

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

DISTRIBUSI LOGAM BERAT MERKURI (Hg) DAN TIMBAL (Pb) DI AIR LAUT
DAN IKAN KEMBUNG (*Rastrelliger neglectus*) DI TELUK SENUNU
KABUPATEN SUMBAWA BARAT PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT

Oleh :

ARDITHA MAULUDDIN
NIM. 115080101111059

Telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 30 Juni 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat
SK Dekan nomor: _____

Tanggal : _____

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dosen Pembimbing I

Ir. Sri Sudaryanti, MS
NIP. 19601009 198602 2 001
Tanggal:

Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., M.Si
NIP.19730702 200501 2 001
Tanggal:

Dosen Penguji II

Dosen Pembimbing II

Ir. Kusriani, MP
NIP. 19560417 198403 2 001
Tanggal:

Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si
NIP. 19600303 198601 1 004
Tanggal:

Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP

Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal:

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Arditha Mauluddin

NIM : 115080101111059

prodi : Manajemen Sumber daya Perairan

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini merupakan hasil karya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa Skripsi ini adalah hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, Juni 2015

Arditha Mauluddin
NIM. 115080101111059

RINGKASAN

ARDITHA MAULUDDIN. Distribusi Logam Berat Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb) di Air Laut dan Ikan Kembung (*Rastrelliger neglectus*) di Teluk Senenu Kabupaten Sumbawa Barat Provinsi Nusa Tenggara Barat. (dibawah bimbingan **Dr. YUNI KILAWATI, S.Pi., M.Si** dan **Dr. Ir. UMI ZAKIYAH, M.Si**)

Kondisi perairan laut di Indonesia yang bisa diakses dan dimanfaatkan oleh siapapun (*open acces*) selama memiliki identitas Indonesia membuat kondisi laut Indonesia kian terpuruk. Salah satu indikasi terpuruknya yakni lebih dari 85 % terumbu karang di Indonesia dalam keadaan terancam oleh aktivitas manusia tersebut (Burke *et al.*, 2002). Namun kondisi tersebut bukannya menjadi perhatian masyarakat Indonesia, malah yang terjadi saat ini, pemanfaatan perairan laut Indonesia bukan hanya dari segi perikanan dan perhubungan saja, laut Indonesia saat ini juga digunakan sebagai “tong sampah” raksasa oleh beberapa perusahaan tambang yang beroperasi. Greenpeace (2013) dalam artikelnya yang berjudul “Laut Indonesia dalam kritis” menyebutkan bahwa pertambangan dan sedimentasi membawa dampak yang sangat buruk bagi ekosistem laut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar kandungan logam berat jenis Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb) dalam Air Laut dan Ikan Kembung (*Rastrelliger neglectus*) di Teluk Senenu, Kabupaten Sumbawa Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat yang merupakan lokasi pembuangan tailing perusahaan tambang emas di Kecamatan Maluk. Selain itu juga di ukur parameter kualitas air berupa pH, Salinitas dan Suhu, sehingga dari data tersebut bisa diketahui tingkat pencemaran yang terjadi di Teluk Senenu. Penelitian dilaksanakan dari bulan Februari–Maret tahun 2015.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan pengambilan data sekunder dan data primer. Parameter utama yang diamati dalam penelitian ini adalah kandungan Hg dan Pb dalam air laut dan *R. neglectus* di Teluk Senenu. Pengambilan sampel dilakukan selama 1 minggu sebanyak 3 kali pengulangan di 10 stasiun. Kemudian air laut dan *R. neglectus* diukur kandungan logam beratnya menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spektrophotometer*) di laboratorium Kimia Analitik, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya. Selain itu dilakukan pengukuran terhadap kualitas air yang meliputi pH, salinitas dan suhu.

Kandungan Hg dalam air laut berkisar antara 0.0147–0.0270 ppm sedangkan kandungan Pb berkisar antara 0.0110–0,0223 ppm, dari data tersebut dapat diketahui bahwa kandungan Hg dan Pb dalam air laut telah melebihi ambang batas yang diperbolehkan pemerintah menurut peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 51 tahun 2004 yakni 0.001 ppm untuk Hg dan 0.008 ppm untuk Pb. Kandungan Hg dalam *R. neglectus* berkisar antara 0.0567–0.1177 ppm, sedangkan kandungan Pb dalam *R. neglectus* berkisar antara 0.1167–0.1717 ppm, dari data tersebut dapat diketahui kandungan Hg dan Pb dalam *R. neglectus* masih berada dalam batas toleransi menurut SNI 7387 tahun 2009 yakni 0.5 ppm untuk Hg dan 0.3 ppm untuk Pb. Parameter kualitas air (pH, Salinitas dan Suhu) masih berada dalam batas normal untuk kehidupan Biota Laut. Hasil regresi linier sederhana antara kandungan logam berat dalam air laut dengan kandungan logam berat dalam *R. neglectus* menunjukkan

bahwa kandungan logam berat dalam air laut berpengaruh nyata terhadap kandungan logam berat dalam *R. neglectus*.

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa kandungan Hg dan Pb dalam *R. neglectus* jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan kandungan Hg dan Pb dalam air laut karena logam berat bersifat akumulator dalam tubuh makhluk hidup. Selain itu aktivitas-aktivitas yang terdapat di Teluk Senenu (Pertambangan dan Perikanan) menjadi faktor utama tingginya kandungan logam berat Hg dan Pb dalam air laut.

Perlu adanya pengawasan dari instansi pemerintah pusat maupun daerah terkait pemanfaatan Teluk Senenu sebagai lokasi pembuangan *tailing* perusahaan tambang emas di daerah tersebut dan aktivitas perikanan tangkap agar kandungan logam berat di dalam air maupun dalam ikan tidak terus bertambah yang nantinya akan berpengaruh terhadap masyarakat sekitar Teluk Senenu.



KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **DISTRIBUSI LOGAM BERAT MERKURI (Hg) DAN TIMBAL (Pb) DI AIR LAUT DAN IKAN KEMBUNG (*Rastrelliger neglectus*) DI TELUK SENUNU KABUPATEN SUMBAWA BARAT PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT**. Di dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi kajian tentang kandungan logam berat yang terdapat di Teluk Senunu yang diakibatkan oleh aktivitas yang terdapat di Teluk Senunu diantaranya pembuangan *tailing* Perusahaan tambang emas yang beroperasi di wilayah Kabupaten Sumbawa Barat tersebut dan kegiatan perikanan tangkap.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis selama penyusunan skripsi, terutama kepada Dekan dan dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, terutama dosen-dosen Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan. Selain itu rasa terima kasih juga penulis sampaikan kepada Pemerintah Daerah Kabupaten Sumbawa Barat yang telah memberi izin untuk melakukan penelitian. Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini dapat mencapai kesempurnaan dan bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

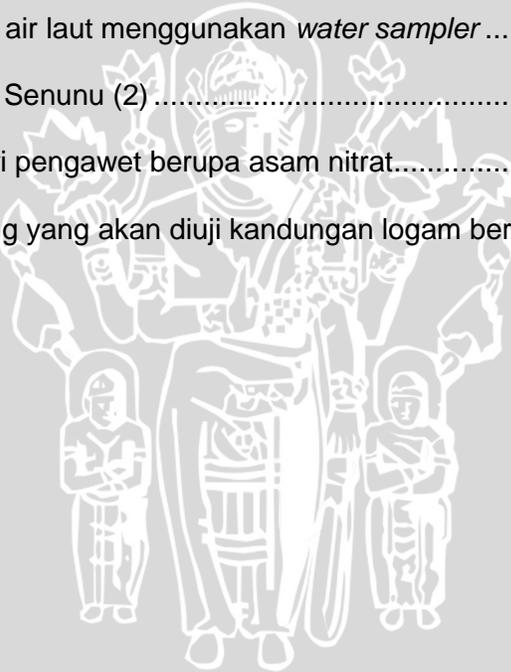
	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah	7
1.3 Tujuan	7
1.4 Kegunaan	8
1.5 Tempat dan waktu	8
2. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Pencemaran	9
2.2 Pencemaran laut	10
2.3 Logam Berat	12
2.4 Merkuri (Hg)	14
2.5 Timbal (Pb)	17
2.6 <i>Tailing</i>	19
2.7 Ikan Kembung (<i>Rastrelliger neglectus</i>)	21
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	23
3.1 Materi penelitian	23
3.2 Alat dan bahan	23
3.3 Metode penelitian	23
3.3.1 Teknik pengumpulan data	23
a. Data primer	23
b. Data sekunder	24

3.3.2 Metode pengambilan data.....	24
a. Wawancara.....	24
b. Partisipasi aktif.....	24
c. Observasi.....	25
3.3.3 Penetapan lokasi penelitian.....	25
3.3.4 Penetapan stasiun pengambilan sampel.....	26
3.3.5 Teknik pengambilan sampel.....	26
a. Teknik pengambilan sampel air.....	26
b. Teknik pengambilan sampel ikan Kembung (<i>Rastrelliger neglectus</i>).....	27
3.3.6 Pengukuran logam berat.....	27
a. Pengukuran Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb) pada air laut.....	27
b. Pengukuran Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb) Ikan.....	28
3.3.7 Pengukuran parameter kualitas air laut.....	27
a. Derajat keasaman (pH).....	29
b. Suhu.....	29
c. Salinitas.....	29
3.4 Analisis data.....	30
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Keadaan umum lokasi penelitian.....	31
4.1.1 Kondisi masyarakat.....	33
4.1.2 Iklim Teluk Senunu.....	34
4.2 Deskripsi stasiun pengambilan sampel.....	35
4.3 Kandungan logam berat dalam air laut.....	37
4.3.1 Merkuri (Hg).....	37
4.3.2 Timbal (Pb).....	41
4.4 Kandungan logam berat dalam ikan Kembung (<i>Rastrelliger neglectus</i>).....	45
4.4.1 Merkuri (Hg).....	45
4.4.2 Timbal (Pb).....	49
4.5 Parameter kualitas air laut.....	53
4.5.1 Suhu.....	53
4.5.2 Salinitas.....	55
4.5.3 pH.....	56
4.6 Hubungan kandungan Merkuri (Hg) dalam <i>R. neglectus</i> dan air laut.....	58
4.7 Hubungan kandungan Timbal (Pb) dalam <i>R. neglectus</i> dan air laut.....	59
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	62
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA.....	64
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR GAMBAR

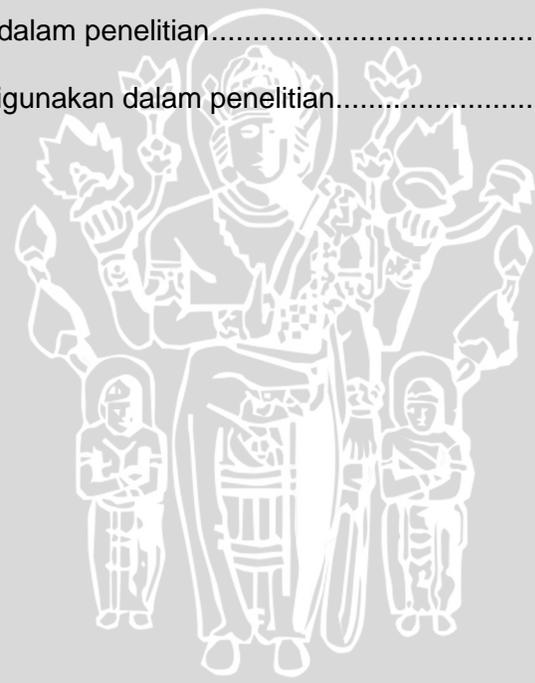
Gambar	Halaman
1. Kota pesisir di Indonesia (Wibowo dan Supriatna, 2011)	1
2. Bagan alur perumusan masalah penelitian	7
3. Ikan Kembung (<i>Rastrelliger neglectus</i>) (Data Primer, 2015)	22
4. Pipa <i>tailing</i> perusahaan tambang emas di Desa Tongo, Kabupaten Sumbawa Barat.....	32
5. Perahu nelayan Desa Ai Kangkung di Teluk Senunu.....	34
6. Peta stasiun pengambilan sampel (Data Primer, 2015)	36
7. Grafik kandungan Merkuri (Hg) dalam Air Laut	39
8. Peta distribusi Merkuri (Hg) dalam air laut di Teluk Senunu menggunakan metode IDW di ArcGIS 9.3 (Data Primer, 2015)	40
9. Grafik kandungan Timbal (Pb) dalam air laut.....	43
10. Peta distribusi Timbal (Pb) dalam air laut di Teluk Senunu menggunakan metode IDW di ArcGIS 9.3 (Data Primer, 2015)	44
11. Grafik kandungan Merkuri (Hg) dalam Ikan Kembung (<i>R. neglectus</i>).....	47
12. Peta distribusi Merkuri (Hg) dalam Ikan Kembung (<i>R. neglectus</i>) di Teluk Senunu menggunakan metode IDW di ArcGIS 9.3 (Data Primer, 2015).....	48
13. Grafik Kandungan Timbal (Pb) dalam Ikan Kembung (<i>R. neglectus</i>)	51
14. Peta distribusi Timbal (Pb) dalam Ikan Kembung (<i>R. neglectus</i>) di Teluk Senunu menggunakan metode IDW di ArcGIS 9.3 (Data Primer, 2015)	52
15. Grafik nilai suhu air laut di Teluk Senunu di 10 stasiun pengamatan.....	54
16. Grafik kadar salinitas air laut Teluk Senunu di 10 stasiun pengamatan.....	55
17. Grafik nilai pH air laut Teluk Senunu di 10 stasiun pengamatan	57

18. Grafik regresi linier sederhana Merkuri (Hg) antara <i>R. neglectus</i> dengan air laut.....	58
19. Grafik regresi linier sederhana Timbal (Pb) antara <i>R. neglectus</i> dengan air laut.....	60
20. Peta lokasi penelitian di Teluk Senunu, Kabupaten Sumbawa Barat.	70
21. Warga nelayan di sekitar pesisir Teluk Senunu.....	73
22. Rumah warga nelayan di pesisir Teluk Senunu	73
23. Pipa pembuangan tailing perusahaan tambang emas yang menuju Teluk Senunu.....	74
24. Kondisi air laut Teluk Senunu (1)	74
25. Pengambilan sampel air laut menggunakan <i>water sampler</i>	75
26. Kondisi air laut Teluk Senunu (2)	75
27. Sampel air laut di beri pengawet berupa asam nitrat.....	76
28. Sampel ikan Kembung yang akan diuji kandungan logam beratnya.....	76



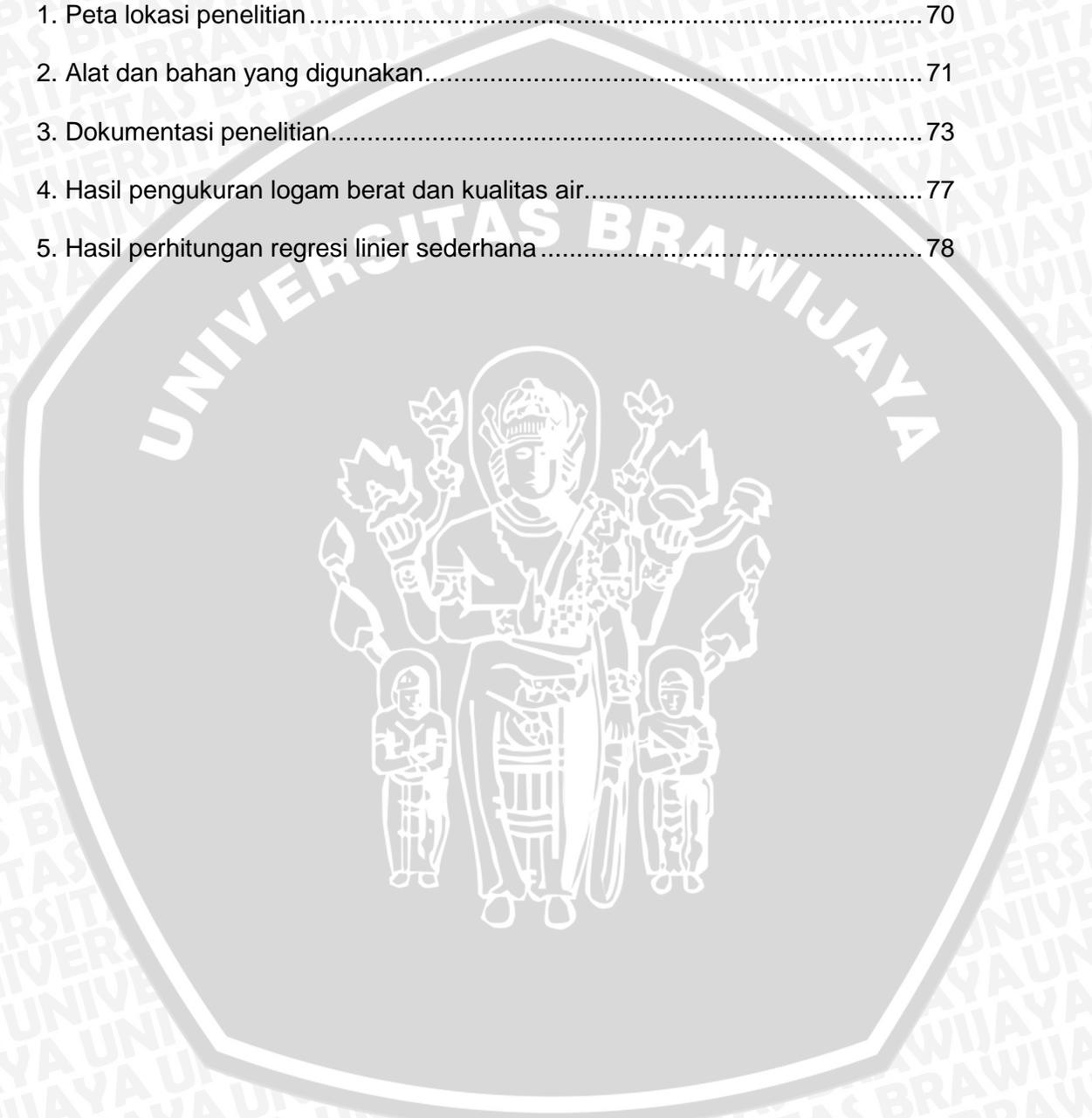
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Parameter penelitian yang diukur.....	26
2. Titik koordinat stasiun pengambilan sampel di Teluk Senenu	35
3. Kandungan Merkuri (Hg) dalam air laut.....	38
4. Kandungan Timbal (Pb) dalam air laut.....	42
5. Kandungan Merkuri dalam Ikan Kembung (<i>R. neglectus</i>)	46
6. Kandungan Timbal (Pb) dalam Ikan Kembung (<i>R. neglectus</i>).....	50
7. Alat yang digunakan dalam penelitian.....	71
8. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian.....	72



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Peta lokasi penelitian.....	70
2. Alat dan bahan yang digunakan.....	71
3. Dokumentasi penelitian.....	73
4. Hasil pengukuran logam berat dan kualitas air.....	77
5. Hasil perhitungan regresi linier sederhana.....	78



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sejak dulu dikenal oleh dunia sebagai negara maritim, dengan luas lautnya yang mencapai 2/3 dari luas negaranya tersebut membuat Indonesia berada dalam posisi yang sangat strategis dalam pemanfaatan sumber daya alam maupun jasa yang diberikan oleh laut. Luas laut Indonesia Menurut Lasabuda (2013), seluas 5.9 juta km². Selain sebagai negara maritim, Indonesia juga dikenal sebagai negara kepulauan dengan garis pantai terpanjang didunia (95. 161 km). Kondisi tersebut semakin membuat Indonesia kaya akan sumber daya hayati pesisir yang melimpah rua. Kekayaan sumber daya pesisir Indonesia tercermin dari banyaknya ekosistem yang terdapat di daerah tersebut. Gambar 1 menunjukkan sebagian besar kota-kota di Indonesia mendapat predikat sebagai kota pesisir karena mempunyai wilayah pengelolaan lautnya sendiri.



Gambar 1. Kota pesisir di Indonesia (Wibowo dan Supriatna, 2011)

Kondisi perairan laut di Indonesia yang bisa diakses dan dimanfaatkan oleh siapapun (*open acces*) selama memiliki identitas Indonesia membuat kondisi laut Indonesia kian terpuruk. Salah satu indikasi terpuruknya yakni lebih dari 85 % terumbu karang di Indonesia dalam keadaan terancam oleh aktivitas manusia tersebut (Burke *et al.*, 2002). Namun kondisi tersebut bukannya menjadi perhatian masyarakat Indonesia, malah yang terjadi saat ini, pemanfaatan perairan laut Indonesia bukan hanya dari segi perikanan dan perhubungan saja, laut Indonesia saat ini juga digunakan sebagai “tong sampah” raksasa oleh beberapa perusahaan tambang yang beroperasi. *Greenpeace* (2013) dalam artikelnya yang berjudul “Laut Indonesia dalam kritis” menyebutkan bahwa pertambangan dan sedimentasi membawa dampak yang sangat buruk bagi ekosistem laut. Salah satu contohnya yakni sedimentasi perairan pantai dan terumbu karang tepi di Kabupaten Buyat, Sulawesi Utara, yang di pengaruhi oleh pembuangan *tailing* (limbah sisa pertambangan) bawah laut dari pertambangan emas industri dan dalam skala kecil yang menggunakan penggabungan Merkuri. Artikel yang dirilis oleh salah satu organisasi Internasional pemerhati lingkungan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa saat ini laut Indonesia sejak lama telah digunakan sebagai lokasi pembuangan *tailing* dan hal tersebut sangat merugikan sumber daya hayati yang ada di laut Indonesia.

Pemerintah telah banyak mengeluarkan peraturan perundangan-undangan untuk melindungi ekosistem laut beserta isinya dari segala bentuk perusakan dan pencemaran. Salah satunya adalah Peraturan Pemerintah Nomor 19 tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran dan/atau perusakan laut. Dalam peraturan tersebut dijelaskan bahwa setiap orang atau penanggung jawab usaha dan/atau kegiatan yang mengakibatkan pencemaran dan/atau perusakan laut wajib melakukan

penanggulangan pencemaran dan/atau perusakan laut yang diakibatkan oleh kegiatannya. Selain peraturan yang telah dijelaskan diatas, Pemerintah juga telah mengeluarkan Undang-undang nomor 27 tahun 2007 tentang pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil. Munculnya undang-undang tersebut karena selama ini pembangunan dan pengelolaan sumber daya pesisir tidak terintegrasikan dengan sektor lain. Hal tersebut dapat dilihat dari peraturan perundang-undangan yang selama ini ada hanya mengatur tentang pengeksploitasi-an sumber daya pesisir tanpa ada satupun peraturan perundang-undangan yang berfokus terhadap kelestarian sumber daya pesisir dan mampu mengeleminasi faktor-faktor penyebab kerusakan lingkungan laut, oleh karena itu munculah Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2007 tersebut.

Peraturan pemerintah maupun undang-undang yang mengatur terkait perlindungan ekosistem laut dari perusakan dan pencemaran telah banyak dikeluarkan, namun tetap saja hal tersebut terjadi. Hal tersebut terjadi karena kurangnya kesadaran masyarakat sendiri tentang pentingnya menjaga kelestarian ekosistem yang ada. Di sisi lain, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memacu terjadinya pencemaran lingkungan baik pencemaran air, tanah dan udara. Pencemaran air yang diakibatkan oleh dampak perkembangan industri harus dapat dikendalikan, karena bila tidak dilakukan sejak dini akan menimbulkan permasalahan yang serius bagi kelangsungan hidup manusia maupun alam sekitarnya

Menurut Fitriyah (2007), pencemaran adalah perubahan sifat fisika, kimia dan biologi yang tidak dikehendaki pada tanah, air dan udara. Perubahan tersebut dapat menimbulkan bahaya bagi kehidupan manusia atau organisme lainnya. Pencemaran terjadi apabila terdapat gangguan dalam daur materi yaitu apabila laju produksi suatu zat melebihi laju pembuangan atau penggunaan zat tersebut. Pencemaran

merupakan penambahan bermacam-macam bahan sebagai aktivitas ke dalam lingkungan yang biasanya memberikan pengaruh berbahaya terhadap lingkungannya. Lebih spesifik menurut Soemirat (2009), pencemaran laut yakni semua pencemar yang berasal dari tanah, udara maupun air yang langsung berhubungan di perairan laut dan langsung masuk ke dalam ekosistem laut. Pencemaran laut umumnya disebabkan oleh aktivitas manusia di sekitar perairan tersebut. Aktivitas-aktivitas tersebut kebanyakan menghasilkan limbah-limbah organik maupun anorganik dan yang lebih parah limbah-limbah tersebut sengaja dibuang oleh manusia ke dalam perairan hanya demi alasan efisiensi semata.

Limbah logam berat merupakan polutan yang berbahaya bagi makhluk hidup yang mengalami keterpaparan oleh unsur ini. Hal ini dikarenakan unsur logam berat merupakan unsur yang tidak dapat diciptakan maupun tidak dapat dimusnahkan (*nondegradable*) sehingga selalu ada terus di alam. Semakin lama suatu perairan tercemar oleh suatu substansi beracun, maka dapat dipastikan keberadaannya membahayakan kondisi organisme yang ada di lingkungan perairan (Khaisar, 2006).

Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar yang berbahaya karena bersifat toksik jika dalam jumlah besar dan dapat mempengaruhi berbagai aspek dalam perairan baik aspek ekologis maupun aspek biologi (Umar, 2001). Logam-logam yang mencemari perairan laut banyak jenisnya, diantaranya yang cukup banyak adalah Kadmium (Cd) dan logam Timbal (Pb). Kedua logam tersebut bergabung bersama dengan Merkuri (Hg) sebagai *the big three heavy metal* yang memiliki tingkat bahaya tertinggi pada kesehatan manusia, selain itu ketiga logam tersebut yang paling sering ditemukan sebagai bahan pencemar logam yang ada di alam (Suhendrayatna, 2001).

Salah satu Industri yang menyumbang limbah sangat besar adalah limbah pertambangan atau yang sering disebut dengan istilah *tailing*. *Tailing* adalah sisa olahan emas yang mengandung material B3 (logam berat dan bahan berbahaya lainnya) dan mengandung partikel-partikel halus (<75 mm), sebelum dibuang ke perairan laut melalui pipa mengalami proses penurunan konsentrasi (*detoxification process*) (Kumurur, 2005). Banyak perusahaan tambang berskala Internasional yang beroperasi di Indonesia yang membuang *tailing*-nya di dasar laut (*Submarine Tailing Disposal*), salah satunya adalah PT. Newmont Nusa Tenggara (PT. NNT) yang berlokasi di Kabupaten Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat. Perusahaan tersebut membuang *tailing*-nya ke dasar laut Teluk Senunu sebanyak 120.000 ton perhari (Tambangnews, 2011). Jumlah tersebut lebih banyak 60 kali bila dibandingkan dengan Perusahaan sejenis yakni PT. Newmont Minahasa Raya (PT. NMR) yang beroperasi di Sulawesi Utara (Tambangnews, 2011). Menurut survei yang dilakukan oleh Kementerian Lingkungan Hidup pada bulan September tahun 2004 di daerah Tonggo, Senjorong dan Benete yang termasuk ke dalam perairan Teluk Senunu, Kabupaten Sumbawa Barat menunjukkan sekitar 76%–100% responden nelayan menyatakan bahwa tangkapan mereka menurun drastis setelah perusahaan tambang emas tersebut membuang *tailing* mereka ke dasar Teluk Senunu.

Teluk Senunu merupakan salah satu teluk yang terletak di Kabupaten Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat. Perairan Teluk Senunu akhir-akhir ini menjadi pusat pembicaraan berbagai kalangan pemerhati lingkungan. Hal ini tak lain karena Teluk Senunu digunakan oleh perusahaan tambang emas dari Amerika Serikat sebagai “tong sampah raksasa” untuk pembuangan *tailing* seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Selain akan merusak kondisi dasar dari laut karena sedimentasi dari *tailing*, kandungan dari *tailing* yang dibuang ke dasar laut pun ditakutkan juga

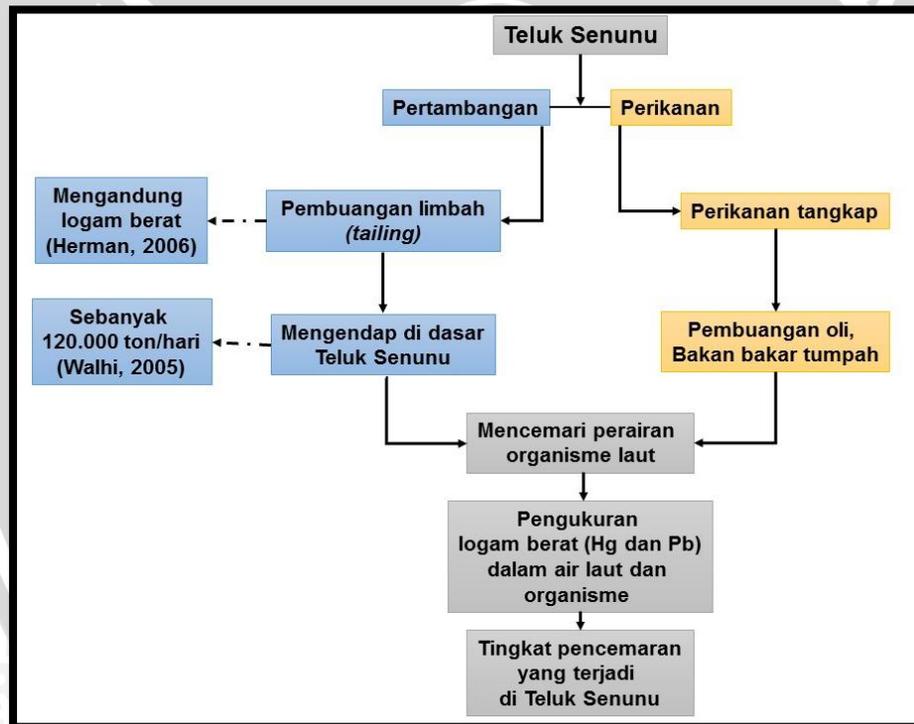
mengandung bahan-bahan kimia berbahaya. Menurut Herman (2006), secara mineralogi *tailing* dapat terdiri atas beraneka mineral seperti silika, silikat besi, magnesium, natrium, kalium, dan sulfida. Dari mineral-mineral tersebut, sulfida mempunyai sifat aktif secara kimiawi, dan apabila bersentuhan dengan udara akan mengalami oksidasi sehingga membentuk garam-garam bersifat asam dan aliran asam mengandung sejumlah logam beracun seperti As, Hg, Pb, dan Cd. Pembuangan *tailing* merupakan masalah besar bagi lingkungan, yang menjadi lebih serius apabila keberadaannya berkaitan dengan peningkatan eksploitasi dan akibat pengolahan bahan galian logam. Dampak terhadap ekologi terutama berupa pencemaran air oleh bahan-bahan padat, logam berat, kimiawi, senyawa belerang.

Perusahaan tambang emas tersebut telah mulai beroperasi sejak tahun 1999, setiap harinya membuang 120.000 ton *tailing* ke dasar Teluk Senunu, dimana *tailing* tersebut disalurkan melalui pipa sepanjang 3,2 km dari pantai dengan ke dalaman sekitar 100 m di bawah permukaan laut dan diharapkan mengendap di dasar laut dengan ke dalaman 300 m (Greenpeace, 2013). Limbah *tailing* ini akan mencemari lingkungan laut karena memiliki kandungan bahan kimia dan bahan logam berat.

Berdasarkan uraian diatas maka penelitian tentang kandungan Hg dan Pb di daerah sekitar Teluk Senunu Kabupaten Sumbawa Barat dengan sampel air laut dan *R. necleptus* sangat perlu dilakukan agar masyarakat Kabupaten Sumbawa Barat khususnya masyarakat yang bermukim di sekitar Teluk Senunu dapat mengetahui secara pasti tingkat pencemaran logam berat Hg dan Pb di daerah perairan tersebut dan mengetahui berbahaya tidaknya mengkonsumsi *R. necleptus* yang tertangkap di perairan Teluk Senunu.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas tentang permasalahan dugaan terjadinya pencemaran di Teluk Senenu yang diakibatkan oleh pembuangan *tailing* ke dasar laut oleh perusahaan tambang emas yang beroperasi di wilayah Kecamatan Maluk, Kabupaten Sumbawa Barat dan aktivitas penangkapan ikan, untuk lebih jelasnya, rumusan masalah dapat dilihat dalam bagan alur perumusan masalah pada Gambar 2:



Gambar 2. Bagan alur perumusan masalah penelitian

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian skripsi ini adalah untuk mengetahui kandungan logam berat Hg dan Pb dalam air laut dan *R. neglectus* di Teluk Senenu, Kabupaten

Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat, sehingga bisa diketahui tingkat pencemaran yang terjadi di perairan tersebut dan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya pencemaran tersebut.

1.4 Kegunaan

Adapun kegunaan dari penelitian skripsi ini antara lain adalah:

1. Mahasiswa

Dengan mengetahui kandungan Logam berat Hg dan Pb dalam air laut dan *R. neglectus* di Teluk Senunu, Kabupaten Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat, mahasiswa mendapat pengetahuan lebih tentang dampak dari logam berat.

2. Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan

Dapat dijadikan sebagai sumber informasi keilmuan mengenai kandungan Logam berat di Teluk Senunu sehingga dapat digunakan untuk pengelolaan sumber daya perairan dengan tujuan konservasi, serta dapat menjadi dasar untuk penulisan dan penelitian lebih lanjut.

3. Pemerintah

Dapat dijadikan sebagai sumber informasi dan rujukan dalam menentukan kebijakan dan guna pengelolaan sumber daya perairan yang berkelanjutan serta peningkatan dan kelestarian kualitas air.

1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Teluk Senunu, Kabupaten Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat dari bulan Januari hingga Maret 2015. Analisis logam berat dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran

Pencemaran Menurut Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pasal 1 ayat (14) menyebutkan: Pencemaran lingkungan hidup adalah masuk 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.

Pencemaran paling utama disebabkan oleh masuknya bahan pencemar (polutan) yang dapat berupa gas, bahan-bahan terlarut dan partikulat. Pencemar memasuki badan perairan dengan berbagai cara, misalnya melalui atmosfer, limpahan air (*run off*), aktivitas pertanian, limbah domestik, limbah pertambangan dan industri (Effendi, 2003). Pencemaran atau polusi adalah suatu kondisi yang telah berubah dari bentuk asal pada keadaan yang lebih buruk. Pergeseran bentuk tatanan dari kondisi asal pada kondisi yang buruk ini dapat terjadi sebagai akibat masukan dari bahan-bahan pencemar atau polutan. Bahan polutan tersebut pada umumnya mempunyai sifat racun atau toksik yang berbahaya bagi organisme. Toksisitas atau daya racun dari polutan itulah yang kemudian menjadi pemicu terjadinya pencemaran (Palar, 1994). Pencemaran juga bisa diartikan ketika suatu ekosistem atau ekologi yang ada di bumi mengalami perubahan dari kondisi normal menjadi kondisi abnormal atau mengalami kerusakan yang disebabkan oleh berbagai faktor yang ada di lingkungan.

2.2 Pencemaran Laut

Pencemaran laut adalah perubahan pada lingkungan laut yang terjadi akibat dimasukkannya oleh manusia secara langsung ataupun tidak langsung bahan-bahan atau energi ke dalam lingkungan laut (termasuk muara sungai) yang menghasilkan akibat yang demikian buruknya sehingga merupakan kerugian terhadap kekayaan hayati, bahaya terhadap kesehatan manusia, gangguan terhadap kegiatan di laut termasuk perikanan dan lain-lain, penggunaan laut yang wajar, pemburukan dari pada kualitas air laut dan menurunnya tempat-tempat pemukiman dan rekreasi (Kusumaatmadja, 1978).

Atas dasar pengertian di atas, maka ada tiga butir pokok mengenai batasan pengertian pencemaran laut. Pertama, pencemaran laut dapat terjadi karena perbuatan manusia baik sengaja maupun tidak sengaja, langsung maupun tidak langsung. Kedua, pencemaran laut dapat juga terjadi akibat aktivitas atau proses alam itu sendiri. Ketiga, baru dapat disebut pencemaran laut, apabila terjadi penurunan kualitas lingkungan laut sehingga mengganggu fungsi laut sebagai sumber kehidupan manusia dan lingkungannya.

Memang pada awalnya pemanfaatan laut tidak merupakan masalah bagi kehidupan manusia. Hal ini dikarenakan laut masih mampu membersihkan dirinya sendiri tanpa mengubah serta mempengaruhi sifat dan fungsi laut sebagaimana semula. Namun akhir-akhir ini dikarenakan tingkat pemakaian laut yang semakin tinggi membawa masuknya zat-zat baru ke dalam laut ditambah lagi zat-zat yang telah ada menyebabkan laut tidak mampu lagi membersihkan dirinya sehingga laut menjadi kotor, yang adakalanya sampai pada tingkat perubahan pada fungsi laut (Hutagalung, 1991). Pada saat itu laut akan menjadi sumber masalah yang mengancam kehidupan

manusia, sehingga timbulah masalah baru bagi kehidupan manusia yaitu pencemaran laut. Pencemaran lingkungan laut merupakan masalah yang dihadapi oleh masyarakat bangsa-bangsa. Pengaruhnya dapat menjangkau seluruh aktifitas manusia di laut dan karena sifat laut yang berbeda dengan darat, maka masalah pencemaran laut dapat mempengaruhi semua negara pantai baik yang sedang berkembang maupun negara-negara maju, sehingga perlu disadari bahwa semua negara pantai mempunyai kepentingan terhadap masalah pencemaran laut (Sumardi, 1996).

Selanjutnya, pencemaran laut menurut Soemirat (2009), yakni semua pencemar, baik berasal dari udara, air dan tanah sebagian besar akan tersalurkan air dan masuk ke dalam laut. Pencemaran di laut umumnya disebabkan oleh aktivitas manusia di sekitar perairan tersebut. Aktivitas-aktivitas tersebut kebanyakan menghasilkan limbah-limbah organik dan anorganik yang parahnya sengaja dibuang ke dalam perairan secara langsung oleh manusia. Menurut Soegiharto (1976), berdasarkan sumber, pencemaran laut dapat dibagi menjadi dua kelompok yakni:

- a. Dari laut, misalnya tumpahan minyak baik dari sumbernya langsung maupun hasil pembuangan kegiatan pertambangan di laut, sampah dan air ballast dari kapal tanker.
- b. Dari darat, melalui udara dan terbawa oleh arus sungai yang akhirnya bermuara ke laut

Limbah industri merupakan sumber pencemaran yang potensial bagi perairan laut. Sebagai contoh adalah pencemaran Hg di Jepang yang terkenal dengan tragedi Minamata. Industri kimia yang beroperasi di sekitar Teluk Minamata ini membuang limbah yang mengandung Merkuri ke perairan teluk. Ibu-ibu yang mengkonsumsi makanan laut (*sea food*) yang diperoleh dari Teluk Minamata yang tercemar oleh

Merkuri melahirkan anak-anak cacat bawaan. Selain itu kasus keracunan Kadmium juga terjadi di Jepang yang terkenal dengan penyakit *itai-itai* dengan gejala sakit pada tulang dan keroposnya tulang (Effendi, 2003).

2.3 Logam Berat

Menurut Connell dan Miller (1995), logam berat adalah suatu logam dengan berat jenis lebih besar. Logam ini memiliki karakter seperti berkilau, lunak atau dapat ditempa, mempunyai daya hantar panas dan listrik yang tinggi dan bersifat kimiawi, yaitu sebagai dasar pembentukan reaksi dengan asam. Selain itu logam berat adalah unsur yang mempunyai densitas lebih besar dari 5 gr/cm³, mempunyai nomor atom lebih besar dari 21 dan terdapat di bagian tengah daftar periodik. Darmono (2001), menyebutkan bahwa logam berat adalah benda padat atau cair yang mempunyai berat 5 gram atau lebih untuk setiap cm³. Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup. Sebagai contoh, bila unsur logam besi (Fe) masuk ke dalam tubuh, meski ke dalam jumlah yang agak berlebihan, biasanya tidak menimbulkan pengaruh yang buruk terhadap tubuh, karena unsur Fe dibutuhkan dalam darah untuk mengikat oksigen. Beda halnya ketika unsur logam berat yang beracun seperti *Hidragyrum* (Hg) atau Merkuri yang masuk ke dalam tubuh, maka dapat dipastikan bahwa organisme tersebut akan mengalami keracunan (Palar, 1994).

Logam berat adalah istilah yang digunakan secara umum untuk kelompok logam dan metaloid dengan densitas lebih besar dari 5 g/cm³, terutama pada unsur seperti Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb dan Zn. Unsur-unsur ini biasanya erat kaitannya dengan

masalah pencemaran dan toksisitas. Logam berat secara alami ditemukan pada batuan dan mineral lainnya, maka dari itu logam berat secara normal merupakan unsur dari tanah, sedimen, air dan organisme hidup serta akan menyebabkan pencemaran bila konsentrasinya telah melebihi batas normal. Jadi konsentrasi relatif logam dalam media adalah hal yang paling penting (Alloway dan Ayres, 1993).

Berbeda dengan logam biasa, logam berat biasanya menimbulkan efek khusus pada makhluk hidup (Palar, 1994). Logam berat dapat menjadi bahan racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup, tetapi beberapa jenis logam masih dibutuhkan oleh makhluk hidup, walaupun dalam jumlah yang sedikit. Daya toksisitas logam berat terhadap makhluk hidup sangat bergantung pada spesies, lokasi, umur (fase siklus hidup), daya tahan (*detoksikasi*) dan kemampuan individu untuk menghindari diri dari pengaruh polusi. Toksisitas pada spesies biota dibedakan menurut kriteria sebagai berikut: biota air, biota darat, dan biota laboratorium serta toksisitas menurut lokasi dibagi menurut kondisi tempat mereka hidup, yaitu daerah pencemaran berat, sedang, dan daerah non-polusi. Umur biota juga sangat berpengaruh terhadap daya toksisitas logam, dalam hal ini yang umurnya muda lebih peka. Daya tahan makhluk hidup terhadap toksisitas logam juga bergantung pada daya detoksikasi individu yang bersangkutan, dan faktor kesehatan sangat mempengaruhi (Palar, 1994).

Logam berat menjadi berbahaya disebabkan oleh sistem bioakumulasi. Bioakumulasi berarti peningkatan konsentrasi unsur kimia tersebut dalam tubuh makhluk hidup sesuai piramida makanan. Ikan dapat mengabsorpsi Merkuri melalui makanannya dan langsung dari air dengan melewati insang, Merkuri juga dapat berikatan dengan protein di seluruh jaringan ikan, termasuk otot. Akumulasi atau peningkatan konsentrasi logam berat di alam mengakibatkan konsentrasi logam berat di tubuh manusia adalah tertinggi. Jumlah yang terakumulasi setara dengan jumlah

logam berat yang tersimpan dalam tubuh ditambah jumlah yang diambil dari makanan, minuman, atau udara yang terhirup. Jumlah logam berat yang terakumulasi lebih cepat dibandingkan dengan jumlah yang terekskresi dan terdegradasi (Martaningtyas, 2004).

2.4 Merkuri (Hg)

Logam berat Merkuri merupakan salah satu jenis logam yang banyak ditemukan di alam dan tersebar dalam batu-batuan, biji tambang, tanah, air dan udara sebagai senyawa anorganik dan organik. Organisme perairan dapat mengakumulasi Merkuri (Hg) dari air, sedimen dan makanan yang dikonsumsi (Fauziah, 2012). Logam Merkuri bernomor atom 80, berat atom 200.59, titik didih 356.9°C, dan massa jenis 13.6 gr/ml (Reilly, 1991). Merkuri dalam perairan dapat berasal dari buangan limbah industri kelistrikan dan elektronik, baterai, pabrik bahan peledak, fotografi, pelapisan cermin, pelengkap pengukur, industri bahan pengawet, pestisida, industri kimia, petrokimia, limbah kegiatan laboratorium dan pembangkit tenaga listrik yang menggunakan bahan baku bakar fosil (Suryadiputra, 1995).

Merkuri memiliki sifat-sifat sebagai berikut Menurut Fardiaz (2005) dalam Sarjono (2009):

1. Merkuri merupakan satu-satunya logam yang berbentuk cair pada suhu kamar (25°C) dan memiliki titik beku yang paling rendah dibanding logam lainnya, yaitu 39° C.
2. Merkuri dalam bentuk cair memiliki kisaran suhu yang luas, yaitu 396°C.
3. Memiliki volatilitas yang tinggi dibanding logam lainnya.
4. Merupakan konduktor yang baik karena memiliki ketahanan listrik yang rendah.

5. Banyak logam yang dapat dalam Merkuri yang membentuk komponen yang disebut amalgam (*alloy*).
6. Merkuri dan komponen-komponennya bersifat toksik terhadap semua makhluk hidup.

Selain yang telah dijelaskan diatas, Merkuri menurut Edward (2008), merupakan satu-satunya logam yang berwujud cair pada suhu ruang. Merkuri, baik logam maupun *metil Merkuri* (CH_3Hg^+), biasanya masuk tubuh manusia lewat pencernaan. Bisa dari ikan, kerang, udang, maupun perairan yang terkontaminasi. Namun bila dalam bentuk logam, biasanya sebagian besar bisa diekresikan. Sisanya akan menumpuk di ginjal dan sistem saraf, yang suatu saat akan mengganggu bila akumulasinya makin banyak. Keracunan yang disebabkan oleh Merkuri ini, umumnya berawal dari kebiasaan memakan makanan dari laut, terutama sekali ikan, udang dan tiram yang telah terkontaminasi oleh Merkuri (Palar, 1994).

Merkuri dalam bentuk logam tidak begitu berbahaya, karena hanya 15% yang bisa terserap tubuh manusia. Tetapi begitu terpapar ke alam, dalam kondisi tertentu bisa bereaksi dengan metana yang berasal dari dekomposisi senyawa organik membentuk *metil Merkuri* yang bersifat toksis. Dalam bentuk *metil Merkuri*, sebagian besar akan berakumulasi di otak. Karena penyerapannya besar, dalam waktu singkat bisa menyebabkan berbagai gangguan. Mulai dari rusaknya keseimbangan tubuh, tidak bisa berkonsentrasi, tuli, dan berbagai gangguan lain seperti yang terjadi pada kasus Minamata. Umumnya Merkuri masuk ke perairan sungai dalam bentuk Hg unsur (Hg^0) dengan densitas yang tinggi. Merkuri ini akan tenggelam ke dasar perairan atau terakumulasi di sedimen pada ke dalaman 5-15 cm dibawah permukaan sedimen (Palinto, 2013).

Secara alamiah, pencemaran oleh Merkuri dan logam-logam lain ke lingkungan umumnya berasal dari kegiatan-kegiatan gunung api, rembesan air tanah. Merkuri menjadi bahan pencemar sejak manusia mengenal industri, kemudian menggali sumber daya alam dan memanfaatkannya semaksimal mungkin untuk kebutuhannya (Palar, 1994). Merkuri yang masuk ke dalam perairan dapat masuk dan terakumulasi pada ikan-ikan dan makhluk air lainnya, termasuk ganggang dan tumbuhan air. Mekanisme masuknya Merkuri ke dalam tubuh hewan air adalah melalui penyerapan pada permukaan kulit, melalui insang dan rantai makanan, sedangkan pengeluaran dari tubuh organisme perairan bisa melalui permukaan tubuh atau insang atau melalui isi perut dan urine. Merkuri dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui tiga cara yaitu pernafasan (inhalasi), permukaan kulit dan paling banyak melalui makanan. Hal ini terjadi karena ikan-ikan yang telah terkontaminasi senyawa Merkuri tersebut dikonsumsi oleh manusia sehingga Merkuri terakumulasi dalam tubuh manusia. Penyerapan Merkuri dalam manusia cenderung terkonsentrasi di dalam hati dan ginjal, karena di dalam organ tersebut terdapat protein yang terdiri dari asam amino sistein (Fardiaz, 1992).

Ada beberapa logam berat yang cukup berbahaya, Merkuri berada di urutan teratas sebagai logam berat paling beracun. Tercatat beberapa kejadian tragis yang disebabkan oleh Merkuri di beberapa Negara seperti Jepang, Guatemala, Irak, dan Pakistan (O'Neill, 1994 dalam Herman, 2006). Negara Jepang pernah menjadi sorotan dunia karena kasus pencemaran Merkuri yang terjadi di Teluk Minamata. Kasus tersebut disebabkan oleh pembuangan limbah industri yang mengandung metil-Merkuri ke dalam air danau dan menyebabkan terkontaminasinya ikan yang terdapat dalam danau tersebut. Sejumlah bayi menderita kerusakan otak yang sangat

serius, diduga dilahirkan oleh ibu-ibu yang telah terkontaminasi oleh ikan yang mengandung Merkuri (Herman, 2006).

Kasus-kasus yang telah dijelaskan merupakan peringatan nyata terhadap bahaya dari pencemaran Merkuri ke lingkungan sekaligus merupakan penemuan penting bahwa limbah yang mengandung Hg dari kegiatan industri mungkin juga dapat terjadi pada usaha pertambangan logam dimana ketika memasuki sistem akuatik dapat diserap oleh organisme di dalamnya, kemudian melalui proses metilasi dalam tubuh organisme berkembang menjadi metil-Merkuri yang bersifat racun.

2.5 Timbal (Pb)

Pb (Timbal) merupakan salah satu logam berat dengan kandungan yang telah melebihi ambang batas di beberapa perairan di Indonesia. Pb merupakan logam yang dapat terakumulasi dalam jaringan organisme. Kandungannya dalam jaringan terus meningkat sesuai dengan kenaikan konsentrasi Pb dalam air dan lamanya organisme tersebut berada dalam perairan yang tercemar Pb. Hal ini disebabkan karena organisme air tidak mampu meregulasi logam berat Pb yang masuk ke dalam tubuh organisme. Kadar maksimum Pb dalam air yang dapat digunakan untuk kegiatan perikanan adalah sebesar 0.03 mg/L (Alaerts dan Santika, 1987).

Timbal atau timah hitam adalah sejenis logam lunak berwarna cokelat dengan nomor atom 82, berat atom 207.19, titik cair 327.5^o C, titik didih 1725^o C, dan berat jenis 11.4 gr/ml (Reilly, 1991). Logam ini mudah dimurnikan sehingga banyak digunakan oleh manusia pada berbagai kegiatan misalnya pertambangan, industri dan rumah tangga. Pada pertambangan Timbal berbentuk senyawa Timbal sulfida (PbS).

Timbal merupakan logam berat yang sangat beracun, dapat dideteksi secara praktis pada seluruh benda mati di lingkungan dan seluruh sistem biologi. Sumber utama Timbal berasal dari gugus alkil Timbal yang digunakan sebagai bahan additive bensin. Komponen ini beracun terhadap seluruh aspek kehidupan. Timbal menunjukkan beracun pada sistem syaraf, hemetologik, dan mempengaruhi kerja ginjal. Mobilitas Timbal di tanah dan tumbuhan cenderung lambat dengan kadar normalnya pada tumbuhan berkisar 0.5-3 ppm (Suhendrayatna, 2001). Menurut Saeni (1997), logam Pb tidak dibutuhkan oleh manusia sehingga bila tercemar oleh logam tersebut, maka tubuh akan mengeluarkan sebagian dan sisanya akan terakumulasi pada bagian tubuh tertentu, seperti ginjal, hati, kuku, jaringan lemak, dan rambut.

Sifat- sifat Timbal menurut Fardiaz (2005) dalam Sarjono (2009) antara lain:

- 1) Memiliki titik cair rendah sehingga jika digunakan dalam bentuk cair hanya membutuhkan teknik yang cukup sederhana dan tidak mahal.
- 2) Merupakan logam yang lunak sehingga mudah diubah menjadi berbagai bentuk.
- 3) Timbal dapat membentuk logam campuran (*alloy*) dengan logam lainnya, dan logam yang terbentuk mempunyai sifat yang berbeda dengan Timbal murni.
- 4) Memiliki densitas yang tinggi dibanding logam lain kecuali emas dan Merkuri, yaitu 11.34 gr/cm^3 .

Luasnya penyebaran unsur Pb di alam sebagian besar disebabkan oleh limbah kendaraan bermotor. Unsur ini mengalami peningkatan ketika melibatkan atmosfer dan kemudian mencemari tanah serta tanaman. Timbal pada perairan ditemukan dalam bentuk terlarut dan tersuspensi. Kadar dan toksisitas Timbal di perairan dipengaruhi oleh kesadahan, pH, alkalinitas, dan kadar oksigen (Effendi, 2003). Pb yang masuk ke dalam badan perairan sebagai dampak dari aktivitas kehidupan manusia ada bermacam bentuk. Diantaranya adalah air buangan (limbah) dari industri yang

berkaitan dengan Pb, air buangan dari pertambangan bijih timah hitam dan buangan sisa industri baterai (Palar, 1994).

Timbal bersifat toksik bagi semua organisme, bahkan juga sangat berbahaya untuk manusia. Dalam badan perairan, konsentrasi Pb yang mencapai 188 ppm dapat membunuh ikan-ikan. Keracunan Timbal bersifat akut dan kronis. Hal itu disebabkan senyawa-senyawa Pb dapat memberikan racun terhadap banyak fungsi organ dan sistem syaraf yang terdapat dalam tubuh (Palar, 1994). Mengacu kepada kejadian diatas, maka unsur Pb dapat juga terjadi akibat pembuangan *tailing* dari usaha pertambangan logam. Hal ini harus diwaspadai karena dapat mencemari lingkungan dengan akibat timbulnya berbagai penyakit berbahaya atau bahkan kematian. Dampak lebih jauh dari keracunan Pb adalah dapat menyebabkan hipertensi dan salah satu faktor penyebab penyakit hati. Ketika unsur ini mengikat kuat sejumlah molekul asam amino, haemoglobin, enzim, RNA, dan DNA; maka akan mengganggu saluran metabolik dalam tubuh. Keracunan Pb dapat juga mengakibatkan gangguan sintesis darah, hipertensi, hiperaktivitas, dan kerusakan otak.

2.6 *Tailing*

Tailing merupakan residu yang berasal dari sisa pengolahan bijih setelah target mineral utama dipisahkan dan biasanya terdiri atas beraneka ukuran butir, yaitu: fraksi berukuran pasir, lanau, dan lempung (Herman, 2006). Ketika *tailing* dibuang dalam bentuk bubur, fraksi pasir cenderung mengendap di sekitar titik pembuangan dan lumpur akan mengendap jauh dari titik pembuangan sebagai suspensi dalam waktu lama. Fraksi pasir kadang-kadang dimanfaatkan untuk pembuatan konstruksi tanggul atau sebagai bahan pengisi *backfilling* pada tambang bawah permukaan atau bekas galian-galian pada tambang terbuka. Selain itu, menurut Pohan (2007), *tailing* adalah

satu jenis limbah yang dihasilkan oleh kegiatan tambang, dan kehadirannya dalam dunia pertambangan tidak bisa dihindari. Sebagai limbah sisa pengolahan batuan-batuan yang mengandung mineral, *tailing* umumnya masih mengandung mineral-mineral berharga. Kandungan mineral pada *tailing* tersebut tidak bisa dihindari, karena pengolahan bijih untuk memperoleh mineral yang dapat dimanfaatkan pada industri pertambangan tidak akan mencapai perolehan (*recovery*) 100 %.

Secara mineralogi *tailing* dapat terdiri atas beraneka mineral seperti silika, silikat besi, magnesium, natrium, kalium, dan sulfida. Dari mineral-mineral tersebut, sulfida mempunyai sifat aktif secara kimiawi, dan apabila bersentuhan dengan udara akan mengalami oksidasi sehingga membentuk garam-garam bersifat asam dan aliran asam mengandung sejumlah logam beracun seperti As, Hg, Pb, dan Cd yang dapat mencemari atau merusak lingkungan (Herman, 2006). Secara alamiah, *tailing* terdiri dari beraneka jenis dan biasanya dibuang dalam bentuk bubur (*slurry*) dengan kandungan air tinggi. *Tailing* kemungkinan juga disusun oleh bahan-bahan kering berbutir kasar berbentuk fraksi mengapung yang berasal dari pabrik pengolahan. Pembuangan *tailing* merupakan masalah besar bagi lingkungan, yang menjadi lebih serius apabila keberadaannya berkaitan dengan peningkatan eksploitasi dan akibat pengolahan bahan galian logam. Dampak terhadap ekologi terutama berupa pencemaran air oleh bahan-bahan padat, logam berat, kimiawi, senyawa belerang, dan lain-lain.

Tailing biasanya berbentuk lumpur dengan komposisi 40–70 % cairan. Penampungan *tailing*, pengolahan dan pembuangannya memerlukan pertimbangan yang teliti terutama untuk kawasan yang rawan gempa. Kegagalan desain dari sistem penampungan *tailing* akan menimbulkan dampak yang sangat besar, dan dapat menjadi pusat perhatian media serta protes dari berbagai Lembaga Swadaya

Masyarakat (LSM). Komposisi kimia dari *tailing* sangat tergantung dari proses mineralogy yang terjadi pada *tailing* tersebut, termasuk teknik ekstraksi yang digunakan dan zat aditif selama proses pengelolaan *tailing* (Headley *et al.*, 2010 dalam Small *et al.*, 2014). Kondisi *tailing* juga dapat berubah sesuai usia dari *tailing* tersebut. *Tailing* mengandung kadar garam neftenat dan bahan organik logam seperti As, Mo, Cu, Cr, Pb, Ni, Fe dan V (Small *et al.*, 2014). Selain itu *tailing* juga mengandung bahan mineral seperti Besi (Fe) sebanyak 4–9 % dari bahan padat *tailing* dan *tailing* tersebut memainkan peran penting dalam proses redoks dan biogeokimia dalam kolam *tailing* (Siddique *et al.*, 2013 dalam Small *et al.*, 2014).

2.7 Ikan Kembung (*Rastrelliger neglectus*)

Ikan merupakan salah satu biota air yang dapat dijadikan sabagai salah satu indikator tingkat pencemaran yang terjadi di dalam perairan (Usman *et al.*, 2013). Ikan Kembung (*Rastrelliger neglectus*) merupakan salah satu ikan dari jenis ekonomi penting, yaitu ikan yang mempunyai nilai pasaran tinggi, volume produksi tinggi dan daya produksi tinggi (Direktorat Jenderal Perikanan, 1990). Berikut adalah klasifikasi ikan Kembung (*Rastrelliger neglectus*) menurut Aprianti (2011):

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Pisces
Ordo	: Percommorphy
Famili	: Scomberidae
Genus	: Rastrelliger
Spesies	: <i>Rastrelliger neglectus</i>

Habitat ikan kembung (*Rastrelliger neglectus*) umumnya di perairan pantai yang dangkal/heritic. Spesies ini tersebar disepanjang pantai utara Jawa, dari Teluk Jakarta hingga pantai utara Jawa Timur, pantai Barat Sumatra Selatan dan juga melimpah di perairan pantai selatan Ketapang, kota Baru (Suwarsono, 2010). Gambar 3 adalah Ikan Kembung (*R. neglectus*) yang tertangkap di Teluk Senenu dan dijadikan sampel dalam penelitian ini.



Gambar 3. Ikan Kembung (*Rastrelliger neglectus*) (Data Primer, 2015)

Ikan kembung memiliki ciri-ciri morfologi sebagai berikut: kepala lebih panjang dibandingkan dengan tebal tubuh, rahang sebagian tersembunyi, tertutup oleh tulang lakrimal yang memanjang hingga tepi rongga mata, bukaan insang sangat panjang, terlihat ketika mulut sedang terbuka, memiliki kantung renang, memiliki sirip punggung pertama berjari-jari (Perdanamihardja, 2011). Ikan kembung lelaki dalam keadaan hidup berwarna keemasan pada bagian punggung, sedangkan dalam keadaan mati berwarna garis kegelapan pada bagian punggung dan tanda hitam dekat batas bawah sirip dada; sirip punggung berwarna kekuningan dengan corak hitam, sirip ekor dan sirip dada berwarna kekuningan.

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini berupa ikan Kembung (*Rastrelliger neglectus*) yang tertangkap di Teluk Senunu (di sekitar stasiun pengambilan sampel) dan air laut Teluk Senunu yang akan diuji kandungan logam beratnya (Hg dan Pb) serta parameter kualitas air seperti Derajat Keasaman (pH), Salinitas dan Suhu.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Teknik Pengumpulan Data

Menurut Sati (2003), teknik pengumpulan data dibagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh dan dikumpulkan sendiri oleh peneliti yang dianggap relevan dengan penelitian, seperti wawancara dan observasi terhadap responden yang dinilai memberikan jawaban yang relevan bagi peneliti. Data sekunder merupakan data yang diperoleh peneliti yang bersumber dari buku-buku pedoman, referensi atau literatur yang disusun oleh para ahli, dan berbagai artikel yang berhubungan dengan masalah yang diteliti (Nofiawaty, 2012).

a. Data Primer

Data primer yaitu data yang diambil secara langsung dari subjek penelitian dengan menggunakan alat pengukuran atau alat pengambilan data langsung pada

subyek sebagai sumber informasi yang dicari (Azwar, 1997). Data primer yang diambil dalam penelitian ini meliputi parameter utama yaitu kandungan Logam berat Pb dan kandungan Hg pada air laut dan ikan Kembung (*Rastrelliger neglectus*) dan parameter kualitas air yaitu parameter fisika (suhu) dan parameter kimia (pH dan salinitas). Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari hasil observasi, partisipasi aktif dan wawancara dengan pihak terkait beserta masyarakat yang ada di sekitar Teluk Senunu, Kabupaten Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung atau dari sumber kedua (Marzuki, 1983). Data sekunder untuk penelitian ini diperoleh dari instansi terkait, laporan, majalah, internet, buku-buku, jurnal, dan laporan PKL/Skripsi yang berhubungan dengan kondisi Teluk Senunu.

3.3.2 Metode Pengambilan Data

a. Wawancara

Wawancara dilakukan untuk tujuan tugas tertentu mencoba mendapatkan informasi secara lisan dari responden dengan berdialog langsung dengan responden tersebut (Koentjoroningrat, 1991). Pada penelitian ini, wawancara ditujukan terhadap Instansi terkait, yakni pemerintah daerah Kabupaten Sumbawa Barat, maupun pemerintah tingkat kecamatan di Maluku dan Sekongkang dan warga di sekitar Teluk Senunu, Kabupaten Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat.

b. Partisipasi Aktif

Menurut Nawawi (1983), yang dimaksud dengan partisipasi aktif adalah ikut serta dan berperan aktif dalam kegiatan. Sedangkan pengertian lain disebutkan

bahwa partisipasi aktif adalah melakukan pengamatan dengan cara melibatkan diri secara langsung atau menjadi bagian dari lingkungan sosial atau organisasi yang diamati (Indiarto dan Supomo, 1999). Pada penelitian ini partisipasi aktif yakni ikut serta dalam kegiatan di sekitar Teluk Senunu, Kabupaten Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat.

c. Observasi

Observasi atau pengamatan langsung adalah pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap gejala atau fenomena yang diselidiki (Koentjoroningrat, 1991). Penelitian ini, observasi dilakukan terhadap berbagai hal yang berhubungan dengan kandungan Hg dan Pb di Teluk Senunu, Kabupaten Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat.

3.3.3 Penetapan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di sekitar Teluk Senunu, Kabupaten Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat. Penetapan Teluk Senunu sebagai lokasi penelitian karena saat ini Teluk Senunu digunakan oleh salah satu perusahaan tambang emas berskala Internasional dari Amerika Serikat untuk membuang *tailing* (limbah tambang) ke dasar Teluk Senunu, selain itu juga terdapat aktivitas perikanan seperti penangkapan ikan oleh nelayan dan adanya pengeboman ikan menggunakan bahan-bahan kimia berbahaya. Oleh karena itu sangat perlu dilakukan pengukuran kandungan logam berat (Hg dan Pb) di Teluk Senunu untuk mengetahui dampak dari pembuangan *tailing* ke dasar Teluk Senunu dan aktivitas perikanan.

3.3.4 Penetapan Stasiun Pengambilan sampel

Dalam Penelitian ini, ditetapkan ada 10 stasiun pengambilan sampel air laut dan ikan yang tersebar di sekitar Teluk Senunu dan daerah sekitar pembuangan *tailing*. Penetapan 10 stasiun pengambilan tersebut dimaksudkan untuk mengetahui distribusi Hg dan Pb di Teluk Senunu. Penetapan stasiun pengambilan tersebut juga didasari oleh lokasi tersebut merupakan lokasi pembuangan *tailing* perusahaan tambang emas yang berada di Teluk Senunu dan jalur lalu lintas kapal penangkap ikan.

3.3.5 Teknik Pengambilan Sampel

Pada penelitian ini ada parameter utama berupa kandungan logam berat (Hg dan Pb) dan parameter kualitas air berupa suhu, pH dan salinitas yang diukur. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Penelitian yang diukur

No	Parameter	Alat/Metoda	Keterangan
1	Logam Berat Ikan dan Air (Hg dan Pb)	AAS	<i>eksitu</i>
2	Salinitas	Salinometer	<i>insitu</i>
3	pH	pH Meter	<i>insitu</i>
4	Suhu	Termometer Digital	<i>insitu</i>

a. Teknik Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive* atau pemilihan secara sengaja dengan pertimbangan tertentu yang dianggap penting dan dapat mewakili keadaan (Siegel, 1990).

Sampel air laut diambil dengan menggunakan *water sampler*. Pengambilan sampel air laut dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan selama 1 minggu. Sampel air laut diambil di tiap stasiun yaitu sebanyak 10 stasiun. Pengambilan sampel air laut

dilakukan pada air dekat dasar perairan (1 m diatas dasar laut). Ke dalaman Teluk senunu yang menjadi lokasi penelitian sekitar 120 (Savitria dan Sari, 2012), lalu sampel air disimpan dalam botol *polyetilene* dan selanjutnya diukur kandungan logam berat (Hg dan Pb) dengan menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) (Siaka 2008).

b. Teknik Pengambilan Sampel Ikan Kembung (*Rastrelliger neglectus*)

Ikan Kembung (*R. neglectus*) yang digunakan dalam penelitian diambil pada 10 stasiun. Pengambilan sampel ikan dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan selama 1 minggu. Kemudian sampel tersebut dimasukan ke dalam kantong plastik dan selanjutnya diukur kandungan logam berat (Hg dan Pb) dengan menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) (Siaka 2008).

3.3.6 Pengukuran Logam Berat

a. Pengukuran Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb) pada Air Laut

Menurut Basset *et al.*, (1994), metode analisis sampel cair (air sampel) adalah sebagai berikut:

1. Mengambil contoh air dengan menggunakan pipet volume 50ml
2. Memasukan sampel cair ke dalam Erlenmeyer 100 ml.
3. Menambahkan 5ml aquaregia.
4. Memanaskan diatas kompor listrik sampai asat.
5. Menambahkan 10ml HNO₃, 2.5 N sebanyak ± 10-15 ml.
6. Memanaskan sampai mendidih dan mendinginkannya.
7. Melakukan penyaringan sampel tersebut ke dalam labu ukur 50 ml.
8. Menambahkan aquades sampai tanda batas dan mengocoknya sampai homogen.

9. Menganalisis dengan menggunakan mesin ASS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) dengan panjang gelombang 283.3 nm dan mencatat absorbansinya.

b. Pengukuran Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb) Ikan

Teknik pengukuran kandungan Hg dan Pb pada Ikan menurut Komari *et al.*, (2013) adalah sebagai berikut:

1. Membersihkan sampel ikan yang akan diukur kadar logam beratnya
2. Mengambil daging ikan dan menimbanginya
3. Mencuci daging tersebut dan ditiriskan selama 15 menit
4. Menimbang daging ikan sebanyak 25 gram dan diberikan asam nitrat pekat sebanyak 25 ml hingga sampel terendam
5. Mendinginkan sampel selama 24 jam untuk mempercepat proses destruksi yang dilakukan
6. Mendestruksi sampel yang telah direndam selama 24 jam tersebut menggunakan *hot plate* selama 30 menit hingga sampel berwarna kuning mudah jernih
7. Memindahkan sampel ke dalam labu ukur 100 ml dan ditepatkan sampai tanda garis dengan aquades.
8. Menyaring larutan tersebut dengan kertas saring Whatman no. 42.
9. Mengukur sampel tersebut menggunakan Spektrofotometer.

3.3.7 Pengukuran Parameter Kualitas Air

Dalam penelitian ini, pengukuran parameter pendukung dilakukan secara *Insitu*. Menurut Armita (2011), tata cara pengukuran pH, Suhu dan Salinitas adalah sebagai berikut:

a. Derajat Keasaman (pH)

pH air diukur dengan menggunakan pH meter atau kertas lakmus dengan cara:

1. Mengambil air sampel diambil secukupnya ke dalam botol
2. Menyelupkan kertas lakmus ke dalam air sampel
3. Mencocokkan warna kertas lakmus dengan warna pada cover tempat kertas lakmus. Nilai pH pada cover tersebut dicatat.

b. Suhu

Suhu air laut diukur dengan menggunakan termometer yaitu dengan cara:

1. Mencilupkan sampai 3/4 panjang termometer ke dalam air. Diusahakan agar tubuh tidak menyentuh termometer karena suhu tubuh dapat mempengaruhi suhu pada termometer.
2. Mendinginkan beberapa menit sampai dapat dipastikan tanda penunjuk skala berada dalam kondisi tidak bergerak.
3. Kemudian menentukan nilai suhu yang ditunjukkan pada termometer tersebut dan mencatat hasilnya.

c. Salinitas

Salinitas dapat diukur dengan alat *hand* refraktometer yaitu dengan cara:

1. Mengambil air sampel secukupnya
2. Meneteskan pada kaca depan refraktometer, kemudian diamati melalui lensa belakang, penunjukan nilai salinitas pada alat tersebut, dicatat.

3.4 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil analisis logam berat dibandingkan dengan tabel standar normal kandungan Hg dan Pb dalam air laut menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004, Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 7387 tahun 2009. Serta dilakukan perhitungan untuk mengetahui hubungan kandungan logam berat di air dan ikan menggunakan regresi linier sederhana.

Menurut Noer (2004), persamaan regresi linier sederhana mempunyai dua buah variabel, katakanlah X dan Y, dan bentuk dari persamaan tersebut adalah:

$$Y = a + bX$$

Keterangan:

Y adalah variabel tergantungan (variabel dependen) yakni kandungan Hg dan Pb dalam *R. neglectus*

X adalah variabel bebas (variabel independen) yakni kandungan Hg dan Pb dalam air laut

a dan b adalah bilangan konstan, bukan variabel

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Teluk Senunu merupakan perairan pantai selatan yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia. Secara administrasi, Teluk Senunu termasuk wilayah Kecamatan Sekongkang, Kabupaten Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat. Terletak antara titik koordinat $9^{\circ} 2'7.51''$ - $9^{\circ} 2'54.15''$ Lintang Selatan (LS) dan $116^{\circ}48'8.00''$ - $116^{\circ}49'13.44''$ Bujur Timur (BT). Aktivitas yang terdapat di Teluk Senunu hanya terbatas kepada kegiatan perikanan dan pertambangan. Kegiatan perikanan yang terdapat di Teluk Senunu beberapa tahun terakhir semakin jauh menurun. Menurut nelayan yang bertempat tinggal di wilayah sekitar Teluk Senunu, hasil tangkapan ikan di Teluk Senunu sudah sangat jauh menurun, mereka pun tidak mengerti mengapa hal tersebut bisa terjadi. Nelayan pun memilih untuk melaut lebih jauh lagi ke bagian timur hingga memasuki wilayah Kecamatan Lunyuk, Kabupaten Sumbawa untuk memancing ikan, karena menurut nelayan setempat apabila mereka hanya memancing di wilayah Teluk Senunu mereka akan mengalami kerugian karena hasil pancingan ikan sangat sedikit. Seperti yang pernah rilis oleh laman berita daring Tambangnews (2011), kawasan Teluk Senunu memiliki kekayaan ekosistem laut paling beragam di seluruh dunia. Setidaknya lebih dari 600 spesies karang dan 3 ribu jenis ikan hidup di Teluk Senunu.

Berbagai isu muncul ditengah masyarakat Kabupaten Sumbawa Barat dari kalangan bawah sampai kalangan atas terkait kondisi Teluk Senunu saat ini. Isu dan permasalahan yang paling menyita perhatian tentang menurunnya kondisi lingkungan Teluk Senunu saat ini karena diduga oleh aktivitas pertambangan yang terdapat di Teluk tersebut yakni pembuangan *tailing* (limbah sisa pertambangan) ke

dasar laut atau yang lebih dikenal dengan istilah *Submarine Tailing Disposal* (STD) (Walhi, 2011). Gambar 4 memperlihatkan pipa *tailing* perusahaan tambang emas untuk pembuangan limbah sisa pertambangannya ke dasar Teluk Senunu.



Gambar 4. Pipa *tailing* perusahaan tambang emas di Desa Tongo, Kabupaten Sumbawa Barat.

Pada tahun 2004 di daerah Tongo, Sejong dan Benete di Kabupaten Sumbawa Barat, daerah tersebut masih masuk ke dalam perairan Teluk Senunu, Kementerian Lingkungan Hidup melakukan survei kepada nelayan sekitar Teluk Senunu, hasilnya 76–100 % responden menyatakan bahwa tangkapan mereka menurun drastis setelah perusahaan tambang asal Amerika Serikat yang beroperasi di Kecamatan Maluk membuang *tailing* mereka ke dasar Teluk Senunu.

Perusahaan tambang emas yang berasal dari Amerika Serikat tersebut menggunakan sistem STD sejak pertama kali beroperasi pada 1997 hingga sesuai kontrak akan berakhir pada 2027, padahal di negara asalnya Amerika Serikat, sistem STD ini tidak mungkin lolos dari *Clean Water Act* (Undang-undang yang mengatur

lingkungan perairan di Amerika Serikat) (Maemunah, 2007). Pada dasarnya, STD menurut *Environmental Protection Agency* (EPA) adalah teknologi yang murah dan buruk, biaya menggunakan STD lebih murah 17 % dibanding membangun *tailing* dam, padahal kerusakan akibat STD sangatlah parah.

4.1.1 Kondisi Masyarakat

Sebagian masyarakat dari kedua desa di lokasi *tailing* perusahaan tambang emas dari Amerika Serikat yakni desa Ai Kangkung dan desa Tongo bermata pencaharian sebagai petani dan setengah dari penduduk desa Ai Kangkung berprofesi sebagai nelayan. Kawasan desa Tongo dan desa Ai Kangkung merupakan kawasan transmigrasi yang dibuka sekitar puluhan tahun yang lalu bersamaan dengan daerah transmigrasi lainnya di wilayah Kabupaten Sumbawa dan Kabupaten Sumbawa Barat.

Terdapat dua desa di wilayah Kecamatan Sekongkang yang paling dekat dengan Teluk Senunu, kedua desa tersebut adalah desa Ai Kangkung dan desa Tongo. Sebagai daerah transmigrasi, kondisi perekonomian masyarakat di pesisir Teluk Senunu tergolong menengah ke bawah. Akses jalan menuju kawasan tersebut, baru beberapa tahun ini diperbaiki yang sejak dulu hanya terdapat jalan tanah berbatu, itupun hanya sebatas sampai desa Tongo, setelah melewati desa Tongo, jalan tanah berbatu kembali ditemui. Gambar 5 memperlihatkan kondisi perahu-perahu nelayan di Desa Ai Kangkung yang sedang ditambatkan oleh pemiliknya.



Gambar 5. Perahu nelayan Desa Ai Kangkung di Teluk Senunu

Seperti kontur dan ciri khas pada perairan selatan Indonesia, Teluk Senunu yang berbatasan langsung dengan samudera Hindia memiliki gelombang yang cukup tinggi, sehingga nelayan setempat hanya bisa melaut sekitar 2-3 km jauhnya dari garis pantai dan dari segi lalu lintas kapal, mayoritas kapal yang melewati daerah Teluk senunu adalah kapal-kapal yang menangkap ikan.

4.1.2 Iklim Teluk Senunu

Pada musim tenggara (April–Oktober), angin di daerah pesisir Selatan Sumbawa (termasuk Teluk Senunu) bertiup dari arah timur atau tenggara (Savitria dan Sari, 2012). Pada saat bertiup angin Muson Tenggara (Juni–September) di wilayah ini poros Arus Katulistiwa Selatan (AKS) bergeser ke dekat pantai Jawa–Sumbawa (Wyrтки, 1962; Purba, 2007 *dalam* Hidayat *et al.*, 2013). Saat Angin Musson Barat Daya bertiup (Desember–Februari), poros AKS bergeser ke selatan

dan Arus Pantai Jawa (APJ) mengalir ke Timur (Soeriatmadja, 1957; Wyrcki, 1962 dalam Hidayat *et al.*, 2013).

Kisaran suhu di Teluk Senunu antara 24°C–28.8°C. Suhu tersebut bervariasi berdasarkan musim. Saat musim barat, suhu berkisar 25.7°C–28.8°C dan pada musim timur, suhunya berkisar 24.4°C–26.1°C (Hidayat *et al.*, 2013).

4.2 Deskripsi Stasiun Pengambilan Sampel

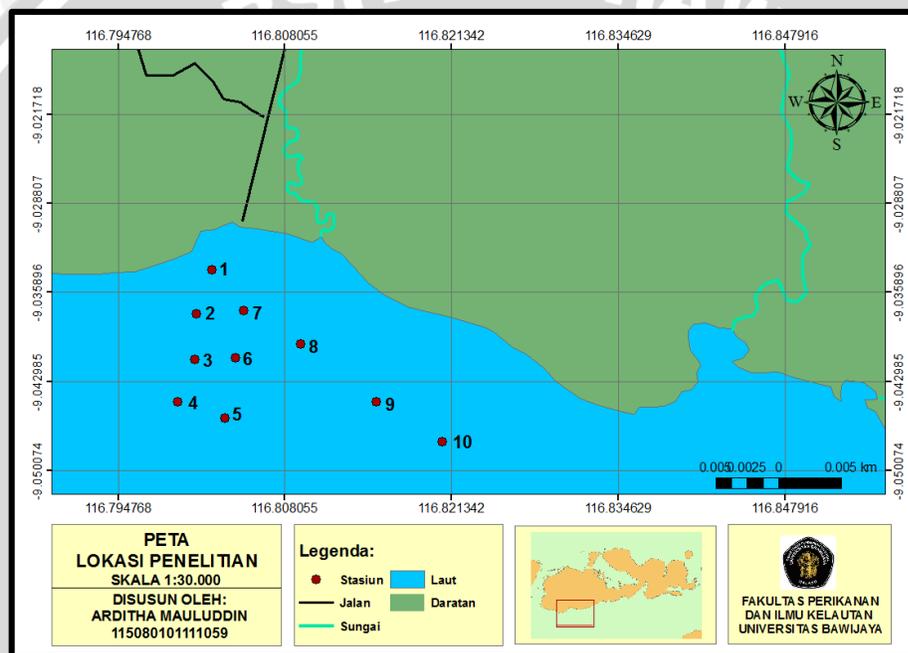
Pada penelitian tentang distribusi logam berat jenis Hg dan Pb di dalam air laut dan Ikan di Teluk Senunu, Kabupaten Sumbawa Barat ditetapkan 10 Stasiun pengambilan sampel dengan jarak dan titik koordinat yang telah ditentukan menggunakan alat *Global Positioning Sistem* (GPS) *GPSmap 60csx*. Lebih jelasnya titik koordinat stasiun pengambilan sampel dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Titik Koordinat Stasiun Pengambilan Sampel di Teluk Senunu

Stasiun	Titik Koordinat Stasiun	
	Lintang Selatan (LS)	Bujur Timur (BT)
1	9° 2'7.51"	116°48'8.00"
2	9° 2'19.80"	116°48'4.50"
3	9° 2'33.81"	116°48'5.50"
4	9° 2'44.26"	116°48'1.72"
5	9° 2'48.07"	116°48'14.70"
6	9° 2'32.95"	116°48'17.14"
7	9° 2'19.21"	116°48'18.41"
8	9° 2'29.57"	116°48'35.21"
9	9° 2'43.74"	116°48'56.17"
10	9° 2'54.15"	116°49'13.44"

Penentuan stasiun pengambilan sampel air maupun ikan ditentukan berdasarkan jalur pipa pembuangan *tailing* perusahaan tambang emas yang beroperasi di Kecamatan Maluk dan sepanjang pesisir Teluk Senunu. Pipa *tailing* tersebut masuk ke laut sejauh kurang lebih 3.2 km dari garis pantai pada ke dalam

120 m (Savitria dan Sari, 2012). Penentuan stasiun berdasarkan jalur pipa *tailing* tersebut karena di Teluk Senenu tidak terdapat penggunaan lahan (*land use*) selain aktivitas pertambangan dan perikanan. Sungai yang terdapat di desa Tongo seperti yang terlihat pada Gambar 6 tidak langsung bermuara ke Teluk Senenu melainkan dibatasi oleh hamparan pasir dan menurut pengamatan langsung di lapangan, kondisi sungai tersebut masih sangat baik dengan air yang jernih.



Gambar 6. Peta stasiun pengambilan sampel (Data Primer, 2015)

Stasiun 1, 7, 8, 9 dan 10 merupakan stasiun pengambilan sampel yang paling dekat garis pantai Teluk Senenu dan stasiun 2, 6, 3, 4 dan 5 secara berurutan semakin menjauhi garis pantai dan mendekati ujung pipa pembuangan *tailing*. Penentuan stasiun pengambilan sampel berdasarkan pipa pembuangan *tailing* karena menurut Herman (2006), *tailing* dapat terdiri atas beraneka mineral seperti silika,

silikat besi, magnesium, natrium, kalium, dan sulfida. Dari mineral-mineral tersebut, sulfida mempunyai sifat aktif secara kimiawi, dan apabila bersentuhan dengan udara akan mengalami oksidasi sehingga membentuk garam-garam bersifat asam dan aliran asam mengandung sejumlah logam beracun seperti As, Hg, Pb, dan Cd yang dapat mencemari atau merusak lingkungan. Sehingga bisa diketahui apakah *tailing* yang dibuang oleh *tailing* perusahaan tambang emas yang beroperasi di Kecamatan Maluk tersebut mempengaruhi kandungan air laut dan ikan yang terdapat di Teluk Senunu. Daerah Teluk Senunu juga merupakan daerah lalu lintas kapal nelayan walaupun dengan intensitas yang tidak terlalu tinggi, namun hal tersebut juga patut diduga sebagai salah satu sumber pencemaran yang terdapat di Teluk Senunu.

4.3 Kandungan Logam Berat dalam Air Laut

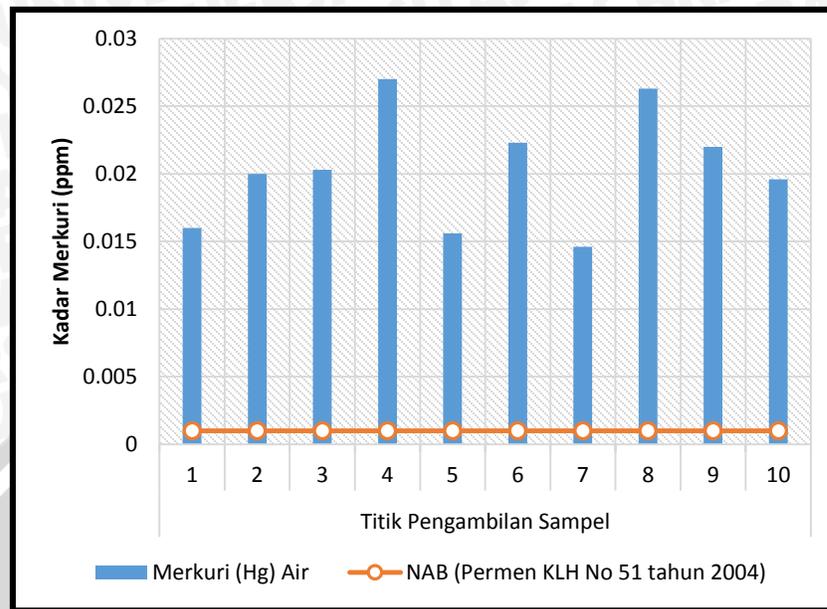
4.3.1 Merkuri (Hg)

Hasil pengukuran logam berat Hg dalam air laut di 10 stasiun pengambilan sampel berbeda di Teluk Senunu didapat kandungan tertinggi Hg terdapat pada stasiun 4 sebesar 0.027 ppm dan terendah terdapat pada stasiun 7 sebesar 0.0147 ppm. Dari 10 stasiun pengambilan sampel, kandungan Hg tidak mengalami perbedaan yang terlalu drastis di 10 stasiun pengambilan sampel. Merkuri dalam air laut di Teluk Senunu berdasarkan hasil penelitian berkisar antara 0.0147-0.0270 ppm, kandungan tersebut sudah jauh melebihi ambang batas kandungan Hg untuk kehidupan biota laut berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup (Permen LH) Nomor 51 Tahun 2004 yang menerangkan batas maksimal Hg dalam air laut hanya sebesar 0.001 ppm. Untuk lebih jelasnya, kandungan Hg dalam air laut dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan Merkuri (Hg) dalam Air Laut

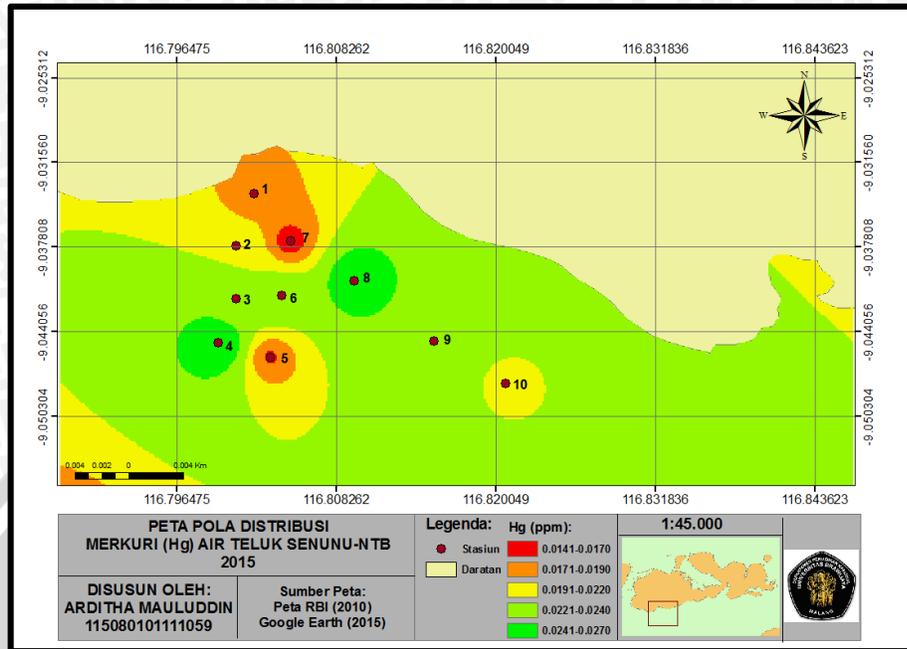
Stasiun	Kandungan Logam Berat (ppm)	Nilai Ambang Batas
1	0.0160	<0.001 ppm (Permen LH Nomor 51 Tahun 2004)
2	0.0200	
3	0.0203	
4	0.0270	
5	0.0157	
6	0.0223	
7	0.0147	
8	0.0263	
9	0.0220	
10	0.0197	

Apabila lebih Hg yang terdeapat dalam perairan melebihi kemampuan organisme dalam bertahan terdeapat dalam perairan melebihi kemampuan organisme dalam bertahan dan terakumulasi di tubuh dalam jumlah yang banyak menurut Darmono (1995), akan mengakibatkan keracunan yang bersifat akut maupun kronis. Akibat dari keracunan akut antara lain adalah mual, muntah-muntah, diare, kerusakan ginjal, bahkan dapat mengakibatkan kematian. Kondisi tersebut akan sangat berbahaya untuk masyarakat terutama yang bertempat tinggal di sekitar Teluk Senunu, karena mereka sehari-hari beraktivitas di Teluk tersebut yang terindikasi terdapat kandungan logam berat yang berbahaya. Kandungan Hg dalam air laut di Teluk Senunu disajikan dalam Gambar 7.



Gambar 7. Grafik kandungan Merkuri (Hg) dalam Air Laut

Gambar 7 menunjukkan Hg di 10 stasiun pengambilan sampel yang berada di Teluk Senunu. Merkuri dalam air laut di Teluk Senunu telah mengalami peningkatan yang cukup tinggi. Pada tahun 2012, antara bulan Januari hingga Maret kandungan Hg dan Cu di Teluk Senunu sangat kecil dan masih sesuai dengan baku mutu (Savitria dan Sari, 2012), peningkatan Logam berat di Teluk Senunu diduga berasal dari aktivitas-aktivitas yang terjadi di sekitar Teluk Senunu. Aktivitas-aktivitas tersebut antara lain adalah pertambangan dan perikanan. Kedua aktivitas tersebut diduga menjadi faktor utama tingginya kandungan Hg dalam air laut di Teluk Senunu. Peta distribusi Hg dalam air laut di Teluk Senunu dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Peta Distribusi Merkuri (Hg) dalam Air Laut di Teluk Senenu menggunakan metode IDW di ArcGIS 9.3 (Data Primer, 2015)

Gambar 8 menunjukkan distribusi logam berat Hg di Teluk Senenu. Warna pada peta menunjukkan kandungan pada masing-masing stasiun pengambilan sampel air laut. Peta dibuat dengan menggunakan aplikasi ArcGIS 9.3, dan distribusi logam berat pada peta tersebut dibuat dengan menggunakan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW). Metoda IDW mengasumsikan bahwa tiap titik input mempunyai pengaruh yang bersifat lokal yang berkurang terhadap jarak. Metoda ini memberi bobot lebih tinggi pada sel yang terdekat dengan titik data dibandingkan sel yang lebih jauh untuk melihat persebaran (Pramono, 2008).

Secara umum peta distribusi Hg didominasi oleh warna hijau yang artinya kandungan Hg-nya berkisar antara 0.021 ppm hingga 0.0270 ppm. Kandungan Hg dalam air laut di Teluk Senenu yang jauh melebihi ambang batas normal yang diperbolehkan pemerintah menunjukkan bahwa kondisi perairan Teluk Senenu

semakin memburuk. Banyak hal yang diduga menjadi penyebab tingginya Hg dalam air laut di Teluk Senenu. Pembuangan *tailing* perusahaan tambang emas yang beroperasi di Kecamatan Maluk tersebut yang menggunakan sistem STD diduga sebagai faktor utama yang menyebabkan tingginya Hg dalam air laut di Teluk Senenu, karena menurut Herman (2006), *tailing* mengandung unsur-unsur yang berpotensi racun seperti Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd), sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan dengan akibat yang merugikan kesehatan manusia. Hal yang sebaliknya diungkapkan oleh Badan Lingkungan Hidup dan Penelitian (BLHP) Provinsi Nusa Tenggara Barat seperti yang dikutip melalui laman berita daring *AntaraNews.com*, mengatakan bahwa menurut hasil pemeriksaan sampel yang diambil dari sejumlah titik di lokasi penempatan *tailing* bawah laut atau *Submarine Tailing Placement* (STP) perusahaan tambang emas yang beroperasi di Kecamatan Maluk di perairan Teluk Senenu tidak terjadi pencemaran. Hasil yang sangat berbeda apabila dibandingkan dengan hasil penelitian ini.

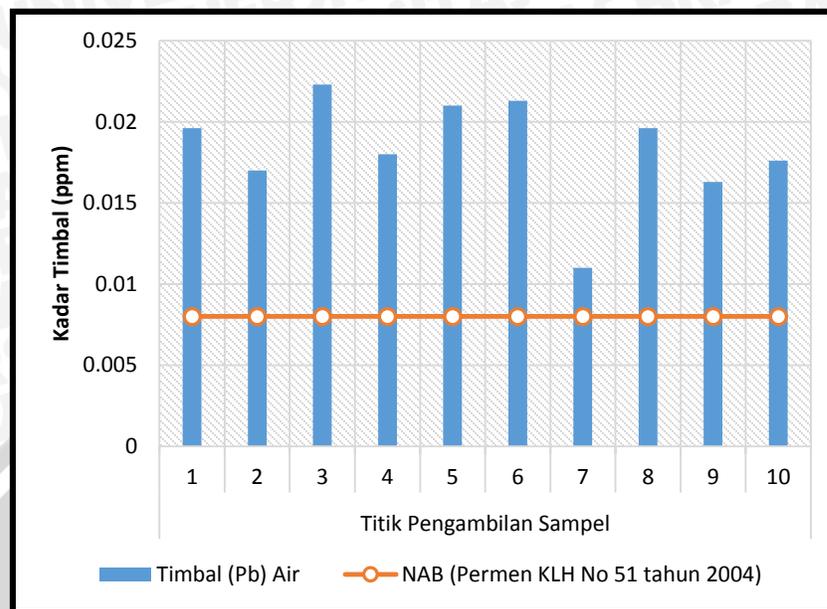
4.3.2 Timbal (Pb)

Berdasarkan Tabel 4 tentang kandungan Pb yang terdapat di dalam air laut di Teluk Senenu, kandungan Pb tertinggi terdapat pada stasiun 3 sebesar 0.0223 ppm dan yang terendah terdapat pada stasiun 7 sebesar 0.0110 ppm. Secara keseluruhan dari semua stasiun pengambilan sampel, Pb berkisar antara 0.0110-0.0223 ppm. Apabila mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 51 tahun 2004, Kandungan Pb di Teluk senenu berdasarkan 10 titik pengambilan sampel sudah jauh melebihi nilai ambang batas yang diperbolehkan untuk kehidupan biota laut. Menurut peraturan tersebut, maksimal Pb ada di perairan yakni kurang dari 0.008 ppm. Untuk lebih lengkapnya, kandungan Pb dapat dilihat di Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan Timbal (Pb) dalam Air Laut

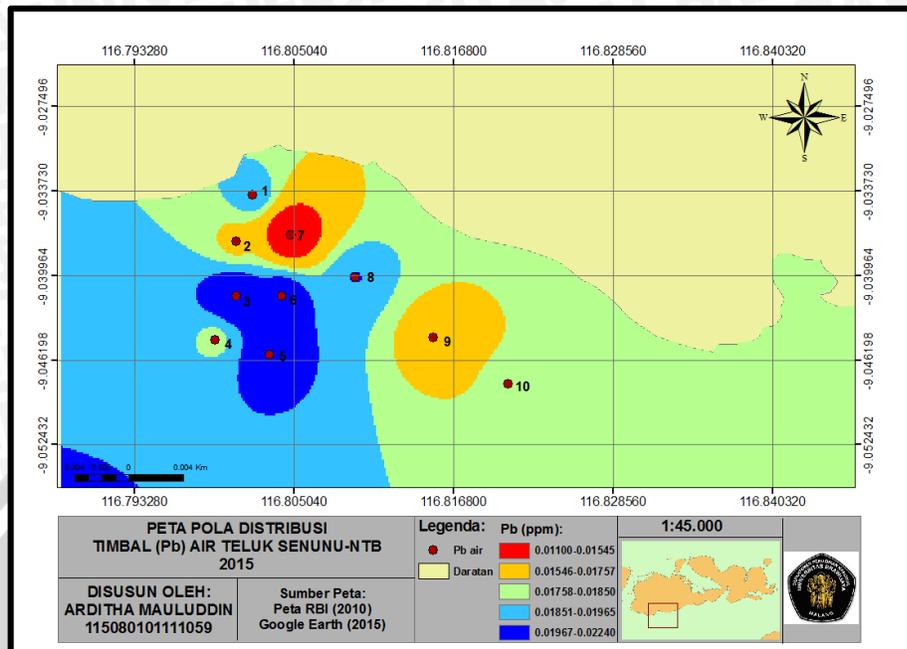
Stasiun	Kandungan Logam Berat (ppm)	Nilai Ambang Batas
1	0.0197	<0.008 ppm (Permen LH Nomor 51 Tahun 2004)
2	0.0170	
3	0.0223	
4	0.0180	
5	0.0210	
6	0.0213	
7	0.0110	
8	0.0197	
9	0.0163	
10	0.0177	

Timbal (Pb) di Teluk Senenu diduga akan terus bertambah, mengingat aktivitas pertambangan (pembuangan *tailing*) didasar Teluk Senenu semakin meningkat. Menurut berita di laman Tambangnews (2011), perusahaan tersebut membuang *tailing-nya* ke dasar laut Teluk Senenu sebanyak 120.000 ton perhari. Jumlah tersebut lebih banyak 60 kali bila dibandingkan dengan Perusahaan sejenis yakni PT. Newmont Minahasa Raya (PT. NMR) yang beroperasi di Sulawesi Utara. Sungai yang bermuara di Teluk Senenu juga dapat mempengaruhi kandungan logam berat di pesisir Teluk Senenu, karena sungai tersebut bersama alirannya turut membawa limbah-limbah dari sekitar desa di Teluk Senenu tersebut. Gambar 9 menunjukkan kandungan Pb dari 10 stasiun pengambilan air laut di Teluk Senenu yang telah melebihi ambang batas yang diperbolehkan pemerintah.



Gambar 9. Grafik kandungan Timbal (Pb) dalam Air Laut

Dari ke 10 stasiun pengambilan sampel air laut, apabila dirata-rata kandungan Pb sekitar 0.02 ppm. Walaupun tergolong sedikit, jumlah tersebut telah jauh melebihi ambang batas yang diperbolehkan. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, unsur-unsur logam berat yang ada di perairan laut secara alami telah ada dengan kadar yang sangat rendah, berkisar antara 10^{-2} - 10^{-5} (Hutagalung, 1984), hal yang sama juga dijelaskan oleh Darmono (2001); Logam berat biasanya ditemukan sangat sedikit dalam air secara alamiah, yaitu kurang dari $1 \mu\text{g/l}$ sehingga apabila kandungan logam berat di perairan laut melebihi nilai tersebut berarti ada masukan dari sumber lain, dalam hal ini berarti bahan pencemar yang berasal dari berbagai aktivitas perikanan, pertambangan, pabrik maupun industri-industri yang berada di sekitar pesisir pantai ataupun mengalir melalui sungai dan bermuara di laut (Khaisar, 2006). Peta distribusi Pb dalam air laut dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Peta Distribusi Timbal (Pb) dalam Air Laut di Teluk Senenu menggunakan metode IDW di ArcGIS 9.3 (Data Primer, 2015)

Secara keseluruhan, berdasarkan peta pada Gambar 10, warna hijau dan warna biru muda sangat mendominasi bila dibandingkan dengan warna merah, oranye dan biru tua. Artinya berdasarkan peta tersebut kandungan Pb pada air laut di Teluk Senenu berkisar antara 0.01758 ppm hingga 0.01965 ppm. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, kadar tersebut telah jauh melebihi ambang batas yang diperbolehkan untuk kehidupan biota laut menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004.

Adanya kandungan Pb dalam air laut di Teluk Senenu yang telah melebihi ambang batas yang diperbolehkan diduga berasal dari berbagai aktivitas yang terdapat di Teluk Senenu tersebut. Menurut Darmono (2001), sumber-sumber pencemaran laut berasal dari laut bisa bermacam-macam seperti aktivitas kapal, buangan bekas cuci, sisa lainnya dari kapal dan kegiatan anjungan minyak di laut.

Sumber pencemaran juga dapat berasal dari darat berupa limbah industri, rumah tangga dan PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap). Merujuk sumber yang diatas, berdasarkan hasil pengukuran Pb di Teluk Senunu bisa dikatakan telah mengalami pencemaran. Seperti yang telah dijelaskan Darmono (2001), tentang penyebab pencemaran dalam perairan laut, aktivitas-aktivitas yang terjadi di Teluk Senunu bisa dikatakan sebagai faktor penyumbang terjadinya pencemaran yakni aktivitas pertambangan dan aktivitas perikanan tangkap. Dari segi aktivitas perikanan tangkap, Teluk Senunu digunakan oleh kapal-kapal besar untuk melakukan penangkapan, tetapi tidak ada data resmi yang menunjukkan jumlah kapal-kapal besar yang melakukan penangkapan di daerah Teluk Senunu. Dilihat dari segi aktivitas pertambangan, bisa dikatakan aktivitas pertambangan di Teluk Senunu sangat tinggi. PT. NNT membuang 120 ribu ton *tailing* setiap hari ke dalam Teluk Senunu (vivanews.co.id, 2011).

4.4 Kandungan Logam Berat dalam Ikan Kembung (*Rastrelliger neglectus*)

4.4.1 Merkuri (Hg)

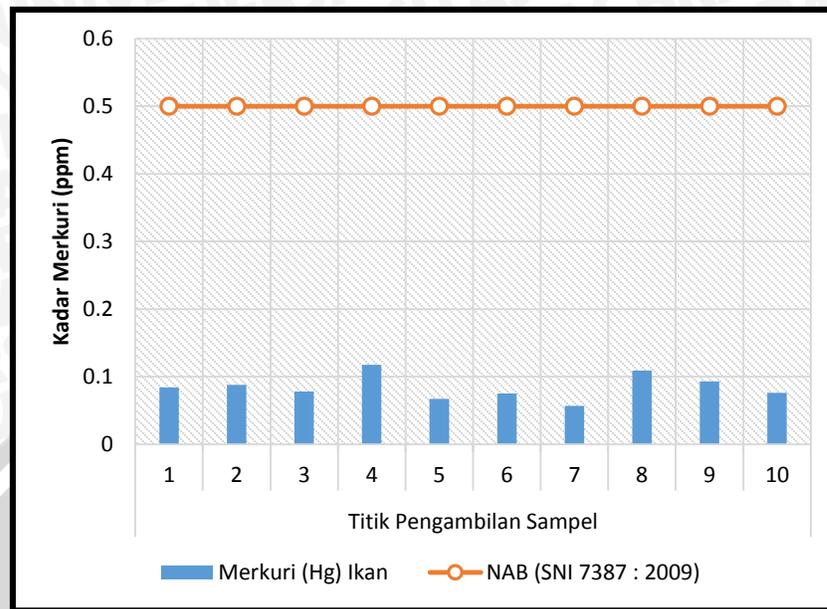
Ikan Kembung (*R. neglectus*) yang tertangkap di perairan Teluk Senunu telah dilakukan pengujian kandungan logam berat jenis Merkuri (Hg). Dari 10 stasiun pengambilan sampel Ikan, kandungan Hg tertinggi terdapat pada staisun 4 yakni sebesar 0.1177 ppm dan terendah terdapat di stasiun di stasiun 7 yakni sebesar 0.0567 ppm. Apabila mengacu pada standarisasi yang dikeluarkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 7387 tahun 2009 tentang kadar maksimal kandungan logam berat dalam bahan makanan, kandungan Hg dalam *R. neglectus* yang tertangkap di 10 stasiun pengambilan sampel di Teluk Senunu masih jauh berada dibawah standar yang telah ditetapkan, artinya, *R. neglectus* yang tertangkap di Teluk

Senenu masih layak untuk dikonsumsi. Kandungan Hg dalam *R. neglectus* lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kandungan Merkuri dalam Ikan Kembung (*R. neglectus*)

Stasiun	Kandungan Logam Berat (ppm)	Nilai Ambang Batas
1	0.0837	< 0.5 ppm (SNI 7387:2009)
2	0.0887	
3	0.0787	
4	0.1177	
5	0.0673	
6	0.0753	
7	0.0567	
8	0.109	
9	0.0933	
10	0.0760	

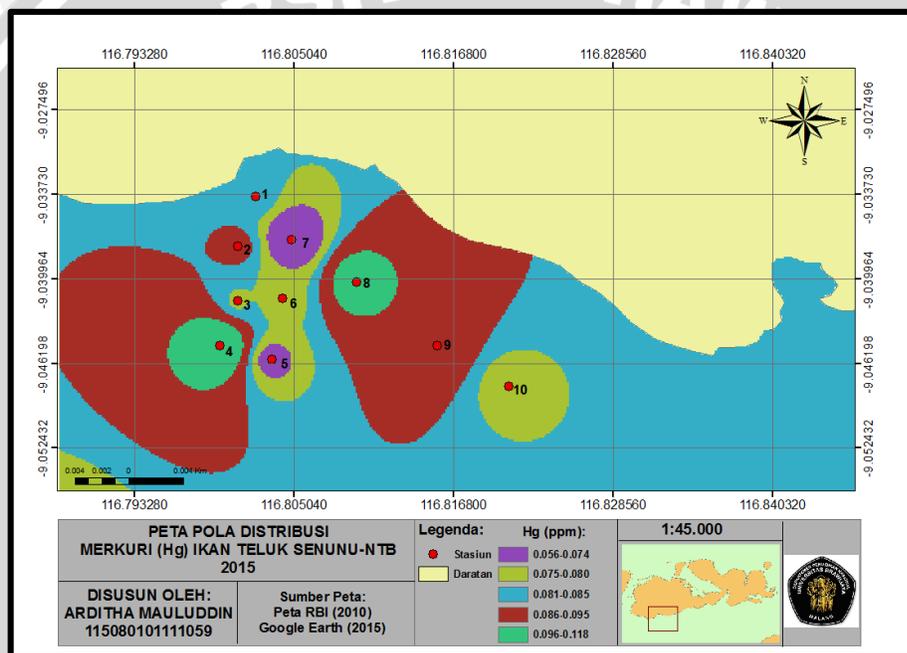
Adanya kandungan Hg di dalam *R. neglectus* yang mencapai angka 0.1 ppm tersebut menjadi hal yang perlu diwaspadai, karena logam berat merupakan unsur yang dapat terakumulasi dalam tubuh ikan, sehingga apabila ikan yang dikonsumsi tersebut mengandung logam berat dan dikonsumsi secara terus menerus maka logam berat yang terdapat dalam tubuh ikan akan berpindah ke dalam tubuh manusia dan akan terakumulasi yang bisa berakibat buruk terhadap tubuh manusia. Melihat adanya kandungan logam berat dalam daging ikan, menunjukkan bahwa tingkat akumulasi logam berat dalam daging ikan tidak terlepas dari tingginya kandungan logam berat dalam air laut, yang merupakan tempat ikan tersebut hidup. Organisme perairan mengambil unsur-unsur tertentu dari badan air dan sedimen dan memekatkannya dalam tubuh hingga 100-1000 kali lebih besar dari pada konsentrasi lingkungannya (Darmono, 1995). Grafik kandungan Hg dalam *R. neglectus* dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik kandungan Merkuri (Hg) dalam Ikan Kembang (*R. neglectus*)

Berdasarkan Gambar 11, dari ke 10 stasiun pengambilan sampel ikan di Teluk Senenu, Hg dalam *R. neglectus* mempunyai kandungan yang berkisar antara 0.0567 ppm hingga 0.1177 ppm. Apabila dibandingkan dengan Hg dalam air laut, kandungan Hg dalam ikan jauh lebih tinggi walau masih berada dalam batas toleransi untuk dikonsumsi (SNI:7387:2009), tetapi hal ini dapat berdampak buruk terhadap kehidupan ikan tersebut, karena ikan bersifat akumulator, artinya setiap logam berat yang masuk ke dalam tubuh ikan akan mengalami penumpukan, apabila penumpukan logam berat tersebut telah melebihi toleransi dari ikan tersebut, maka akan menyebabkan kematian pada biota tersebut (Palar, 1994). Sehingga apabila *R. neglectus* yang terdapat di Teluk Senenu terus mengalami kontaminasi Hg maka bisa dipastikan lama-kelamaan akan menyebabkan kematian bagi ikan tersebut di Teluk Senenu. Tragedi “*Minamata Disease*” yang terjadi di Teluk Minamata Jepang, usai Perang Dunia II merupakan contoh kontaminasi Hg terhadap tubuh manusia baik

anak-anak maupun dewasa (Alfian, 2006). Dalam tragedi ini, kontaminasi Hg ke dalam tubuh manusia terjadi karena masyarakat mengkonsumsi ikan yang terdapat di Teluk Minamata yang sebelumnya Teluk Minamata tersebut telah tercemar oleh Hg, akibatnya sangat fatal, gejala keanehan mental dan cacat syaraf mulai tampak pada anak-anak, walau baru tampak 25 tahun sejak gejala penyakit ditemukan (Lasut, 2010).



Gambar 12. Peta Distribusi Merkuri (Hg) dalam Ikan Kembung (*R. neglectus*) di Teluk Senunu menggunakan metode IDW di ArcGIS 9.3 (Data Primer, 2015)

Peta distribusi Hg dalam *R. neglectus* seperti yang terdapat pada Gambar 12 menunjukkan bahwa dominasi ikan yang terdapat di Teluk Senunu terpapar Hg berkisar antara 0.081 ppm hingga 0.095 ppm yang pada Gambar 12 ditunjukkan oleh warna biru dan merah tua. Walaupun kandungan Hg masih berada dibawah angka 0.1 ppm dan masih jauh dibawah ambang batas yang ditentukan menurut SNI 7387 tahun 2009

karena mengingat ikan merupakan organisme yang pergerakan dari suatu tempat ke tempat lain sangat cepat, namun adanya kandungan Hg tersebut dapat menjadi indikasi terjadinya pencemaran di Teluk Senenu tersebut.

Selain faktor eksternal, peningkatan kandungan logam berat Hg dalam Ikan juga di pengaruhi oleh faktor internal dari dalam tubuh ikan itu sendiri. Pengamatan terhadap beberapa jenis ikan air laut maupun ikan air tawar yang dilakukan oleh Boening (2002) dan Eisler (2006), mengindikasikan bahwa konsentrasi total Merkuri dalam jaringan tubuh ikan meningkat seiring dengan dengan peningkatan umur, berat, dan panjang tubuh ikan. Ikan jantan umumnya memiliki kandungan Merkuri lebih tinggi dibandingkan dengan ikan betina. Meski demikian pada betina yang sedang dalam fase reproduksi, konsentrasi Merkuri lebih tinggi dibandingkan dengan yang jantan. Hal ini disebabkan betina mengkonsumsi lebih banyak pakan untuk menunjang produksi telur (Eisler, 2006).

4.4.2 Timbal (Pb)

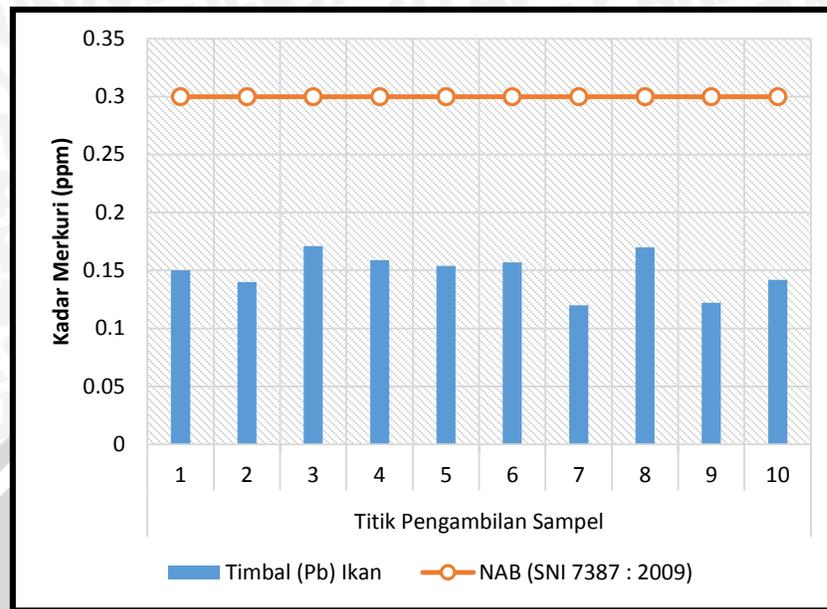
Kandungan Pb dalam *R. neglectus* tertinggi terdapat pada stasiun 3 sebesar 0.1717 ppm dan terendah terdapat di stasiun 7 sebesar 0.1167 ppm. Sama halnya dengan Hg yang telah diuraikan pada pembahasan sebelumnya, kandungan Pb dalam *R. neglectus* masih layak di konsumsi, karena menurut Standar Nasional Indonesia (SNI), kadar maksimal kandungan Logam berat Pb dalam ikan maupun produk olahannya yakni maksimal 0.3 ppm (SNI:7387:2009). Artinya, *R. neglectus* yang tertangkap di Teluk Senenu meskipun mengandung logam berat Pb masih aman untuk dikonsumsi oleh manusia. Kandungan Pb yang terdapat dalam *R. neglectus* dapat dilihat dalam Tabel 6.

Tabel 6. Kandungan Timbal (Pb) dalam Ikan Kembung (*R. neglectus*)

Stasiun	Kandungan Logam Berat (ppm)	Nilai Ambang Batas
1	0.1477	< 0.3 ppm (SNI 7387:2009)
2	0.1443	
3	0.1717	
4	0.1590	
5	0.1543	
6	0.1573	
7	0.1167	
8	0.1743	
9	0.1223	
10	0.1427	

Pb di dalam *R. neglectus* berkisar antara 0.1167-0.1717 ppm jauh lebih tinggi kandungannya bila dibandingkan dengan kandungan Pb dalam air laut di Teluk Senenu yang berkisar antara 0.011-0.0223 ppm, karena logam berat biasanya terakumulasi atau terkumpul dalam tubuh biota air dalam waktu yang lama, sehingga kandungan logam berat dalam tubuh biota air jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan kandungan logam berat dalam air. Kebanyakan logam berat secara biologis terkumpul dalam tubuh organisme, menetap untuk waktu yang lama dan berfungsi sebagai racun kumulatif (Darmono. 1995).

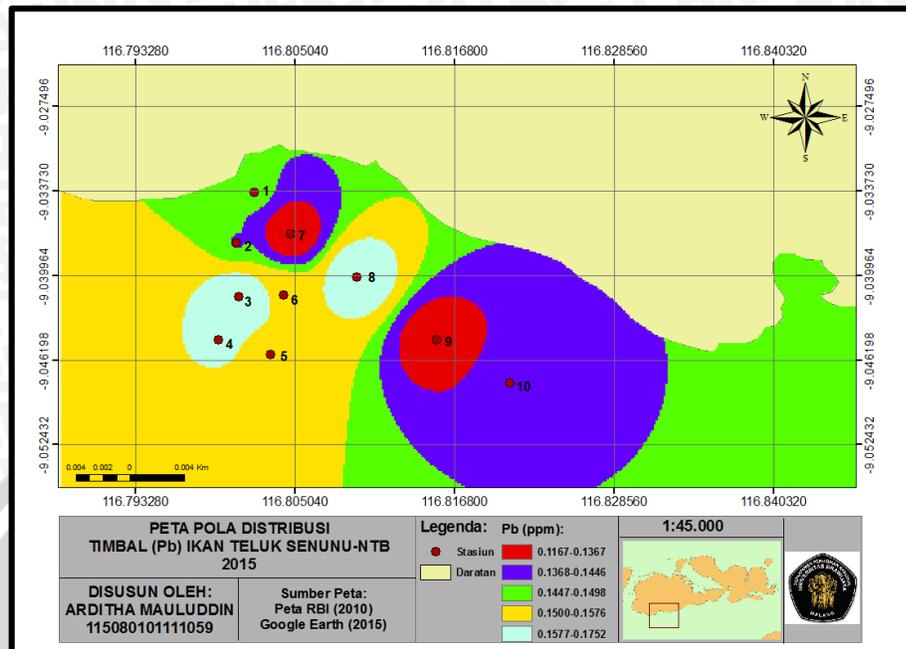
Berdasarkan Gambar 13, kandungan Pb dalam *R. neglectus* yang tertangkap di Teluk Senenu memiliki kandungan yang tidak jauh berbeda di setiap stasiunnya, hal ini menunjukkan kandungan Pb dalam *R. neglectus* di Teluk Senenu hampir tersebar merata berdasarkan stasiun pengambilan sampel.



Gambar 13. Grafik Kandungan Timbal (Pb) dalam Ikan Kembung (*R. neglectus*)

Adanya Pb dalam *R. neglectus* yang tertangkap di Teluk Senunu mengindikasikan bahwa berbagai aktivitas yang terdapat di Teluk Senunu telah menyebabkan adanya masukan logam berat baik di air maupun yang telah di akumulasikan oleh biota air yang terdapat di Teluk Senunu meskipun kadar tersebut masih berada jauh dalam batas maksimal kandungan Pb dalam Ikan dan produk olahannya (SNI:7387:2009).

Gambar 14 menunjukkan distribusi Pb dalam *R. neglectus* yang tertangkap di Teluk Senunu. Metode IDW digunakan dalam pembuatan pola distribusinya, terlihat warna yang paling dominan adalah warna hijau, oranye dan biru yang masing warna-warna tersebut menunjukkan kadar Timbal yang berbeda-beda, yang berkisar antara 0.1368 ppm hingga 0.1576 ppm.



Gambar 14. Peta distribusi Timbal (Pb) dalam ikan Kembung (*R. neglectus*) di Teluk Senunu menggunakan metode IDW di ArcGIS 9.3 (Data Primer, 2015)

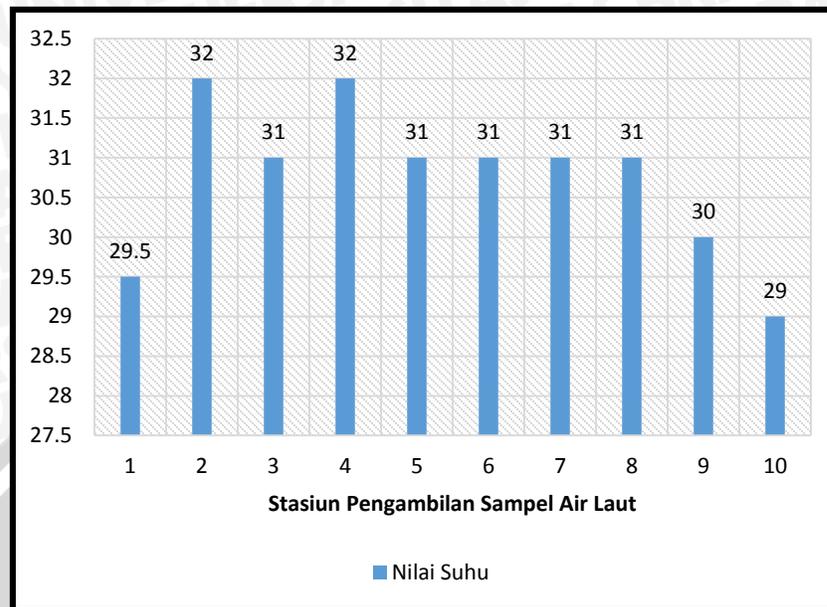
Adanya kandungan Pb dalam ikan meskipun sedikit dan tidak melebihi ambang batas yang diperbolehkan, mengindikasikan adanya masukan unsur-unsur yang mengandung logam berat ke dalam perairan Teluk Senunu. Antara lain logam berat yang masuk ke dalam biota air berasal dari logam berat yang terkandung dalam sedimen dan logam berat yang terkandung dalam air, pada penelitian ini biota air yang digunakan sebagai parameter adalah *R. neglectus* yang merupakan ikan *pelagis* yang hidup di kolom air bagian atas, sehingga kandungan logam berat dalam air laut-lah yang dapat mempengaruhi kandungan logam beratnya. Beda halnya dengan biota-biota air yang termasuk ke dalam jenis *benthic*, kandungan logam berat dalam sedimen yang paling besar mempengaruhi kandungan logam berat dalam biota tersebut, jadi bisa dikatakan bahwa, habitat atau tempat dari biota-biota tersebutlah yang paling besar memberi dampak pencemaran logam berat.

Kandungan Pb dalam *R. neglectus* masih tergolong sangat sedikit, dan menurut SNI 7387:2009 kadar tersebut masih berada dalam batas aman untuk di konsumsi oleh manusia, namun seperti yang telah diketahui, Pb termasuk jenis logam berat non esensial yang artinya tidak diketahui manfaatnya dan bersifat toksis, selain itu akan berdampak terhadap kondisi dari ikan tersebut walau dengan kadar rendah. Bryan (1976), menjelaskan organisme yang terekspos logam berat Pb dengan konsentrasi rendah biasanya tidak mengalami kematian, tetapi akan mengalami pengaruh *sublethal* yaitu pengaruh yang terjadi pada organisme tanpa mengakibatkan kematian pada organisme tersebut. Pengaruh *sublethal* ini dapat dibedakan atas tiga macam, yaitu menghambat (misalnya pertumbuhan dan perkembangan, serta reproduksi), menyebabkan terjadinya perubahan morfologi, dan merubah tingkah laku organisme.

4.5 Parameter Kualitas Air Laut

4.5.1 Suhu

Hasil pengukuran suhu air laut di Teluk Senenu dalam kisaran 29°C – 32°C , kondisi tersebut masih berada dalam batas normal menurut Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004. Pengukuran suhu sangat penting dilakukan, mengingat bahwa parameter ini dapat mengetahui proses-proses fisika, kimia dan biologi yang terjadi pada biota perairan. Proses metabolisme dalam tubuh biota atau organisme merupakan suatu hal yang sangat dipengaruhi. Peningkatan suhu dapat menyebabkan penurunan daya larut oksigen terlarut dan juga akan meningkatkan daya racun bahan-bahan tertentu (Apriadi, 2005). Gambar 15 menunjukkan grafik nilai suhu di 10 stasiun pengamatan di Teluk Senenu.



Gambar 15. Grafik Nilai Suhu Air Laut di Teluk Senunu di 10 Stasiun Pengamatan

Suhu di permukaan air sangat ditentukan oleh intensitas cahaya matahari dan akan berubah tergantung dengan posisi matahari terhadap bumi. Kisaran suhu secara umum di perairan Indonesia berkisar antara 28-31°C (Nontji, 2007), Kisaran suhu yang mampu ditoleransi suhu biota laut yaitu berkisar 20-35°C (Rahman, 2006). Baku mutu menurut Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup nomor 51 tahun 2004 untuk biota laut berkisar antara 28-30°C.

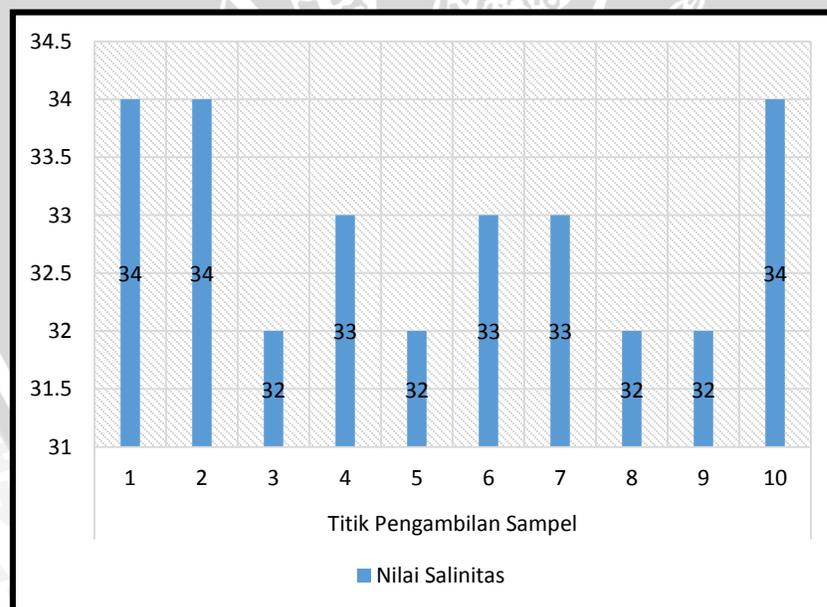
Seperti yang telah dijelaskan diatas, hasil pengukuran suhu saat penelitian berkisar antara 29°C-32°C, suhu hasil pengukuran tersebut merupakan suhu normal dan optimal untuk organisme perairan dalam beraktivitas, karena apabila berada dibawah maupun di atas standar, maka akan mengganggu aktivitasnya. Selain itu suhu sangat berpengaruh terhadap kehidupan biota perairan, apabila suhu air meningkat jauh dari suhu normal maka akan berdampak beberapa hal antara lain jumlah oksigen terlarut di dalam air akan menurun, kecepatan reaksi kimia meningkat, kehidupan ikan

dan hewan air lainnya terganggu, dan jika batas suhu yang mematikan terlampaui, ikan dan hewan air lainnya mungkin akan mati (Fardiaz, 1992).

Selain berpengaruh langsung terhadap organisme perairan, suhu juga berpengaruh terhadap kandungan logam berat, khususnya Merkuri, menurut Palar, (1994), naiknya suhu disuatu perairan akan menyebabkan penurunan konsentrasi Hg, karena senyawa Dimetil-Hg sangat mudah menguap ke udara dengan adanya proses fisika di udara seperti cahaya (pada reaksi fotolisa) sehingga akan terurai menjadi senyawa-senyawa metana, etana dan logam Hg⁰.

4.5.2 Salinitas

Hasil pengukuran menunjukkan nilai salinitas di Teluk Senenu berkisar antara 32–34 ppt. Gambar 16 menunjukkan nilai salinitas di Teluk Senenu berdasarkan 10 stasiun pengamatan.

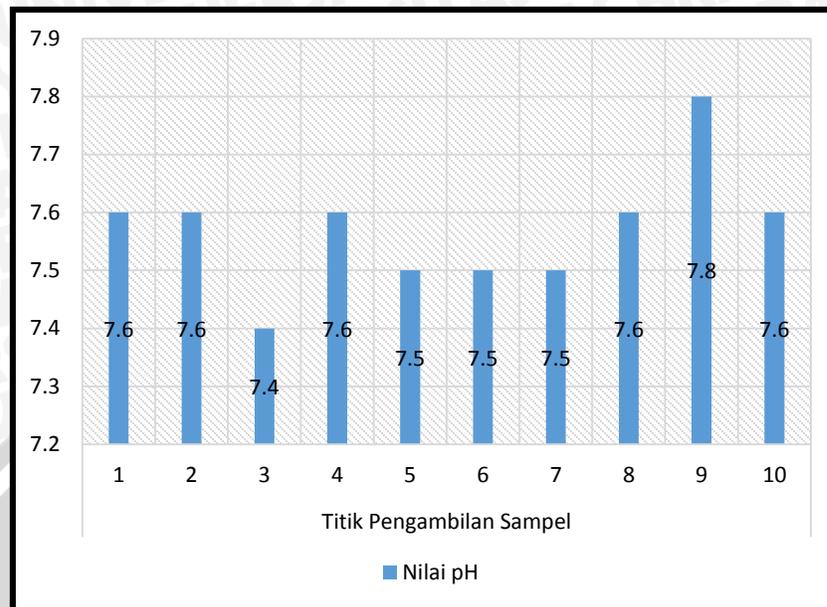


Gambar 16. Grafik Kadar Salinitas air Laut Teluk Senenu di 10 Stasiun Pengamatan

Menurut Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup nomor 51 tahun 2004, kadar optimum salinitas untuk kehidupan biota laut berkisar antara 32–34 ppt, sehingga bisa dikatakan kadar salinitas air laut di Teluk Senenu masih dalam batas optimal untuk kehidupan biota laut. Selanjutnya seperti yang dijelaskan Razak (1998) dalam Rahman (2006), bahwa salinitas yang terukur dalam penelitian masih berada dalam kisaran salinitas optimum bagi pertumbuhan organisme laut yaitu 32-36 ppt, hal tersebut berarti berbagai jenis aktivitas yang terdapat di Teluk Senenu tidak berpengaruh terhadap nilai salinitas pada perairan tersebut karena masih menunjukkan keadaan normal itu salinitas perairan laut. Teluk Senenu merupakan perairan yang terletak di bagian selatan Pulau Sumbawa dan termasuk kategori pantai lepas (*off shore*), seperti yang dilaporkan oleh Nontji (1987), pada umumnya perairan laut lepas (*off shore*) memiliki salinitas sebesar 35 ‰.

4.5.3 pH

Berdasarkan pengukuran nilai pH air laut di Teluk Senenu, menunjukkan nilai pH-nya berkisar antara 7.4–7.8. nilai pH tersebut masih berada dalam batas optimum untuk kehidupan biota laut 7–8.5 menurut Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004. Hasil pengukuran pH di Teluk Senenu berkisar antara 7.4 hingga 7.8, ini merupakan pH normal untuk kehidupan organisme perairan, karena ketika pH air dibawah ataupun diatas standar, maka organisme perairan akan mengalami tekanan atau stress, hal tersebut didukung dengan pernyataan Odum (1993), dimana pH merupakan faktor pembatas bagi organisme-organisme yang hidup di suatu perairan. Perairan dengan pH yang terlalu tinggi atau rendah akan mempengaruhi ketahanan hidup organisme yang hidup di dalamnya. Grafik nilai pH di Teluk Senenu berdasarkan 10 stasiun pengamatan dapat dilihat dalam Gambar 17.

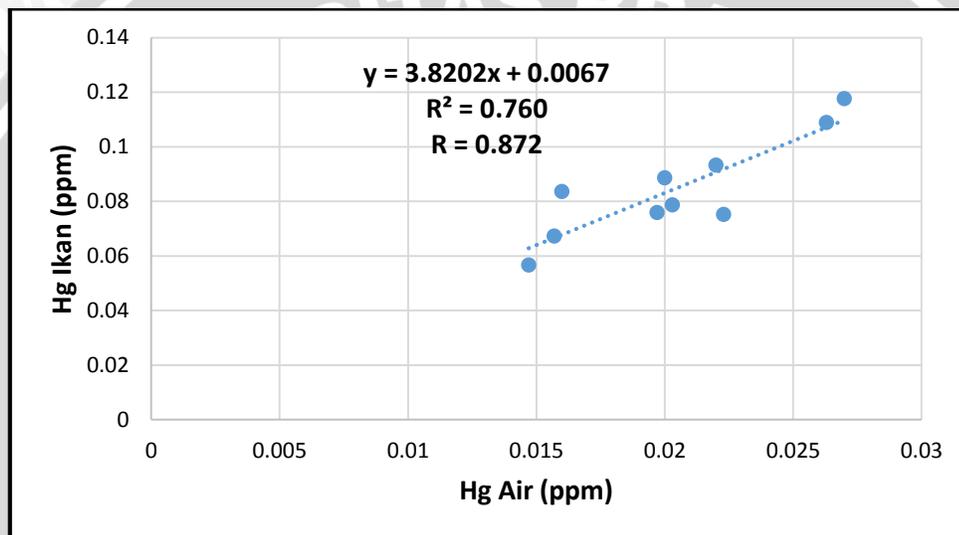


Gambar 17. Grafik Nilai pH Air Laut Teluk Senenu di 10 Stasiun Pengamatan

Connell dan Miller (1995), menyatakan bahwa kenaikan pH di perairan akan diikuti dengan penurunan kalarutan logam berat, sehingga logam berat cenderung mengendap. Sebaliknya, ketika pH air rendah maka racun dari logam berat akan meningkat. pH juga dapat memberi pengaruh terhadap keadaan kandungan logam berat. Nilai pH perairan memiliki hubungan yang erat dengan sifat kelarutan logam berat. Pada pH alami laut logam berat sukar terurai dan dalam bentuk partikel atau padatan tersuspensi. Pada pH rendah, ion bebas logam berat dilepaskan ke dalam kolom air. Selain hal tersebut, pH juga mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Secara umum logam berat akan meningkatkan toksisitasnya pada pH rendah, sedangkan pada pH tinggi logam berat akan mengalami pengendapan (Novonty dan Olem, 1994).

4.6 Hubungan Kandungan Merkuri (Hg) dalam *R. neglectus* dan Air Laut

Hubungan antara kandungan logam berat Merkuri (Hg) dalam ikan Kembung (*R. neglectus*) dengan kandungan Merkuri dalam air laut, maka perlu dilakukan uji statistik. Pada penelitian ini, dilakukan uji regresi linier sederhana menggunakan *Microsoft Excel 2013*. Grafik uji regresi sederhana dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Grafik Regresi Linier Sederhana Kandungan Merkuri (Hg) antara *R. neglectus* dengan Air Laut

Pada Gambar 18 didapatkan koefisien korelasi/hubungan (R) sebesar 0.872 dan nilai koefisien determinan (R^2) sebesar 0.760, artinya pengaruh variabel bebas (Hg air) terhadap variabel terikat (Hg ikan) sebesar 76 % dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain seperti spesies ikan, umur dan kondisi fisika kimia lingkungan ikan tersebut. Melihat adanya pengaruh logam berat di dalam air laut terhadap kandungan logam berat dalam tubuh ikan, dikarenakan air merupakan habitat hidup dari ikan tersebut, sehingga apa yang ikan tersebut konsumsi semua berasal dari kandungan di dalam air.

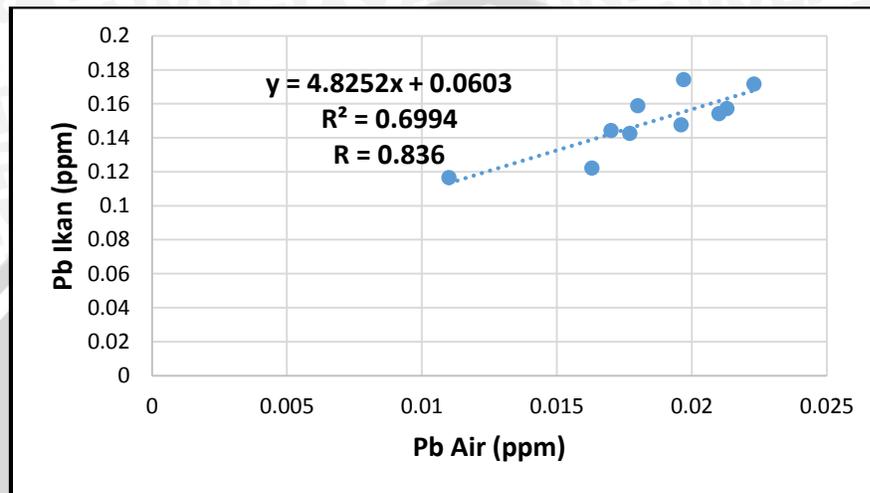
Apabila air laut mengandung unsur seperti logam berat yang bersifat akumulatif di dalam tubuh organisme, maka secara langsung maupun tidak, kandungan logam berat di dalam air akan berpindah ke dalam tubuh organisme dan berlangsung secara terus menerus dalam waktu yang lama sehingga kandungan logam berat di dalam tubuh ikan akan jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan kandungan logam berat dalam air. Lebih jelasnya lagi, Darmono (1995), menyatakan bahwa organisme perairan mengambil unsur-unsur tertentu dari badan air dan sedimen dan memekatkannya dalam tubuh hingga 100-1000 kali lebih besar dari pada konsentrasi lingkungannya.

Menggunakan ikan sebagai bioindikator perairan merupakan hal sudah sangat sering dilakukan, walaupun memiliki beberapa faktor koreksi, diantaranya mengingat pergerakan ikan yang sangat dinamis dan cepat (*mobile*) sehingga ikan bisa bergerak secara cepat di lokasi satu ke lokasi lainnya, sehingga bisa dikatakan ikan yang tertangkap di 10 stasiun pengambilan sampel ikan selama penelitian, bisa jadi tidak berasal dari stasiun tersebut, akan tetapi diyakini ikan tersebut berasal dari sekitar area pengambilan sampel. Penggunaan ikan sebagai sampel pencemaran dapat memberikan gambaran langsung tentang kandungan bahan pencemar dari ikan tersebut, mengingat ikan secara langsung di konsumsi oleh manusia sehingga bisa menjadi perhatian khusus untuk mencegah terjadinya kontaminasi logam berat dalam tubuh manusia.

4.7 Hubungan Kandungan Timbal (Pb) dalam *R. neglectus* dan Air Laut

Hubungan antara kandungan Timbal (Pb) dalam air laut dengan di dalam *R. neglectus* juga dihitung menggunakan aplikasi *Microsoft Excel 2013* untuk mengetahui apakah antara kedua variabel berpengaruh nyata atau tidak dengan

menggunakan analisa regresi linier sederhana. Grafik regresi linier sederhana antara kandungan Pb dalam *R. neglectus* dan air laut dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Grafik Regresi Linier Sederhana Kandungan Timbal (Pb) antara *R. neglectus* dengan Air Laut

Gambar 19 menunjukkan hubungan regresi antara kedua variabel tersebut adalah $Y = 4.825x + 0.063$ dengan nilai koefisien korelasi (R) adalah 0.836 dan nilai koefisien determinan (R^2) sebesar 0.699. Dari nilai koefisien determinan (R^2) tersebut dapat diketahui bahwa pengaruh kandungan Pb dalam air laut mempengaruhi kandungan Timbal (Pb) dalam ikan sebesar 69.9 % dan sebesar 30.1 dipengaruhi oleh faktor lainya seperti spesies ikan, umur dan kondisi fisika kimia lingkungan ikan tersebut.

Berdasarkan penjelasan diatas, hubungan antara kandungan Pb di dalam air dengan kandungan Pb dalam *R. neglectus* berbeda nyata dan pengaruh kandungan Pb dalam air terhadap kandungan Pb *R. neglectus* sebesar 69.9%. Data tersebut dapat diartikan bahwa air laut memberi pengaruh yang cukup signifikan terhadap

kandungan unsur di dalam tubuh ikan, akan tetepi pengaruh atau akumulasi logam berat dalam tubuh ikan tersebut tergantung dari jenis, habitat, kelamin, umur dari ikan tersebut. Connel dan Miller (1995) menjelaskan bahwa akumulasi logam berat dalam dalam tubuh organisme tergantung pada konsentrasi logam berat dalam air atau lingkungan, suhu, keadaan spesies dan aktifitas biologisnya.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan, yakni:

1. Kandungan Hg dan Pb dalam air laut di Teluk Senunu Kabupaten Sumbawa Barat telah melebihi ambang batas aman untuk kehidupan biota laut. Kandungan Hg dalam air laut berkisar antara 0.0147–0.0270 ppm dan kandungan Pb berkisar antara 0.0110–0.0223 ppm.
2. Kandungan Hg dan Pb dalam *Rastrelliger neglectus* di Teluk Senunu Kabupaten Sumbawa Barat masih berada dibawah ambang batas dan masih aman untuk dikonsumsi. Kandungan Hg dalam *Rastrelliger neglectus* berkisar antara 0.0567–0.1177 ppm, sedangkan kandungan Pb dalam *Rastrelliger neglectus* berkisar antara 0.1167–0.1717 ppm.
3. Aktivitas-aktivitas yang terdapat di Teluk Senunu (Pertambangan dan Perikanan) menjadi faktor utama tingginya kandungan logam berat Hg dan Pb dalam air laut.

5.2 Saran

Melihat tingginya kandungan Hg dan Pb dalam air laut yang telah melebihi ambang batas aman untuk kehidupan biota laut, meskipun kandungan logam berat Hg dan Pb dalam *R. neglectus* masih berada dibawah ambang batas, maka peneliti menyarankan agar:

1. Aturan yang mengatur tentang pembuangan *tailing* perusahaan tambang emas di Teluk Senunu perlu ditinjau ulang dan diteliti lebih jauh lagi karena diduga

menjadi sebagai faktor utama tingginya kandungan Hg dan Pb dalam air laut di Teluk Senunu.

2. Pemerintah, baik pemerintah pusat, provinsi maupun Kabupaten melakukan pengawasan dan pemantaun lebih intensif lagi terhadap kondisi terkini dan segala jenis kegiatan yang berlangsung perairan Teluk Senunu.
3. Pemerintah Kabupaten Sumbawa Barat membentuk tim independen untuk meneliti lebih dalam lagi tentang dugaan pencemaraan yang terjadi di Teluk Senunu yang diduga sebagai akibat pembuangan *tailing* perusahaan tambang emas di Kecamatan Maluk.
4. Dilakukan penelitian oleh pihak-pihak yang independen untuk meneliti kandungan *tailing* perusahaan tambang emas di kec. Maluk yang akan dibuang ke Teluk Senunu.
5. Memperbaiki kondisi ekosistem perairan Teluk Senunu yang telah mengalami peningkatan kandungan logam berat dengan cara melakukan penyuluhan/sosialisasi kepada masyarakat di sekitar Teluk Senunu untuk melakukan penangkapan ikan secara ramah lingkungan dan menginformasikan pemerintah daerah setempat terkait dampak dari pembuangan *tailing* ke Teluk Senunu.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfian, Z. 2006. Merkuri: Antara Manfaat Dan Efek Penggunaannya Bagi Kesehatan Manusia Dan Lingkungan. *Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar*. FMIPA. USU. Medan
- Alaerts, G., dan Santika, S.S. 1987. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya
- Apriadi, D. 2005. Kandungan Logam Berat Hg, Pb Dan Cr Pada Air, Sedimen Dan Kerang Hijau (*Perna Viridis*) Di Perairan Kamal Muara, Teluk Jakarta. *Skripsi*. Departemen Manajemen Sumber daya Perairan. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor
- Aprianti, D, 2011. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Biji Picung (*Pangium edule Reinw*) dan Pengaruhnya Terhadap Stabilitas Fisiko Kimia, Mikrobiologi dan Sensori Ikan Kembung (*Rastrelliger neclectus*). *Skripsi*. Program Studi Kimia. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta
- Alloway, B.J. dan Ayres, D.C. 1993. *Chemical principles of environmental pollution*. Chapman & Hall, London.
- Armita, D. 2011. Analisis Perbandingan Kualitas Air di Daerah Budidaya Rumput Laut Dengan Daerah Tidak Ada Budidaya Rumput Laut, di Dusun Malelaya, Desa Punaga, Kecamatan Mangarabombang, Kabupaten Takalar. *Skripsi*. Program Studi Manajemen Sumber daya Perairan Jurusan Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Makassar
- Azwar, S. 1997. *Metode Penelitian*. Edisi I cetakan I. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Basset, J., Denney, R.C., Jeffrey, G.H., dan Mendham G.H., 1994, *Vogel's Textbook of Quantitative Inorganic Analysis Including Elementary Instrumental Analysis*, Fourth Edition, Longman Group UK Limited, London
- Bryan, G.W. 1976. *Heavy Metal Contamination in the Sea*. In: Johnston, R (ed). Marine Pollution. Academic Press. London.
- Burke, L. Selig, E, dan Spalding, M. 2002. Terumbu karang yang terancam di Asia Tenggara. World Resources Institute, United Nations Environment Program-World Conservation Monitoring Centre, World Fish Center, dan International Coral Reef Action Network. Jakarta
- Boeing D.W. 2000. Ecological Effects, Transport And Fate of Mercury : A General Review. *Chemosphere*. **40** :1335-1351.
- Connell, D.W dan Miller, G.J. 1995. Chemistry and Ecotoxicology of Pollution. Terjemahan oleh Yanti Koestoer. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Penerbit UI Press. Jakarta.

- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Mahluk Hidup*. Cetakan Pertama. Penerbit Universitas Indonesia (UI Press). Jakarta
- _____. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungan dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Cetakan Pertama. Penerbit Universitas Indonesia (UI Press). Jakarta.
- Direktorat Jendral Perikanan. 1990. Buku Pedoman Pengenalan Sumber Daya Perikanan Laut. Departemen Pertanian R.I. Jakarta
- Edward. 2008. Pengamatan kandungan merkuri di perairan Teluk Kao (Halmahera) dan perairan Anggai (Pulau Obi) Maluku Utara. *J. Makara Sains*, **12 (2): 97-101**.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber daya dan Lingkungan Perairan*. Cetakan 7/12. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Eisler, R. 2006. *Mercury hazards to living organisms*. CRC Press. Boca Raton
- Fardiaz, 1992. *Polusi air dan udara*. Cetakan 11/06. Penerbit kanisius. Yogyakarta
- Fitriyah, K. H. 2007. Studi Pencemaran Logam Berat Kadmium (Cd), Merkuri (Hg) Dan Timbal (Pb) Pada Air Laut, Sedimen Dan Kerang Bulu (*Anadara Antiquata*) Di Perairan Pantai Lekok Pasuruan. *Skripsi*. Jurusan Biologi. Fakultas Sains Dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Malang. Malang
- Greenpeace. 2013. *Laut Indonesia dalam Kritis*. Jakarta
- Herman, D. Z. 2006. Tinjauan terhadap *tailing* mengandung unsur pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd) dari sisa pengolahan bijih logam. *Jurnal Geologi Indonesia*. **1 (1)**.
- Hidayat. S., Purba, M., Waworuntu. J. 2013. Variabilitas suhu di perairan Senenu, Sumbawa Barat. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. **5 (2): 243–259**
- Hutagalung, H. P. 1984. Logam berat dalam lingkungan laut. *Oseana*. **9 (1): 1–20**
- _____. 1991. *Pencemaran Laut oleh Logam Berat. Dalam Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya*. P30-LIPI. Jakarta. p. 1–20
- Hutagalung, H. P., D. Setiapermana dan S. H. Riyono. 1997. *Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota*. Buku 2. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta
- Indiarto, N. dan Supomo, B. 1999. *Metodologi Penelitian Bisnis Untuk Akuntansi dan Manajemen Edisi Pertama*. BPEE. Yogyakarta.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup. 2004. Baku Mutu Air Laut nomor 51 tahun 2004. Jakarta

Khaisar, O. 2006. Kandungan Timah Hitam (Pb) Dan Kadmium (Cd) Dalam Air, Sedimen Dan Bioakumulasi Serta Respon Histopatologis Organikan Alu-Alu (*Sphyaena Barracuda*) Di Perairan Teluk Jakarta. *Skripsi*. Departemen Manajemen Sumber Daya. Perairan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor

Koentjoroningrat. 1991. *Metode Penelitian Masyarakat*. Jakarta. PT. Gramedia

_____.1992. *Perlindungan dan Pelertarian Lingkungan Laut Dilihat dari Sudut Hukum Internasional, Regional, dan Nasional*. Sinar Grafika dan Pusat Studi Wawasan Nusantara. Jakarta.

Komari, N., Irawati, U., dan Novita, E. 2013. Kandungan Kadmium dan Seng pada Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*) di Perairan Trisakti Banjarmasin Kalimantan Selatan. *Sains dan Terapan Kimia*. **(7) 1**.

Kusumaatmaja, M. 1986. *Hukum Laut Internasional*. Cetakan Pertama. Bina Cipta. Bandung.

Kumurur, V. A. 2005. "Perairan Teluk Buyat Minahasa Sulawesi Utara Sudah Tercemar Logam Berat", <http://www.sulutlink.com>. Diakses pada tanggal 26 Mei 2015 pukul 12.00 WIB

Lasabuda, R. 2013. Pembangunan Wilayah Pesisir Dan Lautan Dalam Perspektif Negara Kepulauan Republik Indonesia. *Jurnal Ilmiah Platax*. **(1-2)**

Lasut, M.T., Yasuda, Y., Edinger, E.N., dan Pangemana, J.M. 2010. Distribution and Accumulation of Mercury Derived from Gold Mining in Marine Environment and Its Impact on Residents of Buyat Bay, North Sulawesi, Indonesia. *Water Air Soil Pollut.* **208:153–164**

Martaningtyas, D. 2004. *Bahaya Cemaran Logam Berat*. Cakrawala . Jakarta

Marzuki. 1983 . *Metodologi Penelitian*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

Nawawi, H. 1983. *Metode Penelitian Sosial*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

Noer, A. 2004. *Statistik Deskriptif dan Probabilita*. BPFE Yogyakarta. Yogyakarta

Nofiauwaty. 2012. Faktor–faktor yang mempengaruhi konsumen membeli produk Vetsin (studi kasus: Ajinomoto, Masako, dan Royco). *Jurnal Orasi Bisnis*. **8 (2)**

Nontji, A. 2007. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan. Jakarta

Novonty, V dan Olem H. 1994. *Water Quality, Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution..* Van Nostrand Reinhold. New York

- Odum, E. P. 1993. *Dasar-dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. (Terjemahan Samingan, T). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- _____. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Cetakan kelima. PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Palinto, F. 2013. Uji Kadar Merkuri (Hg) Pada Air Dan Sedimen Sungai Tulabolo Kecamatan Suwawa Timur Tahun 2013. *Skripsi*. Jurusan Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan dan Keolahragaan, Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.
- Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2007. Pengelolaan wilayah pesisir dan Pulau-pulau kecil. Jakarta.
- Perdanamiharja, Y. M. M. 2011. Kajian Stok Ikan Kembung Lelaki (*Rastrelliger kanagurta* Cuvier 1817) di Perairan Teluk Jakarta, Provinsi DKI Jakarta. *Skripsi*. Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pramono, G. H. 2008. Akurasi Metode IDW dan Kriging untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi di Maros, Sulawesi Selatan. *Prosiding Forum Geografi*. (22) 1.
- Pohan, M. P. Denni W., Sabtanto J.S., Asep. A. 2007. Penyelidikan Potensi Bahan Galian Pada *Tailing* PT. Freeport Indonesia Di Kabupaten Mimika, Provinsi Papua. *Prosiding Pemaparan Hasil Kegiatan Lapangan dan Non Lapangan Tahun 2007*. Pusat Sumber Daya Geologi
- Rahman. A. 2006. Kandungan logam berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada beberapa jenis Krustasea di Pantai Batakan dan Takisung Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. *Bioscientiae*. 3 (2) p. 93-101
- Reilly, C. 1991. *Metal contamination food*. Second edition. Elsevier science Publisher LTD. London and New York.
- Saeni, M.S., 1997. Penentuan Tingkat Pencemaran Logam Berat dengan Analisis Rambut. *Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap Ilmu Kimia Lingkungan* Fakultas Matematika dan IPA. IPB Bogor.
- Sarjono, A. 2009. Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Pb, Dan Hg Pada Air Dan Sedimen Di Perairan Kamal Muara, Jakarta Utara. *Skripsi*. Departemen Manajemen Sumber daya Perairan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Sati, I. 2003. *Riset Public Realitionship Modul*. Pusat Pengembangan Bahan Ajar. UMB

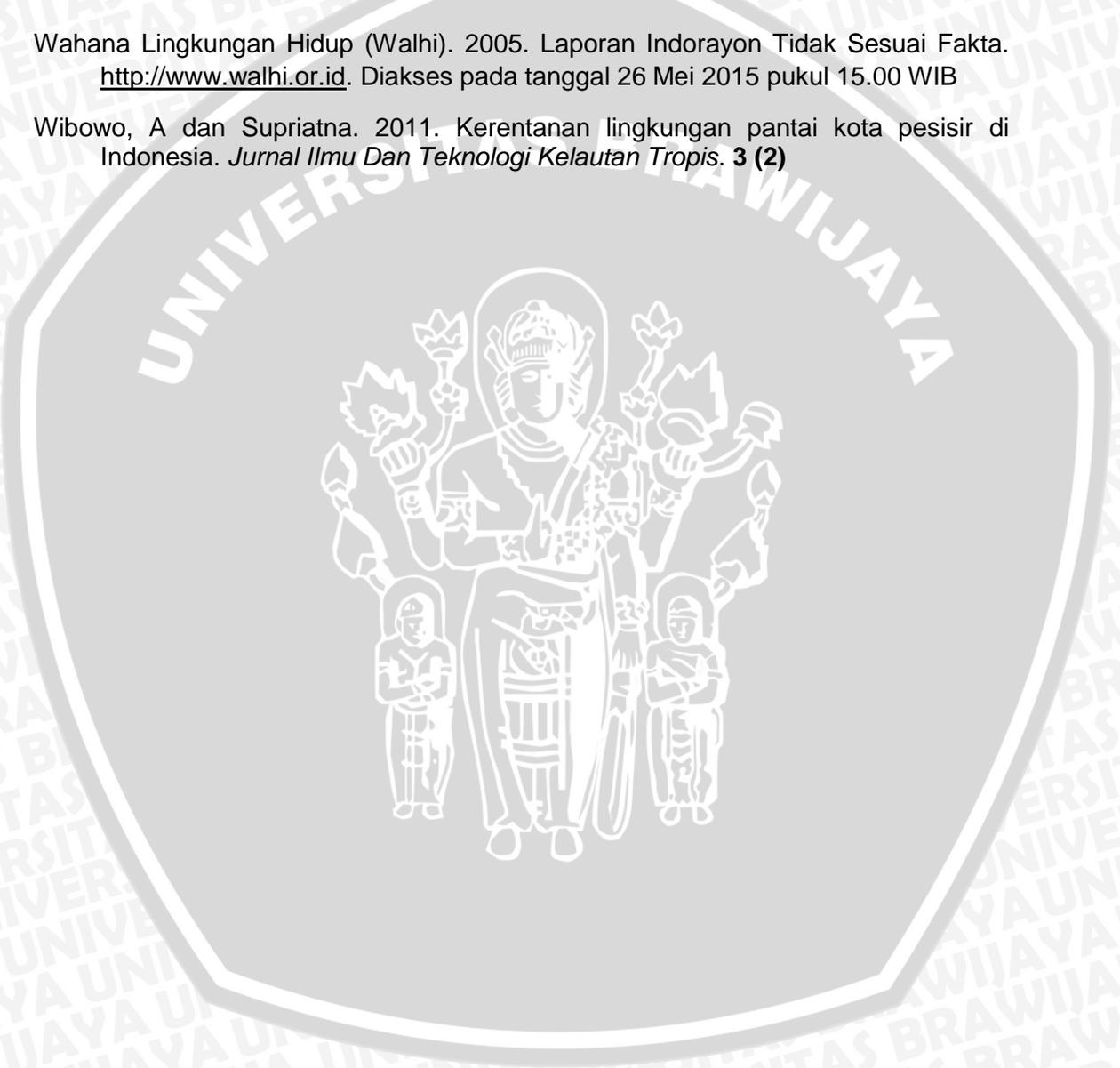
- Savitria. R. dan R. P. Sari. 2012. Pemantauan Parameter Fisis Oseanografi di Perairan Senenu Kabupaten Sumbawa Barat. Program Studi Oseanografi. FITB. Institut Teknologi Bandung.
- Siaka, M. L. 2008. Korelasi antara ke dalam sedimen di pelabuhan Benoa dan konsentrasi logam berat Pb dan Cu. *Jurnal Kimia*. **2(2)**: p. 61-70.
- Siegel, S. 1990. *Statistik Non Parametrik untuk Ilmu-Ilmu Sosial*. Penerbit PT. Gramedia.
- Small, C.C. Sunny, C., Zaher, H., Ania, C.U. 2014. Emissions from Oil Sands *Tailings* Ponds: Review of *Tailings* Pond Parameters and Emission Estimates. *Journal of Petroleum Science & Engineering*. **S0920-4105(14)**
- Soegiharto, A. 1976. Sumber- sumber pencemaran. Prosiding Seminar pencemaran laut. LON – LIPI. ISOI. Jakarta.
- Soemirat, J. 2009. *Toksikologi Lingkungan*. Gajah Mada University Press Yogyakarta.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2009. Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Bahan Pangan. SNI: 7387: 2009
- Suhendrayatna. 2001. Bioremoval Logam Berat dengan Menggunakan Microorganism: Suatu Technology Studies. Japan
- Sumardi, J. 1996. *Hukum Pencemaran Laut Internasional*. Citra Adytia Bakti. Bandung
- Suryadiputra, I. N. N. 1995. Pengolahan air limbah dengan metode biologi. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Suwarsono, 2010. Biologi Reproduksi, Prereferensi Habitat Pemijahan dan Dugaan Stok Pemijah Ikan Kembung (*Rastrelliger brachysoma*. Fam. Scombridae) di Pantai Utara Jawa. Balai Riset Perikanan Laut. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta
- Tambangnews. 2011. Walhi rekomendasi penyetopan tailing Newmont. <http://www.tambangnews.com/berita/utama/1384-walhi-rekomendasi-penyetopan-tailing-newmont.html>. Diakses pada tanggal 29 Mei 2015 pukul 15.30 WIB
- Umar, M. T. 2001. Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Air, Sedimen, Dan Kerang *Marcia* Sp Di Teluk Parepare Sulawesi Selatan. *Schi & Tech*. **2 (2)**
- Undang-undang Nomor 32 tahun 2009. Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta
- Undang-undang Nomor 4 tahun 1982. Ketentuan Ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta

Usman. S, Nafie. L.N, Ramang. M. 2013. Distribusi Kuantitatif Logam Berat Pb dalam Air, Sedimen dan Ikan Merah (*Lutjanus erythropterus*) di Sekitar Perairan Pelabuhan Pare-pare. *Marina Chimica Acta*. **14 (2)**.

Vivanews.co.id. 2011. Bupati Larang Limbah Newmont di Teluk Senunu. <http://nasional.news.viva.co.id/news/read/218174-bupati-larang-limbah-newmont-di-Teluk-senunu>. Diakses pada tanggal 25 Mei 2015 pukul 11.30 WIB

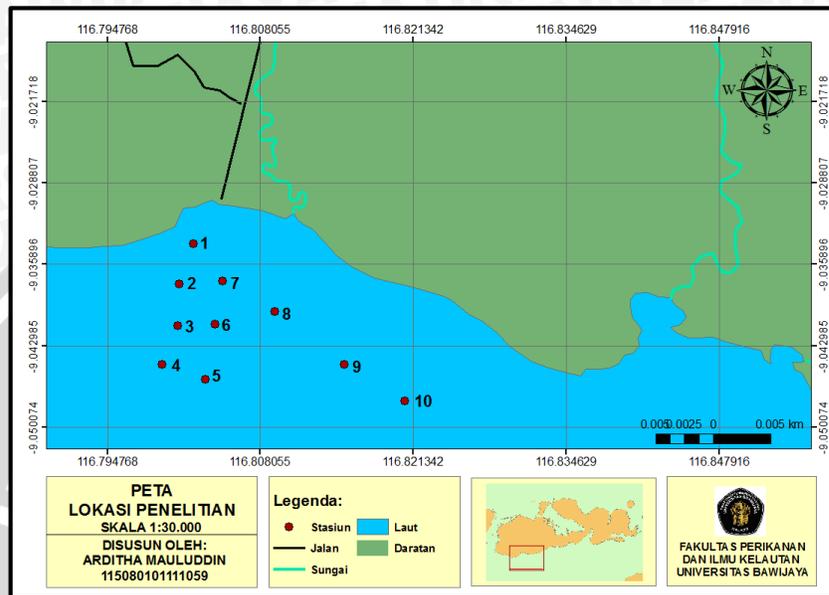
Wahana Lingkungan Hidup (Walhi). 2005. Laporan Indorayon Tidak Sesuai Fakta. <http://www.walhi.or.id>. Diakses pada tanggal 26 Mei 2015 pukul 15.00 WIB

Wibowo, A dan Supriatna. 2011. Kerentanan lingkungan pantai kota pesisir di Indonesia. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*. **3 (2)**



LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta Lokasi Penelitian



Gambar 20. Peta lokasi penelitian di Teluk Senenu, Kabupaten Sumbawa Barat.

Lampiran 2. Alat dan bahan yang digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian skripsi ini antara lain:

Tabel 7. Alat yang digunakan dalam penelitian

No	Nama Alat	Spesifikasi	Kegunaan
1	Botol Air Sampel 600 ml	Polyetilene	Untuk tempat air sampel
2	Termometer Digital	-	Untuk mengukur suhu perairan
3	pH Meter	Universal	Untuk mengukur pH perairan
4	Kamera Digital	EOS 500 D	Untuk mengambil foto lokasi dan stasiun penelitian
6	<i>Hand Refraktometer</i>	Atago	Untuk mengukur salinitas perairan
7	GPS	GPSmap 60csx	Untuk menentukan titik koordinat lokasi dan stasiun penelitian
8	<i>Water Sampler</i>	-	Untuk mengambil sampel air laut

Bahan- bahan yang digunakan dalam penelitian skripsi ini antara lain:

Tabel 8. Bahan-bahan yang digunakan dalam Penelitian

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Kegunaan
1	Air Laut	-	Sampel yang diuji kadar Logam beratnya
2	<i>R. neglectus</i>	-	Sampel yang diuji kadar Logam beratnya
3	Aquadest	-	Untuk mengkalibrasi dan membersihkan alat
4	<i>Tissue</i>	-	Untuk membersihkan peralatan penelitian
5	Kertas Label	-	Untuk menandai sampel penelitian
6	Kantong Plastik	-	Sebagai tempat sedimen yang diuji kadar logam beratnya
7	HNO ₃	-	Untuk mengawetkan sampel (air)

Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian



Gambar 21. Warga nelayan di sekitar pantai Teluk Senunu



Gambar 22. Rumah warga nelayan di sekitar Teluk Senunu



Gambar 23. Pipa pembuangan *tailing* perusahaan tambang emas yang menuju Teluk Senenu



Gambar 24. Kondisi air laut Teluk Senenu (1)



Gambar 25. Pengambilan sampel air laut menggunakan *water sampler*



Gambar 26. Kondisi air Laut Teluk Senenu (2)



Gambar 27. Sampel air laut di beri pengawet berupa asam nitrat



Gambar 28. Sampel ikan Kembung yang akan diuji kandungan logam beratnya

Lampiran 4. Hasil pengukuran Logam Berat dan Kualitas Air

Stasiun	Parameter Penelitian																				
	Logam Berat												Kualitas Perairan								
	Hg dalam Air (ppm)			Hg dalam Ikan (ppm)			Pb dalam Air (ppm)			Pb dalam Ikan (ppm)			Suhu (°C)			Salinitas (ppm)			pH		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	0.019	0.017	0.012	0.1	0.084	0.067	0.026	0.012	0.021	0.157	0.12	0.156	31	32	30	33	34	33	7.6	7.5	7.6
2	0.015	0.03	0.015	0.112	0.064	0.09	0.017	0.016	0.018	0.17	0.133	0.13	33	32	33	32	34	34	7.8	7.5	7.4
3	0.017	0.023	0.021	0.072	0.108	0.056	0.03	0.009	0.028	0.161	0.184	0.17	32	30	31	31	32	29	7.6	7.3	7.3
4	0.013	0.033	0.035	0.118	0.115	0.12	0.015	0.017	0.022	0.105	0.212	0.16	31	31	33	34	31	34	7.8	7.6	7.5
5	0.021	0.016	0.01	0.068	0.064	0.07	0.02	0.01	0.033	0.192	0.141	0.13	31	31	30	31	33	33	7.6	7.3	7.5
6	0.014	0.026	0.027	0.056	0.08	0.09	0.022	0.013	0.029	0.155	0.147	0.17	32	28	32	33	33	32	7.6	7.5	7.3
7	0.011	0.014	0.019	0.048	0.055	0.067	0.011	0.012	0.01	0.13	0.12	0.1	33	30	30	34	34	31	7.5	7.7	7.4
8	0.018	0.035	0.026	0.12	0.11	0.097	0.019	0.009	0.031	0.2	0.21	0.113	30	31	33	31	34	31	7	7.4	7.4
9	0.014	0.031	0.021	0.092	0.1	0.088	0.012	0.012	0.025	0.127	0.09	0.15	29	33	29	30	32	32	7.6	7.9	7.7
10	0.012	0.022	0.025	0.068	0.077	0.083	0.024	0.01	0.019	0.17	0.098	0.16	28	34	29	34	33	34	7.8	7.5	7.5

Lampiran 5. Hasil perhitungan regresi linier sederhana menggunakan *Microsoft Excel 2013*

a. Hasil regresi linier sederhana antara kandungan Hg dalam *R. neglectus* dengan air laut

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.871580313
R Square	0.759652243
Adjusted R Square	0.729608773
Standard Error	0.009583821
Observations	10

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	0.002322427	0.002322427	25.28510359	0.00101615
Residual	8	0.000734797	9.18496E-05		
Total	9	0.003057224			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	0.00670877	0.01579167	0.424829646	0.682156261	0.029706887	0.043124426	-0.029706887	0.043124426
X Variable 1	3.820158351	0.759712018	5.028429535	0.00101615	2.068259295	5.572057407	2.068259295	5.572057407

- b. Hasil regresi linier sederhana antara kandungan Pb dalam *R. neglectus* dengan air laut

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.836323524
R Square	0.699437037
Adjusted R Square	0.661866666
Standard Error	0.01091665
Observations	10

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	0.002218615	0.002218615	18.61671922	0.002564305
Residual	8	0.000953386	0.000119173		
Total	9	0.003172001			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	0.0602937	0.020853717	2.891268774	0.020159876	0.012204943	0.108382457	0.012204943	0.108382457
X Variable 1	4.825247405	1.118324943	4.314709634	0.002564305	2.246385462	7.404109348	2.246385462	7.404109348