -2,2173. Berdasarkan nilai kategori pencemarannya (Tabel 3), parameter cemaran logam berat Pb dan As termauk dalam kategori tidak tercemar dengan klasifikasi kelas 0.

**Tabel 4.** Hasil analisis logam berat dan baku mutu

No	Komponen	Logam Berat (mg/L)			Acuan pustaka
		Pb	Cd	As	
1	Rumput Laut	0,0665	0,0516	0,7253	SNI 7387-2009
2	Air	0,0008	0,0019	0,0076	<i>Environmental Protection Agency (EPA) 2007</i>
3	Sedimen	0,0003	0,0019	0,5806	RNO, 1981 dalam Sitorus, 2020
		*0,5	*0,2	*1,0	
	Nilai Baku Mutu	**0.01	**0.001	**0,008	
		***10-70	***0,1-2,0	***8,2	

Keterangan : \*Rumput laut \*\*Air \*\*\*Sedimen

**Tabel 5.** Hasil interpretasi Contamination Factor logam berat

Logam Berat	Nilai CF	Tingkat Kontaminasi
Pb	0,006	Rendah
Cd	0,00002	Rendah
As	0,3225	Rendah

**Bioconcentration Factor (BCF)**

*Bioconcentration factor* (BCF) dari rumput laut jenis *E. cottonii* terhadap logam berat Pb, Cd dan As diperoleh hasil berturut-turut ialah 27,15 ; 83,125 dan 95,43 dengan kategori rendah (BCF<100). Nilai BCF tertinggi ialah logam berat As namun masih dalam kategori rendah (Tabel 6).

**Tabel 6.** Hasil nilai BCF logam berat

Logam berat	Nilai BCF	Kategori akumulatif
Pb	27.15	Rendah
Cd	83.125	Rendah
As	95.43	Rendah

**Kualitas Air**

Parameter kualitas air menjadi parameter pendukung karena pertumbuhan rumput laut sangat ditentukan dengan parameter kualitas air yang sesuai. Hasil pengukuran parameter kualitas air dapat dilihat pada Tabel 7.

Analisis hasil akumulasi logam berat Pb, Cd, dan As pada rumput laut *E.cottonii* diperoleh hasil berturut-turut ialah 0.0665 mg/kg, 0.0516 mg/kg, dan 0.7253 mg/kg. Kandungan Pb ini lebih rendah jika dibandingkan pada studi sebelumnya di Takalar yang mendapatkan konsentrasi Pb hingga 1,2215 ppm (Sudir dkk., 2017). Namun demikian, pada kontaminasi jensi logam berat As di penelitian

ini terukur lebih tinggi dan cenderung lebih tinggi dibandingkan logam berat lainnya. Berdasarkan analisis akumulasi logam berat pada rumput laut jika dibandingkan dengan SNI 7387 tahun 2009 masih dalam kategori aman dengan di bawah standar baku mutu yang telah ditetapkan. Kandungan logam berat As memiliki konsentrasi tertinggi dibandingkan dengan akumulasi Pb dan Cd. Sumber Arsen diperkirakan dari industry dan dari alam berupa pengikisan batuan dan sedimen (Istarani dan Pandebesie, 2014). Adanya kandungan logam berat pada *thallus* rumput laut dapat melalui proses bioakumulasi. Proses bioakumulasi ialah menumpuknya bahan kimia pada rumput laut *E. cottonii* yang memiliki konsentrasi yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan sumbernya yang berasal dari luar (Istarani dan Pandebesie, 2014). Logam berat bersifat mengendap sehingga rumput laut dapat dengan mudah mengakumulasi dalam thallusnya. Anggreani dan Rachmadiarti (2021) menyebutkan bahwa logam berat bisa tersuspensi dan teradsorpsi dalam air atau diserap oleh *thallus* dalam rumput laut. Akumulasi logam berat dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah karakter rumput laut yang bersifat menyerap, faktor temperatur dan salinitas (Sari dkk, 2017).

**Tabel 7.** Parameter Kualitas Air

Parameter	Nilai	Satuan
Suhu	28	°C
Salinitas	30	ppt
pH	7,7	-
Arus	0,2	m/s
Kecerahan	160	cm

Hasil analisis konsentrasi logam berat pada air laut menunjukkan nilai berturut-turut untuk ion

logam berat Pb, Cd, dan As ialah 0,0008, 0,0019, dan 0,0076 (mg/Kg). Hasil perbandingan dengan standar baku mutu konsentrasi logam berat pada air laut oleh Environmental Protection Agency (EPA) (2007) menunjukkan hasil di bawah standar baku mutu dan juga dalam kategori aman. Proses masuknya logam berat dalam perairan melalui mekanisme adsorpsi, emulsi dan pengenceran sebelum akhirnya mengendap dalam substrat dasar. Konsentrasi logam berat pada kolom air di suatu lokasi dapat dipengaruhi oleh hidrodinamika perairan tersebut seperti diantaranya arus, gelombang dan pasang surut perairan. Hanifah dkk (2019) menambahkan bahwa rendahnya kandungan logam berat di suatu perairan diakibatkan karena proses pengenceran akibat dipengaruhi oleh pasang surut dan arus. Fluktuasi temperatur pula dapat mempengaruhi akumulasi logam berat. Menurunnya, temperatur perairan dapat membuat logam berat tidak larut dalam perairan. Temperatur yang turun juga mengakibatkan menurunnya salinitas. Menurut Saraswati & Rachmadiarti (2021) salinitas yang menurun dapat menyebabkan meningkatnya akumulasi logam berat. Hal tersebut berkaitan dengan proses pengenceran dan hidrodinamika yang terjadi secara alami di perairan. Tidak hanya itu, proses distribusi oleh arus pula mempengaruhi akumulasi logam berat yang terdapat pada kolom air dan sedimen.

Hasil analisis logam berat pada sedimen menunjukkan hasil 0.0003 mg/kg untuk logam berat Pb, 0.0019 mg/kg untuk Cd, dan 0.5806 mg/kg untuk konsentrasi As. Nilai tersebut diperkirakan karena cemaran As yang paling tinggi dari pencemaran industri dan sumber alam (batuan dan sedimen) yang terlarut di perairan (Istarani dan Pandebesie, 2014). Berdasarkan *Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin* (RNO), 1981 dalam Sitorus (2020) menunjukkan hasil di bawah standar baku mutu dan dalam kategori aman. Logam berat yang masuk dalam perairan akan terjadi proses kelarutan di kolom air, namun apabila logam berat tidak larut dalam air maka akan mengendap pada dasar perairan. Adanya endapan yang terjadi akan berakibat pada tingginya kandungan logam berat pada sedimen. Kandungan logam berat Pb, Cd, dan As pada sedimen perairan Wongsorejo cenderung memiliki konsentrasi yang sama apabila dibandingkan dengan kandungan

pada air laut, kecuali pada As yang memiliki selisih yang cukup signifikan apabila dibandingkan. Kandungan As pada sedimen jauh lebih tinggi dibandingkan dengan air laut, hal tersebut dikarenakan logam berat yang masuk dalam air akan terjadi proses kelarutan, namun jika logam tersebut tidak larut dalam air, maka selanjutnya akan mengendap pada sedimen perairan (Roehyatu, 2010).

Karakter logam berat yang mudah mengendap dan mengikat di dasar perairan mengakibatkan kadar logam berat lebih tinggi dibandingkan dengan air. Selain itu, suhu pula menjadi salah satu faktor akumulasi logam berat di sedimen. Paramita (2017) menyebutkan bahwa meningkatnya temperatur air akan mengurangi adsorpsi senyawa logam berat partikulat, sedangkan menurunnya temperatur air akan meningkatkan adsorpsi logam berat ke partikulat untuk mengendap pada dasar perairan, partikulat ini akan berpotensi menjadi sumber polusi logam berat sekunder di perairan. Akumulasi logam berat pada sedimen juga dipengaruhi oleh tipe sedimen, Arisandy dkk (2012) menyebutkan bahwa kategori sedimen yang memiliki kapasitas mengikat logam berat paling tinggi ke rendah ialah lumpur, lumpur berpasir dan berpasir. Tipe sedimen pada lokasi penelitian ialah berpasir sehingga menjadi dugaan rendahnya akumulasi logam berat di sedimen. Akumulasi dan kelarutan logam berat pula berkaitan dengan karakteristik masing-masing logam berat tersebut. Adanya massa jenis relatif pada masing-masing logam berat dapat mempengaruhi kelarutannya di perairan dan sedimen.

Teridentifikasinya logam berat Pb, Cd dan As pada perairan laut Wongsorejo diduga karena terdapat berbagai aktivitas dan buangan masyarakat sekitar, masuknya bahan bakar minyak kapal nelayan, residu penggunaan pestisida oleh sektor pertanian, dan area transportasi laut. As memiliki konsentrasi cukup tinggi apabila dibandingkan dengan Pb dan Cd pada akumulasi logam berat di rumput laut, air dan sedimen. Menurut Masriadi dkk (2020) menyebutkan bahwa masukan logam berat As besar kemungkinan dikarenakan sektor pertanian yang menggunakan insektisida dan pestisida. Lokasi penelitian di kawasan Wongsorejo sangat dekat dengan sektor pertanian yang cukup luas, sehingga diduga tingginya

akumulasi logam berat arsen berasal dari sektor industri pertanian.

Analisis *contamination factor* bertujuan agar mendapatkan tingkat kontaminasi yang disebabkan oleh unsur logam berat yang bersifat toksik. Hasil perhitungan faktor kontaminasi dari Pb, Cd, dan As berturut-turut adalah 0.006, 0.00002 dan 0.3225. Tingkat kontaminasi pada semua logam berat mengindikasikan tingkat kontaminasi rendah ( $CF < 1$ ). Tingginya nilai kontaminasi disebabkan oleh masuknya bahan beracun atau unsur logam berat ke dalam perairan. Masuknya unsur logam berat dapat berasal dari pemukiman warga padat penduduk, sektor pertanian, dan limbah buangan bahan bakar kapal nelayan (Nurfadhilla, 2020). Nilai perhitungan faktor kontaminasi tertinggi ialah arsen, namun masih dalam kategori kontaminasi rendah.

Nilai indeks geoakumulasi (Igeo) hasil analisis dari sedimen air laut dapat dilihat pada tabel 3. Indeks geoakumulasi (Igeo) Pb, Cd, dan As berturut-turut berada pada nilai -12.8726, -7.8877, dan -2.2173. Nilai ini kurang dari 0 sehingga berada pada kelas 0 dan berarti sedimen termasuk kategori tidak tercemar logam Pb, Cd dan As. Kisaran nilai I-Geo antara negatif (-) hingga positif (+), menunjukkan nilai semakin rendah atau menuju arah negative mengindikasikan sedimen tidak tercemar, sedangkan apabila nilai semakin positif maka tingkat pencemaran semakin tinggi (Edward, 2021).

Hasil interpretasi BCF menunjukkan bahwa seluruh parameter pencemaran logam berat masih memiliki nilai dibawah 100 yang masuk dalam kategori rendah. Hal ini dimungkinkan karena kualitas air laut sangat dinamis dan terpengaruh asupan bahan pencemar dari lingkungan luar.

Berdasarkan ketiga indeks tersebut maka terdapat beberapa korelasi yang dapat terjadi. Rendahnya nilai kontaminasi akan berakibat pula pada nilai geoakumulasi pada sedimen (nilai Igeo rendah). Begitu pula dengan nilai *Bio Concentration Factor* (BCF) yang mana bernilai rendah apabila nilai CF rendah. Hal tersebut dikarenakan nilai kontaminasi dari sumber bahan pencemar di sekitar area penelitian rendah sehingga akumulasi logam berat pada sedimen dan rumput laut rendah.

Sementara itu, seluruh parameter kualitas air yang diukur pada lokasi penelitian masih

menunjukkan pada rentang yang optimal untuk pertumbuhan rumput laut. Suhu perairan yang optimal pada budidaya rumput laut adalah 28-30°C, sementara itu Sanilitas pada kondisi salinitas air laut normal (28-32 ppt) (Khasanah dkk, 2016). Sedangkan arus laut yang terukur (0,2 m/s) masuk dalam kategori yang sangat sesuai (0,15-0,3 m/s) (Numberi dkk, 2020).

## KESIMPULAN

Kandungan logam berat yang terakumulasi pada rumput laut ialah Pb sebesar 0.0665 mg/kg, Cd sebesar 0.0516 mg/kg, dan As berkisar 0.7253 mg/kg. Sampel air laut menunjukkan hasil akumulasi sebesar Pb 0.0008 mg/L, Cd berkisar 0.0019 mg/L, As berkisar 0.0076 mg/L. Sedangkan hasil akumulasi logam berat Pb, Cd dan As berturut-turut pada sedimen ialah 0.0003 mg/kg, 0.0019 mg/kg, dan 0.5806 mg/kg. Seluruh sampel rumput laut, air dan sedimen berada pada bawah ambang batas dan dalam kondisi yang aman. Cemaran logam berat berdasarkan nilai *Contamination Factor* (CF) menunjukkan hasil kontaminasi rendah ( $CF < 1$ ), nilai *Index Geoaccumulation* (Igeo) menunjukkan hasil tidak tercemar (Igeo < 0) dan nilai *Bioconcentration Factor* (BCF) menunjukkan hasil akumulatif rendah (BCF < 100) pada semua sampel.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada dosen pembimbing yang mendukung dalam penelitian ini. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih atas dukungan hibah penelitian Kemendikbut No.1365/UN3.15/PT/2021 tentang keamanan pangan dalam mengatasi stunting di Indonesia. Terakhir, penulis juga mengucapkan terima kasih atas kerjasama dan bantuan rekan-rekan selama proses pengerjaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, T. (2014). Kontaminasi Logam Berat dalam Makanan dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *Jurnal TEKNOBUGA* 2(2). 53-65. <https://doi.org/10.15294/teknobuga.v1i1.6405>
- Ahmad, A. (2021). Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Sedimen dan Air di Sungai

- Jeneberang Kota Makassar. *Window of Public Health Journal*, 1231-1238.
- Alisa, C. A. G., Septyo dan Faizal, I. (2020). Kandungan Timbal dan Kadmium pada Air dan Sedimen di Perairan Pulau Untung Jawa, Jakarta. *Akuatika Indonesia*, 5(1), 21-26. <https://doi.org/10.24198/jaki.v5i1.26523>
- Anasri, Prasetyati, S. B., dan Salsabil, D. R. (2020). Analisis Kualitas Shampo Rumput Laut Jenis *Eucheuma Cottonii*: Studi Kasus Di Pt. Rumah Rumput Laut Bogor, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Bluefin Fisheries*, 2(1), 1-11. <http://dx.doi.org/10.15578/jbf.v2i1.59>
- Anggreani, N., & Rachmadiarti, F. (2021). Analisis Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) pada Rumput Laut di Pantai Sendang Biru Malang. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 10(1), 115-124. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v10n1.p115-124>.
- Arisandy, K. R., Herawati, E. Y., & Suprayitno, E. (2012). Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Gambaran Histologi pada Jaringan *Avicennia Marina* (Forsk.) Vierh Di Perairan Pantai Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan*, 1(1), 15-25. <https://jpp.ub.ac.id/index.php/jpp/article/view/114/108>
- Aritonang, A., Irvina, & Thamrin. (2019). Analisis Kandungan Logam Zn, Cr, dan Cu pada Alga Coklat (*Sargassum* sp.) di Perairan Bungus, Padang Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Riau*.
- Azizah, R., Malau, R., Susanto, A. B., Santosa, G. W., Hartati, R., Irwani, I., & Suryono, S. (2018). Kandungan Timbal Pada Air, Sedimen, Dan Rumput Laut *Sargassum* sp. Di Perairan Jepara, Indonesia. *Jurnal Kelautan Tropis*, 21(2), 155-156. <https://doi.org/10.14710/jkt.v21i2.3010>
- Damayanti, T., Aryawaty, R., & Fauziah, F. (2019). Laju Pertumbuhan Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* (*Kappaphycus alvarezii*) Dengan Bobot Bibit Awal Berbeda Menggunakan Metode Rakit Apung Dan Long Line Di Perairan Teluk Hurun, Lampung. *Maspari Journal: Marine Science Research*, 11(1), 17-22. <https://doi.org/10.56064/maspari.v11i1.8582>
- Edward, E., Munawir, K., Yogaswara, D., Falahuddin, D., Kusnadi, A., Triandiza, T., Helfinalise, H., Lestari, S., & Pesilette, R. N. (2021). Kandungan Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn, Ni dan Senyawa Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) dalam Sedimen di Teluk Jakarta. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 5(1), 1-20. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2021.Vol.5.No.1.104>
- Hanifah, N. N., Rudiyananti, S., & Ain, C. (2019). Analisis Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) di Sungai Silandak, Semarang Heavy Metal Lead (Pb) and Cadmium (Cd) Concentration Analysis in Silandak River, Semarang. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 8(3), 257-264. <https://doi.org/10.14710/marj.v8i3.24264>
- Hidayah, Z., Arisandi, A., & Wardhani, M. K. (2020). Pemetaan Kesesuaian Perairan untuk Budidaya Laut di Perairan Pesisir Kabupaten Situbondo dan Banyuwangi Jawa Timur. *Rekayasa*, 13(3), 307-316. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v13i3.9858>
- Istarani, F. F., & Pandebesie, E. S. (2014). Studi Dampak Arsen (As) dan Kadmium (Cd) terhadap Penurunan Kualitas Lingkungan. *Jurnal Teknik ITS*, 3(1), D53-D58. [10.12962/j23373539.v3i1.5684](https://doi.org/10.12962/j23373539.v3i1.5684)
- Khasanah, U., Samawi, M. F., & Amri, K. (2016). Analisis kesesuaian perairan untuk lokasi budidaya rumput laut *eucheuma cottonii* di Perairan Kecamatan Sajoanging Kabupaten Wajo. *Jurnal Rumput Laut Indonesia*, 1(2). <http://journal.indoseaweedconsortium.or.id/index.php/jrli/article/view/29/26>
- Masriadi, M., Patang, P., & Ernawati, E. (2019). Analisis Laju Distribusi Cemar Kadmium (Cd) di Perairan Sungai Jeneberang Kabupaten Gowa. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 5(2), 14-25. <https://doi.org/10.26858/jptp.v5i2.9624>
- Numberi, Y., Budi, S., & Salam, S. (2020). Analisis Oseanografi Dalam Mendukung Budidaya Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*) Di Teluk Sarawandori Distrik Kosiwo Yapen-Papua. *Urban and Regional Studies Journal*, 2(2), 71-75. <https://doi.org/10.35965/ursj.v2i2.569>
- Nurfadhilla, N., Nurruhwati, I., Sudianto, S., & Hasan, Z. (2020). Tingkat Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) pada Tutut



- (*Filopaludina javanica*) di Waduk Cirata Jawa Barat. *Akuatika Indonesia*, 5(2), 61-70. <https://doi.org/10.24198/jaki.v5i2.27268>
- Paramita, R. W. (2017). Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) Dan Kromium (Cr) di Air Permukaan Dan Sedimen: Studi Kasus Waduk Saguling Jawa Barat. *Jurnal Reka Lingkungan*, 5(2). <https://doi.org/10.26760/rekalingkungan.v5i2.%25p>
- Pariakan, A., Mustafa, A., & Indrayani, M. (2019). Karakteristik Oseanografi Kimia Selat Tiworo Utara Sebagai Daya Dukung Lingkungan Dalam Penentuan Lokasi Budidaya Rumput Laut *Eucheuma cottonii*. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 3(3), 390-399. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.03.15>
- Rochyatun, E., Kaisupy, M. T., & Rozak, A. (2010). Distribusi Logam Berat Dalam Air dan Sedimen di Perairan Muara Sungai Cisadane. *Makara Journal of Science*.
- Sanjeewa, K. K. A., Lee, W. W. and Jeon, Y. J. (2018). Nutrients and bioactive potentials of edible green and red seaweed in Korea, *Fisheries and Aquatic Sciences*, 21(1), pp. 1–11. <https://doi.org/10.1186/s41240-018-0095-y>
- Saraswati, A. R., & Rachmadiarti, F. (2021). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Rumput Laut di Pantai Sendang Biru Malang. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 10(1), 67-76. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v10n1.p67-76>
- Sari, C.A (2018). Analisa Kandungan Arsen (As) Pada Kerang (Bivalvia) yang Berasal dari Perairan Teluk Nibung Tanjung Balai Tahun 2017. Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Sitorus S. Yerwanto, dan Rudy. (2020). Analisis Kadar Logam Pb, Cd, Cu dan As pada Air, Sedimen, dan Bivalvia di Pesisir Teluk Balikpapan. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 7(2), 89-94. <https://doi.org/10.31258/dli.7.2.p.89-94>
- Sudir, S., Yulica, Burhanuddin, Tadjuddin. (2017). Analisis Kandungan Logam Berat As, Cd dan Pb pada *Eucheuma cottonii* dari Perairan Takalar serta Analisis Maximum Tolerable Intake pada Manusia. *Majalah Farmasi dan Farmakologi*, 21(3):63-66. <https://doi.org/10.20956/mff.v21i3.6856>
- Sunarpi, S., Prasedya, E. S., Jupri, A., Sunarwidhi, A. L., Ilhami, B. T. K., & Widyastuti, S. (2020). Pelatihan yang Dibarengi dengan Demontrasi Teknik Budidaya *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma striatum* dengan Sistim Rakit Apung untuk Meningkatkan Kualitas Hasil Rumput Laut di Teluk Ekas Lombok Timur. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 3(1). 10.29303/jpmppi.v3i1.448
- Supriyantini, E. and Hadi E., (2015). Kandungan logam berat besi (Fe) pada air, sedimen, dan kerang hijau (*Perna viridis*) di perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(1). <https://doi.org/10.14710/jkt.v18i1.512>
- Yuwandita, A. Y. (2018). Pengaruh Kedalaman Pengambilan Sampel terhadap Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen di Pesisir Lamongan, Jawa Timur (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).