

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Air Laut**

Laut adalah kumpulan air asin dalam jumlah yang banyak dan luas yang menggenangi dan membagi daratan atas benua atau pulau (Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi keempat 2008). Laut merupakan air yang menutupi permukaan tanah yang sangat luas dan umumnya mengandung garam dan berasa asin. Biasanya air mengalir yang ada di darat akan bermuara ke laut (Lianda, et al., 2015). Satu liter air laut sebesar 96,5% merupakan air murni dan 3,5% sisanya berupa material lain seperti garam-garaman, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut (Rizal, 2021).

Kandungan garam di setiap laut berbeda-beda tergantung kepada proses alaminya. Air laut memiliki kadar garam karena bumi dipenuhi dengan garam mineral yang terdapat di dalam batu-batuhan dan tanah. Air sungai yang mengalir ke lautan serta ombak yang memukul pantai akan membawa dan menghasilkan garam. Hal tersebut yang menyebabkan air laut menjadi asin karena banyak mengandung garam (Prastuti, 2019).

#### **2.2 Baku Mutu Air Laut**

Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 menyatakan bahwa baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air. Kadar salinitas untuk perairan pelabuhan, wisata bahari, dan biota laut bersifat alami. Alami adalah kondisi normal pada suatu lingkungan dimana kadar garam setiap saat (siang, malam, dan musim) bervariasi (PP No. 22, 2021). Baku mutu air laut untuk biota laut menurut KepMen LH No.51 tahun 2004 dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
	<b>FISIKA</b>		
1.	Kecerahan <sup>a</sup>	m	coral: >5 mangrove: - lamun: >3
2.	Kebauan	-	alam <sup>i</sup> <sup>3</sup>
3.	Kekeruhan <sup>a</sup>	NTU	<5
4.	Padatan tersuspensi total	mg/l	coral: 20 mangrove: 80 lamun: 20
5.	Sampah	-	nihil <sup>1(4)</sup>
6.	Suhu <sup>c</sup>	°C	alam <sup>i</sup> <sup>3(c)</sup> coral: 28-30 <sup>(c)</sup> mangrove: 28-32 <sup>(c)</sup> lamun: 28-30 <sup>(c)</sup>
7.	Lapisan minyak <sup>5</sup>	-	nihil <sup>1(5)</sup>
	<b>KIMIA</b>		
1.	pH <sup>d</sup>	-	7-8,5 <sup>(d)</sup>
2.	Salinitas <sup>e</sup>	%o	alam <sup>i</sup> <sup>3(e)</sup> coral: 33-34 <sup>(e)</sup> mangrove: s/d 34 <sup>(e)</sup> lamun: 33-34 <sup>(e)</sup>
3.	Oksigen terlarut (DO)	mg/l	>5
4.	BOD5	mg/l	20
5.	Ammonia total (NH <sub>3</sub> -N)	mg/l	0,3
6.	Fosfat (PO <sub>3</sub> -P)	mg/l	0,015
7.	Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	0,008

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
8.	Sianida ( $\text{CN}^-$ )	mg/l	0,5
9.	Sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ )	mg/l	0,01
10.	PAH (Poliaromatik hidrokarbon)	mg/l	0,003
11.	Senyawa Fenol total	$\mu\text{g/l}$	0,002
12.	PCB total	mg/l	0,01
		MBAS	
13.	Surfaktan (deterjen)	mg/l	1
14.	Minyak & lemak	$\mu\text{g/l}$	1
15.	Pestisida <sup>f</sup>	$\mu\text{g/l}$	0,01
16.	TBT (tributil tin) <sup>7</sup>	$\mu\text{g/l}$	0,01
	<b>Logam terlarut:</b>		
17.	Raksa (Hg)	mg/l	0,001
18.	Kromium heksavalen (Cr(VI))	mg/l	0,005
19.	Arsen (As)	mg/l	0,012
20.	Kadmium (Cd)	mg/l	0,001
21.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,008
22.	Timbal (Pb)	mg/l	0,008
23.	Seng (Zn)	mg/l	0,05
24.	Nikel (Ni)	mg/l	0,05
	<b>BIOLOGI</b>		
1.	Coliform (total) <sup>g</sup>	MPN/100 ml	1000 <sup>(g)</sup>
2.	Pathogen	Sel/100 ml	Nihil <sup>1</sup>
3.	Plankton	Sel/100 ml	Tidak bloom <sup>6</sup>
	<b>RADIO NUKLIDA</b>		
1.	Komposisi yang tidak diketahui	Bq/l	4

Catatan:

1. Nihil adalah tidak terdeteksi dengan batas deteksi alat yang digunakan (sesuai dengan metode yang digunakan)

2. Metode analisa mengacu pada metode analisa untuk air laut yang telah ada, baik internasional maupun nasional.
3. Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim).
4. Pengamatan oleh manusia (visual).
5. Pengamatan oleh manusia (visual). Lapisan minyak yang diacu adalah lapisan tipis (thin layer) dengan ketebalan 0,01mm
6. Tidak *bloom* adalah tidak terjadi pertumbuhan yang berlebihan yang dapat menyebabkan eutrofikasi. Pertumbuhan plankton yang berlebihan dipengaruhi oleh nutrien, cahaya, suhu, kecepatan arus, dan kestabilan plankton itu sendiri.
7. TBT adalah zat antifouling yang biasanya terdapat pada cat kapal
  - a. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan < 10% kedalaman euphotic
  - b. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan < 10% konsentrasi rata2 musiman
  - c. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan < 2°C dari suhu alami
  - d. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan < 0,2 satuan pH
  - e. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan < 5% salinitas rata-rata musiman
  - f. Berbagai jenis pestisida seperti: DDT, Endrin, Endosulfan dan Heptachlor
  - g. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan < 10% konsentrasi rata-rata musiman

## 2.3 Komponen Utama Kimia Air Laut

Air laut secara kimiawi mengandung lebih dari 80 unsur, gas dan senyawa organik terlarut dengan nilai pH antara 7,5 - 8,5. Konsentrasi campuran unsur-unsur tersebut beragam dan berbeda tergantung pada faktor geografis dan fisik dari pengukuran salinitas air laut (Paweka, 2017). Dibawah ini merupakan ion-ion utama penyusun air laut.

### 2.3.1 Natrium (Na)

Natrium adalah salah satu unsur alkali utama dan merupakan kation yang penting di perairan. Hampir semua senyawa natrium mudah larut dalam air dan bersifat sangat reaktif. Hampir semua perairan alami mengandung natrium, dengan kadar bervariasi antara 1 mg/liter hingga ribuan mg/liter. Kadar natrium pada perairan laut dapat mencapai 10.500 mg/liter atau lebih. Satu liter air laut mengandung sekitar 30 gr NaCl yang terdiri atas ± 11 gram natrium (Hoiriyyah, 2019).

### 2.3.2 Klorida (Cl)

Ion klorida adalah salah satu anion anorganik utama yang ditemukan di perairan alami yang memiliki jumlah lebih banyak daripada anion halogen lainnya. Kadar klorida tiap senyawa berbeda-beda. Klorida biasanya terdapat dalam bentuk senyawa

natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ), kalium klorida ( $\text{KCl}$ ) dan kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ). Klorida tidak bersifat toksik pada makhluk hidup, sebaliknya klorida berperan dalam pengaturan tekanan osmotik sel. Ion klorida terdapat dalam bentuk senyawa. Banyak senyawa kimia dalam kehidupan sehari-hari yang mengandung klorida (Nurhayati, 2015).

Keberadaan klorida pada perairan alami berkisar antara 2-20 mg/liter. Kadar klorida ini juga bervariasi menurut iklim. Pada perairan di wilayah beriklim basah (humid), kadar klorida biasanya kurang dari 10 mg/liter. Sedangkan pada perairan di wilayah semi-arid dan arid (kering), kadar klorida mencapai ratusan mg/liter (Ali dan Nuranto, 2019).

### 2.3.3 Sulfur/Sulfat ( $\text{SO}_4$ )

Sulfat secara alami hadir di permukaan air sebagai  $\text{SO}_4^{2-}$  yang muncul dari pengendapan atmosfer oleh aerosol samudera dan pencucian senyawa belerang, baik sulfat mineral seperti gipsum atau mineral sulfida seperti pirit, dari batuan sedimen. Sulfat adalah bentuk belerang yang stabil dan teroksidasi dan mudah larut dalam air (dengan pengecualian Timbal (Pb), Barium (Ba) dan Stronsium Sulfat ( $\text{SrSO}_4$ ) yang mengendap). Pelepasan industri dan presipitasi atmosfer juga dapat menambahkan sejumlah besar sulfat ke permukaan air (Chapman, 1996).

Sulfur berikatan dengan ion hidrogen dan oksigen saat di perairan. Bentuk sulfur di perairan terbagi menjadi sulfida ( $\text{S}^{2-}$ ), hidrogen sulfida ( $\text{H}^2\text{S}$ ), ferro sulfida ( $\text{FeS}$ ), sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ), sulfit ( $\text{SO}_3$ ), dan sulfat ( $\text{SO}_4$ ). Sulfat yang berikatan dengan hidrogen akan membentuk asam sulfat, sedangkan sulfat yang berikatan dengan logam alkali merupakan bentuk sulfur (Madjid, et al., 2018).

#### **2.3.4 Magnesium (Mg)**

Magnesium (Mg) adalah logam alkali tanah yang jumlahnya cukup melimpah pada perairan alami. Sumber utama magnesium di perairan adalah ferro magnesium (FeMg) dan magnesium karbonat ( $MgCO_3$ ) yang terdapat pada batuan. Magnesium bersifat lebih mudah larut daripada kalsium sehingga jarang mengalami presipitasi. Magnesium hidroksida mengalami presipitasi pada  $pH > 10$ . Magnesium sulfat bersifat sangat mudah larut, sehingga perairan yang mengalami kontak dengan kedua senyawa tersebut akan mengandung banyak magnesium (Chapman, 1996)

#### **2.3.5 Kalsium (Ca)**

Sumber utama kalsium di perairan berasal dari batuan dan tanah. Kalsium pada batuan terdapat dalam bentuk mineral batu kapur *limestone*, *dolomite*, *apatite*, *calcite*, *pyroxene*, *amphiboles*, *dan gypsum*. Kadar kalsium pada perairan tawar dan laut berbeda. Perairan tawar biasanya kurang dari 15 mg/liter, sedangkan untuk perairan yang berada di sekitar batuan karbonat antara 30-100 mg/liter. Pada perairan laut sekitar 400 mg/liter, sedangkan pada perairan yang diperuntukan bagi air minum, kadar kalsium sebaiknya tidak lebih dari 75 mg/liter (Chapman 1996).

#### **2.3.6 Potassium/Kalium (K)**

Kalium biasanya ditemukan dalam bentuk ionik dan garamnya sangat larut. Hal ini mudah dimasukkan ke dalam struktur mineral dan terakumulasi oleh biota air karena merupakan unsur nutrisi penting. Pada perairan alami kalium sebagai  $K^+$  ditemukan dalam konsentrasi rendah. Hal ini dikarenakan batuan yang mengandung kalium relatif tahan terhadap pelapukan. Namun, terdapat garam kalium yang ternyata banyak digunakan dalam industri dan pupuk untuk pertanian. Oleh karena itu, unsur kalium dapat memasuki air tawar melalui limbah industri dan limpasan dari lahan pertanian yang kemudian berakhir mengalir ke laut. Konsentrasi kalium di

perairan alami biasanya kurang dari  $10 \text{ mgL}^{-1}$ , sedangkan konsentrasi setinggi 100 dan  $25.000 \text{ mg L}^{-1}$  dapat terjadi di sumber air panas dan air asin (Chapman, 1996; Wardi, 2016).

## 2.4 Energi Listrik

Energi adalah bagian utama semua kegiatan manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Energi dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja, oleh karena itu sifat dan bentuk energi dapat berbeda sesuai dengan fungsinya. Kebutuhan konsumsi energi pada manusia dapat dibedakan menjadi beberapa kelompok sektor, yaitu kelompok pembangkit listrik, pemakaian industri, transportasi, komersial dan rumah tangga (Supian, et al., 2015).

Energi terbarukan sebagaimana disebutkan dalam UU No. 30 tahun 2007 tentang energi, merupakan energi yang berasal dari sumber-sumber terbarukan antara lain panas bumi, angin, bioenergi, sinar matahari, aliran dan terjunan air, serta gerakan dan perbedaan suhu lapisan laut. Energi terbarukan memanfaatkan sumber energi ramah lingkungan yang tidak mencemari lingkungan dan tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim dan pemanasan global. Hal ini karena energi yang didapatkan berasal dari proses alam yang berkelanjutan, seperti sinar matahari, angin, air, biofuel, dan geothermal (Lumbangaol, 2007). Indonesia memiliki potensi besar dalam mengembangkan energi terbarukan yang dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Potensi Energi Terbarukan di Indonesia

Jenis Energi Terbarukan	Potensi (Mega Watt)
Angin	950
Surya ( <i>Solar Power</i> )	11.000
Air ( <i>Hydro Power</i> )	75.000
Biomassa	32

Jenis Energi Terbarukan	Potensi (Mega Watt)
Biofuel	32
Energi Laut	60.000
Panas Bumi ( <i>Geothermal</i> )	29.000

Sumber: Jurnal Energi, 2016

Tanda bahwa air laut mengandung arus listrik adalah adanya unsur Natrium Clorida (NaCl) yang tinggi diuraikan oleh  $H_2O$  menjadi  $Na^+$  dan  $Cl^-$ . Adanya partikel muatan bebas pada larutan akan membentuk arus listrik (Adriani, 2020). Larutan adalah campuran homogen yang terdiri dari dua zat pelarut (*solvent*) dan terlarut (*solute*). Zat pelarut memiliki jumlah lebih banyak daripada zat terlarut. Hal ini dikarenakan zat pelarut akan bertindak sebagai medium untuk pelarutan contohnya air, sedangkan zat terlarut dengan jumlah yang sedikit akan dilarutkan sebagai pelarut. Larutan yang dapat menghantarkan listrik disebut larutan elektrolit. Sedangkan larutan yang tidak dapat menghantarkan listrik disebut larutan non elektrolit (Mulyani & Hendrawan, 2003).

#### 2.4.1. Larutan Elektrolit

Elektrolit pada umumnya dapat berbentuk asam, basa maupun garam. Hal ini menandakan bahwa larutan garam dapat berfungsi menjadi sumber tegangan listrik (Bengi, et al., 2018). Larutan elektrolit dapat menghantarkan listrik disebabkan oleh ion-ion pada zat elektrolit tersebut telah terurai karena pengaruh arus listrik. Dalam hal ini, gaya tarik menarik yang terjadi antara molekul air dengan partikel zat pada larutan elektrolit cukup kuat untuk memutuskan ikatan antar partikel zat. Putusnya ikatan partikel tersebut menyebabkan partikel-partikel zat dapat lepas sebagai ion-ion bebas yang dapat menghantarkan listrik (Rivai, 1995).

Hantaran listrik dalam larutan elektrolit dilakukan oleh ion positif dan ion negatif. Cara kerjanya yaitu ion positif bergerak ke elektroda negatif berupa keping yang terhubung ke kutub negatif.

Sedangkan ion negatif akan bergerak ke elektroda positif, kemudian melepaskan elektronnya ke elektroda dan menjadi gugus atom netral. Berbeda dengan ion negatif, ion positif yang telah sampai ke elektroda negatif akan menarik elektron dari elektroda dan menjadi atom netral. Hantaran listrik pada larutan elektrolit berasal dari elektron-elektron elektroda negatif ke elektroda positif yang diangkut oleh ion-ion elektrolit (Maulana, 2018).

Larutan elektrolit dibedakan menjadi dua yaitu, elektrolit kuat dan elektrolit lemah. Larutan elektrolit kuat adalah larutan dengan kandungan ion-ion terlarut yang dapat menghantarkan arus listrik sangat baik sehingga proses serah terima elektron berlangsung cepat dan energi yang dihasilkan cukup besar. Sebaliknya, larutan elektrolit lemah mengandung ion-ion terlarut dengan kecenderungan terionisasi sebagian. Oleh karena itu, dalam proses serah terima elektron relatif lambat dan energi yang dihasilkan kecil. Meskipun demikian proses elektrokimia tetap terjadi (Mukminin, et al., 2018).

Faktor yang mempengaruhi daya hantar listrik dari suatu larutan bukan hanya larutan elektrolit kuat dan elektrolit lemah, melainkan juga dipengaruhi oleh konsentrasi larutan itu sendiri. Larutan elektrolit kuat apabila konsentrasinya bertambah, maka daya hantar listrik atau konduktivitas akan bertambah. Lain halnya dengan larutan elektrolit lemah, konduktivitas molarnya akan bersifat normal pada saat konsentrasi mendekati nol dan akan turun tajam saat konsentrasi bertambah (Sari, 2020).

#### **2.4.2 Larutan Non Elektrolit**

Larutan non elektrolit adalah larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik. Larutan non elektrolit tidak dapat menghantarkan arus listrik disebabkan karena larutan tersebut tidak dapat membentuk ion-ion dalam pelarutnya. Pada larutan non elektrolit, molekul-molekulnya tidak terionisasi dalam larutan, sehingga tidak ada ion yang bermuatan yang dapat menghantarkan

arus listrik. Pada larutan non elektrolit, gaya tarik menarik antar molekul-molekul air dengan partikel-partikel zat tidak cukup kuat untuk memutuskan ikatan antar partikel zat, sehingga partikel-partikel zat tidak dapat lepas sebagai ion-ion bebas (Keenan, 1984).

## 2.5 Reverensi Relevan

Penelitian ini menggunakan beberapa rujukan diantaranya dapat dilihat pada tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2.3 Reverensi Relevan

No.	Penulis dan Judul Penelitian	Hasil	Tahun	Lokasi
1.	Gurum Ahmad Pauzi, Encep Hudaya, Amir Supriyanto, Warsito, Arif Surtono (Analisis Uji Karakteristik Elektrik Air Laut Sebagai Sumber Energi Listrik Terbarukan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keluaran tegangan dari resistansi tanpa beban menunjukkan bahwa variasi volume air laut tidak berpengaruh secara signifikan, tetapi pada pengukuran dengan beban lampu LED <math>1000\ \Omega</math>, energi listrik dari air laut sebanding dengan variasi volume.</li> <li>• Pada pengukuran tegangan menit ke-10 pada resistor beban, pasangan elektroda C-Zn menghasilkan tegangan yang lebih besar daripada pasangan Cu-Al dan Cu-Zn</li> </ul>	2016	Lampung

No.	Penulis dan Judul Penelitian	Hasil	Tahun	Lokasi
2.	Okky Putri Prastuti (Pengaruh Komposisi Air Laut dan Pasir Laut Sebagai Sumber Energi Listrik)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pada percobaan pertama (hanya air laut) menghasilkan tegangan 2,4 V. Komposisi campuran (air laut dan pasir laut) pada variabel 25% dan 50% menghasilkan tegangan sebesar 2,3 V, sedangkan konsentrasi variabel 75% dan 100% hanya menghasilkan tegangan 1,8 V dan 0,9 V.</li> <li>Diidentifikasi bahwa pasir laut juga terdapat kandungan garam dengan menghasilkan tegangan sebesar 0,9 V.</li> </ul>	2017	Surabaya
3.	Satryo B. Utomo, Winarto, Agung S. Widodo, dan I. N. G. Wardana ( <i>The Role of Mineral Sea Water Bonding Process With Graphite-Aluminum Electrodes as Electric Generator</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hasil analisis Ca sebesar 57,45 mg/L, K 322,1 mg/L, SO<sub>4</sub> 1000 mg/L, Cl 8,88 mg/L, Mg 0,65 mg/L, dan Na 14,32 mg/L.</li> <li>Kombinasi elektroda grafit dengan alumunium menghasilkan listrik yang tinggi dibandingkan elektroda grafit tembaga, karbon dan serbuk kayu. Tegangan yang dihasilkan elektroda G-AL sekitar 580 mV, arus 75 nA, dan energy sekitar 43000 p Watt/droplet.</li> </ul>	2019	Jember

No.	Penulis dan Judul Penelitian	Hasil	Tahun	Lokasi
4.	Adriani (Pemanfaatan Air Laut Sebagai Sumber Cadangan Energi Listrik)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Berdasarkan hasil percobaan dijelaskan bahwa jumlah air laut mempengaruhi tegangan yang dihasilkan. <math>1 \text{ L} = 0,86 \text{ V}</math>, <math>2 \text{ L} = 1,85 \text{ V}</math>, <math>3 \text{ L} = 2,57 \text{ V}</math>.</li> <li>Dari hasil penelitian yang dilakukan bahwa tegangan yang terdapat pada 1 wadah air laut diperoleh <math>0,68 \text{ V}</math>, dengan keterangan lampu mati, dan untuk 4 wadah air laut diperoleh tegangan <math>3,87 \text{ V}</math> dengan keterangan lampu hidup.</li> </ul>	2020	Makassar
5.	Sri Nengsih (Potensi Air Laut Aceh Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lokasi air laut di Ujung Pancu menghasilkan tegangan <math>1,2 \text{ V}</math>, <math>2 \text{ V}</math> dan <math>2,8 \text{ V}</math> untuk variasi volume air laut <math>600 \text{ ml}</math>, <math>800 \text{ ml}</math> dan <math>1000 \text{ ml}</math>. Pada lokasi air laut Kahju dan Alue Naga didapati juga terjadi peningkatan tegangan listrik terhadap pertambahan volume air laut dari <math>0,2 \text{ V}</math> sampai <math>0,6 \text{ V}</math>.</li> <li>Pada volume air <math>600 \text{ ml}</math>, nilai hubungan arus-tegangan tertinggi berlokasi di Ujung Pancu. Volume air <math>800 \text{ ml}</math> dan <math>1000 \text{ ml}</math>, nilai hubungan arus-</li> </ul>	2020	Banda Aceh

		tegangan tertinggi masih pada lokasi Ujung Pancu. Namun dari hasil pengukuran volume 800 ml dan 1000 ml, nilai tegangan yang didapati pada lokasi air laut Kahju dan air laut Alue Naga sama, sedangkan nilai arus yang diukur lebih tinggi lokasi Kahju daripada Lokasi air laut Alue Naga.		
--	--	--	--	--

## 2.6 Hipotesis

Berdasarkan latar belakang dan teori-teori yang telah dibahas, maka dirumuskan hipotesis sebagai berikut:

- 1) Komponen kimia air laut diduga memiliki perbedaan nyata pada setiap konsentrasi nilai yang dihasilkan di lokasi penelitian.
- 2) Komponen kimia air laut diduga memiliki hubungan positif dan signifikan terhadap potensi tegangan listrik yang dihasilkan.