

**IDENTIFIKASI PLANKTON DAN ANALISIS KANDUNGAN LOGAM  
BERAT DALAM PLANKTON DI CAGAR ALAM LAUT  
KEPULAUAN KRAKATAU**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**VIELDA RAHMAH AFRIYANTI**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

## ABSTRAK

### IDENTIFIKASI PLANKTON DAN ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT DALAM PLANKTON DI CAGAR ALAM LAUT KEPULAUAN KRAKATAU

Oleh

VIELDA RAHMAH AFRIYANTI

Cagar Alam Laut Krakatau terletak di Selat Sunda yang merupakan jalur transportasi laut. Selain itu, kawasan ini juga memiliki Gunung Anak Krakatau yang masih aktif mengeluarkan material vulkanik. Kedua aktivitas ini berpotensi menyebabkan pencemaran perairan. Salah satu pencemar yang sulit terdegradasi dan bersifat toksik adalah logam berat. Akumulasi logam berat di perairan dapat memberikan efek berbahaya bagi biota laut salah satunya adalah plankton. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis-jenis plankton dan mengetahui konsentrasi logam berat yang terdapat di dalam tubuh plankton. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2017 – Februari 2018, diawali pengambilan sampel pada tanggal 26 April – 28 April 2017 di Pulau Anak Krakatau, Pulau Panjang, dan Pulau Rakata (Lagoon Cabe). Identifikasi plankton di Laboratorium Biomolekuler Jurusan Biologi, preparasi sampel di Laboratorium Analitik Jurusan Kimia, dan analisis sampel di UPT Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Universitas Lampung. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif-eksplorasi, data yang diperoleh akan dianalisis secara deskriptif.

Hasil identifikasi plankton didapat 25 spesies yang digolongkan dalam 8 kelas. Nilai indeks keanekaragaman plankton di perairan ini sedang dan tidak ada spesies plankton yang mendominasi. Kandungan logam berat Pb, Zn, Cr, Cd, Co, Ag, Mn dan Ni pada plankton dan air laut berada di bawah standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh EPA (*Environmental Protection Agency*), KEPMEN LH no 51 tahun 2004, EIA (*Environmental Impact Assessment*), dan MI EPA (*Marine Institute for Environmental Protection Agency*). Kondisi lingkungan di Perairan Cagar Alam Laut Kepulauan Krakatau masih tergolong baik berdasarkan hasil pengukuran yang berada di dalam kisaran baku mutu yang ditetapkan oleh KEPMEN LH No 51 tahun 2004.

**Kata kunci :** Cagar Alam Laut Kepulauan Krakatau, Plankton, Logam Berat.

**IDENTIFIKASI PLANKTON DAN ANALISIS KANDUNGAN LOGAM  
BERAT DALAM PLANKTON DI CAGAR ALAM LAUT  
KEPULAUAN KRAKATAU**

Oleh

**VIELDA RAHMAH AFRIYANTI**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Biologi  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

**Judul Skripsi : IDENTIFIKASI PLANKTON DAN ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT DALAM PLANKTON DI CAGAR ALAM LAUT KEPULAUAN KRAKATAU**

**Nama Mahasiswa : Vielda Rahmah Afriyanti**

**Nomor Pokok Mahasiswa : 1417021124**

**Program Studi : Biologi**

**Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

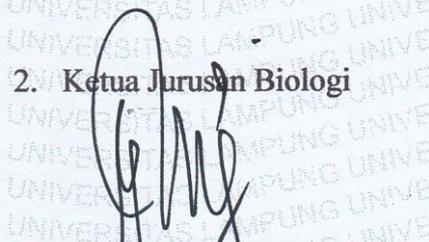
**Pembimbing I**

  
**Endang Linirin Widiastuti, Ph.D.**  
NIP 19610611 198603 2 001

**Pembimbing II**

  
**Dra. Sri Murwani, M.Sc.**  
NIP 19530709 198403 2 001

**2. Ketua Jurusan Biologi**

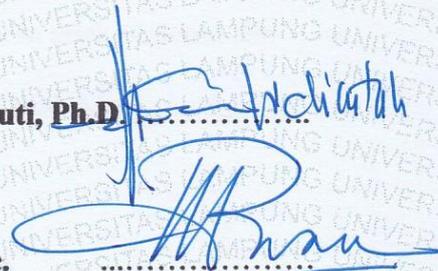
  
**Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc**  
NIP 19660305 199103 2 001

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua**

**: Endang Linirin Widiastuti, Ph.D.**



**Sekretaris**

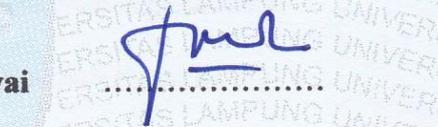
**: Dra. Sri Murwani, M.Sc.**



**Penguji**

**Bukan Pembimbing**

**: Prof. Dr. Ida Farida Rivai**

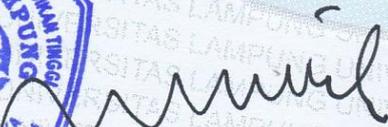


**Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**Prof. Warsito, S.Si, D.E.A., Ph.D.**

**NIP 19710212 199512 1 001**



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 1 Februari 2018**

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Musi Banyuasin, pada tanggal 28 Februari 1996. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara oleh pasangan Bapak Mulyono dan Ibu Siti Karyani.

Penulis mulai menempuh pendidikan pertamanya di Taman Kanak-Kanak Santoluis Banyuasin pada tahun 2000. Pada tahun 2001, penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 139 Palembang. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 54 Palembang pada tahun 2007. Pada tahun 2010 penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 13 Palembang.

Pada tahun 2014, penulis tercatat sebagai salah satu mahasiswa Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di Universitas Lampung melalui Jalur Kemitraan. Selama menjadi mahasiswa di Jurusan Biologi FMIPA Unila, Penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Biologi umum Jurusan Kimia, Biologi Umum Jurusan Biologi, dan Karsinologi. Penulis juga aktif di Organisasi Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) FMIPA Unila sebagai anggota Bidang Dana dan Usaha (DANUS) pada tahun 2015-2016.

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Jayasakti, Kecamatan Anak Tuha, Kabupaten Lampung Tengah pada Januari-Februari 2017 dan melaksanakan Kerja Praktik di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung pada Juli-Agustus 2017 dengan judul “**Kultur Fitoplankton *Nitzschia* sp. Skala Laboratorium Di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung**”.

## **MOTTO**

*“Siapa yang menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka ALLAH  
Akan mudahkan baginya jalan menuju surga.”  
(HR. Muslim, no. 2699)*

*“ALLAH tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya,  
ia mendapat pahala (dari kebaikan) yang diusahakannya dan ia mendapat siksa  
(dari kejahatan) yang diusahakannya.”  
(Al-Baqarah ayat 286)*

*“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah  
selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain), dan  
hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.”  
(Al-Insyirah ayat 6-8)*

## **PERSEMBAHAN**

*Bisnillahirrahmanirrahim*

*Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan*

*Rahmat, Ridho, dan Karunia-Nya yang tak henti-hentinya Dia berikan,*

*Kupersembahkan karya kecilku ini untuk:*

*Bapak dan Ibuku tercinta yang senantiasa mengucap namaku dalam do'a,*

*mencurahkan kasih dan sayangnnya untukku, serta selalu mendukung dan*

*Memotivasi dalam setiap langkahku,*

*Kedua adikku tersayang yang juga selalu mendo'akan dan*

*memberikan semangat,*

*Bapak dan Ibu Dosen yang selalu memberikanku ilmu yang bermanfaat, yang*

*membuat diriku memahami akan kebesaran Allah SWT dan membantu*

*dalam mengapai kesuksesan,*

*Teman-teman, kakak-kakak, dan adik-adik yang selalu memberikanku*

*pengalaman berharga, motivasi, dan semangat,*

*Serta Almamaterku tercinta.*

## SANWACANA

Alhamdulillahirobbil'alamin,

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT, Dzat yang Maha Besar, Maha Memiliki Ilmu, serta lantunan sholawat beriring salam menjadi persembahan penuh kerinduan pada suri tauladan kita, Rasulullah Muhammad SAW.

Penulis telah menyelesaikan skripsi dengan judul **“IDENTIFIKASI PLANKTON DAN ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT DALAM PLANKTON DI CAGAR ALAM LAUT KEPULAUAN KRAKATAU”** yang merupakan bagian dari penelitian institusi- didanai oleh Puslitbang Pesisir dan Kelautan –LPPM Universitas Lampung. Penghargaan dan ucapan terima kasih penulis haturkan kepada semua pihak yang telah berperan atas dorongan, bantuan, saran, kritik, dan bimbingannya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan, antara lain kepada :

1. Ibu Endang Linirin Widiastuti, Ph.D. selaku Pembimbing 1 atas semua ilmu, bantuan, bimbingan, nasihat, saran, dan pengarahan, baik selama perkuliahan maupun dalam penyusunan skripsi
2. Ibu Dra. Sri Murwani, M.Sc. selaku Pembimbing 2 atas semua ilmu, bantuan, bimbingan, nasihat, saran, dan pengarahan, baik selama perkuliahan maupun dalam penyusunan skripsi

3. Ibu Prof. Dr. Ida Farida Rivai selaku Pembahas atas semua ilmu, bantuan, bimbingan, nasihat, saran, dan pengarahan, baik selama perkuliahan maupun dalam penyusunan skripsi
4. Bapak Ir. Salman Farisi, M.Si. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan motivasi baik selama perkuliahan maupun dalam penyusunan skripsi
5. Prof. Warsito, S.Si., D.E.A., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung
6. Ibu Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc. selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung
7. Ibu Dr. Emantis Rosa, M.Biomed. selaku Kepala Laboratorium Biologi Molekuler dan Mbak Nunung Cahyawati, A.Md. selaku laboran yang telah mengizinkan dan membantu penulis melaksanakan penelitian di Laboratorium tersebut.
8. Kedua orang tua, bapak Mulyono, Ibu Siti Karyani serta kedua adik Visilia Rahmah Desinta dan Danang Dewantoro Jati yang selalu mendoakan, memberikan kasih sayang, dan semangat kepada penulis serta selalu setia mendengarkan keluh kesah penulis
9. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung, terima kasih telah banyak memberikan ilmu pengetahuan selama perkuliahan
10. BKSDA Lampung yang telah memberikan izin memasuki kawasan Cagar Alam Laut Krakatau dan membantu dalam proses penelitian
11. ABK kapal KM Rakata, Kak Muchlis, Kak Kadek, M. Husien Ferdiansyah, dan Gita Puspita yang telah membantu dalam proses pengambilan sampel

12. Rekan seperjuangan selama penelitian Eka Prasetiawati, Intan Aghniya Safitri, Irani Maya Safira, dan Nabiilah Iffatul Hanuun, terima kasih atas kepedulian, bantuan, kerjasama, dan kebersamaannya selama 9 bulan ini.
13. Sahabat-sahabatku Enda Ngapulisa Sembiring, Reni Agustin, Hona Anjelina Putri, dan Retno Wulantari, terima kasih atas do'a, dukungan, dan semangat yang telah diberikan, serta terima kasih telah menjadi partner terbaik
14. Teman-teman terdekatku Annisa gena, Astri Ayu Andari, Azzah Nabilah, Betara Sona, Diajeng Larasati, Tara Sesafia, Muhammad Hidayat, Mardhi Nopriansyah, Kiki Alendra, Aulia Rozana, Agustin, Nuzulul Istiqomah, dan Nadhiroh Zulfa yang selama di perkuliahan selalu ada untuk membantu, memberi kritik, saran, motivasi, semangat, dan kenangan indah diperkuliahan.
15. Teman-teman terjauhku di Palembang Fitria Rizkiani, Irwan Sanjaya, Mila Rosa Pratiwi, Ardila, Riska Dwi, Putri Widya, Ika Yuli, Olan, Indot, dan Yeni yang selalu memberikan semangat dan do'a dari kejauhan
16. Teman-teman KKN Desa JayaSakti, Kecamatan Anak Tuha, Kabupaten Lampung Tengah Ahmad Syahabudin, Elham Wicaksono, Muhammad Yasin, Sutansyah Ahmad Iman, Amalia Pratiwi, Ayu Purbasari, dan Fanya Alfacia atas bantuan dan kebersamaan selama 40 hari KKN hingga saat ini.
17. Teman-teman Biologi Angkatan 2014 atas keakraban, canda tawa, dukungan, dan kebersamaannya selama ini.
18. Seluruh Kakak dan Adik tingkat Jurusan Biologi FMIPA Unila atas kebersamaannya

19. Prayogi Dhisa Pangestu yang telah memberikan do'a, dukungan dan semangatnya serta selalu setia mendengarkan keluh kesah penulis setiap hari Rabu, Sabtu, dan Minggu.
20. Semua pihak yang tida dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah memberikan dukungan, semangat, kritik, dan saran.
21. Serta almamater Universitas Lampung yang tercinta

Semoga segala kebaikan yang telah diberikan mendapat balasan kebaikan pula dari Allah SWT. Amiin.

Demikianlah, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan baru kepada setiap orang yang membacanya.

Bandar Lampung, 1 Februari 2018

**Vielda Rahmah Afriyanti**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>SAMPUL DEPAN</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN JUDUL DALAM</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>vi</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>viii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>SANWACANA</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	4
D. Manfaat Penelitian .....	4
E. Kerangka Pikir .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
A. Pencemaran Lingkungan .....	7
B. Logam Berat.....	8
1. Pencemaran Logam Berat .....	9

2. Karakteristik Logam Berat.....	10
a. Timbal (Pb) .....	10
b. Kadmium (Cd) .....	11
c. Besi (Fe).....	12
d. Mangan (Mn) .....	13
e. Kromium (Cr) .....	13
f. Kobalt (Co) .....	14
g. Seng (Zn) .....	15
h. Perak (Ag).....	15
i. Nikel (Ni) .....	16
C. Plankton .....	17
D. Cagar Alam Laut Krakatau .....	21
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
A. Waktu dan Tempat.....	23
B. Bahan dan Alat .....	24
C. Metode Penelitian .....	24
D. Pelaksanaan.....	25
1. Pengambilan Sampel .....	25
2. Destruksi Sampel.....	25
3. Identifikasi Jenis Plankton.....	26
4. Tahap Analisis .....	26
E. Parameter Penelitian .....	27
F. Analisis Data.....	27
G. Pengukuran Parameter Lingkungan Cagar Alam Laut Kepulauan Krakatau.....	27
1. Temperatur.....	27
2. Derajat Keasaman (pH) .....	27
3. Salinitas.....	28
4. Kecerahan .....	28
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
A. Jenis Plankton di Perairan CAL Kepulauan Krakatau .....	30
B. Kandungan Logam Berat Pada Plankton di CAL Kepulauan Krakatau .....	33
C. Kondisi Perairan CAL Kepulauan Krakatau.....	39
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>42</b>
A. Simpulan .....	42
B. Saran .....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>43</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>48</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Lokasi Pengambilan Sampel .....	24
2. Logam Berat Pada Plankton .....	34
3. Logam Berat di Air Laut .....	38
4. Parameter Lingkungan .....	39
5. Jenis Plankton.....	49

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Lokasi Pengambilan Sampel di Perairan Gunung Anak Krakatau .....	23
2. Diagram Alir Penelitian .....	29
3. Jenis Plankton Pulau Anak Krakatau .....	30
4. Jenis Plankton Pulau Panjang .....	31
5. Jenis Plankton Pulau Rakata (Lagoon Cabe) .....	31
6. Pengambilan Sampel .....	50
7. Pengukuran Suhu .....	50
8. Pengukuran Salinitas .....	50
9. Botol Sampel Plankton .....	50
10. Identifikasi Plankton .....	50
11. Pemberian HNO <sub>3</sub> 76% .....	50
12. Koordinat Pulau Anak Krakatau .....	51
13. Koordinat Pulau Panjang .....	51
14. Koordinat Pulau Rakata .....	51

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Dua per tiga dari wilayah Indonesia adalah perairan laut yang terdiri dari teluk, selat, laut pesisir, dan laut lepas. Hal ini membuat Indonesia menjadi Negara kepulauan terbesar di dunia (*the largest archipelagic country in the world*). Jumlah pulau yang dimiliki sebanyak 17.508 pulau dengan garis pantai sekitar 81.000 km (Kordi, 2008). Ribuan pulau yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia, terdapat pulau yang berpenghuni maupun tidak berpenghuni, antara lain adalah gugusan kepulauan Krakatau.

Kepulauan Krakatau terdiri dari Pulau Anak Krakatau, Pulau Rakata, Pulau Panjang dan Pulau Sertung. Pada tahun 1919 Krakatau ditetapkan sebagai Cagar Alam dengan No. 83.stbl.392 tanggal 11 Juli 1919, termasuk wilayah perairannya seluas 2.405,10 hektar oleh Gubernur Jenderal Belanda. Tahun 1990, Cagar Alam Kepulauan Krakatau, direvisi dan ditetapkan sebagai Cagar Alam (CA) dengan luas 2.535,10 ha dan Cagar Alam Laut (CAL) dengan luas 11.200 ha oleh Menteri Kehutanan RI Nomor : 85/Kpts/II/1990 tanggal 28 Februari 1990 (BKSDA, 2015).

Kepulauan Krakatau terletak di Selat Sunda, yaitu antara Pulau Jawa dan Pulau Sumatera. Luas daratannya sekitar 3.090 ha yang terdiri dari Pulau

Sertung (1.060 ha), Pulau Panjang (310 ha), Pulau Rakata (1.400 ha) dan Pulau Anak Krakatau (320 ha). Secara geografis Kepulauan Krakatau terletak pada koordinat  $6^{\circ}03'15''$ -  $6^{\circ}10'30''$  LS dan  $105^{\circ}21'15''$  –  $105^{\circ}27'45''$ BT. Sedangkan secara administratif pemerintahan, Kepulauan Krakatau termasuk ke dalam wilayah Desa Pulau Sebesi Kecamatan Rajabasa, Kabupaten Lampung Selatan. Sejak tanggal 5 Juni 1990 pengelolaanya dilaksanakan oleh Balai Konservasi Sumber Daya Alam Lampung (BKSDA, 2006).

Laut menjadi tempat terkumpulnya zat-zat pencemar dari berbagai sungai dan kanal. Salah satu unsur pencemar yang harus diwaspadai keberadaannya karena bersifat toksik adalah logam berat. Logam berat tidak dapat dihancurkan oleh organisme dan terakumulasi ke lingkungan, mengendap di dasar perairan lalu membentuk bersama bahan organik dan anorganik akan membentuk senyawa kompleks secara kombinasi dan absorpsi (Nontji, 1993).

Salah satu biota laut yang dapat terakumulasi oleh logam berat yaitu plankton. Plankton adalah semua kumpulan organisme, baik hewan maupun tumbuhan air yang berukuran mikroskopis dan hidupnya melayang mengikuti arus (Odum, 1998). Plankton dapat dibedakan menjadi dua golongan besar yaitu Fitoplankton (plankton nabati) dan Zooplankton (plankton hewani). Fitoplankton berperan sebagai produsen primer yang mampu membentuk zat organik dari zat anorganik dalam proses fotosintesis, sedangkan Zooplankton berperan sebagai konsumen primer dalam ekosistem perairan (Nontji, 2005).

Logam berat terkonsentrasi dalam tubuh organisme melalui proses bioakumulasi (Darmono, 2001). Bioakumulasi tersebut membuat residu-

residu bahan pencemar seperti logam-logam yang berbahaya masuk ke dalam rantai makanan, melalui proses ini konsentrasi zat racun dapat meningkat secara eksponensial. Plankton yang telah mengandung residu logam berat apabila dikonsumsi oleh organisme seperti ikan-ikan kecil, lalu ikan-ikan kecil akan dimakan oleh ikan-ikan yang lebih besar akan menyebabkan organisme tersebut dapat terakumulasi logam berat (Dantje, 2015).

Kondisi Selat Sunda yang sangat dinamis, seperti aktivitas vulkanik dari Gunung Anak Krakatau, aktivitas transportasi kapal penyebrangan, dan aktivitas rumah tangga dari pulau yang terdekat, membuat kondisi kawasan ini dapat berpotensi tercemar logam berat. Untuk itu, perlu dilakukan penelitian mengenai analisis logam berat pada plankton di daerah tersebut.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu

1. Berapa banyak jenis plankton yang ditemukan di Perairan Cagar Alam Laut Krakatau?
2. Berapakah konsentrasi logam berat Timbal (Pb), Kromium (Cr), Kadmium (Cd), Besi (Fe), Kobalt (Co), Seng (Zn), Perak (Ag), Nikel (Ni), dan Mangan (Mn) yang terdapat di dalam tubuh plankton di Perairan Cagar Alam Laut Krakatau?

### **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui jenis-jenis plankton yang ada di Perairan Cagar Alam Laut Krakatau
2. Untuk mengetahui konsentrasi logam berat Timbal (Pb), Kromium (Cr), Kadmium (Cd), Besi (Fe), Kobalt (Co), Seng (Zn), Perak (Ag), Nikel (Ni), dan Mangan (Mn) yang terdapat di dalam tubuh plankton di Perairan Cagar Alam Laut Krakatau

### **D. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai kandungan logam berat Timbal (Pb), Kromium (Cr), Kadmium (Cd), Besi (Fe), Kobalt (Co), Seng (Zn), Perak (Ag), Nikel (Ni), dan Mangan (Mn) pada plankton dan menjadi bahan pertimbangan mengenai kebijakan pengelolaan kawasan untuk kegiatan penangkapan ikan dan kegiatan lainnya di Perairan Cagar Alam Laut Kepulauan Krakatau, Lampung Selatan.

### **E. Kerangka Pikir**

Cagar Alam Laut Krakatau terletak di Selat Sunda yang mana merupakan jalur penyebrangan kapal utama yang menghubungkan antara Pulau Sumatra dan Pulau Jawa. Kawasan ini juga memiliki Gunung Anak Krakatau yang masih aktif mengeluarkan material vulkanik. Kedua aktivitas ini dapat berpotensi membuat kawasan tersebut tercemar. Salah satu pencemar yang bersifat toksik dan sulit di degradasi adalah logam berat. Logam berat dapat

terkonsentrasi dalam tubuh organisme seperti plankton melalui proses bioakumulasi. Bioakumulasi adalah penumpukkan konsentrasi bahan kimia dari lingkungan masuk ke organisme pertama pada rantai makanan.

Plankton dapat dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu fitoplankton dan Zooplankton. Fitoplankton dan Zooplankton hidup melayang-layang mengikuti arus di perairan. Kondisi inilah yang memudahkan biota laut ini terakumulasi logam berat, karena logam berat yang masuk perairan tidak dapat terdegradasi. Dalam hal ini, fitoplankton memiliki peluang yang besar untuk terakumulasi logam berat karena luas permukaannya lebih besar dibandingkan rasio volumenya, sehingga memiliki kemampuan akumulasi yang tinggi dalam waktu yang relatif singkat. Logam berat pada perairan masuk kedalam fitoplankton melalui membran sel dan terakumulasi dalam sel.

Fitoplankton yang telah terakumulasi logam berat berperan sebagai produsen pertama yang akan dimangsa oleh zooplankton yang berperan sebagai konsumen pertama, kemudian zooplankton dikonsumsi oleh organisme yang lebih besar seperti ikan-ikan kecil, lalu ikan-ikan kecil dimakan oleh ikan-ikan yang berukuran lebih besar, dan pada akhirnya dikonsumsi oleh manusia.

Proses ini dinamakan biomagnifikasi. Biomagnifikasi adalah keadaan di mana polutan terkonsentrasi dan berpindah dari satu tingkat trofik ke tingkat selanjutnya.

Kondisi ini perlu diteliti, untuk mengetahui konsentrasi logam berat di dalam tubuh biota air seperti plankton, sehingga biota air yang ada di Perairan Cagar

Alam Laut Kepulauan Krakatau masih dapat mentolelir logam berat yang ada di perairan tersebut.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Pencemaran Lingkungan

Pencemaran adalah masuknya bahan-bahan pencemar ke dalam lingkungan alami yang dapat mengakibatkan adanya perubahan yang dapat merusak lingkungan. Bahan-bahan pencemar ini dapat mengganggu kesehatan, menyebabkan kematian pada hewan dan manusia serta dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan flora dan fauna. Pencemaran lingkungan adalah adalah masuknya atau dimasukannya suatu zat energi, makhluk hidup, atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya suatu tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau proses alami, yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang baik atau tidak dapat berfungsi lagi karena turunnya kualitas lingkungan sampai tingkat tertentu menurut Undang-undang Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 1982 (Sembel, 2015).

#### 1. Jenis-Jenis Bahan Pencemar (*Pollutant*)

Menurut Sembel (2015), bahan-bahan pencemar di golongan menjadi dua kategori besar yaitu (1) dapat di uraikan secara hayati (*biodegradable*) dan (2) tidak dapat diuraikan secara hayati (*non biodegradable*). Bahan pencemar *biodegradable* umumnya adalah senyawa-senyawa anorganik ( $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), sedangkan bahan pencemar

*non biodegradable* adalah jenis-jenis pestisida hidrokarbon yang mengandung klorin dan jenis-jenis sikldiene seperti aldrien, endrin, dan endosulfan.

Jenis-jenis bahan pencemar dapat dikelompokkan ke dalam tiga kelompok utama berdasarkan sifatnya, yaitu (1) bahan pencemar fisik seperti radiasi ionisasi dan pencemar fisik, (2) pencemar kimiawi seperti hidrokarbon dan produknya yang berasal dari bahan-bahan plastik, pestisida, detergen, pembakaran, senyawa-senyawa organik sintesis, turunan sulfur, fosfat, nitrat, logam berat, fluoride dan partikel mineral (aerosol), dan (3) pencemar hayati seperti mikroorganisme patogenik dan bahan-bahan organik yang sudah membusuk (Sembel, 2015).

## **B. Logam Berat**

Logam berat adalah bahan inorganik yang dikenal dengan “*conservative pollutants*”, di mana masuknya bahan-bahan konservatif ke laut seiring dengan waktu akan semakin bertambah dalam kuantitas (Ompi, 2016).

Menurut Hutagalung (1997) logam berat merupakan unsur-unsur kimia yang densitasnya yang lebih dari  $5 \text{ g/cm}^3$ . Logam berat umumnya bersifat “*trace element*” (Vries *et al*, 2002). Logam-logam berat berbahaya yang sering mencemari lingkungan terutama adalah timbal (Pb), merkuri (Hg), arsenik (As), kadmium (Cd), kromium (Cr), dan nikel (Ni) (Fardiaz, 1992).

Tumbuhan dan organisme memiliki kemampuan yang berbeda untuk mengatur sirkulasi logam-logam ini. Logam berat yang masuk ke dalam

tubuh akan tinggal permanen dan kemungkinan akan terus bertambah (*bioaccumulation*), sehingga berbahaya bagi kehidupan makhluk hidup. Bioakumulasi adalah materi yang masuk menyebabkan adanya peningkatan konsentrasi di air laut, sedimen, dan biota baik yang diperbolehkan bagi lingkungan dan manusia ataupun di atas konsentrasi alamiah (Ompi, 2016).

### **1. Pencemaran Logam Berat**

Pencemaran laut didefinisikan sebagai dampak negatif bagi kehidupan ekosistem laut, biota, sumber daya, baik yang disebabkan secara langsung maupun tidak langsung oleh pembuangan limbah atau bahan ke dalam laut (Dahuri, 2003). Beberapa sumber logam berat yang dapat mencemari laut yaitu keausan geologis, industri bahan tambang, industri logam, pemakaian logam, pemakaian senyawa logam, ekskresi manusia atau hewan, dan sampah padat. Sedangkan faktor yang menunjang sulitnya logam-logam berat di dalam laut hilang karena logam berat tidak dapat mengalami pemecahan secara biologis dan logam berat cenderung mengendap di dasar perairan, dengan mengadakan persekutuan bersama senyawa-senyawa organik lainnya (Sumardjo, 2006).

Menurut Sanusi (2006) lingkungan atau ekosistem laut yang mengalami gangguan keseimbangan akibat polutan dapat bersifat tetap (*irreversible*) atau sementara (*reversible*) yang didasarkan pada faktor-faktor berikut :

1. Kelembaman ekosistem atau inerti, berdasarkan kemampuan bertahan terhadap gangguan eksternal

2. Kemantapan ekosistem, berdasarkan besar kecilnya pengaruh perubahan
3. Persistensi ekosistem, berdasarkan lamanya waktu untuk kelangsungan proses normal ekosistem
4. Elastisitas ekosistem, berdasarkan kemampuan ekosistem untuk kembali ke keadaan semula setelah mengalami gangguan
5. Amplitude ekosistem, berdasarkan besarnya skala gangguan dimana daya pulih masih memungkinkan.

Daya toksisitas logam berat terhadap suatu organisme bergantung pada spesies, usia (fase siklus hidup), daya tahan (detoksikasi), lokasi, dan kemampuan individu untuk menghindarkan diri dari pengaruh polusi (Palar, 2004).

## **2. Karakteristik Logam Berat**

### **a. Timbal (Pb)**

Timbal atau timah hitam diambil dari bahasa latin yaitu Plumbum, disingkat Pb. Logam ini berada pada nomor 82 golongan IVA pada table periodik dan mempunyai bobot (BA) 207,2 g/mol. Sifat – sifat timbal berdasarkan Darmono (1995) ialah :

- a. Mempunyai titik lebur yang rendah
- b. Mudah diubah menjadi berbagai bentuk karen merupakan logam yang lunak
- c. Bersifat atif sehingga dapat digunakan melapisi logam untuk mencegah karat.

- d. Timbal dapat membentuk alloy (campuran) dengan logam lainnya, dan alloy yang dihasilkan memiliki sifat yang berbeda dengan timbal yang murni
- e. Memiliki kepadatan yang melebihi logam lain

Kadar dan toksisitas timbal di perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain pH, alkalinitas, kadar oksigen, dan kesadahan (Effendi, 2003). Timbal masuk ke dalam tubuh melalui makanan, minuman, pernapasan, dan penetrasi pada kulit. Jika ada di dalam tubuh manusia, timbal dapat menyerang susunan syaraf, saluran pencernaan, depresi menghambat aktifitas enzim yang berpengaruh pada pembentukan hemoglobin, sehingga dapat menyebabkan anemia. Gejala keracunan timbal antara lain kejang, lesu, lemah, muntah, berkurangnya nafsu makan serta pusing-pusing (Darmono, 1995).

#### **b. Kadmium (Cd)**

Kadmium memiliki nomor atom 49, golongan XIID, periode V pada tabel periodik, berat atom 112,41 g/mol, titik didih 756°C dan titik leleh 320,9°C (Cotton and Wilkinson, 1988). Kadmium dapat masuk ke dalam suatu perairan melalui beberapa cara antara lain dekomposisi atmosfer dari kegiatan industri, kebocoran tanah, erosi tanah dan batuan, air hujan, dan penggunaan pupuk pertanian (Merganof, 2003). Efek keracunan kadmium yaitu kerusakan pada fisiologis tubuh, yaitu ginjal, paru-paru, darah dan jantung, kelenjar reproduksi, indra penciuman, kerapuhan tulang. Logam kadmium bersifat karsinogen (Palar, 2004).

Menurut Sanusi (2006) kisaran kadar Cd di perairan alami yaitu 0,29-0,55 ppb, dengan rata-rata 0,42 ppb. Perairan alami yang bersifat basa, kadmium akan mengalami hidrolisis, teradsorpsi oleh padatan tersuspensi dan akan membentuk ikatan yang kompleks dengan bahan organik. Kadmium akan membentuk ikatan kompleks dengan ligan organik maupun anorganik, antara lain :  $\text{Cd}^{2+}$  ,  $\text{Cd}(\text{OH})^+$  ,  $\text{CdCl}^+$  ,  $\text{CdSO}_4$ ,  $\text{CdCO}_3$ , dan Cd-organik.

**c. Besi (Fe)**

Besi termasuk ke dalam golongan VIII, nomor atom 26 pada tabel periodik, berat atom  $55,85 \text{ g/mol}^{-1}$  (Parulian, 2009). Besi dibutuhkan manusia dalam jumlah kecil  $< 100 \text{ mg/hari}$ , yang berperan bagi metabolisme tubuh (Mulyaningsih, 2009), tetapi kandungan Fe yang melebihi ambang batas akan berdampak terhadap kesehatan manusia diantaranya bisa menyebabkan keracunan (muntah), kerusakan usus, penuaan dini hingga kematian mendadak, radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, sirosis ginjal, sembelit, diabetes, diare, pusing, mudah lelah, hepatitis, hipertensi, insomnia (Parulian, 2009).

Kadar besi (Fe) biasanya ditemukan di air dalam bentuk besi karbonat  $\text{FeCO}_3$ . Bentuk ini tidak menimbulkan warna, akan tetapi apabila terkena udara untuk beberapa waktu akan menjadi presipitat merah coklat presipitat ini akan menyebabkan karat dalam air. Besi sulit ditemukan dalam keadaan bebas, untuk mendapatkan unsur Fe perlu

adanya pemisahan campuran melalui penguraian kimia (Parulian, 2009).

**d. Mangan (Mn)**

Mangan memiliki simbol Mn dan nomor atom 25 golongan VII pada tabel periodik. Mn merupakan logam keras dan sangat rapuh, sulit meleleh, tetapi mudah teroksidasi. Pencemaran Mn berasal dari bahan zat aktif batu baterai yang telah habis digunakan dan dibuang ke sungai maupun pesisir (Palar, 1994). Sumber pencemaran Mn yang lain yaitu pertambangan dan saluran tambang atom (Manahan, 1994).

Mangan termasuk ke dalam salah satu dari tiga elemen penting beracun apabila memiliki konsentrasi tinggi di dalam tubuh, tetapi Mn juga diperlukan oleh manusia untuk bertahan hidup. Setelah diserap dalam tubuh manusia Mn akan diangkut melalui darah ke hati, ginjal, pankreas, dan kelenjar endokrin. Akumulasi logam mangan dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan kerusakan pada sistem saraf pusat. Efek toksisitas logam mangan antara lain gangguan kejiwaan, kerusakan saraf, gejala kelainan otak serta tingkah laku yang tidak normal (Pallar, 1994).

**e. Kromium (Cr)**

Kromium atau yang biasa disingkat Cr memiliki no atom 24, terletak pada periode 4, golongan IVB pada tabel periodik. Kromium berwarna putih, berbentuk kristal keras, tahan korosi. Logam ini tidak dapat teroksidasi oleh udara yang lembab maupun proses pemanasan

cairan. Kromium mudah larut dalam HCl, sulfat, dan perklorat (Koesnarpadi, 2007). Toksisitas Cr terhadap organisme perairan tergantung pada bentuk kromium, pH, dan bilangan oksidasinya (Hutagalung, 1991). Akumulasi kromium dalam tubuh manusia dapat mengakibatkan kerusakan sistem organ. Mengonsumsi makanan beracun kromium dalam jumlah yang sangat besar, menyebabkan gangguan perut, bisul, kejang, ginjal, kerusakan hati, dan bahkan kematian (Pallar, 1994).

**f. Kobalt (Co)**

Logam kobalt atau biasa disingkat Co memiliki nomor atom 27, terletak pada golongan VIIB pada tabel periodik dan termasuk ke dalam logam transisi. Logam kobalt mudah larut ke dalam asam-asam mineral encer dan memiliki bilangan oksidasi +2 dan +3, tetapi pada bilangan oksidasi +2 logam kobalt didapatkan relatif secara stabil (Cotton dan Wilkinson, 1988). Tumbuhan dan hewan membutuhkan kobalt dalam proses pertumbuhan dan reproduksi. Kobalt berguna sebagai koenzim yang berfungsi mengikat molekul substrat, akan tetapi ion logam ini dapat menggantikan ion logam tertentu yang berfungsi sebagai kofaktor dari suatu enzim, sehingga dapat menurunkan fungsi enzim tersebut bagi tubuh (Darmono, 2001; Effendi, 2003).

**g. Seng (Zn)**

Seng memiliki warna putih kebiru-biruan dan akan melebur pada  $410^{\circ}\text{C}$  dan mendidih pada suhu  $906^{\circ}\text{C}$  (Vogel, 1985). Seng merupakan zat mineral esensial (Lestari dan Edward, 2004), logam esensial adalah logam yang diperlukan oleh tubuh (Ratnawati *et al*, 2008), namun dalam jumlah yang berlebihan akan menyebabkan keracunan (Heriyanto, 2011). Kekurangan seng dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan, mempengaruhi pematangan seksual, mudah terkena infeksi, diare. Konsumsi seng yang berlebihan dapat menyebabkan ataksia, lemah, lesu, dan defisiensi tembaga. Seng masuk dalam tubuh dapat terakumulasi dengan konsentrasi tinggi terdapat dalam otot, hati, ginjal, pankreas, dan sistem reproduksi yakni epidermis, prostat dan testis. Seng yang masuk ke dalam tubuh memperlihatkan bahwa pada mulanya disimpan dalam hati kemudian menuju sel-sel darah merah, tulang kemudian terjadi akumulasi (Ika, 2008).

**h. Perak (Ag)**

Perak adalah logam yang memiliki warna putih terang, mudah dibentuk dan lebih keras dibanding emas. Perak murni memiliki konduktivitas kalor dan listrik yang sangat tinggi diantara semua logam dan memiliki resistensi kontak yang sangat kecil. Perak mempunyai tingkat oksidasi +1 dan ion  $\text{Ag}^+$  yang merupakan satu – satunya ion perak yang stabil dalam larutan air (Sugiarto, 2003). Logam perak jika terakumulasi di dalam tubuh maka akan

menyebabkan penyakit pada mata dan pigmentasi kelabu yang disebut Argyria. Pigmentasi ini bersifat permanen karena tubuh tidak dapat mengeksresikannya (Yulianto, 2006).

**i. Nikel (Ni)**

Nikel memiliki nomor atom 28, massa atom 58,69, terletak pada periode 4 dan golongan VIIIB pada tabel periodik. Nikel akan melebur pada suhu 1455°C, dan bersifat sedikit magnetis (Vogel, 1979). Nikel berasal dari pembakaran bahan bakar fosil, proses peleburan dan alloying (paduan logam), sampah pembakaran, dan asap tembakau. Pada perairan, nikel ditemukan dalam bentuk koloid akan tetapi garam-garam nikel seperti nikel ammonium sulfat, nikel nitrat, dan klorida bersifat larut dalam air. Pada kondisi aerob dan pH kurang dari 9, nikel membentuk senyawa kompleks dengan hidroksida, karbonat, dan sulfat dan selanjutnya mengalami presipitasi. Demikian juga pada keadaan anaerob, nikel bersifat tidak larut (Darmono, 1995).

Akumulasi nikel secara terus menerus dapat mengakibatkan kerusakan berat pada paru-paru, asma, bronkitis, kerusakan pada ginjal serta gangguan gastroinstertinal berupa mual, muntah, dan diare. Tidak hanya itu, paparan nikel lewat kulit akan menimbulkan eksema (kulit kemerahan, gatal) pada jari – jari, tangan, pergelangan tangan dan lengan (Mukono, 2009).

### C. Plankton

Plankton adalah makhluk (tumbuhan atau hewan) yang hidupnya mengambang, mengapung, atau melayang di dalam air yang memiliki kemampuan renang sangat terbatas hingga selalu terbawa oleh arus (Nontji, 2008). Plankton merupakan komponen utama dalam rantai makanan ekosistem perairan, zooplankton berperan sebagai konsumen pertama yang memakan fitoplankton selaku produsen pertama, selanjutnya zooplankton ini dimakan oleh organisme lain yang lebih tinggi tingkatannya seperti udang dan ikan (Nontji, 2005). Selain berperan dalam sistem rantai makanan keanekaragaman plankton juga sering dan umum digunakan sebagai indikator biologis untuk menduga kualitas perairan (Basmi, 1999).

Menurut Sumich (1999), plankton dapat dibedakan menjadi dua golongan besar yaitu fitoplankton (plankton nabati) dan zooplankton (plankton hewani).

#### 1. Fitoplankton

Fitoplankton adalah organisme air fotoautotropik uniseluler dan multiseluler (Biondi and Tredici, 2011) yang hidup berkoloni, berfilamen, atau helaian pada kondisi sel tunggal (Stanley, 2000). Fitoplankton termasuk dalam kelas alga, diameternya antara 3-30  $\mu\text{m}$ , hidup di seluruh wilayah perairan tawar maupun laut, yang biasa disebut fitoplankton. Fitoplankton hidup melayang-layang di air, hampir tidak memiliki daya gerak, sehingga keberadaannya dipengaruhi oleh gerakan air serta mampu berfotosintesis (Davis, 1951). Organisme ini memiliki kemampuan untuk mengubah

energi matahari, air, karbondioksida seperti tumbuhan tingkat tinggi (Kawaroe *et al*, 2010).

Menurut Kawaroe *et al*. (2010), secara umum fitoplankton dapat dibagi ke dalam empat kelompok utama:

- a. Chlorophyceae (Alga hijau) adalah alga hijau yang berasal dari filum Chlorophyta dan selnya mengandung klorofil A dan B. Produk yang dihasilkan dari fitoplankton ini adalah amilosa dan amilopektin, beberapa dapat menghasilkan produk berupa minyak. Contohnya yaitu *Tetraselmis* sp., *Nannochloropsis* sp., *Spyrogyra* sp., dan *Chlorella* sp.
- b. Bacillariophyceae (Diatom) adalah alga yang berasal dari filum Chysophyta dan mendominasi jumlah fitoplankton di laut dan sering ditemukan dalam perairan tawar dan payau, hidupnya ada uniseluler dan koloni. Bacillariophyceae memiliki berbagai pigmen klorofil, karotenoida serta pigmen khusus yang disebut diatomin. Menurut Basmi (1999) secara ekologis diatom merupakan salah satu kelompok fitoplankton terpenting yang diperkirakan menghasilkan 40-45% produksi primer di laut. Contohnya yaitu *Nitzschia* sp., *Phaeodactylum tricornutum*, *Cyclotella* sp., dan *Navicula* sp..
- c. Cyanophyceae (Alga Biru-Hijau) termasuk dalam filum Cyanophyta yang memiliki kombinasi klorofil berwarna hijau dan fikosianin berwarna biru. Cyanobacteria adalah organisme prokariotik yang tidak memiliki nukleus dan organel (kloroplas,

mitokondria), contohnya yaitu *Spirulina* sp., *Nostoc comune*, *Chroococcus* sp.

- d. Chrysophyceae (Alga perang) alga ini memiliki pigmen korofil keemasan (karotenoid disebut fukosantin) yang memberi warna kuning keemasan pada alga. Plankton ini ada yang bersel satu dan bentuk koloni yang hidup berenang atau mengambang di danau dan laut sebagai fitoplankton, contohnya yaitu *Ochromonas* sp..

Fitoplankton memiliki kemampuan untuk mengubah nutrien anorganik menjadi bahan organik sehingga menghasilkan oksigen yang diperlukan makhluk hidup yang tingkatan tropiknya lebih tinggi. Fitoplankton berperan sebagai produsen tingkat pertama dalam rantai makanan (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Sebagai produsen tingkat pertama, fitoplankton menjadi makanan bagi *Zooplankton*. Selain itu, fitoplankton digunakan sebagai indikator kesuburan suatu perairan. Namun ada beberapa fitoplankton yang memiliki peran untuk menurunkan kualitas perairan apabila jumlahnya berlebihan. Contohnya yaitu *dinoflagellata* yang pada tubuhnya memiliki kromatopora yang akan menghasilkan racun ketika berada dalam keadaan *blooming* (Davis, 1951).

## 2. Zooplankton

Zooplankton (plankton hewani) adalah hewan yang hidupnya mengapung atau melayang di dalam laut. Kemampuan renangnya sangat terbatas hingga sangat ditentukan oleh arus. Zooplankton tidak dapat memproduksi sendiri bahan organik dari bahan inorganik (heterotrofik). Oleh karena itu, zooplankton sangat

bergantung pada bahan organik dari fitoplankton yang menjadi makanannya (Nontji, 2008).

Zooplankton memiliki peranan yang sangat penting dalam menopang rantai makanan di perairan. Zooplankton berperan pada tingkat energi yang kedua yang menghubungkan produsen utama (fitoplankton) dengan konsumen dalam tingkat makanan yang lebih tinggi (Fitriya dan Lukman, 2013). Peranan zooplankton sebagai konsumen pertama sangat berpengaruh dalam rantai makanan suatu ekosistem perairan (Handayani dan Patria, 2005).

Menurut Nontji (2008), zooplankton digolongkan menjadi beberapa kelompok berdasarkan ukuran, daur hidup, distribusi vertikal dan horizontal.

1. Berdasarkan ukuran, adalah ultramikroplankton (2 nm), nanoplankton (2 $\mu$ m-20 mm ), mikroplankton (20 $\mu$ m-0,2 mm), makroplankton (0,2 mm-2,0 mm), dan megaplankton (>2,0 mm ).
2. Berdasarkan daur hidupnya plankton di golongan menjadi holoplankton yaitu seluruh daur hidupnya menjadi plankton, meroplankton (plankton sementara) yaitu plankton yang akan berubah menjadi nekton atau bentos saat beranjak dewasa, dan tikoplankton yaitu plankton tak sejati karena dalam keadaan normal hidup sebagai bentos
3. Berdasarkan sebaran horizontal digolongkan menjadi plankton neritic yaitu plankton yang hidup di perairan pantai dengan salinitas yang relatif rendah dan plankton oseanik yaitu plankton yang hidup di perairan dengan salinitas tinggi

4. Berdasarkan sebaran vertikal digolongkan menjadi epiplankton yaitu plankton yang hidup dilapisan permukaan hingga kedalaman sekitar 100 m, mesoplankton yaitu plankton yang hidup di lapisan tengah pada kedalaman 100-400 m, hipoplankton yaitu plankton yang hidupnya pada kedalaman lebih dari 400.

#### **D. Cagar Alam Laut Krakatau**

Cagar Alam dan Cagar Alam Laut Krakatau merupakan cagar alam tertua yang berada di Provinsi Lampung. Sejak tanggal 11 Juli 1919 kawasan Krakatau ditunjuk oleh pemerintah Belanda sebagai Cagar Alam dengan nomor 83.Stbl.392 yang termasuk wilayah perairannya dengan luasan 2.405,10 hektar. Pada tahun 1927 muncul Gunung Anak Krakatau yang berada di salah satu pulau, yang kini dinamakan dengan Pulau Anak Krakatau. Gunung Anak Krakatau tersebut aktif dan bertambah tinggi seiring bertambahnya waktu (BKSDA, 2015).

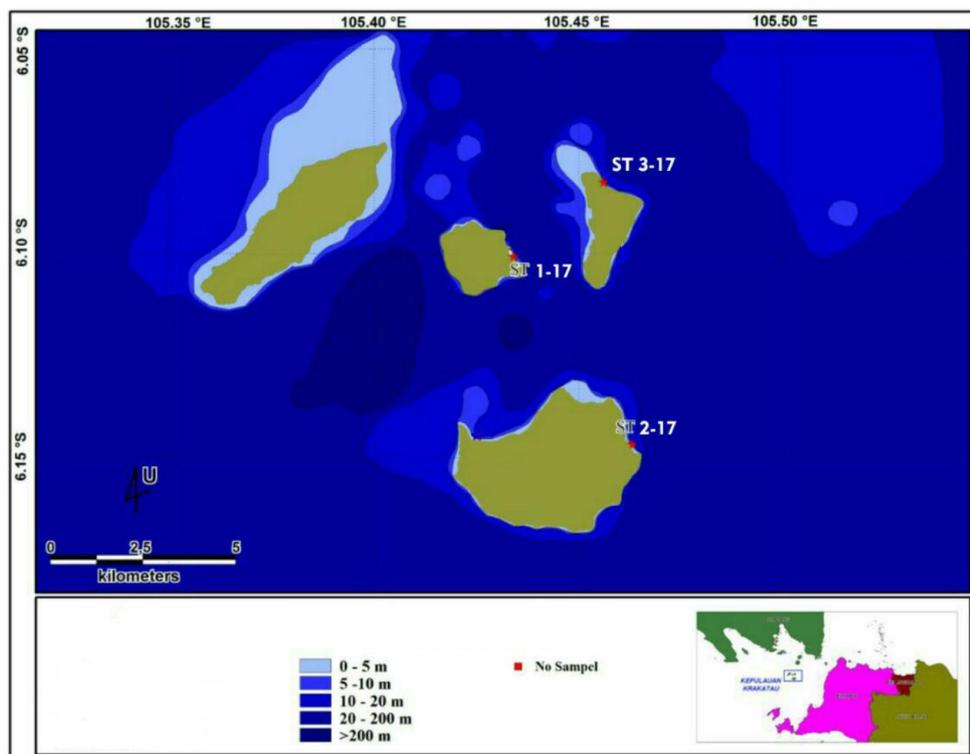
Kepulauan Krakatau terletak di Selat Sunda, yaitu antara Pulau Jawa dan Pulau Sumatera. Luas daratannya sekitar 3.090 ha terdiri dari Pulau Sertung (1.060 ha), Pulau Panjang (310 ha), Pulau Rakata (1.400 ha) dan Pulau Anak Krakatau (320 ha). Secara geografis Kepulauan Krakatau terletak pada koordinat  $6^{\circ}03'15''$ -  $6^{\circ}10'30''$  LS dan  $105^{\circ}21'15''$  –  $105^{\circ}27'45''$ BT. Secara administratif pemerintahan, Kepulauan Krakatau termasuk ke dalam wilayah Desa Pulau Sebesi Kecamatan Kalianda, Kabupaten Lampung Selatan. Sejak tanggal 5 Juni 1990 pengelolaannya dilaksanakan oleh Balai Konservasi Sumber Daya Alam Lampung (BKSDA Lampung, 2006).

Topografi Kepulauan Krakatau umumnya bergelombang, kecuali Pulau Anak Krakatau yang selalu berubah karena aktivitas vulkanik. Dataran tertinggi terdapat di Pulau Rakata yaitu 813 meter dari permukaan laut, sedangkan laut yang terdalam terdapat di antara Pulau Sertung dan Pulau Rakata dengan kedalaman 250 meter. Arus yang terjadi yaitu kombinasi arus pasang surut dan arus musim dengan arah Barat Daya hampir sepanjang tahun kecuali bulan November, berganti arah menjadi Timur Laut. Kecepatan arus mencapai 0,75-1,3 knot (April-November), pada Bulan Desember-Maret mencapai 1 knot. Kepulauan Krakatau terletak di perairan Selat Sunda yang menghubungkan massa air Samudera Hindia dengan Laut Cina Selatan. Oleh sebab itu pertukaran massa air selalu terjadi walaupun dalam jumlah kecil (BKSDA Lampung, 2006).

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2017 hingga Februari 2018, di Perairan Cagar Alam Kepulauan Krakatau. Pengambilan sampel plankton dilakukan di 3 titik yaitu Pulau Gunung Anak Krakatau, Pulau Rakata dan Pulau Panjang (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel plankton di *Perairan Gunung Anak Krakatau*.

Tabel 1. Lokasi pengambilan sampel

<b>Stasiun</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Lintang Selatan</b>	<b>Bujur Timur</b>
1	Pulau Anak Krakatau	06°06'02.1"	105°26'02.4"
2	Pulau Rakata (Lagoon Cabe)	06°08'47.4"	105°27'45.2"
3	Pulau Panjang	06°04'56.6"	105°27'21.4"

Identifikasi sampel dilakukan di Laboratorium Biomolekuler Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengentahuan Alam, Universitas Lampung.

Preparasi sampel dilakukan di Laboratorium Analitik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Lampung, Analisis sampel di lakukan di UPT Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung.

## **B. Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sampel plankton, air laut, formalin 4%, batu es, aquabidest, HNO<sub>3</sub> 76%.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain botol film, *plankton net* 25, *cool box*, plastik zipper, kertas saring, tabung reaksi, gelas ukur, pipet tetes, mikroskop, termometer, *hand refractometer*, pH meter, *secchi disk*, GPS, DO meter, Destruktor Behr DSR 300, dan alat ICP-OES

## **C. Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode deskriptif-eksplorasi berupa pengambilan sampel plankton secara acak di tiga lokasi yang berbeda yaitu Pulau Gunung Anak Krakatau, Pulau Rakata dan Pulau

Panjang, Kecamatan Rajabasa Kabupaten Lampung Selatan Provinsi Lampung. Selanjutnya dilakukan dilakukan tahap destruksi untuk membuat sampel tersebut menjadi larut dan analisis sampel logam berat menggunakan metode ICP-OES

#### **D. Pelaksanaan**

##### **1. Pengambilan Sampel**

###### **a. Plankton**

Pengambilan sampel plankton dilakukan secara acak di tiga lokasi dengan masing-masing tiga penggulangan. Langkah pertama yang dilakukan yaitu menentukan titik koordinat lokasi pengambilan sampel menggunakan GPS, mengambil sampel air laut sebanyak 1 liter di atas permukaan saat pagi hari dan di kedalaman 10 meter saat siang hari, lalu air laut tersebut disaring menggunakan plankton net 25, dimasukkan kedalam botol film 50 ml, diberi 3 tetes formalin 4% , dan di simpan dalam *coolbox*

###### **b. Air laut**

Pengambilan sampel air laut dilakukan dengan cara mengambil 600 ml air laut lalu dimasukkan kedalam botol air mineral dan di simpan dalam *coolbox*.

## 2. Destruksi Sampel

### a. Plankton

Destruksi sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Sampel plankton yang telah di sentrifuge diambil sebanyak 25 ml lalu di beri  $\text{HNO}_3$  76% sebanyak 3 tetes, disaring menggunakan kertas saring hingga bersih, dan dimasukkan ke dalam botol film

### b. Air Laut

Sampel air laut diambil sebanyak 25 ml lalu di beri  $\text{HNO}_3$  76% sebanyak 3 tetes, disaring menggunakan kertas saring hingga bersih, dan dimasukkan ke dalam botol film.

## 3. Identifikasi Jenis Plankton

Identifikasi plankton dilakukan dengan cara mengambil sampel plankton menggunakan pipet tetes, lalu ditetaskan pada gelas objek, kemudian diamati menggunakan mikroskop. Plankton yang telah ditemukan kemudian diidentifikasi berdasarkan ciri morfologi menggunakan acuan buku identifikasi plankton dari Davis tahun (1955)

## 4. Tahap Analisis

Pada tahap ini sampel plankton dianalisis menggunakan alat ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry*) (Varian 715-ES) di UPT Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung.

### **E. Paramater Penelitian**

Parameter penelitian yang diukur yaitu kadar logam berat Timbal (Pb), Kromium (Cr), Kadmium (Cd), Besi (Fe), Kobalt (Co), Seng (Zn), Perak (Ag), Nikel (Ni), dan Mangan (Mn) pada sampel plankton di perairan Cagar Alam Laut Kepulauan Krakatau.

### **F. Analisis Data**

Data konsentrasi logam berat Timbal (Pb), Kromium (Cr), Kadmium (Cd), Besi (Fe), Kobalt (Co), Seng (Zn), Perak (Ag), Nikel (Ni), dan Mangan (Mn) dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui keadaan dari objek penelitian serta mendapatkan informasi berdasarkan gambaran objek penelitian.

### **G. Pengukuran Parameter Lingkungan Perairan Cagar Alam Laut Kepulauan Krakatau**

Pengukuran parameter lingkungan dilakukan secara langsung di lapangan.

Parameter lingkungan yang diukur meliputi :

#### **1. Temperatur**

Pengukuran temperatur perairan dilakukan dengan menggunakan thermometer air raksa yang dicelupkan kedalam air selama satu menit.

#### **2. Derajat Keasaman (pH)**

Pengukuran derajat keasaman (pH) dilakukan menggunakan pH meter yang dicelupkan ke dalam air lalu dilihat angka yang muncul pada alat.

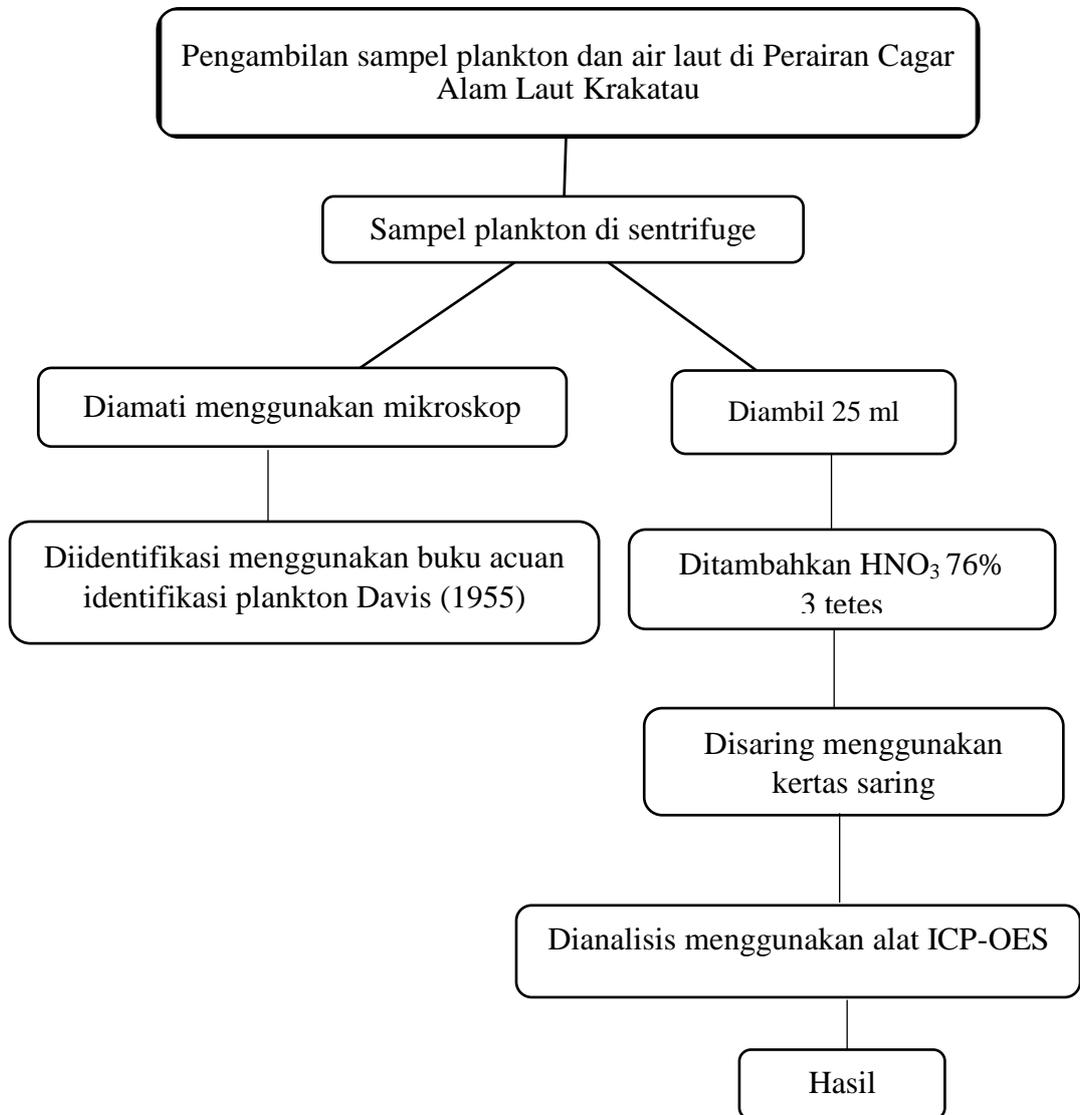
### **3. Salinitas**

Pengukuran salinitas dilakukan dengan menggunakan *Handrefractometer* yang telah di kalibrasi menggunakan aquadest, agar skala salinitas menunjukkan angka 0. Untuk pengukuran salinitas dilakukan dengan cara meneteskan air laut pada kaca *handrefractometer*, kemudian dilihat skala salinitasnya

### **4. Kecerahan**

Pengukuran kecerahan dilakukan menggunakan *secchi disk* yang dimasukkan kedalam air laut hingga lempengan *secchi disk* tidak terlihat lagi atau tali sudah mencapai batas maksimal, lalu panjang tali diukur menggunakan meteran.

## H. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### A. Simpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Terdapat 25 spesies plankton dari kelas Bacillariophyceae (14 spesies), Chlorophyceae (2 spesies), Cyanophyceae (2 spesies), Dinophyceae (2 spesies), Spirotrichea (1 spesies), Scyphozoa (1 spesies), dan Euglenophyceae (2 spesies), dengan total 21.800 individu/liter yang ditemukan di CAL Kepulauan Krakatau.
2. Konsentrasi logam Pb, Zn, Cr, Cd, Fe, Co, Ag, Ni, dan Mn di dalam tubuh plankton masih berada di bawah baku mutu yang telah ditetapkan oleh EPA, KEPMEN LH no 51 tahun 2004 , EIA, dan MI EPA. Kandungan logam tertinggi yaitu logam Fe 0,87 µg/liter di Pulau Anak Krakatau dan kandungan terendah yaitu logam Cr 0,002 µg/liter di Pulau Rakata

### B. Saran

Perlu dilakukan monitoring secara berkala terhadap kandungan logam berat pada biota laut dan air, sebagai salah satu upaya untuk menjaga kawasan Cagar Alam Laut Krakatau.

## DAFTAR PUSTAKA

- Basmi, J. 1997. *Terminologi dan Klasifikasi Zooplankton Laut*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Basmi, J. 1999. *Planktonologi (Bioekologi Plankton Algae)*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Bellinger, E.G., and Sigeo D.C. 2010. *Freshwater algae: identification and use as bioindicators*. USA.
- Biondi, N. and M. Tredici. 2011. *Algae and Aquatic Biomass for a sustainable Production of 2<sup>nd</sup> Generation Biofuels*. UNIFI.
- BKSDA Lampung. 2006. *Buku Panduan Kawasan Cagar Alam Kepulauan Krakatau Lampung Indonesia*. Bandar Lampung.
- BKSDA. 2015. *Buku Teks Infomasi Balai KSDA Lampung Inovasi Konservasi di Provinsi Lampung*. Balai KSDA Lampung. Bandar Lampung.
- Bryan, G.W. 1976. *Heavy metal contamination in the sea*. In R. Johnston (Ed.) *Effects of pollutants on aquatic organisms*. Cambridge university press. Cambridge.
- Cotton, F.A. dan G, Wilkinson. 1988. *Advance Inorganic Chemistry 5<sup>th</sup> Edition*. John Wiley and Sons. New York.
- Csuros, M and Csuros, C. 2002. *Sample Collection for Metal Analysis*. A CRC Press Company. Boca Raton.
- Dahuri, R. 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut ; Aset Pembangunan Berkelanjutan*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Penerbit UI Press. Jakarta.
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran : Hubungannya Dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Penerbit UI Press. Jakarta.

- Davis, C. C. 1951. *The Marine and Freshwater Plankton*. Michigan State University Press. USA.
- Davis, C.C., 1955. *The Marine and Freshwater Plankton*. Michigan State University Press. New York.
- EIA (Environmental Impact Assessment). 2015. *Umm Al Houl Independent Water and Power Plant (IWPP)*. Umm Al Haul Company. Abu Dhabi.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius. Yogyakarta.
- Fitriya, N. & M, Lukman. 2013. Komunitas Zooplankton di Perairan Lamalera dan Laut Sawu, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 5(1): 219 - 227.
- Handayani, S. & M.P, Patria. 2005. Komunitas Zooplankton di Perairan Waduk Krenceng, Cilegon, Banten. *Jurnal Makara, Sains*. 9(2): 75-80.
- Hanuun, N.I. 2017. Identifikasi Foraminifera dan Analisa Kandungan Logam Berat Pada Sedimen Laut dan Foraminifera Bentik di Perairan Cagar Alam Laut Krakatau Provinsi Lampung Dengan Metode ICP-OES. (skripsi). Jurusan Biologi FMIPA Unila. Bandar Lampung
- Harteman E. 2011. Dampak kandungan logam berat terhadap kemunculan polimorfisme ikan Badukang (*Arius Maculatus* Fish & Bian) dan sembilang (*Plotosus Canius* Web & Bia) di Muara Sungai Kahayan serta Katingan. Kalimantan Tengah [disertasi]. Bogor: IPB
- Heriyanto, N.M. 2011. Kandungan Logam Berat Pada Tumbuhan, tanah, Air, Ikan, dan Udang di Hutan Mangrove. *Jurnal : Penelitian Hutan Tanaman*, 8:4. 197-205.
- Hutagalung HP. 1984. Logam berat dalam lingkungan laut. *Pewarta Oseana*. Vol IX. No.1. LON LIPI. Jakarta
- Hutagalung, H. P. 1997. *Pencemaran Laut oleh Logam Berat: Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya*. P3O-LIPI. Jakarta.
- Hutagalung, H.P. 1991. *Pencemaran Laut Oleh Logam Berat. Dalam Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya*. P3O-LIPI. Jakarta.
- Ika, L. P. 2008. Penetapan Kadar Fe Dan Zn di Dalam Tempe Yang di Pasar Kartasura Dengan Menggunakan Metode Pengaktifan Neutron. (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Isnansetyo, A. dan Kurniastuty. 1995. *Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton*. Cetakan Pertama. Kanisius. Yogyakarta.

- Kawaroe, M., T. Partono, A. Sunuddin, D. W. Sari, dan D. Augustin. 2010. *Plankton Potensi dan Pemanfaatannya untuk Produksi Bio Bahan Bakar*. ITB. Bandung.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut
- Kullenberg, G. 1987. *Pollutant Transfer and Transport In The Sea. Vol II*. CRC Press. Florida.
- Kumar, K. Kishore, M. Krishna Prasad, G.V.S. Sarma, and Cg. V.R. Murthy. 2006. Biosorption Studies for Removal of Chromium Using Immobilized Marine Alga *Isochrysis galbana*. *Indian Journal of Marine Sciences*. Vol. 35 263-267.
- Lestari & Edward. 2004. Dampak Pencemaran Logam Berat terhadap Kualitas Air Laut dan Sumber daya Perikanan (Studi Kasus Kematian Massal Ikan-ikan di Teluk Jakarta). *Jurnal Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*. Jakarta. Indonesia. Makara, Sains. Vol.8 No.2. Hal 52-58.
- Lloyd, R. 1992. *Pollution and Freshwater Fish*. Fishing News Books. London
- Manahan, S. C. 1994. *Environmental Chemistry, 6th edition*. Willard Grand Press. Boston.
- Marganof. 2003. *Potensi Limbah Udang sebagai Penyerap Logam Berat Kadmium di Perairan*. IPB. Bogor.
- Masson, C.F. 1981. *Biology of Fresh Water Pollution*. Longman. New York.
- MI EPA (Marine Institute for Environmental Protection Agency). 2010. *An Assessment of Dangerous Substances in Water Framework Directive Transitional and Coastal Water : 2007-2009*. Marine Environmental and Food Safety Services.
- Moreno -Garrido, L. M. Lubian, and A. M. V. M. Soares. 2000. "Influence of Cellular Density on Determination of EC50 in Microalgal Growth Inhibition Tests," *Journal of Ecotoxicology and Environmental Safety*, Vol.47 112 -116.
- Najamuddin. 2017. *Dinamika Logam Berat Pb dan Zn di Perairan Estuaria Jenebeng*. Makassar (Tesis) Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.
- N. Das, R. Vimala, and P. Karthika. 2008. Biosorption of Heavy Metal – An Overview, *Indian Journal of Biotechnology*, Vol.7 159 -169.
- N. A. Cambell, J. B. Reece, and L. G. Mitchell. 2002. *Biologi Edisi Kelima Jilid 1*. Erlangga: Jakarta.

- Nontji, A. 1993. *Laut Nusantara*. Cetakan Kedua. Djambatan. Jakarta.
- Nontji, A. 2005. *Laut Nusantara*. Cetakan keempat. Djambatan. Jakarta.
- Nontji, A. 2008. *Plankton Laut*. LIPI. Jakarta.
- Nybakken, J. W., 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Odum, E.P. 1998. *Dasar-dasar Ekologi (Fundamentals of Ecology)*. Diterjemahkan oleh Tj. Samingan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Odum, E.P. 1998. *Dasar-Dasar Ekologi : Terjemahan dari Fundamentals of Ecology. Alih Bahasa Samingan, T. Edisi Ketiga*. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Ompi. 2016. *Larva Avertebrata dasar Laut*. Deepublish. Sleman.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Penerbit. Rineka Cipta. Jakarta.
- Palar, H. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Penerbit. Rineka Cipta. Jakarta.
- Parulian. 2009. *Monitoring dan Analisis Kadar Aluminium (Al) dan Besi (Fe) Pada Pengolahan Air Minum PDAM Tirtana di Singgal*. Pascasarjana Universitas Sumatera Utara (USU). Medan.
- Pringgoprawiro, H. 1984. *Diktat Mikropalaeontologi Lanjut*. Laboratorium Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Purbonegoro, T. 2008. Pengaruh Logam Berat Kadmium (Cd) terhadap Metabolisme dan Fotosintesis di Laut. *Jurnal Oseana*. Vol. XXXIII (1) 25-31.
- Rachlin, J.W, B. Warkentine, and T.E. Jensen. 1982. The growth responses of *Chlorella saccharophila*, *Navicula incerta* and *Nitzshia closterium* to selected concentrations of cadmium. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. 109(2):129-135.
- Ratnawati, E., Sunarko, & S. Hartaman. 2008. *Penentuan kandungan logam dalam ikan kembung dengan metode analisis aktivasi neutron*. Buletin Pengelolaan Reaktor Nuklir, 5(1), 24-29.

- Sanusi, H.S, 2006. *Kimia Laut Proses Fisik Kimia dan Interaksinya dengan Lingkungan*. Departemen Ilmu dan Teknologi kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Sembel, T. Dantje. 2015. *Toksikologi Lingkungan*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Stanley, M. 2000. *Environmental Chemistry Seventh Edition*. CRC Press LLC. USA.
- Stobart, A.K, W.T Griffiths, K.A Nukhari, and R.P Sherwood. 1985. The Effects of Cd<sup>2+</sup> On the Biosynthesis of Chlorophyll in Leaves of Barley. *Physiol. Plant. 63*: 293-298.
- Sugiarto, K. H. 2003. *Kimia Anorganic II* Common textbook (Edisi Revisi). Jurusan Kimia FPMIPA UNY. Yogyakarta.
- Sumardjo. 2006. *Pengantar Kimia : Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran Dan Program Strata 1 Fakultas Bioeksakta*. Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Sumich, J.L. 1999. *An Introduction to The Biology of Marine Life*. 7 th. ed. McGraw Hill. New York.
- Vogel, G. 1985. *Analisa Anorganik Kuantitatif Makro dan Semi Mikro*. *Longman Scientific & Technical*, Vol. 1. London.
- Vogel. 1979. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro Dan Semimikro Edisi V*. PT Kalman Media Pusaka. Jakarta.
- Vries, W de, P. F A. M. Romkens, T. van Leeuwen, dan J. J. B. Bronswijk. 2002. *Agricultural, Hydrology and Water Quality*. The Netherlands National Institut of Public Health and Environment. Netherlands.
- Wahyuni, E. T., S. Triyono., dan Suherman. 2012. Penentuan Komposisi Kimia Abu Vulkanik dari Erupsi Gunung Merapi. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. Vol. 19. No. 2. 150-159
- Wilhm, J.L. and T.C. Dorris.1968. *Biological Parameters For Water Quality Criteria*. *Departement of Zoology and Reservoir Research Center*. Oklahoma State University. *BioScience* 18:477-81.
- Yudo, S. 2006. Kondisi Pencemaran Logam Berat di Perairan Sungai DKI Jakarta. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol 2:1.
- Yulianto, B. 2006. *Penelitian Tingkat Pencemaran Logam Berat di Pantai Utara Jawa Tengah*. Laporan Penelitian. Badan Penelitian dan Pengembangan. Jawa Tengah.