



**KANDUNGAN Fe PADA AIR LAUT DAN IKAN BELANAK (*Valamugil  
seheli*) SERTA KELUHAN MASYARAKAT PESISIR  
(Studi di Pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan)**

**SKRIPSI**

Oleh

**Dwi Betari Karlina  
NIM. 122110101065**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**



**KANDUNGAN Fe PADA AIR LAUT DAN IKAN BELANAK (*Valamugil  
seheli*) SERTA KELUHAN MASYARAKAT PESISIR  
(Studi di Pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan)**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat dan mendapat gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

Oleh

**Dwi Betari Karlina  
NIM. 122110101065**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji dan syukur atas karunia dan nikmat yang telah diberikan Allah SWT. Terima kasih atas jalan yang telah Engkau tunjukkan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Orang tua tercinta, Ibu Satrija dan Bapak Imam Sukarna Sidik. Terima kasih telah mencurahkan kasih sayang, dukungan baik secara moril dan materi, serta tak pernah lelah selalu berada di sisi saya untuk menyemangati, menasehati dan memberikan doa. Semoga Allah SWT selalu memberikan perlindungan, kesehatan, dan kelimpahan rezeki.
2. Kakak dan Adik tercinta, Devi Dhamayanti Sukarno dan Dian Akbarani Sahira yang selalu memberikan doa, dukungan, serta motivasi yang tiada henti.
3. Guru-guruku yang terhormat dari SDN Keleyan 4, SMPN 1 Socah dan SMAN 2 Bangkalan yang telah mendidik, berbagi ilmu, dan membimbing dengan penuh kesabaran juga semangat yang tinggi; dan
4. Almamater Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

**MOTTO**

“Telah nampak kerusakan di darat dan di lautan disebabkan karena perbuatan tangan (maksiat) manusia, supaya Allah mengkehendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”  
(Terjemahan Surat Ar-Ruum Ayat 41) \*)

---

\*) (Surat Ar-Ruum Ayat 41) Ma'had Tahfidz Ibnu Katsir. 2010. *Al-Qur'an Terjemah dan Tafsir Per Kata*. Bandung: Jabal

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dwi Betari Karlina

NIM : 122110101065

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “*Kandungan Fe pada Air Laut dan ikan Belanak (Valamugil seheli) serta Keluhan Masyarakat Pesisir (Studi di Pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan)*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini *tidak* benar.

Jember, 2 Februari 2017

Yang menyatakan,

Dwi Betari Karlina

NIM. 122110101065

**SKRIPSI**

**KANDUNGAN Fe PADA AIR LAUT DAN IKAN BELANAK (*Valamugil  
seheli*) SERTA KELUHAN MASYARAKAT PESISIR  
(Studi di Pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan)**

Oleh

Dwi Betari Karlina

NIM. 122110101065

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ellyke S.KM., M.KL.

Dosen Pembimbing Anggota : Prehatin Trirahayu Ningrum, S.KM., M.Kes.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul *Kandungan Fe pada Air Laut dan ikan Belanak (Valamugil seheli) serta Keluhan Masyarakat Pesisir (Studi di Pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan)* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 23 Februari 2017

Tempat : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes  
NIP. 198111202005012001

Ninna Rohmawati, S.Gz., M.PH.  
NIP. 198406052008122001

Anggota,

Neni Suharno Putri, ST.  
NIP. 198309122006042018

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat

Irma Prasetyowati, S.KM., M.Kes.  
NIP. 198005162003122002

## RINGKASAN

**Kandungan Fe pada Air Laut dan ikan Belanak (*Valamugil seheli*) serta Keluhan Masyarakat Pesisir (Studi di Pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan);** Dwi Betari Kalina; 1221110101065; 2017; 62 Halaman; Bagian Kesehatan Lingkungan dan kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Kecamatan Kamal merupakan wilayah yang berbatasan langsung dengan Selat Madura dan terletak di pesisir selatan Kabupaten Bangkalan. Perairan Kamal terkena dampak langsung oleh berbagai aktivitas di Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik. Selain itu, pada Pesisir Kamal terdapat beberapa kegiatan yang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan, yakni Pelabuhan Kamal dan Industri Pemotongan Kapal. Industri pemotongan kapal ini terletak di sepanjang pesisir Perairan Kamal. Berdasarkan survei pendahuluan yang dilakukan diketahui kandungan Fe pada air laut di Pantai Kamal tersebut sebesar 0,562 mg/l. Kadar Fe tersebut melebihi kadar maksimum besi pada air laut yang ditentukan oleh *Environmental Protection Agency* yaitu sebesar 0,3 mg/l.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan Fe pada air laut dan ikan belanak (*Valamugil seheli*) serta keluhan masyarakat pesisir yang mengonsumsi ikan belanak. Penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Sampel pada penelitian ini adalah air laut pada tiga titik lokasi di Perairan Pantai Kamal yakni: lokasi di sekitar industri pemotongan kapal atau titik 1, pada lokasi di sekitar pemukiman penduduk atau titik 2, dan pada lokasi di pelabuhan kamal atau titik 3. Sampel air laut pada tiap titiknya diambil pada 3 kondisi yaitu: pada saat air laut surut, antara pasang dan surut, serta pada saat air laut pasang. Sampel selanjutnya adalah ikan belanak (*Valamugil seheli*). Sampel ikan diambil dari hasil tangkapan nelayan setempat dan diambil pada bagian kepala dan daging ikan. Untuk mengetahui keluhan kesehatan masyarakat dilakukan pengambilan sampel sejumlah 87 responden yang mengonsumsi ikan belanak.



Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, didapatkan bahwa kandungan Fe pada daging ikan belanak sebesar 138,67 mg/kg dan kandungan Fe pada kepala ikan belanak sebesar 2,647 mg/kg. Kandungan Fe pada daging ikan belanak tersebut melebihi kandungan Fe pada ikan yang ditetapkan oleh *World Health Organization* (WHO) yakni sebesar 100 mg/kg. Sedangkan rerata kandungan Fe dari ketiga lokasi di perairan pantai Kamal yakni lokasi 1 sebesar 2,030 mg/L, lokasi 2 sebesar 0,604 mg/L dan pada lokasi 3 sebesar 0,261 mg/L. Kandungan Fe pada lokasi 1 dan 2 tersebut telah melebihi batas maksimum Fe pada air laut yang telah ditentukan oleh *Environmental Protection Agency* yaitu sebesar 0,3 mg/L, sedangkan pada lokasi 3 kandungan Fe pada air laut berada dibawah batas maksimum. Seluruh responden menyatakan pernah mengalami keluhan kesehatan yang diindikasikan sebagai keluhan akibat kelebihan Fe seperti mual dan muntah, nafsu makan berkurang, pusing, sakit kepala, diare dan sembelit. Namun keluhan tersebut belum dapat dipastikan jika keluhan tersebut merupakan keluhan akibat kelebihan Fe.

*SUMMARY*

**Iron Content In The Sea Water and Belanak Fish (Valamugil seheli) And Complaints Coastal Communities (Study in Kamal Beach, Kamal, Bangkalan District);** Dwi Betari Karlina; 122110101065; 2017; 62 page; Departement of Environmental Health and Occupational Safety and Health, Faculty of Public Health, University of Jember.

Kamal is the area that directly borders with Madura Strait and located on the South Coast of Bangkalan District. Kamal Water was affected by the activities in Surabaya City and Gresik. Beside of that, in the Coast of Kamal there are activities that potentially make a pollution area, they are Kamal Harbor and ship breaking industry. This industry is located along the coast of Kamal. Based on a preliminary survey conducted, known to the Fe content in the sea water at the kamal beach amounted to 0,562 mg/l. The levels exceed the maximum levels of iron in sea water were determined by Environmental Protection Agency that is equal to 0,3 mg/l

The purpose of this research is to determine the content of Fe in the seawater and Belanak fish (Valamugil seheli) and the complaints coastal communities who consumed the Belanak fish. This research is a descriptive research. In this research, the sample is the seawater from three places at The Kamal Beach, they are: the location in around the ship breaking industry or point 1, the location in around the village settlements or point 2, the location in The Kamal Harbour or point 3. Sea water samples at every points taken on 3 conditions, that is: when the tide is low, the ups and downs, as well as at the time of high tides. The next sample was the belanak fish. Fish samples taken from the local fishermen's catch and fish taken at the head and meat of the fish. To know complaints community health, sampling a number of 87 respondents who consumed the Belanak fish.

Based on the results of research, it was found that the Fe content in meat of belanak fish was 138.67 mg/kg and the Fe content in the head of belanak fish was 2,647 mg/kg. The content of Fe in the meat of belanak fish was higher than the Fe

content in fish set by the World Health Organization (WHO) which was equal to 100 mg/kg. While the average Fe content of the 3 locations on the beach Kamal that is point 1 is 2.030 mg/L, point 2 is 0.604 mg/L and point 3 is 0.261 mg/L. Fe content at point 1 and 2 has higher than the maximum limit of Fe in seawater were determined by the Environmental Protection Agency that is equal to 0.3 mg/L, while at point 3 Fe content in sea water is under the maximum limit. All respondents claimed to have experienced health complaints indicated as a result of overload Fe complaints such as nausea and vomiting, decreased appetite, dizziness, headache, diarrhea and constipation. However, the complaint could not be ascertained if the complaint is a complaint from an overload Fe.

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga dapat terselesaikannya skripsi dengan judul *Kandungan Fe pada Air Laut dan ikan Belanak (Valamugil seheli) serta Keluhan Masyarakat Pesisir (Studi di Pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan)*, sebagai salah satu persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikan Program Pendidikan S-1 di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan selesai dengan baik tanpa bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Ellyke, S.KM., M.KL., dan Ibu Prehatin Trirahayu Ningrum, S.KM., M.Kes., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya dan memberikan petunjuk, koreksi, serta saran dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih kami sampaikan pula kepada yang terhormat:

1. Ibu Irma Prasetyowati, S.KM., M.Kes., selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
2. Bapak Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes., selaku Ketua Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
3. Ibu Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes., selaku ketua Penguji dari Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
4. Ibu Ninna Rohmawati, S.Gz., M.PH., selaku sekretaris Penguji dari Bagian Gizi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
5. Ibu Neni Suharno Putri, ST., selaku penguji anggota dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember.
6. Seluruh bapak dan ibu dosen Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember yang telah memberikan bimbingan dan pengajaran.

7. Pak Rifa'i dan masyarakat Kampung Kejawan RW 1/ RT 1-9 yang telah bersedia meluangkan waktunya dalam membantu menyelesaikan penelitian ini.
8. Kedua orang tua tercinta, Ibu Satrija dan Bapak Imam Sukarna Sidik yang telah membesarkanku, memberikan kasih sayang, limpahan doa, dukungan moril maupun materil hingga terselesaikannya penulisan skripsi ini;
9. Kakak dan Adik tercinta, Devi Dhamayanti Sukarno dan Dian Akbarani Sahira yang selalu memberikan doa, dukungan, serta motivasi yang tiada henti.
10. Sahabat terdekat dan tersayang, Benny Mardian, Risyah, Mbak Eria, Mbak Yuniar, Lita, Natal, Aning, Triyas, Adindaru dan Indah yang selalu menemani hari-hariku baik dalam suka maupun duka.
11. Teman-teman PBL Kelompok 3 "Semesta" Riyan, Sabrina, Fihris, Adila, Devi Intan, Lina, Intan Elok, Mega, Reza, Imam, Eva Nuril dan Rivanda yang telah memberikan banyak pengalaman dan kebersamaan yang berharga.
12. Teman-teman peminatan kesehatan lingkungan 2012 Andi, Puput, Anggi, Wita, Adit, Rera, Indri, Angga, Rizal, Iil, Uswah, Gita, Elba, Ali, Nita, April Wulan, April Ananta, Dika, Wildan, Osi, dan Ema.
13. Teman-teman angkatan 2012 Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember, terimakasih telah menjadi bagian dari proses hidup selama kuliah.

Penulis menyadari jika skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan penyusunan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi khsanah ilmu pengetahuan, terutama di bidang Kesehatan Masyarakat. Atas perhatian dan dukungannya, penulis menyampaikan terima kasih.

Jember, 2 Februari 2017

Penyusun

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>SUMMARY</b> .....	ix
<b>PRAKATA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	xix
<b>DAFTAR LAMBANG</b> .....	xx
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.3.1 Tujuan Umum.....	5
1.3.2 Tujuan Khusus .....	5
1.4 Manfaat .....	5
1.4.1 Manfaat Teoritis.....	5
1.4.2 Manfaat Praktis .....	5
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Pencemaran Lingkungan.....	7
2.2 Logam Berat dalam Perairan .....	9

2.2.1 Sumber Logam dalam Perairan.....	9
2.2.2 Pengaruh Logam Berat terhadap Ekosistem Laut.....	10
2.3 Besi (Fe).....	12
2.3.1 Pengertian, Penyebaran dan Sifat Besi (Fe).....	12
2.3.2 Besi (Fe) di Lingkungan .....	13
2.3.3 Sumber Pencemaran Besi (Fe) pada Perairan.....	15
2.3.4 Efek Toksik Besi (Fe) .....	16
2.4 Biota Air Sebagai Bioindikator Pencemaran .....	18
2.5 Ikan Belanak ( <i>Valamugil seheli</i> ).....	19
2.6 Kerangka Teori .....	21
2.7 Kerangka Konseptual.....	22
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>24</b>
3.1 Jenis Penelitian.....	24
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	24
3.2.1 Waktu Penelitian.....	24
3.2.2 Tempat Penelitian .....	24
3.3 Objek Penelitian.....	24
3.3.1 Populasi Penelitian.....	24
3.3.2 Sampel Penelitian .....	25
3.4 Teknik Pengambilan Sampel .....	27
3.4.1 Teknik Pengambilan Sampel Air Laut.....	27
3.4.2 Teknik Pengambilan Sampel Ikan .....	30
3.4.3 Metode Pengujian Fe pada Air Laut di Laboratorium.....	31
3.4.4 Metode Pengujian Fe pada Ikan di Laboratorium .....	32
3.5 Variabel dan Definisi Operasional.....	33
3.6 Data dan Sumber Data .....	34
3.6.1 Data Primer .....	34
3.6.2 Data Sekunder.....	35
3.7 Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	35
3.7.1 Teknik Pengumpulan Data.....	35
3.7.2 Instrumen Pengumpulan Data.....	36

3.8 Teknik Penyajian dan Analisis Data .....	36
3.9 Alur Penelitian .....	37
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>38</b>
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	38
4.2 Hasil .....	40
4.2.1 Kandungan Fe pada ikan belanak ( <i>Valamugil seheli</i> ) .....	40
4.2.2 Kandungan Fe pada air laut .....	42
4.2.3 Keluhan Kesehatan Masyarakat .....	44
4.2.4 Industri Pemotongan Kapal .....	46
4.3 Pembahasan .....	49
4.3.1 Kandungan Fe pada Ikan Belanak .....	49
4.3.2 Kandungan Fe pada Air Laut .....	52
4.3.3 Keluhan Kesehatan Masyarakat .....	55
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	<b>59</b>
5.1 Kesimpulan .....	59
5.2 Saran .....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>65</b>



**DAFTAR TABEL**

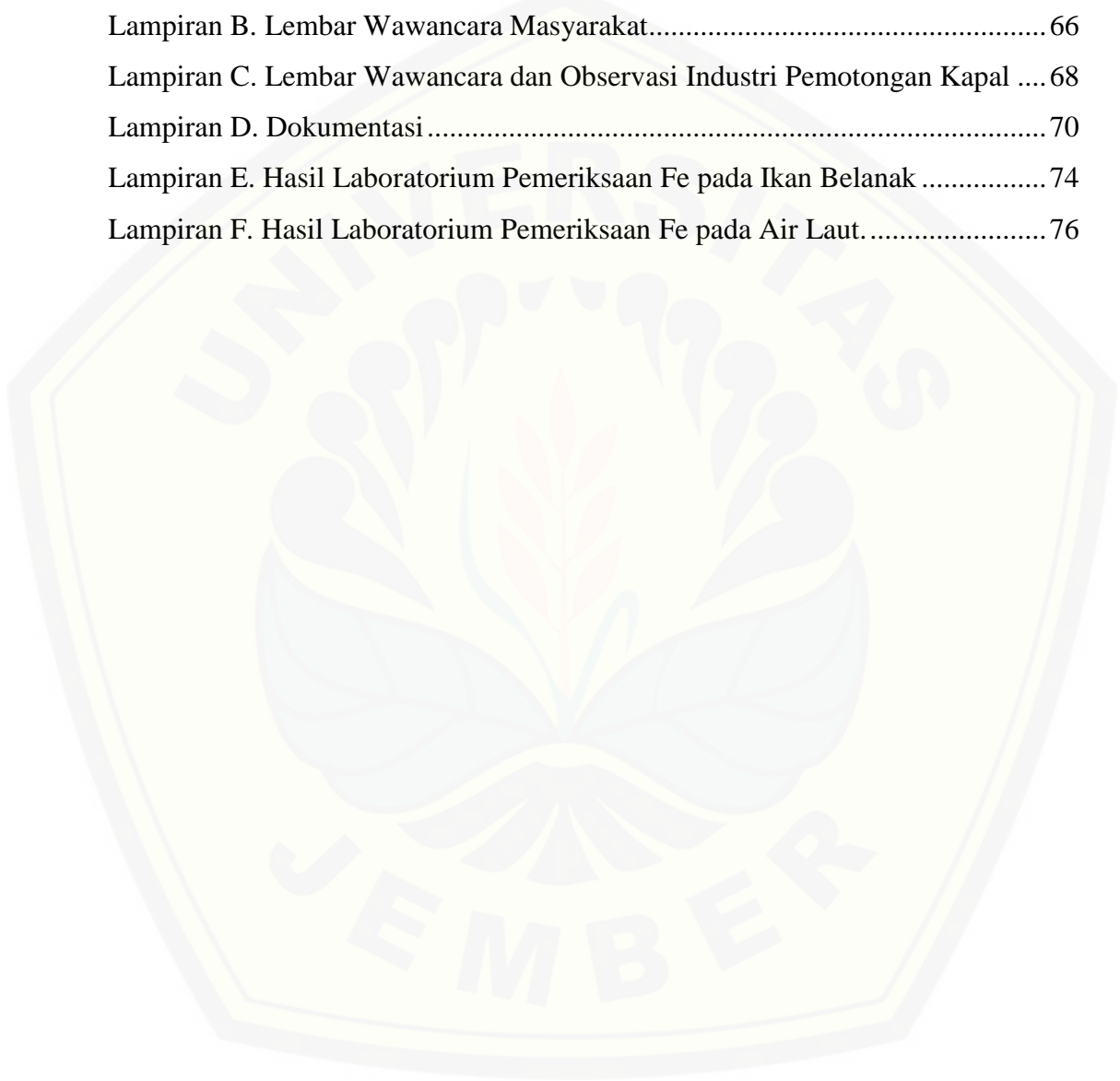
	Halaman
Tabel 2.1 Logam-logam Berat yang Digunakan oleh Berbagai Industri .....	9
Tabel 3.1 Titik pengambilan contoh area pesisir yang dipengaruhi kegiatan di darat berdasarkan kedalaman .....	28
Tabel 3.2 Definisi operasional .....	33
Tabel 4.1 Kandungan Fe pada Ikan Belanak .....	41
Tabel 4.2 Kandungan Fe pada Air Laut .....	43
Tabel 4.3 Frekuensi Konsumsi Ikan Belanak Oleh Masyarakat .....	44
Tabel 4.4 Keluhan Kesehatan yang Dialami .....	45

**DAFTAR GAMBAR**


	Halaman
Gambar 2.1 Ikan Belanak ( <i>Valamugil seheli</i> ) .....	20
Gambar 2.2 Kerangka Teori.....	22
Gambar 2.3 Kerangka Konseptual .....	23
Gambar 3.1 Tampak Penampang Atas Lokasi Pengambilan Sampel .....	27
Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan Sampel Air Laut .....	28
Gambar 4.1 Industri Pemotongan Kapal.....	39
Gambar 4.2 Denah Lokasi Industri Pemotongan Kapal .....	39
Gambar 4.3 Grafik Kandungan Fe pada Ikan Belanak .....	41
Gambar 4.4 Grafik Rerata Kandungan Fe Pada Perairan Kamal.....	43
Gambar 4.5 Bangkai kapal yang akan dipotong .....	47
Gambar 4.6 Kapal yang sedang dipotong .....	48
Gambar 4.7 Proses Pemotongan pelat kapal .....	49

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran A. Lembar Persetujuan .....	65
Lampiran B. Lembar Wawancara Masyarakat.....	66
Lampiran C. Lembar Wawancara dan Observasi Industri Pemotongan Kapal ....	68
Lampiran D. Dokumentasi .....	70
Lampiran E. Hasil Laboratorium Pemeriksaan Fe pada Ikan Belanak .....	74
Lampiran F. Hasil Laboratorium Pemeriksaan Fe pada Air Laut.....	76



**DAFTAR SINGKATAN**



Fe	: Besi
Cd	: Kadmium
Cr	: Kromium
Cu	: Tembaga
Hg	: Merkuri
Mn	: Mangan
Pb	: Timbal
Ni	: Nikel
Sn	: Selenium
Zn	: Seng
PLTU	: Pembangkit Listrik Tenaga Uap
mg	: Miligram
g	: Gram
kg	: Kilogram
km	: Kilometer
m	: Meter
km <sup>2</sup>	: Kilometer persegi
l	: Liter
ml	: Mililiter
RT	: Rukun Tetangga
RW	: Rukun Warga
SNI	: Standar Nasional Indonesia
SSA	: Spektrofotometri Serapan Atom
WIB	: Waktu Indonesia Barat

**DAFTAR LAMBANG**

- $\geq$  : Lebih dari sama dengan  
 $\leq$  : Kurang dari sama dengan  
 $>$  : Lebih dari  
 $\pm$  : Kurang lebih  
 $\%$  : Persen  
 $/$  : Per, atau  
 $-$  : Sampai dengan  
 $\bar{x}$  : Rerata  
 $\text{HNO}_3$  : *Nitrat acid*



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pesisir merupakan wilayah peralihan dan interaksi antara ekosistem darat dan laut. Wilayah ini sangat kaya akan sumberdaya alam dan jasa lingkungan yang disebut sumberdaya pesisir. Sumberdaya pesisir terdiri dari sumberdaya hayati dan sumberdaya nir-hayati, dimana unsur hayati terdiri ikan, mangrove, terumbu karang, padang lamun dan biota laut beserta ekosistemnya, sedangkan unsur nir-hayati terdiri dari sumberdaya mineral dan abiotik lain di lahan pesisir, permukaan air, di kolom air dan di dasar laut (Pujiati, 2013:50). Wilayah pesisir dan lautan, ditinjau dari berbagai macam peruntukannya merupakan wilayah yang sangat produktif. Produktivitas primer di wilayah pesisir, seperti eustaria, hutan bakau, padang lamun dan terumbu karang, dapat mencapai lebih dari 100-200 kali lebih besar dibandingkan dengan produktivitas primer yang ada di perairan laut bebas (lepas pantai). Tingginya produktivitas primer di wilayah pesisir, memungkinkan tingginya produktivitas sekunder (ikan dan hewan-hewan laut lainnya) (Supriharyono, 2000:9).

Wilayah pesisir dan laut merupakan tempat pembuangan akhir dari semua jenis limbah yang dihasilkan oleh aktivitas manusia di darat maupun di laut, termasuk limbah yang mengandung logam berat. Logam-logam berat yang terlarut dalam badan perairan pada konsentrasi tertentu dan berubah fungsi menjadi sumber racun bagi kehidupan perairan (Palar, 2004:37). Adanya logam berat di perairan berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yaitu sulit terurai, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan dalam jaringan biota-biota perairan. Menurut Kristanto (2004:167) pencemaran yang terjadi dilaut dan di pantai akan berakibat pada vegetasi yang ada disekitar daerah perairan, terutama terganggunya kehidupan ikan dan biota laut lainnya. Menurut Darmono (1995:95), toksisitas logam pada manusia dapat menyebabkan beberapa akibat negatif, terutama

timbulnya kerusakan jaringan, terutama jaringan detoksikasi dan ekskresi (hati dan ginjal).

Perairan Selat Madura merupakan salah satu selat di Indonesia dengan aktivitas tinggi seperti jalur pelayaran barang dan penumpang dari dan ke Surabaya serta wilayah sekitarnya, kegiatan penangkapan ikan di laut, wisata bahari serta kegiatan lainnya. Selain itu, interaksi dengan wilayah pesisir sangat beragam. Aktivitas kawasan industri Jawa Timur di sepanjang pesisir Gresik, Sidoarjo, dan Surabaya adalah salah satu potensi sumber polutan ke Selat Madura selain aktivitas rumah tangga dan pertanian di sepanjang daerah aliran sungai yang bermuara ke Selat Madura (Suhelmi *et al.*, 2013:91). Kondisi lingkungan perairan yang cenderung berubah akibat perubahan iklim, menumpuknya berbagai polutan, bahkan konsekuensi dari buangan lumpur lapindo berpengaruh besar terhadap kualitas air laut perairan Selat Madura (Prihatno *et al.*, 2013). Menurut Oki dalam BAPPEDA JATIM (2011), terdapat minimal 150 perusahaan di Kota Surabaya membuang limbah pabriknya langsung ke Kali Surabaya yang bermuara ke Selat Madura (Taftazani, 2007).

Kecamatan Kamal merupakan wilayah yang berbatasan langsung dengan Selat Madura dan terletak di pesisir selatan Kabupaten Bangkalan. Perairan Kamal terkena dampak langsung oleh berbagai aktivitas di Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik. Selain itu, pada Pesisir Kamal terdapat beberapa kegiatan yang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan, yakni Pelabuhan Kamal dan Industri Pemotongan Kapal. Industri pemotongan kapal ini terletak di sepanjang 100 m di pesisir Perairan Kamal. Industri pemotongan kapal merupakan salah satu industri yang termasuk dalam industri yang menghasilkan limbah berbahaya bagi lingkungan. Pemotongan kapal adalah suatu proses pembongkaran struktur sebuah kapal usang untuk dipotong-potong (*scrapping*) atau dibuang (*disposal*). Proses ini merupakan proses yang mencakup berbagai kegiatan, termasuk mengangkat semua gigi transmisi dan peralatan sehingga bisa dilakukan pemotongan infrastruktur kapal. Air laut di sekitar daerah pemotongan kapal tersebut telah berubah warnanya menjadi kecokelatan dan menimbulkan bau besi. Berdasarkan survei pendahuluan hasil uji laboratorium tanggal 11 Juli 2016, kandungan Fe

pada air laut di Pantai Kamal (sekitar pelabuhan Kamal) adalah 0,562 mg/l. Kadar tersebut telah melebihi kadar maksimum Fe pada air laut yang ditentukan oleh *Environmental Protection Agency* yaitu sebesar 0,3 mg/l. Hal ini mengindikasikan bahwa Perairan Pantai Kamal tinggi logam Fe.

Mineral yang berada dalam air dengan jumlah yang besar adalah Fe. Apabila kandungan Fe di lingkungan dalam jumlah yang banyak, maka akan menimbulkan pencemaran (Widowati *et al*, 2008:213). Hasil penelitian dari Ika *et al* (2012) menunjukkan jika kadar Fe pada air laut Taipa Palu Utara telah melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan. Kadar Fe di laut Taipa Palu Utara berkisar antara 0,324 mg/L–0.546 mg/L. Peningkatan kadar logam berat pada perairan laut akan disertai dengan meningkatkannya kadar logam berat dalam tubuh biota laut. Beberapa hasil penelitian tentang kadar Fe pada tubuh biota laut menunjukkan bahwa kadar Fe pada tubuh biota laut telah melebihi batas kandungan Fe yang telah ditetapkan oleh *World Health Organization* (WHO) yakni 100 mg/kg. Hasil penelitian Sandro *et al* (2013) menunjukkan bahwa kandungan Fe pada daging kepiting tangkapan di muara Sungai Banyuasin sebesar 2,054 mg/kg. Selain itu, hasil penelitian dari Taurusiana *et al* (2014) menunjukkan bahwa kandungan Fe pada Kerang Darah (*Anadara granosa*) rata-rata 563,32 – 1.305,05 mg/kg.

Besi adalah salah satu logam berat yang termasuk kategori *essensial* karena masih dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah yang sedikit. Besi karena paparan lingkungan tercemar, atau besi dalam bentuk bebas dapat menghasilkan radikal bebas yang bersifat toksik terhadap sel. Besi akan mengikat semua biomolekul pada membran sel, asam nukleat, dan protein. Konsumsi besi berlebih berakibat kerusakan-kerusakan jaringan tubuh yang disebut hemokromatosis (Widowati *et al.*, 2008:226-227). Kelebihan zat besi dapat menyebabkan keracunan. Keracunan zat besi diantaranya terjadi mudah lelah, mual, muntah, perut nyeri, dan diare (Ika *et al*: 2012).

Dalam memonitoring pencemaran logam, analisis biota air sangat penting daripada analisis air itu sendiri. Hal ini karena kandungan logam dalam air dapat berubah dan sangat tergantung pada lingkungan dan iklim. Kandungan dalam



biota air biasanya akan selalu bertambah dari waktu ke waktu karena sifat logam yang bioakumulatif, sehingga biota air sangat baik digunakan sebagai indikator pencemaran logam dalam lingkungan perairan (Darmono, 1995:24). Menurut Connell dan Miller (2006:111), *mollusca* (*gastropoda*, *bivalvia*) dan *makroalgae* merupakan indikator yang paling tepat dan efisien untuk pencemaran logam berat. Ikan juga merupakan biota air yang dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran pada perairan.

Pada penelitian ini menggunakan bioindikator ikan belanak (*Valamugil seheli*). Ikan ini banyak ditemukan di Perairan Kamal dan merupakan ikan yang dominan tertangkap oleh nelayan setempat. Ikan ini juga yang sering dikonsumsi oleh masyarakat setempat karena harganya yang relatif murah dibandingkan ikan jenis lain sehingga mudah dijangkau oleh masyarakat. Ikan belanak (*Valamugil seheli*) merupakan ikan laut biasa yang hidup di perairan pantai. Ikan belanak (*Valamugil seheli*) memiliki mobilitas yang rendah (penyebaran migrasinya lebih sempit), sehingga peluangnya untuk terkontaminasi Fe dalam perairan lebih besar. Penelitian sebelumnya tentang kandungan logam berat pada ikan belanak (*Valamugil seheli*), khususnya kandungan Fe pada ikan tersebut belum ditemukan, sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai kandungan Fe pada ikan tersebut.

Berdasarkan uraian di atas maka diperlukan adanya penelitian terkait kandungan logam berat Fe pada air laut dan ikan yang dominan tertangkap oleh nelayan dan ikan yang sering dikonsumsi oleh masyarakat yakni ikan belanak (*Valamugil seheli*) di perairan Pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan serta diperlukan penelitian terkait keluhan keracunan Fe yang dirasakan masyarakat yang mengkonsumsi ikan laut di sekitar pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu “Bagaimana kandungan Fe pada air laut dan ikan belanak (*Valamugil seheli*) serta keluhan masyarakat pesisir (Studi kasus di Pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan)?”

### 1.3 Tujuan Penelitian

#### 1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan Fe pada air laut dan ikan belanak (*Valamugil seheli*) serta keluhan masyarakat pesisir (Studi kasus di Pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan).

#### 1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Mengetahui kandungan Fe pada ikan belanak (*Valamugil seheli*) di Pantai Kamal.
- b. Mengetahui kandungan Fe pada air laut di Perairan Pantai Kamal.
- c. Mengidentifikasi keluhan keracunan Fe pada masyarakat yang mengkonsumsi ikan yang berasal dari Perairan Kamal.

### 1.4 Manfaat

#### 1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah dan mengembangkan ilmu pengetahuan tentang kesehatan lingkungan dalam bidang kesehatan masyarakat, khususnya mengenai kandungan Fe pada air laut dan ikan belanak (*Valamugil seheli*) serta keluhan masyarakat pesisir (Studi kasus di Pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan).

#### 1.4.2 Manfaat Praktis

- a. Masyarakat  
Memberikan informasi terkait dampak kesehatan konsumsi ikan yang mengandung logam berat Fe dalam jumlah yang melebihi nilai baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan.
- b. Peneliti  
Hasil penelitian ini sebagai pengalaman serta menambah wawasan dan pengetahuan bagi peneliti.
- c. Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Hasil penelitian ini sebagai bahan tambahan ilmu untuk pengembangan mahasiswa tentang kadar Fe pada air laut dan ikan laut.

d. Bagi Badan Lingkungan Hidup

Sebagai bahan informasi tentang gambaran pencemaran laut di pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pencemaran Lingkungan

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009, Pencemaran lingkungan hidup merupakan masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan. Sedangkan zat, energi dan/atau komponen yang dapat menurunkan kualitas lingkungan disebut limbah (*pollutant*), istilah pencemaran ada yang menyebutnya juga sebagai polusi (*pollution*) (Sudarmadji, 2006:113-114). Menurut Chandra (2012:6), pencemaran lingkungan adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam lingkungan atau berubahnya tatanan lingkungan akibat kegiatan manusia atau akibat proses alam sehingga kualitas lingkungan menurun sampai ketingkatan tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Contohnya ialah pembuangan limbah industri ke sungai dan laut akan menyebabkan perubahan ekosistem pada perairan.

Makhluk hidup, zat atau energi yang dimasukkan ke dalam lingkungan hidup tersebut biasanya merupakan sisa suatu usaha dan/atau kegiatan manusia. Sisa suatu usaha dan/atau kegiatan manusia disebut juga limbah. Karena itu dapat dikatakan bahwa salah satu penyebab pencemaran lingkungan adalah sebagai akibat dari adanya limbah yang dibuang ke dalam lingkungan hingga daya dukungnya terlampaui. Pencemaran lingkungan tersebut merupakan sumber penyebab terjadinya gangguan kesehatan pada masyarakat (Mulia, 2005:7). Bahan pencemar yang masuk ke lingkungan akan berinteraksi dengan satu atau lebih komponen lingkungan. Perubahan komponen lingkungan secara fisika, kimia dan biologi sebagai akibat dari adanya bahan pencemar akan mengakibatkan perubahan nilai lingkungan yang disebut dengan perubahan kualitas lingkungan. Limbah yang mengandung bahan pencemar akan mengubah

kualitas lingkungan bila lingkungan tersebut tidak mampu memulihkan kondisinya sesuai dengan daya dukung yang ada padanya (Kristanto, 2004:167).

Kontaminan yang menimbulkan ancaman terbesar pada lingkungan akuatik adalah air kotor, nutrien berlebihan, senyawa organik sintesis/buatan, sampah, plastik, logam, hidrokarbon/minyak, dan hidrokarbon polisiklik aromatik (PAH). Banyak substansi pencemar yang berasal dari dalam tanah, misalnya pestisida dan logam, menjadi masalah khusus di lingkungan laut karena keduanya memiliki toksisitas dan persistensi serta dapat berbioakumulasi dalam rantai makanan (Widyastuti, 2012:115).

Pencemaran laut pesisir pada umumnya terjadi karena adanya pemusatan penduduk, pariwisata dan industrialisasi di daerah pesisir. Aktivitas-aktivitas tersebut baik langsung maupun tidak langsung (melalui limbah buangan) sering mengganggu kehidupan di perairan laut daerah pesisir (Supriharyono 2000:91). Pencemaran laut dan pantai yang terjadi saat ini lebih banyak disebabkan oleh kegiatan manusia. Laut merupakan muara terakhir dari berbagai aliran sungai yang ada, jadi pencemaran tersebut dapat terjadi secara langsung dilaut dan dapat juga terjadi secara tidak langsung. Kegiatan manusia, mulai dari yang terkecil yaitu kegiatan rumah tangga, perdagangan, industri kecil sampai yang besar, semua menimbulkan hasil buangan baik berupa padatan, cair ataupun gas. Permasalahannya adalah kebiasaan manusia penghasil limbah/buangan yang tidak melakukan pengelolaan dengan baik sehingga hal termudah untuk menghilangkan limbahnya adalah membuangnya ke sungai ataupun ke laut sehingga menimbulkan pencemaran di laut dan pantai. Pencemaran yang terjadi dilaut dan di pantai akan berakibat pada vegetasi yang ada disekitar daerah perairan, kehidupan ikan dan biota laut lainnya juga terganggu. Secara langsung ataupun tidak langsung pencemaran akan berdampak pada kesehatan masyarakat (Pujiati, 2013:76).

## 2.2 Logam Berat dalam Perairan

### 2.2.1 Sumber Logam dalam Perairan

Secara umum sumber-sumber pencemaran logam berat di laut dapat dibagi menjadi dua, yaitu sumber-sumber yang bersifat alami dan buatan. Logam berat yang masuk ke perairan laut secara alami berasal dari tiga sumber, yaitu :

- 1) Masukan dari daerah pantai (*coastal supply*), yang berasal dari sungai-sungai dan hasil abrasi pantai oleh aktivitas gelombang;
- 2) Masukan dari air laut dalam (*deep sea supply*), meliputi logam-logam yang dibebaskan oleh aktivitas gunung berapi di laut yang dalam dan logam-logam yang dibebaskan dari partikel atau sedimen-sedimen oleh proses kimiawi; dan
- 3) Masukan dari lingkungan dekat daratan pantai, termasuk logam-logam yang ditransportasi ikan laut dari atmosfer sebagai partikel-partikel debu.

Sumber-sumber buatan (*man made*) adalah logam-logam yang dibebaskan oleh proses-proses industri logam dan batu-batuan. Jenis-jenis industri yang umumnya membebaskan logam berat dapat dilihat pada

2.1. Pada tabel 2.1 tersebut dapat dilihat bahwa pada umumnya logam berat digunakan untuk berbagai aktivitas, seperti pemurnian minyak (*petroleum refining*), baja dan produksi pupuk, dan sebagainya.

Tabel 2.1 Logam-logam Berat yang Digunakan oleh Berbagai Industri

No.	Jenis Industri	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Pb	Ni	Sn	Zn
1.	Pulp, pabrik kertas, kertas karton, kertas bangunan, pabrik kayu ( <i>board</i> )		x	x		x		x	x		x
2.	Kimia organik, petrokimia	x	x		x	x		x		x	x
3.	Alkalis, <i>chlorine</i> , kimia anorganik	x	x		x	x		x		x	x
4.	Pupuk	x	x	x	x	x	x	x	x		x
5.	Pemurnian minyak ( <i>Petroleum refining</i> )	x	x	x	x			x	x		x
6.	Pekerjaan pelelehan baja	x	x	x	x	x		x	x	x	x

No.	Jenis Industri	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Pb	Ni	Sn	Zn
7.	Pekerjaan pelelehan bahan logam bukan besi	x	x	x		x		x			x
8.	Kendaraan bermotor, pemolesan pesawat terbang ( <i>aircraft plating</i> ), penyelesaian ( <i>finishing</i> ).	x	x	x		x			x		
9.	Penghasil kaca, semen, asbes, dsb		x								
10.	Pabrik penghasil tekstil		x								
11.	Pabrik kulit, penyelesaian		x								
12.	PLTU		x								

Sumber : Dean *et al.*, (1972) dalam Supriharyono (2000:144)

Kegiatan manusia merupakan sumber utama pemasukan logam ke dalam lingkungan perairan. Masukan logam berasal dari buangan langsung berbagai jenis limbah yang terancu, gangguan pada cekungan-cekungan pengairan, presipitasi dan jatuhnya dari atmosfer. Menurut Wittman dalam Connel (2006:347-350) Masukan utama logam berat ke dalam lingkungan perairan akibat kegiatan manusia berasal dari kegiatan pertambangan, cairan limbah rumah tangga dan aliran air badai perkotaan, limbah dan buangan industri, serta aliran pertanian.

### 2.2.2 Pengaruh Logam Berat terhadap Ekosistem Laut

Logam berat yang dilimpahkan ke perairan, baik di sungai ataupun laut, akan mengalami tiga proses, yaitu pengendapan, absorpsi, dan absorpsi oleh organisme-organisme perairan (Bryan 1971;1976, dalam Supriharyono, 2000:145). Apabila konsentrasi logam lebih besar daripada daya larut terendah komponen yang terbentuk antara logam dan anion yang ada dalam air, seperti *carbonat*, *hidroksil* atau *chlorida*, maka logam akan tersebut akan diendapkan. Kebanyakan logam-logam berat mempunyai daya larut yang tinggi. Tingginya daya larut logam-logam inilah yang sangat membahayakan kehidupan organisme perairan (Supriharyono, 2000:146).

Selain diendapkan logam-logam berat yang terkandung dalam air juga dapat dipindahkan dari badan air melalui proses absorpsi. Logam berat dalam air dapat pula dipindahkan dari badan air melalui proses penyerapan oleh organisme air baik itu secara langsung ataupun secara tidak langsung melalui rantai makanan organisme tersebut. Absorpsi logam berat oleh organisme perairan secara langsung, biasanya terjadi melalui bagian-bagian tubuh organisme seperti insang, dinding usus. Absorpsi logam berat secara langsung lebih berbahaya daripada absorpsi secara tidak langsung. Logam berat yang terserap secara langsung akan terakumulasi di jaringan tubuh organisme. Pemindahan logam berat di dalam tubuh organisme dapat dipengaruhi oleh kebiasaan organisme dalam cara memakan makanannya (*feeding habit*) (Supriharyono, 2000:147-148).

Menurut Palar (2004:37-38) ada banyak faktor yang mempengaruhi daya racun dari logam-logam berat yang terlarut dalam badan perairan. Dari sekian banyak faktor yang menjadi penentu dari daya racun yang ditimbulkan oleh logam-logam berat terlarut, ada 4 faktor yang sangat penting. Faktor-faktor tersebut adalah :

1) Bentuk logam dalam air.

Bentuk logam berat dalam air sangat menentukan daya racunnya, apakah logam tersebut berada dalam bentuk senyawa organik atau senyawa anorganik. Selanjutnya bentuk persenyawaan ini dibagi lagi, apakah berupa senyawa-senyawa organik dan senyawa-senyawa anorganik yang tidak dapat larut. Senyawa organik yang dapat larut dalam badan perairan akan dapat diserap dengan mudah oleh biota perairan.

2) Keberadaan logam-logam lain.

Adanya logam-logam lain dalam badan perairan dapat menyebabkan logam-logam tertentu menjadi sinergentis atau menjadi antagonis bila membentuk suatu ikatan. Di samping itu, interaksi antara logam-logam tersebut bisa juga gagal atau tidak terjadi sama sekali. Tetapi untuk logam berat yang bersifat sinergentis, apabila bertemu dengan pasangannya membentuk suatu persenyawaan yang dapat berubah



fungsi menjadi racun yang sangat berbahaya atau mempunyai daya racun yang berlipat ganda. Sebaliknya, untuk logam berat yang bersifat antagonis, apabila terjadi persenyawaan dengan pasangannya maka daya racun yang ada pada logam-logam berat tersebut akan berkurang (semakin kecil).

3) Fisiologis biota (organisme) air.

Proses fisiologi yang terjadi pada setiap biota turut mempengaruhi tingkat logam berat yang menumpuk (akumulasi) dalam tubuh dari biota perairan. Besar kecilnya jumlah logam berat yang terkandung dalam tubuh akan mempengaruhi daya racun yang ditimbulkan oleh logam berat terhadap biota air tersebut. Disamping itu, proses fisiologi ini turut mempengaruhi peningkatan kandungan logam berat dalam badan perairan. Ada biota-biota tertentu yang mempunyai kemampuan untuk menetralisasi (mentoleransi) logam-logam berat tertentu sampai pada konsentrasi tertentu pula (mempunyai toleransi tinggi). Sementara itu, biota-biota lainnya tidak memiliki kemampuan untuk menetralisasi daya racun dari logam-logam berat yang masuk (toleransi rendah).

4) Kondisi biota.

Kondisi dari biota berkaitan dengan fase-fase kehidupan yang dilalui oleh biota dalam hidupnya.

## 2.3 Besi (Fe)

### 2.3.1 Pengertian, Penyebaran dan Sifat Besi (Fe)

Besi termasuk unsur yang esensial bagi makhluk hidup. Besi merupakan logam transisi dan memiliki nomor atom 26. Bilangan oksidasi besi adalah +3 dan +2. Besi memiliki berat atom 55,845 g/mol, titik leleh 1.538<sup>0</sup>C, dan titik didih 2.861<sup>0</sup>C. Besi menempati urutan sepuluh besar sebagai unsur di bumi. Besi menyusun 5-5,6% dari kerak bumi dan menyusun 35% dari massa bumi. Besi menempati berbagai lapisan bumi. Konsentrasi tertinggi terdapat pada lapisan dalam dari inti bumi dan sejumlah kecil terdapat di lapisan terluar kerak bumi.

Beberapa tempat di bumi bisa mengandung besi mencapai 70%. Besi memiliki beberapa keistimewaan, antara lain: (Widowati *et al.*, 2008:211)

- 1) Besi sangat kuat dibandingkan kayu ataupun kuprum (Cu).
- 2) Besi lebih mudah dibengkokkan dan dibentuk menjadi berbagai jenis perabot dengan pemanasan.
- 3) Besi bersifat tahan panas, tidak seperti kayu sehingga bisa digunakan sebagai bahan pembuat mesin.
- 4) Besi dapat diberi magnet sehingga bisa digunakan dalam pembuatan generator dan motor elektrik.
- 5) Besi mudah dimurnikan untuk kemudian digunakan pada berbagai alat. Besi murni, besi baja, dan *alloy* yang mengandung besi akan mudah korosi jika tidak diberi pelindung. Cat, galvanisasi, pelapisan plastik, pelapisan menggunakan kromium (Cr), dan beberapa teknik digunakan untuk melindungi besi dari korosi oleh oksigen, udara, atau suhu tinggi.

Besi banyak digunakan dalam kegiatan pertambangan, industri kimia, bahan celupan, tekstil, peenyulingan minyak, dan sebagainya (Eckenfelder dalam Effendi, 2003:164). Logam besi sebagian besar digunakan dalam pembuatan baja dan menghasilkan hampir 95% baja di dunia dengan berbagai kombinasi kekuatan baja. Baja dikenal sebagai *alloy* besi. Penggunaan besi dan baja sangat luas, mulai dari peralatan yang sederhana, seperti jarum, peniti, *paper clip*, *skyscraper*, sampai dengan alat-alat dan mesin berat, seperti berbagai bidang automobil, *tank*, kapal besar, dan berbagai komponen bangunan (Widowati *et al.*, 2008:212).

### 2.3.2 Besi (Fe) di Lingkungan

Besi ditemukan dalam bentuk kation ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ) dan ferri ( $\text{Fe}^{3+}$ ). Senyawa besi umumnya bersifat sukar larut dan cukup banyak terdapat di dalam tanah. Kadang-kadang besi juga terdapat sebagai senyawa *siderite* ( $\text{FeCO}_3$ ) yang bersifat mudah larut dalam air. Pada perairan alami dengan pH sekitar 7 dan oksigen terlarut yang cukup, ion ferro yang bersifat mudah larut dioksidasi menjadi ion ferri. Pada oksidasi ini terjadi pelepasan elektron. Sebaliknya pada reduksi ferri

menjadi ferro terjadi penangkapan elektron. Pada pH sekitar 7,5-7,7 ion ferri mengalami oksidasi dan berikatan dengan hidroksida membentuk  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  yang bersifat tidak larut dan mengendap di dasar perairan, membentuk warna kemerahan pada substrat dasar. Pada perairan alami, besi berikatan dengan anion membentuk senyawa  $\text{FeCl}_2$ ,  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)$ , dan  $\text{Fe}(\text{SO}_4)$ . Pada perairan yang diperuntukkan bagi keperluan domestik, pengendapan ion ferri dapat mengakibatkan warna kemerahan pada porselin, bak mandi, pipa air, dan pakaian. Kelarutan besi meningkat dengan menurunnya pH. Kadar besi pada perairan yang mendapat cukup aerasi (aerob) hampir tidak pernah lebih dari 0,3 mg/liter. Kadar besi pada perairan alami berkisar antara 0,05-0,2 mg/liter. Pada perairan laut sekitar 0,01 mg/liter. Kadar besi  $> 1,0$  mg/liter dianggap membahayakan kehidupan organisme akuatik. Di perairan, kadar besi yang tinggi berkorelasi dengan kadar bahan organik yang tinggi (Effendi, 2003).

Fe mempunyai daya larut yang rendah sehingga mudah mengendap di dasar perairan (Supriharyono, 2000:146). Konsentrasi besi dalam sedimen jauh lebih tinggi daripada di perairan. Ketika mencapai air asin, besi oksihidroksida diendapkan dengan cepat sehingga pada salinitas 10 ppt atau lebih, sebagian besar dari zat besi dalam bentuk partikel dan dilepaskan dari larutan dengan efektif. Di perairan laut anoxic, besi ferro dimobilisasi dari sedimen dan berdifusi ke dalam kolom perairan. Organisme laut mengakumulasi besi tetapi juga cepat mengeluarkannya dalam kondisi air bersih. Biasaya konsentrasi besi pada jaringan berkaitan dengan konsentrasi besi pada perairan dan sedimen. Bioakumulasi besi pada organisme laut tidak menimbulkan bahaya ke tingkat trofik yang lebih tinggi (UK Marine SAC's Project, 2001).

Efek besi pada hewan air dan habitatnya sebagian besar merupakan efek tidak langsung, meskipun efek toksik langsung dari  $\text{Fe}^{2+}$  juga penting dalam beberapa habitat lotic yang menerima limbah Fe terutama selama musim dingin. Ferri hidroksida dan Fe humus endapan, biologis dan permukaan lainnya, secara tidak langsung mempengaruhi organisme lotic dengan mengganggu metabolisme normal dan osmoregulasi, dan mengubah struktur dan kualitas habitat bentik dan sumber makanan. efek langsung dan tidak langsung gabungan dari kontaminasi

besi menurunkan keanekaragaman spesies dan kelimpahan dari periphyton, bentik invertebrata, dan ikan-ikan. Penyerapan dan kopresipitasi dari logam oleh oksida Fe menurunkan keanekaragaman hayati (Gurzau *et al*, 2003).

### 2.3.3 Sumber Pencemaran Besi (Fe) pada Perairan

#### 1) Sumber Alamiah

Keberadaan besi pada kerak bumi menempati posisi keempat terbesar. Sumber besi di alam adalah *pyrite* ( $\text{FeS}_2$ ), *hematite* ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), *magnetite* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), *limonite* [ $\text{FeO}(\text{OH})$ ], *goethite* ( $\text{HFeO}_2$ ), dan *ochre* [ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ] (Effendi, 2003). Diperkirakan kandungan Fe dalam kerak bumi adalah sebesar  $5,63 \times 10^4$  mg/kg, sedangkan kandungan Fe di dalam air laut adalah sebesar  $2 \times 10^{-3}$  mg/L. Fe menyusun 35% dari massa bumi. Konsentrasi Fe tertinggi terdapat pada bagian dalam inti bumi dan sejumlah kecil terdapat di lapisan terluar kerak bumi. Mineral yang terdapat dalam air dengan jumlah besar adalah Fe, namun apabila Fe tersebut dalam jumlah yang sangat banyak akan menimbulkan berbagai gangguan lingkungan (Widowati *et al.*, 2008:213).

#### 2) Sumber non alamiah

Kegiatan manusia merupakan sumber utama pemasukan logam ke dalam lingkungan. Kegiatan manusia yang dapat menyebabkan pencemaran logam Fe di perairan diantaranya adalah :

##### a. Limbah Industri

Banyaknya industri yang membuang limbahnya ke lingkungan dapat menyebabkan terjadinya pencemaran Fe di lingkungan khususnya pada lingkungan perairan. Terdapat beberapa industri yang membebaskan logam Fe sehingga berpotensi meningkatkan kandungan Fe di perairan. Selain industri penambangan bijih besi, industri-industri lain yang membebaskan Fe ke lingkungan diantaranya adalah industri kimia organik, petrokimia, alkalis, *chlorine*, kimia anorganik, industri pupuk, pemurnia minyak (*petroleum refining*), dan industri pelelehan baja (Dean *et al*, 1972 dalam Supriharyono, 2000).

#### b. Limbah domestik

Logam Fe dapat berada di perairan akibat buangan domestik atau sampah-sampah rumahtangga yang dibuang ke perairan. Menurut Connel dan Miller (2006), Sejumlah logam berat dapat terkandung dalam limbah rumahtangga melalui sampah-sampah dan korosi pipa-pipa air dapat mengandung logam berat diantaranya Cu, Hg, Pb, Zn, Fe, dan Cd.

#### 2.3.4 Efek Toksik Besi (Fe)

Fe adalah salah satu logam berat yang termasuk kategori logam *essensial* karena masih dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah yang sedikit. Fe memiliki berbagai fungsi esensial dalam tubuh, yaitu sebagai alat angkut oksigen dari paru-paru keseluruh tubuh, sebagai alat angkut elektron dalam sel, serta sebagai bagian terpadu dari berbagai reaksi enzim. Fe juga berperan penting dalam sistem imunitas. Seseorang dengan kadar Fe rendah akan memiliki daya tahan tubuh rendah terhadap infeksi. Banyaknya Fe didalam tubuh dikendalikan pada fase absorpsi. Tubuh menggunakan beberapa mekanisme untuk mengatur absorpsi Fe karena tubuh tidak mudah mengeliminasi Fe yang berlebihan yang telah diabsorpsi (Widowati, 2008).

Konsumsi toleransi maksimum untuk logam Fe telah ditetapkan oleh JEFCA (1983) sebesar 48 mg per hari untuk orang dengan berat badan 60 kg. Apabila jumlah zat besi yang masuk pada tubuh orang dengan berat badan 60 kg melebihi nilai tersebut maka logam Fe akan bersifat toksik di dalam tubuh (Taurusiana *et al*, 2014). Tubuh manusia tidak dapat mengeksresikan besi. Karenanya mereka yang sering mendapat transfusi darah, warna kulitnya menjadi hitam karena akumulasi besi. Kelebihan zat besi dapat menurunkan penyerapan dan penggunaan seng dan tembaga serta peningkatan penggunaan vitamin antioksidan. Kelebihan zat besi juga menyebabkan gangguan fungsi hati, jantung bahkan meninggal dunia. Gejalanya adalah rasa nek, muntah, diare, denyut jantung meningkat, sakit kepala dan mengigau (Yuniastuti, 2008:71). Walaupun besi itu dibutuhkan oleh tubuh, tetapi dalam dosis besar dapat merusak dinding

usus. Kematian juga dapat terjadi yang disebabkan oleh kerusakan usus tersebut (Slamet, 2009:114).

Kelebihan Fe jarang terjadi akibat konsumsi yang berasal dari makanan, tetapi oleh konsumsi suplemen Fe. Fe bersifat toksik bila jumlah transferin melebihi kebutuhan sehingga mengikat Fe bebas. Konsumsi Fe berlebih berakibat pada meningkatnya feritritin dan hemosiderin dalam sel parenkim hati. Hemosiderin akan masuk ke dalam sel parenkim organ-organ lain, misalnya pankreas, otot jantung, dan ginjal sehingga dalam jangka panjang, hemosiderin akan tertimbun dalam organ-organ tersebut dan merusak sistem kerjanya. Kerusakan-kerusakan jaringan karena akumulasi Fe disebut hemokromatosis. Hal itu terjadi karena hemosiderin sulit melepaskan Fe. Toksisitas kronis Fe bisa mengakibatkan gangguan fungsi hati, gangguan fungsi endokrin, dan penyakit kardiovaskuler. Toksisitas akut Fe per oral bisa mengakibatkan muntah, gangguan alat pencernaan, dan shock (Widowati, 2008:226-227).

Hemokromatosis adalah penyakit karena meningkatnya absorpsi Fe sehingga tubuh tidak mampu mengatur absorpsi Fe dari usus. Penderita hemakromatosis menunjukkan akumulasi Fe di hati, limpa, tulang sumsum, jantung, dan jaringan lainnya. Penderita hemokromatosis berisiko terserang serosis, kanker hati, penyakit jantung, dan berbagai penyakit lainnya. Konsumsi Fe dosis besar akan merusak sel alat pencernaan secara langsung, lalu Fe akan mengikuti peredaran darah. Kerusakan sel juga meluas pada hati, jantung dan organ lain, bahkan bisa berakhir pada kematian (Widowati *et al.*, 2008:226-227).

Kelebihan zat Fe juga dapat menyebabkan keracunan. Keluhan-keluhan akibat keracunan zat Fe diantaranya terjadi mudah lelah, mual, muntah, perut nyeri, dan diare. Selain itu kelebihan zat Fe juga dapat menyebabkan kerusakan usus, penuaan dini hingga kematian mendadak, mudah marah, radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, *cardiomyopathies*, sirosis ginjal, sembelit, diabetes, pusing, kulit kehitam-hitaman, sakit kepala, gagal hati, insomnia, sakit liver, masalah mental, rasa logam di mulut, myasthenia gravis, nausea, nevi, mudah gelisah, dan iritasi, parkinson, rematik, sikoprenia, sariawan perut, *sickle cell*

*anemia*, strabismus, gangguan penyerapan vitamin dan mineral, serta hemokromatin (Ika *et al*: 2012).

#### 2.4 Biota Air Sebagai Bioindikator Pencemaran

Dinamika logam dalam air baik jenis air, maupun makhluk hidup yang hidup dalam air telah banyak diteliti, terutama dalam memonitor pencemaran logam berat pada lingkungan perairan. Dalam memonitor pencemaran logam, analisis biota air sangat penting daripada analisis air itu sendiri (Darmono, 1995:36). Spesies monitor kimiawi biasanya digunakan untuk makhluk yang membioakumulasi zat beracun yang berada dalam jumlah runutan dalam lingkungan. Analisis kimia spesies ini kemudian mencirikan adanya zat beracun dalam lingkungan secara efektif daripada analisis langsung suatu sampel lingkungan, seperti air (Connell, 1995:111).

Philip (1990 dalam Connell 1995:111) telah membahas secara seksama penggunaan spesies monitor kimiawi, menyatakan bahwa *mollusca (gastropoda, bivalvia)* dan *makroalgae* merupakan indikator yang paling tepat dan efisien untuk pencemaran logam berat, ia melaporkan bahwa sifat dasar suatu spesies monitor adalah sebagai berikut :

- 1) Makhluk hidup harus mengakumulasi pencemaran tanpa terbunuh pada kadar yang dihadapi dalam lingkungan.
- 2) Makhluk hidup harus yang senang menggali lubang agar supaya mewakili daerah studinya.
- 3) Makhluk hidup harus banyak jumlahnya dalam seluruh daerah tersebut.
- 4) Makhluk hidup harus cukup panjang waktu hidupnya untuk memungkinkan pengambilan sampel lebih dari satu tahun bila dikehendaki.
- 5) Makhluk hidup harus cukup besar, memberikan jaringan yang cukup dianalisis.
- 6) Makhluk hidup harus mudah disampel dan cukup kuat untuk selamat dalam laboratorium, yang memungkinkan pembersihan sebelum dianalisis bila dikehendaki, dan studi laboratorium terhadap pengambilan (*up-take*).

- 7) Makhluk hidup harus toleran terhadap air payau.
- 8) Suatu toleransi yang sederhana harus ada antara pencemaran yang ada dalam makhluk hidup dan rata-rata kepekaan pencemaran dalam air sekelilingnya.
- 9) Seluruh makhluk hidup dari spesies tertentu yang digunakan dalam survey harus memiliki korelasi yang sama antara kandungan pencemarannya dengan rata-rata. Kepekaan pencemar dalam air sekelilingnya pada seluruh lokasi yang dipelajari.

Organisme air mengambil logam berat dari badan air atau sedimen dan memekatkannya ke dalam tubuh hingga 100-1000 kali lebih besar dari lingkungan. Kemampuan organisme air dalam menyerap (absorpsi) dan mengakumulasi logam berat dapat melalui beberapa cara, yaitu melalui saluran pernafasan (insang), saluran pencernaan dan difusi permukaan kulit (Darmono, 2001). Sebagian besar logam berat masuk ke dalam tubuh organisme air melalui rantai makanan dan hanya sedikit yang diambil air. Akumulasi dalam tubuh organisme air dipengaruhi oleh konsentrasi bahan pencemar dalam air, kemampuan akumulasi, sifat organisme (jenis, umur, dan ukuran), lamanya pernafasan dan pemaparan.

Tingkat bioakumulasi logam berat dalam organisme air tergantung pada kemampuan organisme untuk mencerna logam dan konsentrasi logam seperti di perairan, dalam sedimen tanah sekitarnya serta kebiasaan makan organisme. Hewan akuatik (termasuk ikan) mengakumulasi logam berat dalam jumlah yang cukup dan tinggal selama jangka waktu yang lama. Ikan telah diakui sebagai akumulator yang baik terhadap polutan organik dan anorganik. Polutan terutama yang berupa logam berat akhirnya dipindahkan ke hewan lain termasuk manusia melalui rantai makanan.

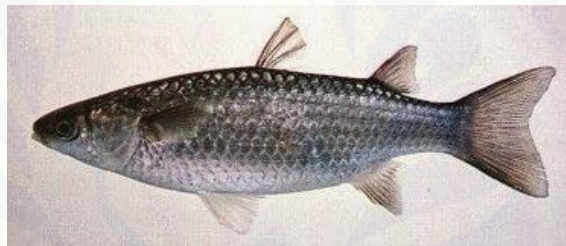
### **2.5 Ikan Belanak (*Valamugil seheli*)**

Ikan belanak disebut juga dengan ikan kada. Ada dua jenis ikan belanak, yaitu belanak tawar (*Mugil cephalus linnaeus*) dan belanak laut (*Valamugil seheli*). Ikan belanak laut biasa hidup di perairan pantai dan estuarin. Ikan belanak



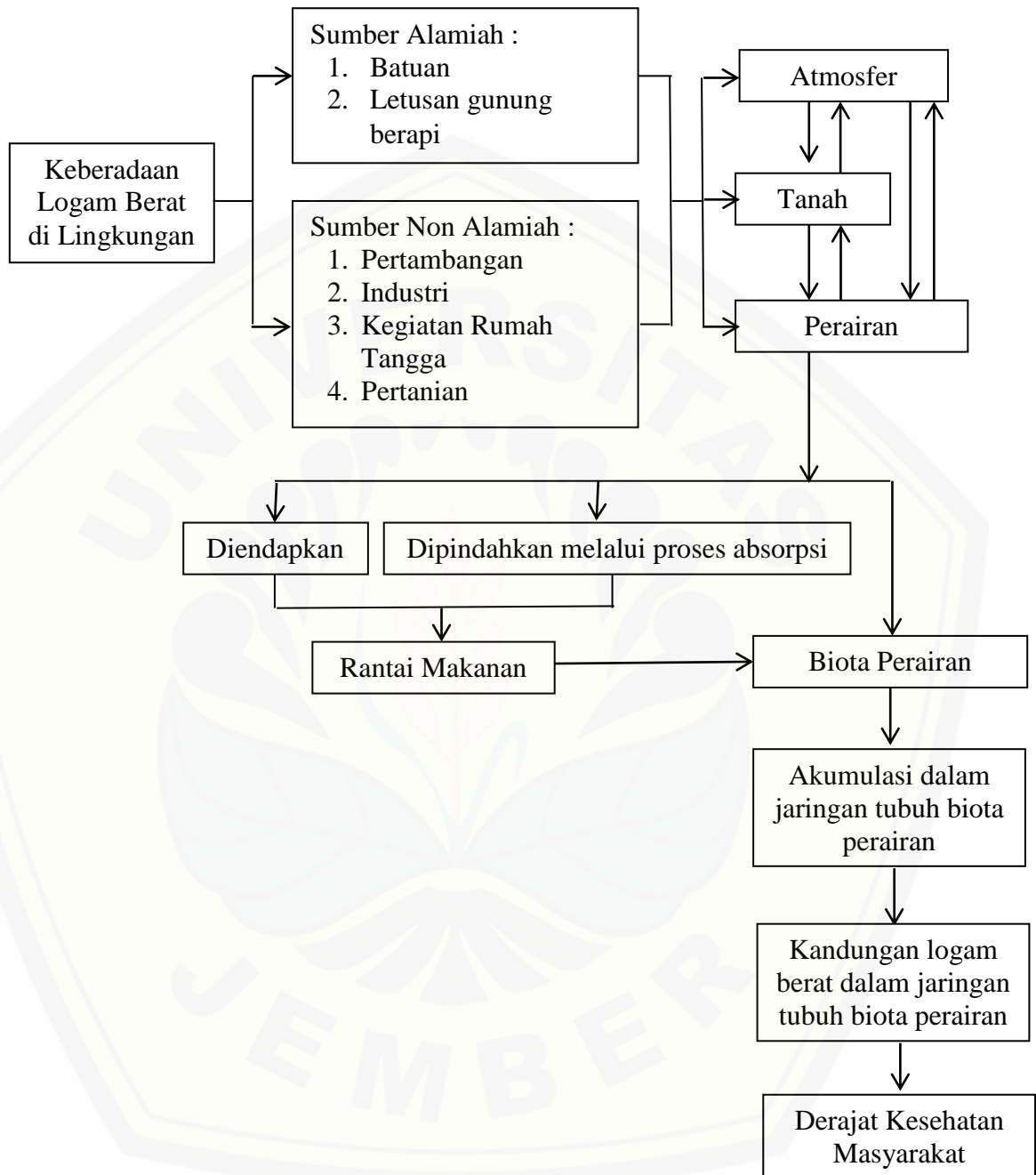
laut memiliki warna tubuh sebelah atas coklat kehijau-hijauan, dan sebelah bawah keperak-perakan (Purnomowati *et al.*, 2008:32).

Ikan belanak memiliki tubuh bulat panjang, mulut kecil dan bisa ditarik keluar (*protactile*), dua sirip punggung yang terpisah cukup jauh satu sama lain dan tidak mempunyai gurat sisi (*lateral line*). Sirip dada kecil dan berwarna kehitaman. Ikan belanak laut biasa hidup di perairan pantai dan estuarin, sering kali masuk di perairan laguna, muara-muara, dan air tawar. Sifatnya yang selalu hidup bergerombol di perairan pantai yang dangkal untuk mencari makan. Ikan belanak juga memakan pasir dan lumpur. Ikan belanak hidupnya lebih banyak di dasar (*demersal*) perairan yang berlumpur. Jenis makanannya *fitoplankton* (*diatom*) dan *detritus* pada sedimen dasar (Wiadnya, 2012:163).



Gambar 2.1 Ikan Belanak (*Valamugil seheli*)

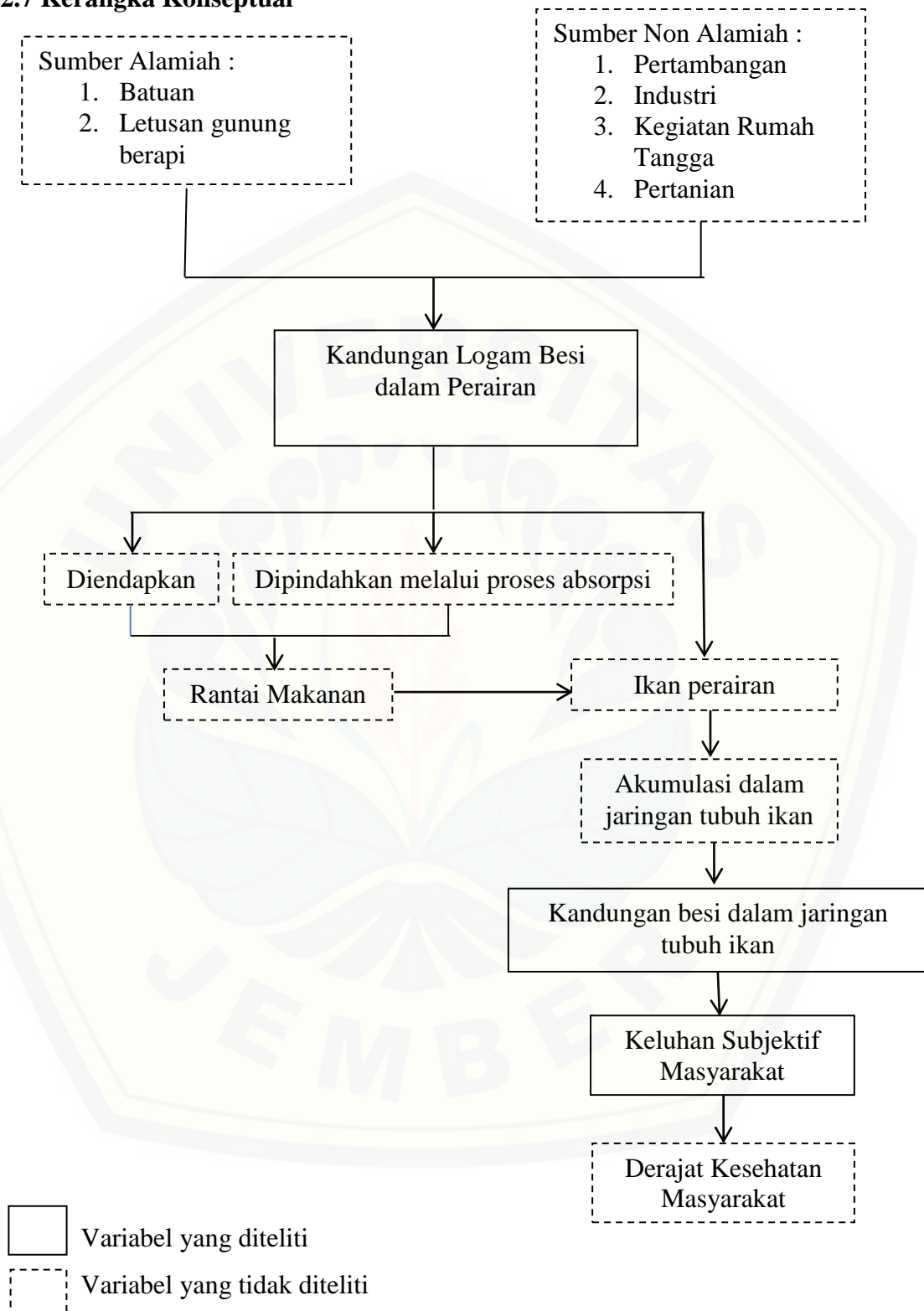
## 2.6 Kerangka Teori



Gambar 2.2 Kerangka Teori

Sumber : Modifikasi Bryan (1976) dalam Connell dan Miller (2006), Supriharyono (2000)

2.7 Kerangka Konseptual



Gambar 2.3 Kerangka Konseptual

Keterangan :

Logam berat dapat berada di lingkungan secara alamiah maupun non alamiah. Logam berat yang dilimpahkan ke perairan, baik di sungai ataupun laut, akan mengalami tiga proses, yaitu pengendapan, absorpsi, dan absorpsi oleh organisme-organisme perairan. Apabila konsentrasi logam lebih besar daripada daya larut terendah komponen yang terbentuk antara logam dan anion yang ada dalam air, maka logam akan tersebut akan diendapkan. Selain diendapkan logam-logam berat yang terkandung dalam air juga dapat dipindahkan dari badan air melalui proses absorpsi. Logam berat dalam air dapat pula dipindahkan dari badan air melalui proses penyerapan oleh organisme air.

Penyerapan logam berat dalam tubuh organisme air dapat terjadi secara langsung yaitu melalui saluran pernafasan (insang) dan melalui kulit ataupun secara tidak langsung melalui rantai makanan. Logam berat yang terserap akan terakumulasi di jaringan tubuh ikan laut. Ikan laut merupakan bahan makanan yang mengandung zat gizi sangat tinggi yang dibutuhkan oleh tubuh. Apabila kandungan logam berat dalam tubuh ikan tersebut melebihi ambang batas yang telah ditetapkan maka dalam jangka panjang akan berpengaruh terhadap kesehatan masyarakat yang mengkonsumsinya.

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif yaitu suatu metode penelitian yang dilakukan dengan tujuan utama untuk membuat gambaran atau deskripsi tentang suatu keadaan secara objektif (Notoatmodjo, 2005:138). Metode penelitian deskriptif pada penelitian ini adalah menggambarkan atau mengukur kadar Fe pada air laut dan ikan belanak (*Valamugil seheli*) serta keluhan masyarakat di sekitar Pesisir Pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan.

### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

#### 3.2.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dimulai dari awal penyusunan proposal pada bulan Juli 2016 hingga bulan Februari 2017.

#### 3.2.2 Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilaksanakan di Pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan. Pengujian sampel Fe pada air laut dan ikan belanak (*Valamugil seheli*) dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Surabaya.

### 3.3 Objek Penelitian

#### 3.3.1 Populasi Penelitian

Populasi penelitian adalah keseluruhan objek penelitian yang akan diteliti (Notoatmodjo, 2005:79). Menurut Sugiyono (2009:61), populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas objek/subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Populasi pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

##### a. Pada Air Laut

Populasi air laut yang digunakan adalah air laut yang berada di perairan Pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan yang memiliki garis

pantai sepanjang 11,25 km membentang dimulai dari dermaga pelabuhan kamal hingga di kaki jembatan suramadu.

b. Pada Ikan

Populasi ikan pada penelitian ini adalah seluruh ikan belanak (*Valamugil seheli*) di perairan Pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan.

c. Pada Masyarakat

Masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar Pantai Kamal yaitu Masyarakat Kampung Kejawan RW1/RT1-9 Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan yang berjumlah 954 orang.

### 3.3.2 Sampel Penelitian

Menurut Notoatmodjo (2005:79), sampel penelitian adalah sebagian yang diambil dari keseluruhan objek yang diteliti dan dianggap mewakili seluruh populasi. Sampel penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Sampel Air Laut

Sampel penelitian ini adalah Pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan yang memiliki garis pantai sepanjang 1,5 km yang diukur dari dermaga pelabuhan Kamal hingga tempat industri pemotongan kapal. Pengambilan sampel air laut dilakukan pada tiga titik lokasi yakni: lokasi di sekitar industri pemotongan kapal atau titik 1, pada lokasi di sekitar pemukiman penduduk atau titik 2, dan pada lokasi di pelabuhan kamal atau titik 3. Sampel air laut pada lokasi 1 diambil pada 3 kondisi yaitu: pada saat air laut surut, pada saat air laut antara pasang dan surut, serta pada saat air laut pasang. Pada lokasi 2 sampel air laut diambil saat air laut surut, saat air laut antara pasang dan surut, serta pada saat air laut pasang. Begitu juga dengan lokasi 3 sehingga jumlah total sampel sebanyak 9 sampel (Lihat gambar 3.1 dan gambar 3.2).

b. Sampel Ikan

Sampel pada penelitian ini merupakan ikan yang dominan tertangkap oleh nelayan, yakni ikan belanak (*Valamugil seheli*). Sampel ikan akan diambil bagian daging seberat 250 g dan bagian kepalanya juga 250 g. Ikan tersebut diambil dari

hasil tangkapan nelayan yang berasal dari perairan Pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan.

c. Sampel Masyarakat

Besar sampel masyarakat pada penelitian ini adalah jumlah masyarakat yang memenuhi kriteria inklusi. Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar Pantai Kamal yaitu Masyarakat Kampung Kejawan RW 1/RT 1-9 Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan dan bersedia menjadi responden penelitian ini dengan mengisi *inform consent*. Kriteria eksklusi pada penelitian ini adalah Masyarakat Kampung Kejawan RW 1/RT 1-9 Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan yang alergi terhadap ikan laut. Rumus untuk menghitung ukuran sampel dari populasi yang diketahui jumlahnya adalah sebagai berikut (Sugiyono, 2014:126) :

$$s = \frac{\lambda^2 \cdot N \cdot P \cdot Q}{d^2(N-1) + \lambda^2 \cdot P \cdot Q}$$

$$s = \frac{(1,96)^2 \cdot 954 \cdot (0,5) \cdot (0,5)}{(0,1)^2(954-1) + (1,96)^2 \cdot (0,5) \cdot (0,5)}$$

$$s = 87,33 \approx 87$$

Keterangan :

s : Jumlah sampel

N : Jumlah populasi

$\lambda^2$  : Chi kuadrat, dengan dk=1

d : Presisi absolut kesalahan 10% (0,1)

P = Q = 0,5

Jadi, setelah perhitungan ukuran sampel dari rumus *Isaac & Michael* diatas, besar sampel yang sebesar 87 orang. Pengambilan sampel masyarakat menggunakan *simple random sampling*. *Simple random sampling* adalah pengambilan anggota sampel dari populasi dilakukan secara acak tanpa memperhatikan strata yang ada dalam populasi tersebut (Sugiyono, 2014:120).

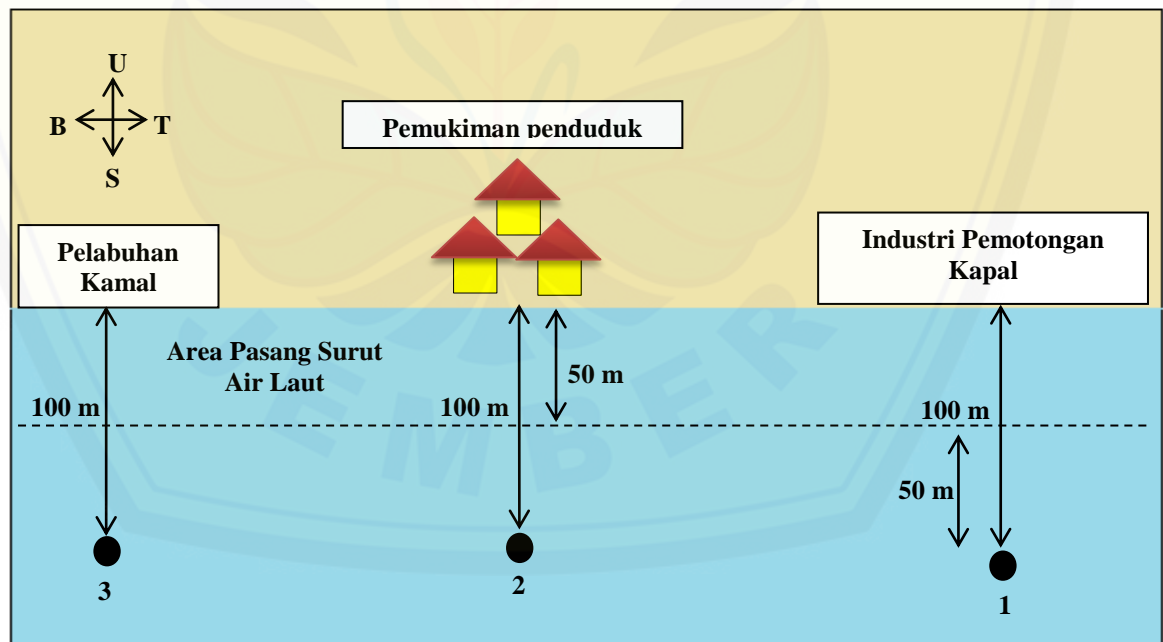
### 3.4 Teknik Pengambilan Sampel

#### 3.4.1 Teknik Pengambilan Sampel Air Laut

##### a. Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel Air Laut

Sebelum pengambilan sampel air laut terlebih dahulu dilakukan penentuan titik pengambilan sampel. Penentuan titik sampel air laut didasarkan pada keadaan geografi dan aktivitas yang terdapat di sekitar perairan. Tiga titik sampel air laut di Perairan Kamal yakni: lokasi di sekitar industri pemotongan kapal atau titik 1, pada lokasi di sekitar pemukiman penduduk atau titik 2, dan pada lokasi di pelabuhan kamal atau titik 3. Titik 1 berjarak 1 km dari titik 2, dan pada titik 3 berjarak 500 m dari titik 2.

Pengukuran bibir pantai berbeda ketika air laut pasang dan air laut surut. Pengambilan sampel air laut pada masing-masing titik sampel melebihi batas surut air laut. Hal ini untuk mempermudah penentuan titik pengambilan sampel air laut pada ketika air laut pasang dan surut. Batas pasang tertinggi air laut dengan surut terendah air laut di perairan Kamal berbeda-beda untuk setiap lokasi.



Gambar 3.1 Tampak Penampang Atas Lokasi Pengambilan Sampel

Keterangan: 1: Industri pemotongan Kapal  
2: Lokasi dekat dengan pemukiman penduduk  
3: Pelabuhan Kamal





- Keterangan:
- 1: Lokasi pengambilan sampel di sekitar Industri pemotongan Kapal
  - 2: Lokasi pengambilan sampel di sekitar pemukiman penduduk
  - 3: Lokasi pengambilan sampel di sekitar Pelabuhan Kamal
  - 4: Industri Pemotongan Kapal
  - 5: Pemukiman penduduk (Kampung Kejawan RW 1/RT 1-9)

Gambar 3.2 Lokasi Pengambilan Sampel Air Laut

Dalam pengambilan sampel air laut juga perlu diperhatikan beberapa hal, Berdasarkan SNI 6964.8:2015 tentang metode pengambilan contoh uji air laut, maka titik pengambilan contoh air laut berdasarkan kedalaman.

Tabel 3.1 Titik pengambilan contoh area pesisir yang dipengaruhi kegiatan di darat berdasarkan kedalaman

<b>Titik Pengambilan contoh area pesisir</b>	
Titik pengambilan contoh kedalaman	0-1 m <sup>b)</sup>
	0,2 D
	0,5 D
	0,8 D

CATATAN:

<sup>b)</sup> mewakili air laut permukaan (*Grasshoff*)

Sumber : SNI 6964.8:2015

Sampel air laut diambil berdasarkan kedalamannya. Pengambilan sampel 0-1 meter mewakili air permukaan. Sampel diambil pada bagian permukaan,

bagian setengah kedalaman, dan bagian dasar perairan kemudian sampel dicampurkan (komposit kedalaman).

b. Teknik Pengambilan Sampel Air Laut

Setelah dilakukan penentuan titik-titik pengambilan sampel air laut pada setiap lokasi, maka tahapan selanjutnya adalah pengambilan sampel air laut. Pengambilan sampel air laut pada titik 1, 2 dan 3 dilakukan saat air laut surut, antara pasang dan surut, serta saat air laut pasang yakni pada pagi hari pukul 05.00-07.00 WIB, siang hari pukul 13.00-15.00 WIB dan juga pada waktu malam hari pukul 19.00-21.00 WIB. Pengambilan sampel pada waktu tersebut bertujuan untuk mengetahui kandungan Fe pada tiap lokasi.

Pengambilan sampel air laut pada tiga lokasi tersebut dilakukan dalam satu hari yaitu saat air laut surut, antara pasang dan surut, dan saat air laut pasang sehingga total sampel air laut sebanyak 9 sampel. Teknik pengambilan sampel air laut pada penelitian ini menggunakan pengambilan contoh sesaat metode (*grab samples*), yakni sampel air laut yang diambil sesaat pada satu lokasi tertentu (SNI 6989.59:2008).

Prosedur pengambilan sampel air laut ini mengacu pada SNI 6964.8:2015 tentang metode pengambilan contoh uji air laut. Prosedur pengambilan sampel air laut, yakni;

1) Alat

- a) Jurigen plastik ukuran 1 liter
- b) Botol pemberat
- c) Label
- d) Ember sebagai tempat mencampurkan air laut

2) Cara Pengambilan Sampel

- a) Penyiapan botol pemberat dan jurigen plastik ukuran 1 liter yang sudah dicuci bersih.
- b) Penentuan lokasi pengambilan sampel di laut, yakni pada lokasi 1, 2, dan 3.
- c) Penentuan titik pengambilan sampel air laut pada tiap lokasinya berdasarkan kedalaman laut.

- d) Pengambilan sampel air laut dengan botol pemberat di titik pengambilan sampel kemudian dikompositkan pada tiap lokasi yang telah ditentukan.
- e) Pemberian label dengan mencantumkan nomor sampel, tanggal dan waktu pengambilan.
- f) Pengawetan sampel dan dikirim ke laboratorium.

#### 3.4.2 Teknik Pengambilan Sampel Ikan

Pengambilan sampel ikan pada penelitian ini menggunakan *Probability sampling*, yaitu teknik pengambilan sampel yang memberikan peluang yang sama bagi setiap unsur (anggota) populasi untuk dipilih menjadi anggota sampel (Sugiyono, 2009:63). Pengambilan sampel dilakukan langsung di tempat penampungan ikan hasil tangkapan nelayan yang berada di sekitar Pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan. Sampel yang diambil adalah ikan belanak (*Valamugil sehely*).

Ikan belanak (*Valamugil sehely*) dipilih sebagai sampel penelitian karena banyak ditemukan di Perairan Kamal dan merupakan ikan yang dominan tertangkap oleh nelayan setempat. Ikan belanak (*Valamugil sehely*) merupakan ikan yang sering dikonsumsi oleh masyarakat setempat karena harganya yang relatif murah dibandingkan ikan jenis lain dan mudah dijangkau oleh masyarakat. Ikan tersebut biasa hidup di perairan pantai dan estuarin. Selain itu, ikan belanak (*Valamugil sehely*) memiliki mobilitas yang rendah (penyebaran migrasinya lebih sempit), sehingga peluangnya untuk terkontaminasi Fe dalam perairan lebih besar.

Sampel ikan diuji pada bagian daging dan kepalanya untuk mengetahui kandungan Fe pada bagian tubuh yang sering dikonsumsi oleh manusia. Sampel yang diambil adalah ikan segar yang memiliki kisaran ukuran relatif sama, yakni ikan dewasa dengan panjang tubuh total  $\geq 27$  cm dan berat tubuh  $\geq 250$  g. Hal ini berkaitan dengan usia ikan. Ikan yang lebih tua akan mengakumulasi Fe lebih besar. Sampel daging dan kepala ikan yang digunakan dalam pengujian Fe masing-masing sebesar 250 g. Ikan belanak (*Valamugil sehely*) diambil pada saat nelayan mendaratkan hasil tangkapannya di lokasi yang berada di Perairan Pantai

Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan. Pengambilan sampel pada nelayan dilakukan pada pukul 06.00-08.00 WIB.

Prosedur pengambilan sampel ikan pada nelayan, yakni:

1) Alat:

- a) Kantong plastik
- b) Kertas label
- c) *Ice box*
- d) Timbangan digital dan Penggaris

2) Cara Kerja:

- a) Sampel ikan belanak (*Valamugil seheli*) diukur terlebih dahulu panjang tubuh dan berat totalnya.
- b) Sampel yang terpilih kemudian dimasukkan dalam plastik yang telah diberi label kemudian disimpan dalam *ice box* sebagai tempat penyimpanan sampel untuk dibawa ke laboratorium.

### 3.4.3 Metode Pengujian Fe pada Air Laut di Laboratorium

Pengujian kadar besi pada air laut mengacu pada SNI 6989.4:2009 tentang cara uji besi (Fe) secara spektrofometri serapan atom (SSA)-nyala. Metodenya sebagai berikut:

a. Peralatan :

- 1) *Erlenmeyer* 100 mL;
- 2) Pipet volumetrik 10,0 mL dan 50,0 mL;
- 3) Labu ukur 50,0 mL; 100 mL dan 1000,0 mL;
- 4) Corong gelas;
- 5) Kaca arloji;
- 6) Pemanas listrik;
- 7) SSA.

b. Bahan

- 1) Air bebas mineral;
- 2)  $\text{HNO}_3$  pekat p.a;
- 3) Larutan standar logam besi (Fe);

c. Cara Kerja

- 1) Contoh uji dihomogenkan, kemudian pipet 50,0 mL contoh uji ke dalam *Erlenmeyer* 100 mL;
- 2) Penambahan 5 mL HNO<sub>3</sub> pekat pada *erlenmeyer* gunakan corong sebagai penutup;
- 3) Panaskan perlahan hingga sisa volume 15 mL-20 mL;
- 4) Jika destruksi tidak sempurna (tidak jernih), Lakukan proses ini secara berulang sampai semua logam larut, yang terlihat dari warna endapan dalam contoh uji menjadi agak putih atau contoh uji menjadi jernih;
- 5) Bilas corong dan masukkan air bilasannya ke dalam *erlenmeyer*;
- 6) Pemindahan contoh uji masing-masing ke dalam labu ukur 50,0 mL (saring jika perlu) dan tambahkan air bebas mineral sampai tepat tanda tera dan dihomogenkan;
- 7) Sampel dimasukkan ke alat SSA dan melakukan pembacaan hasil.

3.4.4 Metode Pengujian Fe pada Ikan di Laboratorium

Pengujian kadar besi pada ikan belanak (*Valamugil seheli*) diukur mengacu pada SNI 2354.5:2011 tentang penentuan kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada produk perikanan. Pengujian besi pada ikan belanak (*Valamugil seheli*) dilakukan pada bagian daging dan insangnya. Metodenya adalah sebagai berikut :

a. Peralatan

- 1) *Blender/homogenizer*;
- 2) Labu takar 50 ml (*polypropylene*) dan 1000 ml;
- 3) *Microwave*, khusus untuk destruksi contoh pengujian logam;
- 4) Pipet volumetrik 10 ml, 5 ml dan 1 ml;
- 5) Sendok plastik;
- 6) SSA;
- 7) Timbangan analitik dengan ketelitian  $\pm 0,0001$  g;
- 8) Wadah *polystyrene*.

b. Bahan

1) HNO<sub>3</sub> 65%;

2) Larutan standar besi.

c. Cara kerja

1) Preparasi contoh

Pelumatan/penghalusan contoh dengan *blender/homogenizer* hingga homogen dan tempatkan contoh dalam wadah *polystyrene* yang bersih dan tertutup.

2) Destruksi basah menggunakan *microwave*

a) Penimbangan contoh basah sebanyak 2 g ke dalam tabung sampel (*vessel*) kemudian dicatat beratnya.

b) Penambahan larutan standar besi sebanyak 1 ml dalam contoh kemudian di vortex.

c) Penambahan secara berurutan 5 ml-10 ml HNO<sub>3</sub> 65% dan 2 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

d) Sampel didestruksi dengan *microwave*.

e) Pemindahan hasil destruksi ke labu takar 50 ml dan tambahkan larutan *matrik modifer* tempatkan sampai tanda batas dengan air deionasi.

3) Sampel dimasukkan ke alat SSA dan melakukan pembacaan hasil.

### 3.5 Variabel dan Definisi Operasional

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, objek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2009:3). Definisi operasional adalah suatu definisi yang diberikan kepada suatu variabel atau konstruk dengan cara memberikan arti, atau menspesifikasikan kegiatan atau memberikan suatu operasional yang diperlukan untuk mengukur konstruk atau variabel tersebut (Nazir, 2009:126).

Definisi operasional dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.2 :

Tabel 3.2 Definisi operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Teknik Pengambilan Data	Kriteria Penilaian
1.	Kandungan Fe pada ikan belanak ( <i>Valamugil seheli</i> )	Jumlah kandungan Fe dalam ikan belanak yang diukur pada bagian daging dan kepala ikan	Uji Laboratorium	Kadar Fe dalam mg/kg

No	Variabel	Definisi Operasional	Teknik Pengambilan Data	Kriteria Penilaian
2.	Kandungan Fe pada Air Laut	Jumlah kandungan Fe total dalam air laut yang diukur pada tiga titik lokasi di perairan pantai Kamal.	Uji Laboratorium	Kadar Fe dalam mg/l
3.	Keluhan Masyarakat	Keluhan kesehatan terkait kelebihan Fe yang dirasakan masyarakat setelah mengkonsumsi ikan belanak yang berasal dari perairan pantai Kamal		
	a. Frekuensi konsumsi ikan belanak	Jumlah ikan belanak yang dikonsumsi oleh masyarakat perhari atau per minggu.	Wawancara dengan kuisisioner	Dikategorikan menjadi: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. &gt; 1 kali/hari</li> <li>2. 1 kali/hari</li> <li>3. 4-6 kali/minggu</li> <li>4. 3 kali/minggu</li> <li>5. &lt; 3 kali/minggu</li> <li>6. 2 minggu sekali</li> <li>7. Tidak pernah</li> </ol>
	b. Keluhan Kesehatan Masyarakat	Keluhan kesehatan yang diindikasikan akibat kelebihan Fe yang dirasakan masyarakat setelah mengkonsumsi ikan belanak yang berasal dari perairan pantai Kamal. Keluhan-keluhan tersebut diantaranya adalah : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mual dan muntah</li> <li>2. Nafsu makan berkurang</li> <li>3. Pusing</li> <li>4. Sakit kepala</li> <li>5. Diare</li> <li>6. sembelit</li> </ol>	Wawancara dengan kuisisioner	Waktu terakhir mengalami keluhan: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\leq</math> 3 bulan terakhir</li> <li>2. &gt; 3 bulan terakhir</li> </ol>

### 3.6 Data dan Sumber Data

#### 3.6.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang didapat dari sumber utama, baik dari individu atau perseorangan, biasanya melalui angket, wawancara, jejak pendapat, dan lain-lain (Nazir, 2009:50). Data primer dalam penelitian ini adalah data hasil wawancara masyarakat terkait keluhan kesehatan serta data hasil uji laboratorium terkait kandungan Fe pada air laut dan ikan belanak (*Valamugil seheli*) di sekitar pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan.

### 3.6.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data primer yang diperoleh dari pihak lain atau data primer yang telah diolah lebih lanjut dan disajikan baik oleh pengumpul data primer atau oleh pihak lain yang pada umumnya disajikan dalam tabel-tabel atau diagram-diagram (Nazir, 2009:50). Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari buku-buku, bulletin serta jurnal-jurnal penelitian terkait penelitian ini.

## 3.7 Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

### 3.7.1 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah teknik atau cara-cara yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi :

#### a. Wawancara

Wawancara menurut Sugiyono (2012:137) adalah proses pertemuan dua orang untuk bertukar informasi dan ide melalui tanya jawab, sehingga dapat dikonstruksikan makna dalam dalam suatu topik tertentu. Informan yang diwawancarai dalam penelitian ini adalah masyarakat di sekitar Pantai Kamal yang mengkonsumsi ikan laut yang berasal dari perairan Pantai Kamal serta mandor industri pemotongan kapal untuk mengetahui proses industri pemotongan kapal. Dalam melakukan wawancara, peneliti menggunakan bantuan pedoman wawancara untuk mempermudah dan memfokuskan pertanyaan yang akan disampaikan.

#### b. Dokumentasi

Dokumen merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumen dapat berupa tulisan, gambar, atau karya-karya monumental dari seseorang. Hasil penelitian juga akan semakin kredibel apabila didukung oleh foto-foto yang ada. Untuk menunjang pengumpulan data dokumentasi, peneliti menggunakan alat bantu berupa kamera untuk mempermudah peneliti dalam mengumpulkan beberapa dokumentasi.



### c. Uji Laboratorium

Pengumpulan data untuk kandungan Fe pada air laut dan ikan belanak (*Valamugil seheli*) di sekitar pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan dilakukan dengan uji laboratorium di Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Surabaya.

#### 3.7.2 Instrumen Pengumpulan Data

Menurut Arikunto (2006:203) instrumen pengumpulan data adalah alat atau fasilitas yang digunakan oleh peneliti dalam mengumpulkan data agar pekerjaannya lebih mudah dan hasilnya lebih baik, dalam arti lebih cermat, lengkap, dan sistematis sehingga lebih mudah diolah. Instrumen pengumpulan data pada penelitian ini adalah berupa kuisisioner. Kuisisioner ditanyakan secara lisan kepada responden melalui wawancara, dan diisi oleh interviewer berdasarkan jawaban lisan dari responden.

### 3.8 Teknik Penyajian dan Analisis Data

Cara penyajian data penelitian dilakukan melalui berbagai bentuk. Pada umumnya dikelompokkan menjadi tiga, yakni penyajian dalam bentuk teks, penyajian dalam bentuk tabel dan penyajian dalam bentuk grafik (Notoadmodjo, 2010:194). Dalam penelitian ini, data yang diperoleh akan disajikan dalam bentuk tabel disertai dengan narasi sebagai penjelasan. Analisis data menggunakan analisis deskriptif yakni menggambarkan hasil uji laboratorium tentang kadar Fe pada air laut dan ikan belanak (*Valamugil seheli*) di pantai pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan dan menggambarkan keluhan kesehatan yang dirasakan oleh masyarakat akibat mengkonsumsi ikan di sekitar pantai.

### 3.9 Alur Penelitian

Identifikasi masalah

Pengumpulan data  
sekunder

Rumusan masalah

Penentuan populasi  
dan sampel

Menentukan prosedur  
penelitian

Pengambilan data  
primer

Mengolah dan meng-  
analisis data

Kesimpulan dan  
saran

Kadar logam berat di beberapa wilayah Perairan Selat Madura melebihi nilai ambang batas.

1. Terdapat banyak kegiatan di Perairan Kamal yang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan.
2. Hasil uji laboratorium tanggal 11 Juli 2016, kandungan Fe di Perairan Kamal sebesar 0,562 mg/L.
3. Ikan yang dominan ditangkap oleh nelayan di Perairan Pantai Kamal yakni ikan belanak (*Valamugil seheli*) yang akan digunakan sebagai bioindikator.

Bagaimana kandungan Fe pada air laut dan ikan belanak (*Valamugil seheli*) di perairan pantai kamal serta keluhan kesehatan masyarakat di sekitar pesisir (Studi kasus di pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan)?

Populasi penelitian ini adalah air Laut di sekitar perairan Pantai Kamal dan ikan belanak (*Valamugil seheli*) hasil tangkapan nelayan yang berasal dari perairan Pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan. Populasi masyarakat berjumlah 954 orang dan sampel yang terpilih berjumlah 87 orang

Pengujian kadar Fe pada sampel air laut mengacu pada SNI 6989.4:2009 tentang cara uji besi (Fe) secara spektrofometri serapan atom (SSA) dan pada sampel ikan mengacu pada SNI 2354.5:2011 tentang Penentuan kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada produk perikanan.

Pengambilan sampel air laut dan ikan serta melakukan wawancara kepada masyarakat sekitar pantai.

data disajikan dalam tabel disertai narasi sebagai penjelasan. Analisis data menggambarkan hasil uji laboratorium tentang kadar Fe pada air laut dan ikan, keluhan keracunan yang dirasakan oleh masyarakat di sekitar pantai serta analisis mengenai dampak kegiatan industri di sekitar perairan Kamal

Kesimpulan dan Saran

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Kandungan Fe pada daging ikan belanak yang berasal dari perairan Kamal Kecamatan Kamal sebesar 138,67 mg/kg dan kandungan Fe pada kepala ikan belanak sebesar 2,647 mg/kg. Kandungan Fe pada daging ikan belanak tersebut telah melebihi kandungan Fe pada ikan yang ditetapkan oleh *World Health Organization* (WHO) yakni sebesar 100 mg/kg. Sedangkan kandungan Fe pada kepala ikan belanak berada dibawah batas kandungan Fe yang telah ditetapkan.
- b. Kandungan Fe pada air laut di perairan Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan pada ketiga titik pengambilan yakni di sekitar industri pemotongan kapal atau titik 1 sebesar 2,030 mg/L, di sekitar pemukiman penduduk atau titik 2 sebesar 0,604 mg/L, dan di sekitar pelabuhan kamal atau titik 3 sebesar 0,261 mg/L. Kandungan Fe pada titik 1 dan 2 telah melebihi kadar maksimum Fe pada perairan laut yang ditentukan oleh *Environmental Protection Agency* yakni sebesar 0,3 mg/L, sedangkan untuk titik 3 kandungan Fe berada dibawah kadar maksimum Fe pada perairan laut.
- c. Seluruh responden (100%) menyatakan pernah mengalami keluhan kesehatan yang diindikasikan sebagai keluhan akibat kelebihan Fe seperti mual dan muntah, nafsu makan berkurang, pusing, sakit kepala, diare dan sembelit. Namun keluhan tersebut belum dapat dipastikan jika keluhan tersebut merupakan keluhan akibat kelebihan Fe.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan diatas disarankan sebagai berikut:

- a. Bagi Masyarakat

Masyarakat dianjurkan untuk tidak mengonsumsi ikan belanak yang berasal dari perairan Kamal setiap hari.

b. Bagi Badan Lingkungan Hidup

Perlu melakukan pengujian Fe dan logam berat lainnya pada air laut dan biota laut secara berkala untuk memonitoring tingkat pencemaran logam berat di perairan Pantai Kamal.

c. Bagi Penelitian Selanjutnya

- 1) Kelemahan penelitian ini adalah tidak dilakukannya pengukuran parameter fisik dan kimia ketika mengukur Fe di perairan. Maka untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengukuran parameter fisik (suhu, pH, dan salinitas) dan kimia (BOD dan COD) terlebih dahulu pada air laut di sekitar perairan Pantai Kamal.
- 2) Perlu dilakukan penelitian kandungan Fe pada bagian tubuh lainnya seperti insang dan alat pencernaan ikan belanak.
- 3) Perlu dilakukan penelitian kandungan Fe atau logam berat lainnya pada sedimen sebagai bioindikator pencemaran di perairan Pantai Kamal.
- 4) Perlu dilakukan penelitian kandungan logam berat lainnya pada air laut di perairan Pantai Kamal.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik, Ed Revisi VI*. Jakarta: Penerbit PT Rineka Cipta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *SNI 6989.57:2008: Air dan air limbah – Bagian 57: Metoda pengambilan contoh air permukaan*. Badan Standarisasi Nasional
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. *SNI 6964.8:2015: Kualitas Air Laut – Bagian 8: Metode pengambilan contoh uji air laut*. Badan Standarisasi Nasional
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *SNI 6989.59:2008: Air dan air limbah - Bagian 59: Metoda Pengambilan Air Limbah*. Badan Standarisasi Nasional
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. *SNI 6989.4:2009: Air dan air limbah – Bagian 4: Cara uji besi (Fe) secara spektrofometri serapan atom (SSA)-nyala*. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. *SNI Nomor 2354.5:2011: Penentuan kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada produk perikanan*. Badan Standarisasi Nasional.
- Bappeda Provinsi Jawa Timur. 2011. *Limbah Industri Rusak Sumberdaya Perikanan*. [Serial Online]. <http://bappeda.jatimprov.go.id/2011/10/28/limbah-industri-rusak-sumberdaya-perikanan-2/>. [20 Mei 2016]
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangkalan. 2015. *Kecamatan Kamal dalam Angka*. Bangkalan: Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangkalan.
- Chandra, B. 2012. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: EGC.
- Connel, D. W., dan Miller, G. J. 2006. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Bogor: Universitas Indonesia Press.
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.

- Environmental Protection Agency (EPA). 2004. *National Recommended Water Quality Criteria*. United States: Office of Science and Technology.
- Gurzau, E, S., Neagu, C., dan Gurzau, A, E. 2003. Essential Metals-Case Study on Iron. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 56(2003): 190-200.
- Handoko, A. 2006. Hubungan Cemaran Lindi dengan Kadar Cd dalam Darah Konsumen Ikan Hasil Tambak dan Gangguan Kesehatan. *Tesis*. Surabaya: Program Pascasarjana UNAIR.
- Herliyanto, B, D., Hermansyah. 2014. Toksisitas Logam Besi (Fe) pada Ikan Air Tawar. *Jurnal Penelitian Sains*,17(1):26-34.
- Kristanto, P. 2004. *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Ika, Tahril, Said, I. 2012. Analisis Logam Timbal (Pb) Dan Besi (Fe) Dalam Air Laut Di Wilayah Pesisir Pelabuhan Ferry Taipa Kecamatan Palu Utara. *J.Akad.Kim*,1(4):181-186.
- Mulia, R. M. 2005. *Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Graha Ilmu.
- Mukono. 2005. *Toksikologi Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Nazir, M. 2009. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Notoadmodjo, S. 2005. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Palar, H. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: PT Asdi Mahasatya.
- Prihatno, H., Najid, A., dan Ramdhan, M. 2013. *Analisis Karakteristik Dinamika Laut Selat Madura, Sebagai Faktor Penentu dalam Peningkatan Kualitas Produksi Garam Rakyat : Laporan Ringkas Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan Tahun 2013* : 6. <http://p3sdlp.litbang.kkp.go.id/index.php/en/litbang/air-laut-dan-garam/2013/156-analisis-karakteristik-dinamika-laut-selat-madura-sebagai-faktor-penentu-dalam-peningkatan-kualitas-produksi-garam-rakyat>. [25 Maret 2016]
- Pujiati, R. S. 2013. *Ekologi Masyarakat Perkebunan dan Pantai*. Jember: Jember University Press.
- Purnomowati, I., Hidayati, D., Saparinto, C. 2008. *Aneka Kudapan Berbahan Ikan*. Yogyakarta: Kanisius.

- Puspita, F. 2012. Evaluasi Kadar Cemar Pb dan Cd dalam Air Pada Pantai dan Daerah Perikanan di sekitar Kawasan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang dengan Metode Spektrofometri Serapan Atom. *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Rai, L.L., J. Gaur dan H.D. Kumar. 1981. *Phycology and Heavy Metal Pollution. In Biological Review of The Phycology Society*. Cambridge University Press London.
- Rochyatun, E., Kaisupy, M, T., Rozak, A. 2006. Distribusi Logam Berat dalam Air dan Sedimen di Perairan Muara Sungai Cisadane. *MAKARA SAINS*, 10(01):35-40.
- Sandro, S. R., Lestari, S., Purwiyanto, A., I, S. 2013. Analisa Kandungan Kadar Logam Berat Pada Daging Kepiting (*Scylla Serrata*) Di Perairan Muara Sungai Banyuasin. *FISHTECH*, 2(01):46-52.
- Slamet, J. S. 2009. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sudarmadji. 2006. *Pengantar Ilmu Lingkungan Edisi Kedua*. Jember: Universitas Jember.
- Sugiyono. 2009. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta Bandung.
- Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta Bandung.
- Suhelmi, I.R., Widjanarko, E., Triwibowo, H., Sagala, S.L., Prihatno, H., Najid, A., Widodo, A.W., dan Bramawanto, R., 2013. *Garam Madura Tradisi dan Potensi Usaha Garam Rakyat*. Jakarta : Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Supriharyono. 2000. *Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Taftazani, A. 2007. *Distribusi Konsentrasi Logam Berat Hg dan Cr pada Sampel Lingkungan Perairan Surabaya: Prosiding PPI – PDIPTN 2007, Pustek Akselerator dan Proses Bahan – BATAN, Yogyakarta [Serial Online]*.
- Taurusiana, S., Afiati, N., Widyorini, N. 2014. Kajian Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Dan Seng (Zn) Pada Jaringan Lunak Kerang Darah (*Anadara Granosa* (L.)) Di Perairan Tanjung Mas, Semarang Dan Perairan Wedung, Demak. *Diponegoro Journal Of Maquares*, 3(1):143-150.

- UK Marine Special Areas of Conservation's Project. 2001. Toxic Substance Profile: Iron. [Serial Online] [http://www.ukmarinesac.org.uk/activities/water-quality/wq8\\_12.htm](http://www.ukmarinesac.org.uk/activities/water-quality/wq8_12.htm) [20 Maret 2017].
- Umiati, S. 2008. Perlindungan Material Baja sebagai Struktur Bangunan terhadap Korosi. *TeknikA*, 29(1):9-12.
- Undang-Undang Negara Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Wiadnya, D. G. R. 2012. Karakteristik Perikanan Laut Indonesia: Jenis Ikan. [serial online]. <http://wiadnyadgr.lecture.ub.ac.id> [20 juli 2016]
- Widowati, W., Sastiono, A., Rumampuk, A, J. 2008. *Efek Toksik Logam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Yogyakarta: C.V Andi Offset.
- Widyastuti, P. 2012. *Bahaya Bahan Kimia pada Kesehatan Manusia dan Lingkungan*. Jakarta: EGC.
- World Health Organization (WHO). 1989. *Heavy Metals-Environmental Aspects*. Switzerland: Environment Health Criteria.
- Yuniastuti, A. 2008. *Gizi dan Kesehatan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.



## LAMPIRAN A



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

Jalan Kalimantan I/93 Kampus Tegalboto, Telp (0331) 322995

Fax. (0331) 322995 Jember 68121

---

---

**LEMBAR PERSETUJUAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama :

Alamat :

No. HP/telp :

Menyatakan setuju untuk menjadi informan dalam penelitian yang dilakukan oleh:

Nama : Dwi Betari Karlina

NIM : 122110101065

Judul : Kandungan Fe Pada Air Laut dan Ikan Belanak (*Valamugil seheli*) Serta Keluhan Masyarakat Pesisir (Studi Di Pantai Kamal Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan).

Persetujuan ini saya berikan secara sukarela dan tanpa paksaan dari pihak manapun. Saya telah diberikan penjelasan dan kesempatan untuk bertanya mengenai hal-hal yang belum dimengerti. Dengan ini saya menyatakan bahwa saya akan menjawab semua pertanyaan dengan sejujur-jujurnya.

Bangkalan,

2016

Responden

(.....)

## LAMPIRAN B



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
 UNIVERSITAS JEMBER  
 FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
 Jalan Kalimantan I/93 Kampus Tegalboto, Telp (0331) 322995  
 Fax. (0331) 322995 Jember 68121

---



---

**LEMBAR WAWANCARA MASYARAKAT**
**I. Petunjuk Pengisian**

- a. Mohon dengan hormat bantuan dan kesediaan saudara untuk menjawab seluruh pertanyaan yang ada
- b. Mohon jawab pertanyaan dengan jujur

**II. Karakteristik Responden**

Nama Responden :

Umur :

Jenis Kelamin :

## a. Frekuensi konsumsi

Bahan Makanan	Berapa kali konsumsi per..						
	>1x/hari	1x/hari	4-6x/minggu	3x/minggu	<3x/minggu	2 minggu sekali	Tidak pernah
Ikan Belanak							

## b. Keluhan Kesehatan Masyarakat

1. Kapan terakhir Anda mengalami mual dan muntah?

a.  $\leq$  3 bulan terakhir

b.  $>$  3 bulan terakhir



## LAMPIRAN C



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT**  
 Jalan Kalimantan I/93 Kampus Tegalboto, Telp (0331) 322995  
 Fax. (0331) 322995 Jember 68121

---



---

**LEMBAR WAWANCARA DAN OBSERVASI INDUSTRI PEMOTONGAN KAPAL**

Waktu wawancara :  
 Informan :

**I. Industri Pemotongan Kapal**

1. Kapan industri pemotongan kapal ini mulai berdiri?  
 .....
2. Apakah industri pemotongan kapal ini sudah mendapatkan izin usaha?  
 .....
3. Tahun berapa industri ini mulai mendapatkan izin usaha?  
 .....
4. Berapakah jumlah pekerja yang ada di industri pemotongan kapal ini?  
 .....
5. Pada hari apa saja industri pemotongan kapal ini beroperasi?  
 .....
6. Pukul berapakah industri ini mulai beroperasi?  
 .....

**II. Proses Pemotongan Kapal**

No.	Tahapan Proses	Alat	Bahan	Proses/Prosedur Kerja
1	Proses Pendahuluan ( <i>Pretreatment</i> )			
2	Proses Pemotongan Kapal			

No.	Tahapan Proses	Alat	Bahan	Proses/Prosedur Kerja
3	Proses Akhir ( <i>Post treatment</i> )			

### III. Limbah Industri Pemotongan Kapal

No.	Jenis Limbah	Jumlah/hari
1	Padat :	... Kg

## LAMPIRAN D



**KANDUNGAN FE PADA AIR LAUT DAN IKAN  
BELANAK (*VALAMUGIL SEHELI*) SERTA  
KELUHAN MASYARAKAT PESISIR (STUDI DI  
PANTAI KAMAL KECAMATAN KAMAL  
KABUPATEN BANGKALAN)**

---

---

**DOKUMENTASI**

**i. Pengambilan Sampel Ikan Belanak (*Valamugil sehelyi*)**



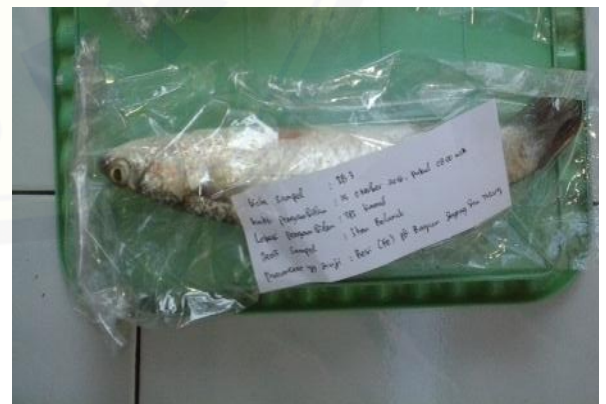
Gambar 1. Ikan Belanak yang didapat dari TPI



Gambar 2. Penimbangan berat tubuh sampel ikan belanak



Gambar 3. Pengukuran panjang tubuh sampel ikan belanak



Gambar 4. Sampel Ikan Belanak yang telah Diberi Label dan Siap dibawa ke Laboratorium

**ii. Pengambilan Sampel Air Laut**



Gambar 5. Persiapan Alat dan Bahan



Gambar 6. Pengambilan Sampel Air Laut pada Lokasi 2



Gambar 7. Sampel Air Laut yang Telah Diambil



Gambar 8. Sampel Air Laut yang telah diberi Label

**iii. Wawancara Masyarakat**



Gambar 9. Wawancara Masyarakat



Gambar 10. Wawancara Masyarakat

**iv. Industri Pemotongan Kapal**



Gambar 11. Bangkai Kapal yang telah Dibongkar



Gambar 12. Bangkai Kapal yang sedang dibongkar





Gambar 13. Pembongkaran deck bawah bangkai kapal



Gambar 14. Crane untuk mengangkat plat bangkai Kapal



Gambar 15. Asetilin sebagai alat pemotong pelat baja



Gambar 16. Proses Pemotongan Bangkai Kapal

## LAMPIRAN E



**KANDUNGAN FE PADA AIR LAUT DAN IKAN  
BELANAK (VALAMUGIL SEHELI) SERTA  
KELUHAN MASYARAKAT PESISIR (STUDI DI  
PANTAI KAMAL KECAMATAN KAMAL  
KABUPATEN BANGKALAN)**

**HASIL LABORATORIUM PEMERIKSAAN Fe PADA IKAN BELANAK**

a. Pada Daging Ikan



**KEMENTERIAN KESEHATAN RI**

DIREKTORAT JENDERAL PELAYANAN KESEHATAN  
BALAI BESAR LABORATORIUM KESEHATAN SURABAYA

Jalan Karangmenjangan No. 18 Surabaya - 60286  
Telepon Pelayanan : (031) 5020306; TU : (031) 5021451 ; Faksimili : (031) 5020388  
Website : bblksurabaya.com ; Surat elektronik : bblksub@yahoo.co.id

**HASIL PENGUJIAN CONTOH BAHAN**

Nomor Lab. : L16012540 / 3835 / BHN / X / 2016  
Dikirim oleh : **DWI BETARI KARLINA**  
Alamat : **Keleyan Socah-Bangkalan.**  
Jenis Bahan : IKAN BELANAK  
Contoh diambil oleh : Yang bersangkutan  
Tanggal pengambilan Contoh : 15 Oktober 2016  
Tanggal diterima di BBLK : 15 Oktober 2016

No.	BAHAN	KADAR BESI	SATUAN
1.	IKAN BELANAK	138,67	mg/kg

**Perhatian :**

- Hasil pemeriksaan ini hanya berlaku untuk contoh diatas
- Hasil ini tidak boleh dipergunakan untuk keperluan Iklan/Reklame
- Dilarang menggandakan dokumen ini tanpa seijin pihak BBLK Surabaya

31 Oktober 2016

Manajer Mutu, 

**Dwi Endah Puspitasari, S.Si,Apt.**

NIP. 19730425 199903 2 001



## b. Pada Kepala Ikan



**KEMENTERIAN KESEHATAN RI**  
 DIREKTORAT JENDERAL PELAYANAN KESEHATAN  
 BALAI BESAR LABORATORIUM KESEHATAN SURABAYA  
 Jalan Karangmenjangan No. 18 Surabaya - 60286  
 Telepon Pelayanan : (031) 5020306; TU : (031) 5021451 ; Faksimili : (031) 5020388  
 Website : bblksurabaya.com ; Surat elektronik : bblksub@yahoo.co.id

---

**HASIL PENGUJIAN CONTOH BAHAN**

Nomor Lab. : L16012603 / 3842 / BHN / X / 2016  
 Dikirim oleh : **DWI BETARI KARLINA**  
 Alamat : KELEYAN \_ SOCAH  
 Jenis Bahan : Kepala Ikan Belanak (KP)  
 Contoh diambil oleh : Yang bersangkutan  
 Tanggal pengambilan Contoh : 17 Oktober 2016  
 Tanggal diterima di BBLK : 17 Oktober 2016

No.	BAHAN	KADAR BESI (ppm)
1	Kepala Ikan Belanak (KP)	2,647

**Perhatian :**

- Hasil pemeriksaan ini hanya berlaku untuk contoh diatas
- Hasil ini tidak boleh dipergunakan untuk keperluan iklan/Reklame
- Dilarang menggandakan dokumen ini tanpa seizin pihak BBLK Surabaya

31 Oktober 2016  
 Manajer Mutu  
  
  
**Dwi Endah Puspitasari, S.Si,Apt.**  
 NIP. 19730425.199903 2 001

## LAMPIRAN F



**KANDUNGAN FE PADA AIR LAUT DAN IKAN  
BELANAK (VALAMUGIL SEHELI) SERTA  
KELUHAN MASYARAKAT PESISIR (STUDI DI  
PANTAI KAMAL KECAMATAN KAMAL  
KABUPATEN BANGKALAN)**

**HASIL LABORATORIUM PEMERIKSAAN Fe PADA AIR LAUT**



**KEMENTERIAN KESEHATAN RI**

DIREKTORAT JENDERAL PELAYANAN KESEHATAN  
BALAI BESAR LABORATORIUM KESEHATAN SURABAYA

Jalan Karangmenjangan No. 18 Surabaya - 60286  
Telepon Pelayanan : (031) 5020306; TU : (031) 5021451 ; Faksimili : (031) 5020388  
Website : bblksurabaya.com ; Surat elektronik : bblksub@yahoo.co.id

**HASIL PENGUJIAN CONTOH BAHAN**

Nomor Lab. : L16012381 / 607- 615 / AM / X / 2016  
Dikirim oleh : DWI BETARI KARLINA  
Alamat : Keleyan - Socah  
Jenis Bahan : 9 (sembilan) Contoh Air  
Contoh diambil oleh : Yang bersangkutan  
Tanggal pengambilan Contoh : 12 Oktober 2016  
Tanggal diterima di BBLK : 12 Oktober 2016

No.	KODE BAHAN	HASIL Besif (Fe)	SATUAN
1.	S1	0,587	mg/L
2.	S2	0,187	mg/L
3.	S3	0,329	mg/L
4.	PS1	5,344	mg/L
5.	PS2	0,682	mg/L
6.	PS3	0,223	mg/L
7.	P1	0,160	mg/L
8.	P2	0,944	mg/L
9.	P3	0,232	mg/L

**Perhatian :**

- Hasil pemeriksaan ini hanya berlaku untuk contoh diatas
- Hasil ini tidak boleh dipergunakan untuk keperluan Iklan/Reklame
- Dilarang menggandakan dokumen ini tanpa seijin pihak BBLK Surabaya



Almeida Dos Santos, S.Si.

NIP 19610705 198202 1 009