

**KAJIAN KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb, Cd, Cu, Cr, DAN
Mn PADA IKAN KURISI (*Nemipterus japonicus*) DI PERAIRAN
TELUK LAMPUNG SECARA SPEKTROFOTOMETRI
SERAPAN ATOM**

(Skripsi)

Oleh

APRI WELDA



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

ABSTRAK

KAJIAN KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb), KADMIUM (Cd), TEMBAGA (Cu), KROMIUM (Cr) DAN MANGAN (Mn) PADA IKAN KURISI (*Nemipterus japonicus*) DI PERAIRAN TELUK LAMPUNG SECARA SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM

Oleh

Apri Welda

Telah dilakukan kajian kandungan logam berat Pb, Cd, Cu, Cr dan Mn pada ikan kurisi di tiga lokasi pada perairan Teluk Lampung yaitu Lempasing, Rangai dan Kalianda. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tingginya minat masyarakat Lampung dalam mengkonsumsi ikan kurisi hasil tangkapan di perairan Teluk Lampung, sementara belum diketahui apakah ikan kurisi pada perairan tersebut bebas dari pencemaran logam berat berbahaya. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai mutu ikan kurisi tersebut apakah aman dari pencemaran logam berat Pb, Cd, Cu, Cr dan Mn, sehingga layak dijadikan sumber pangan masyarakat secara umum. Penelitian ini menggunakan alat *Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)* dalam menentukan nilai konsentrasi logam Pb, Cd, Cu, Cr dan Mn. Preparasi sampel ikan kurisi dilakukan dengan metode destruksi basah menggunakan campuran asam HNO₃ 65% dan H₂O₂ 30%. Kemudian konsentrasi logam Pb, Cd, Cu, Cr, dan Mn dianalisis dengan alat *Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan kurisi yang diambil dari perairan Kalianda tercemar logam Cu sebesar 0,0932 ppm dan Mn sebesar 1,0830 ppm, sementara dari perairan Lempasing didapati cemaran logam Mn sebesar 0,2454 ppm. Logam berat lainnya tidak terdeteksi. Berdasarkan standar baku mutu logam berat pada ikan laut yang ditentukan oleh *Badan Standarisasi Nasional (BSN)* dan *Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM)*, maka disimpulkan bahwa ikan kurisi di perairan Teluk Lampung aman bagi kesehatan manusia dan layak dikonsumsi sebagai sumber pangan jangka panjang.

Kata Kunci: Pb, Cd, Cu, Cr, Mn, kandungan logam berat, ikan kurisi, (*Nemipterus japonicus*), perairan Teluk Lampung, Spektrofotometer Serapan Atom

ABSTRACT

STUDY OF HEAVY METAL CONTENT LEAD (Pb), CADMIUM (Cd), CHROMIUM (Cr), COPPER (Cu) AND MANGANESE (Mn) IN JAPANESE THREADFIN BREAM (*Nemipterus japonicus*) AT LAMPUNG BAY WATERS USING ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY

By

Apri Welda

The study of heavy metals content (*Pb, Cd, Cu, Cr and Mn*) in Japanese threadfin bream at three locations of Lampung bay waters namely Lempasing, Rangai and Kalianda. This study is motivated by the high interest of Lampung community in consuming Japanese threadfin bream caught at Lampung bay waters, while it is not yet known whether this fish at these waters are free from harmful heavy metals pollution. This study is expected to provide information about the quality of Japanese threadfin bream, whether it is safe from the pollution of heavy metals Pb, Cd, Cu, Cr and Mn, so that it is worthy of being consumed as a food source for the general public. This study uses *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) in determining the metal values of Pb, Cd, Cu, Cr, and Mn. Preparation of fish samples was carried out by wet destruction method using 65% HNO₃ and 30% H₂O₂. Then the concentrations of Pb, Cd, Cu, Cr, and Mn were analyzed by *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). The result showed that Japanese threadfin bream taken from Kalianda waters contaminated with Cu metal was 0,0932 ppm and Mn was 1,0830, while from the Lempasing waters found Mn metal contamination of 0,2454 ppm. Other heavy metals are not detected. Based on the quality standards for heavy metals in marine fish as determined by *The National Standardization Agency* and *The Food and Drug Supervisory Agency* in Indonesia (*namely BSN and BPOM*), it was concluded that Japanese threadfin bream of Lampung bay are safe for human health and suitable for consumption as a long-term food source.

Keywords: Pb, Cd, Cu, Cr, Mn, heavy metal content, japanese threadfin bream, (*Nemipterus japonicus*), Lampung Bay waters, Atomic Absorption Spectrophotometer

**KAJIAN KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb, Cd, Cu, Cr, DAN
Mn PADA IKAN KURISI (*Nemipterus japonicus*) DI PERAIRAN
TELUK LAMPUNG SECARA SPEKTROFOTOMETRI
SERAPAN ATOM**

Oleh

APRI WELDA

Skripsi:

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA SAINS

Pada:

Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



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

Judul Skripsi

: **KAJIAN KANDUNGAN LOGAM BERAT
Pb, Cd, Cu, Cr, DAN Mn PADA IKAN
KURISI (*Nemipterus japonicus*) DI
PERAIRAN TELUK LAMPUNG SECARA
SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

Nama Mahasiswa

: **Apri Welda**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1217011006

Jurusan

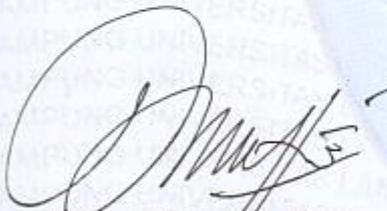
: Kimia

Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Diky Hidayat, M.Sc.

NIP 19740609 200501 1 002



Dr. Eng. Ni Luh Gede R.J, M.Si.

NIP 19770713 200912 2 002

2. Ketua Jurusan Kimia



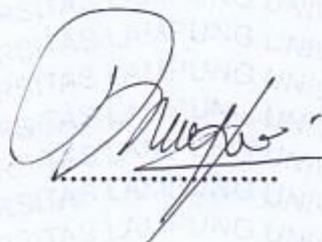
Dr. Eng. Sriptto Dwi Yuwono, M.T.

NIP 19740705 200003 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

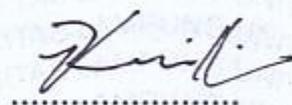
Ketua : **Diky Hidayat, M.Sc.**



Sekretaris : **Dr. Eng. Ni Luh Gede R.J, M.Si.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Rinawati, Ph.D.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam




Prof. Warsito, S.Si., D.E.A., Ph.D.
NIP. 19710212 199512 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **15 November 2018**

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Liwa, Lampung Barat pada tanggal 16 April 1995, sebagai anak pertama dari Sembilan bersaudara, dari Bapak Ali Adoha dan Ibu Leny apriyanti. Jenjang pendidikan dimulai dari Taman Kanak-kanak (TK) Nurul Islam Liwa Lampung Barat diselesaikan tahun 2000, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN 02 Liwa, Lampung Barat pada tahun 2006, Madrasah Tsanawiah Negeri (MTsN) Liwa diselesaikan pada tahun 2009, dan Madrasah Aliyah Negeri Liwa, Lampung Barat pada tahun 2012. Tahun 2012, penulis terdaftar sebagai mahasiswa jurusan kimia FMIPA Unila melalui jalur melalui jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri).

Pada tahun 2015 Penulis melakukan Praktek Kerja Lapangan di Laboratorium Kimia Analitik dan Instrumentasi Jurusan Kimia FMIPA Unila, Bandar Lampung. Selama menjadi mahasiswa penulis pernah aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Kimia (HIMAKI) FMIPA Unila sebagai Kader Muda Himaki (KAMI) periode 2012/2013, anggota Biro Kesekretariatan periode 2013/2014, anggota Biro Penerbitan 2014/2015, dan bendahara Bina Baca Qur'an (BBQ) ROIS FMIPA Unila periode 2013/2014.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji dan syukur kepada Allah Azza wa Jalla, shalawat serta salam untuk Baginda Rasulullah

Muhammad Shalallahu'alaihiwasalam.

Kupersembahkan karya tulis imiah sederhana ini teruntuk Ayahanda & Ibunda tercinta, Bapak Ali Adoha

dan Ibu Leny Apriyanti. Terima kasih banyak atas segala cinta, dukungan dan pengobanan yang tiada

tara, kalian adalah malaikat hidupku. Semoga Allah Ta'ala persatukan kita kembali dalam cinta & bahagia

di Jannah Firdaus-Nya.

Belahan jiwaku, pemimpinku, suamiku tercinta, Haris Wicahyo. Terima kasih atas segala cinta,

kebersamaan dalam suka maupun duka juga terkadang canda dan tawa, dukungan, pengorbanan juga

kesabaran dan kesetiaan yang tiada batas. Engkau inspirasi hidupku, surgaku atas Ridhamu.

Adik-adikku tercinta, motivasi dahsyatku, keceriaanku. Seluruh keluarga besarku yang selalu memotivasi

tiada henti.

Ayah dan Bunda suamiku, Bapak Sutrisno dan Ibu Tatik Hidayati yang kucintai selayaknya ibu dan ayah

kandungku. Beserta keluarga besar yang menjadi bagian perjalanan hidupku, juga semangatku.

Guru-guruku, tanpamu apalah aku, jasamu tak ternilai harganya, kalian adalah pahlawanku.

Terimakasih juga kepada sahabat-sahabat terkasihku yang selalu kebersamai dan mendukung saat suka

maupun duka.

Almamater tercintaku, Universitas Lampung.

MOTTO

خَيْرُ النَّاسِ أَنْفَعُهُمْ لِلنَّاسِ

“Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia” (HR. Ahmad, ath-Thabrani, ad-Daruqutni. Hadits ini dihasankan oleh al-Albani di dalam *Shahihul Jami'* no:3289).

Sebenar-benar ucapan adalah Kitabullah (*al-Qur'an*) dan sebaik-baik petunjuk adalah petunjuk Muhammad SAW (*as-Sunnah*).

Barangsiapa yang menempuh satu jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan memudahkan jalan baginya menuju surga.” (HR. Al-Bukhari dan Muslim)

“Pelajarilah ilmu, pelajarilah ketenangan dan rasa hormat demi ilmu, dan rendah hatilah terhadap gurumu.” (Imam As-Suyuti Abu Hurairah r.a. dalam *Jami' Ash-Shaghir*)

“Anda tidak akan mengubah hidup pada momen-momen tertentu. Ingatlah, perubahan itu bersumber pada diri Anda sendiri.” (Muhammad Al-Ghazali, *Perbaharui Hidupmu*)

Buku Tetaplah Buku

“Yang terpenting bukan supaya Anda membaca buku ini, tetapi bagaimana Anda dapat mengambil manfaat darinya.” (Muhammad Al-Ariefi, *Enjoy Your Life*)

Segerakan beraksi dengan melakukan dan menyajikan yang terbaik dalam hidup kita, dengan cara berbeda: inspirasi, motivasi, dan aksi. Kegagalan terbesar dalam hidup adalah tidak pernah mencoba

“Jika kita melakukan semua yang mampu kita lakukan, kita benar-benar akan mencengangkan diri sendiri.” (Thomas Alfa Edison)

The first you make habits, at the last habits make you...awalnya kita membuat kebiasaan, pada akhirnya kebiasaan itulah yang membentukmu (*The Book Zero to Hero*)

“Diantara kesalahan kita adalah kita terlalu merindukan kematian daripada membangun kehidupan. Artinya kita ingin meninggalkan dunia yang fana ini tanpa mau membangunnya.” (Syaiikh ‘Aidh Abdullah al-Qarni)

Saat semangat lagi dahsyat, picu dan pacu diri dengan prestasi, jaga konsistensi, pelihara motivasi, rawat stamina, hargai dan lakukan setiap kebaikan, sekecil apapun. Sukses adalah bangkit setiap kali terjatuh.

Allahumma la sahla illa ma ja’altahu sahlan, wa Anta taj’alul hazna idza syi’ta sahlan.

“Ya Allah, tidak ada kemudahan, kecuali yang Engkau buat mudah, dan Engkau menjadikan kesedihan (kesulitan), jika Engkau kehendaki pasti akan menjadi mudah.”

SANCAWACANA

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh. Alhamdulillah puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala, karena atas segala rahmat dan karunia-Nya skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul "Kajian Kandungan Logam Berat Tmbal (Pb), Kadmium (Cd), kromium (Cr), Tembaga (Cu) dan Mangan (Mn) pada Ikan Kurisi (*Nemipterus japonicaus*) di Perairan Teluk Lampung secara Spektrofotometri Serapan Atom" adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

Selama pelaksanaan dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari kesulitan dan rintangan, namun itu semua dapat penulis lalui berkat rahmat dan ridha Allah Azza wa Jalla serta bantuan dan dorongan semangat dari orang-orang yang hadir dalam kehidupan penulis. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Prof. Warsito, D.E.A., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

2. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Unila.
3. Bapak Diky Hidayat, M.Sc. selaku Pembimbing utama yang telah memberikan ilmu dan bimbingan, saran, nasihat, motivasi, serta arahan yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik.
4. Ibu Dr. Eng. Ni Luh Gede R.J., M.Si. selaku Pembimbing kedua yang telah banyak memberikan ilmu, nasihat, saran, motivasi, perhatian, serta kesabaran dalam membimbing penulis selama proses penyelesaian penulisan skripsi ini.
5. Ibu Rinawati, Ph.D. selaku Pembahas atas segala arahan, saran dan kritik serta motivasinya dalam penulisan skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung atas seluruh ilmu yang diberikan.
7. Seluruh karyawan Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung terkhusus Mba Iin dan Mas Udin selaku Laboran Kimia Analitik dan Instrumentasi, serta Pak Gani yang telah banyak membantu proses administrasi penulis selama di jurusan kimia FMIPA Unila.
8. Teristimewa untuk kedua orang tuaku yang sangat aku cintai dan banggakan, Pahlawanku, Idolaku setelah Rasulullah Shalallahu'alaihi wa Salam Ayah Ali Adoha dan Bidadari Duniaku Ibunda Leny Apriyanti. Terima kasih yang tak terhingga kuucapkan atas segala pengorbanan, cinta, dan kasih sayang, dukungan tiada henti serta didikan mulia kalian, yang akan selalu terukir indah dalam setiap

langkah kehidupanku. Semoga kerinduanku untuk kumpul bersama kembali akan Allah Ta'ala realisasikan di Jannah Firdaus-Nya kelak. Aamiin

9. Teristimewa untuk suamiku yang paling kucintai setelah Rasulullah dan Ayahku, yang paling tampan hatinya hingga melekat erat di jiwaku, inspiratorku juga surgaku, Haris Wicahyo. Terima kasih tak terhingga kuucapkan atas segala cinta, pengorbanan, dukungan, kasih sayang tulusmu yang sudah melengkapi segala kasih sayang keluargaku dan sahabat-sahabat terkasihku. Kebersamaan ini, canda tawa ini, semangat mulia ini, semoga Allah Azza wa Jalla akan berkahi, rahmati dan abadikan cinta kita sampai Jannah Firdaus-Nya. Aamiin

10. Teristimewa untuk Adik-Adikku. Rani Hidayah, Wulan Purnama Sari, Afni Sufian, Krisna Okta Via, Nahila Sifa'a, Zaki Zahron Al-Muttaqin, Mustajab Murtadho, dan Jabar Rabbani. Terima kasih tak terhingga kuucapkan atas segala dukungan, cinta, kebersamaan, canda tawa bahkan terkadang pengorbanan. Kalian motivasi dahsyatku, mengajarkanku banyak pengalaman hidup yang tidak kudapatkan dimanapun, maafkan kakakmu ini, yang sering kali mengimplementasikan kasih sayang dengan bully atau hal lain yang menjengkelkan. Semoga segala kenangan ini akan selalu menjadi nostalgia indah kita nantinya. Semoga Allah Ta'ala mengumpulkan kita bersama kembali dalam Jannah Firdaus-Nya. Aamiin

11. Keluarga besarku, Paman (paetek Jhon, paetek samsul, maetek nover, adang), Bibi (Ante Merry, ante Yus dan Ante Lia), kakek (datuk-datukku rahimahullah) dan nenek (Nenek Nur Aini rahimahullah, nenek Sul, nenek Summa, nenek Des, nenek Gadis) tercinta. Terima kasih atas segala cinta, pengorbanan dan dukungan

yang selalu kalian curahkan padaku. Semoga kelak kebaikan yang kalian harapkan pada diriku akan Allah Ta'ala wujudkan nantinya dengan skenario indah-Nya. Yang tak terlupakan anteku tercinta Merry Novelda, semoga Allah Ta'ala berikan tempat terbaik dan ternyaman di alam barzakhmu kini hingga yaumul hisab kelak. Aamiin

12. Bundaku Tatik Hidayati dan Bapakku Sutrisno, yang aku cintai dan banggakan selayaknya Ibunda dan ayah kandungku, terima kasih tak terhingga atas segala kasih sayang kalian yang tiada membedakanku dengan anak kandung sendiri, dukungan, cinta dan didikan yang berharga. Pahlawan dan bidadari dunia pangeranku, Haris Wicahyo. Semoga selalu sehat dan dalam limpahan rahmat dan taufiq Allah Subhanahu wa Ta'ala. Aamiin

13. Seluruh keluarga besar suamilku. Mba Yuyun, Dek Nia, Mas Andi, Mbah, dan lainnya. Terima kasih atas segala dukungan dan semangat kalian atas perjuanganku.

14. Sahabat-sahabat terkasihku dan terbaikku. Nur Weni, Meta Fosfi Berliana, S.Si., Nurul Hasanah dan Wiwin Esty Sarwita, S.Si. Yang selalu kebersamaan saat suka maupun duka, ketulusan kalian sangat aku hargai. Semoga Allah Ta'ala selalu limpahkan Taufiq dan kemudahan dalam mencapai cita. Aamiin

15. Keluarga KKN Sidang Iso Mukti. Rawajitu Utara. Mba Agus, Cepe, Satya, Angga, Rizal, dan Mas putu. Pengalaman berharga dan semangat yang dahsyat saat bersama dalam mengabdikan dan berbakti, selalu menjadi nostalgia indah dan motivasi dahsyat dalam langkah kehidupanku. Semoga Sukses dalam mengejar asa. Aamiin

16. Rekan-rekan dan keluargaku Kimia Angkatan 2012, Adi, Adit, Adam, Ana, Arif, Arya, Atma, Dwi, Imani, Ningrum, Deby, Derry, Didi, Edi, Eka, Elsa, Febita, Feby, Ferdinand, Fifi, Handri, Hiqi, Indry, Jeje, Jenny, Anwar, Meta, Rizal, Nila, Dona, Radius, Riandra, Rifki, Rio, Putri, Ruli, Ruwai, Ais, Fian, Kamto, Susy, Dela, Syathira, Tazkia, Reno, Tiara, Debo, Tri, Wiwin, Yepi, Yunsi dan Zubai.

17. Seluruh keluarga besar Jurusan Kimia

18. Almamater tercinta, Universitas Lampung

19. Semua pihak yang telah membantu penulis selama kuliah, penelitian, hingga penulisan skripsi ini.

Semoga Allah Ta'ala membalas kebaikan mereka serta senantiasa menjaga mereka dalam lindungan-Nya. Aamiin. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan penulisan di masa datang.

Bandar Lampung, 10 Desember 2018

Penulis

Apri Welda

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| DAFTAR ISI | i |
| DAFTAR TABEL | iii |
| DAFTAR GAMBAR | v |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar Belakang..... | 1 |
| B. Tujuan Penelitian | 6 |
| C. Manfaat Penelitian | 6 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| A. Kondisi Umum Perairan Teluk Lampung | 7 |
| B. Baku Mutu Air Laut..... | 8 |
| C. Pencemaran Air Laut | 11 |
| D. Karakteristik Logam Berat..... | 14 |
| E. Timbal (Pb)..... | 16 |
| F. Kadmium (Cd)..... | 18 |
| G. Tembaga (Cu)..... | 19 |
| H. Kromium (Cr) | 21 |
| I. Mangan (Mn)..... | 23 |
| J. Ikan Kurisi | 24 |
| K. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)..... | 28 |
| L. Validasi Metode..... | 34 |
| III. METODE PENELITIAN | 38 |
| A. Waktu dan Tempat Penelitian..... | 38 |
| B. Alat dan Bahan | 38 |
| C. Prosedur Kerja | 39 |
| 1. Pembuatan Larutan | 39 |
| 2. Metode Pengambilan Sampel | 39 |
| 3. Preparasi Sampel Penentuan Kadar Logam Pb, Cu, Cd, Cr, dan Mn... | 40 |
| 4. Pembuatan Kurva Kalibrasi | 41 |
| 5. Validasi Metode..... | 44 |

| | |
|--|----|
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 46 |
| A. Pengambilan Sampel Ikan | 46 |
| 1. TPI Lempasing | 46 |
| 2. TPI Rangai | 47 |
| 3. TPI Kalianda | 47 |
| B. Preparasi Sampel | 47 |
| C. Kondisi Optimum | 51 |
| D. Kandungan Logam Berat Pb, Cd, Cu, Cr dan Mn pada Ikan Kurisi di Perairan Teluk Lampung | 53 |
| 1. Kandungan Logam Pb..... | 53 |
| 2. Kandungan Logam Cd | 54 |
| 3. Kandungan Logam Cu | 54 |
| 4. Kandungan Logam Cr..... | 54 |
| 5. Kandungan Logam Mn | 55 |
| E. Validasi Metode | 55 |
| 1. Linieritas | 55 |
| 2. LoD (<i>limit of detection</i>) dan LoQ (<i>limit of quantification</i>)..... | 59 |
| 3. Akurasi | 60 |
| 4. Presisi | 60 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN | 62 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|---------|
| 1. Kadar logam Pb dan Hg di Perairan Teluk Lampung | 4 |
| 2. Baku mutu air laut untuk biota laut | 9 |
| 3. Kandungan gizi ikan kurisi..... | 27 |
| 4. Perbandingan kandungan gizi ikan kurisi dengan ikan-ikan demersal jenis lainnya | 28 |
| 5. Nilai persen <i>recovery</i> berdasarkan nilai konsentrasi sampel..... | 36 |
| 6. Hubungan konsentrasi dengan RSD..... | 37 |
| 7. Kondisi optimum SSA..... | 52 |
| 8. Nilai LoD dan LoQ logam Pb, Cd, Cu, Cr dan Mn..... | 59 |
| 9. Absorbansi logam Pb, Cd, Cu, Cr, dan Mn pada ikan kurisi (<i>nemipterus japonicus</i>) di Lempasing, Rangai, serta Kalianda (<i>Outlier</i>)..... | 73 |
| 10. Konsentrasi logam Pb pada ikan kurisi | 74 |
| 11. Konsentrasi logam Cd pada ikan kurisi..... | 75 |
| 12. Konsentrasi logam Cu pada ikan kurisi..... | 76 |
| 13. Konsentrasi logam Cr pada ikan kurisi | 77 |
| 14. Konsentrasi logam Mn pada ikan kurisi | 78 |
| 15. Hubungan konsentrasi dan absorbansi larutan standard mangan (Mn)..... | 79 |
| 16. Absorbansi larutan sampel Mn pada ikan kurisi | 80 |
| 17. Nilai standard deviasi blangko untuk logam Mn..... | 81 |

| | |
|--|----|
| 18. Nilai M dan \bar{M} logam Cd | 83 |
| 19. Nilai rata-rata SD dan RSD logam Pb, Cd, Cu, Cr dan Mn | 84 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 1. Ikan kurisi (<i>nemipterus japonicus</i>)..... | 25 |
| 2. Diagram sistematis spektrofotometer serapan atom | 30 |
| 3. Skema <i>hallow cathode lamp</i> | 31 |
| 4. Kurva kalibrasi larutan standar Pb | 56 |
| 5. Kurva kalibrasi larutan standar Cd | 56 |
| 6. Kurva kalibrasi larutan standar Cu | 57 |
| 7. Kurva kalibrasi larutan standar Cr | 57 |
| 8. Kurva kalibrasi larutan standar Mn | 58 |
| 9. Contoh produk larutan standar AAS Standards Certipure® | 72 |

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Wilayah pesisir memiliki potensi dan peran sangat strategis dalam menunjang berbagai kegiatan pada wilayah daratan yang ada di sekitarnya. Secara ekologis, perairan laut merupakan habitat utama berbagai macam kehidupan biota laut yang perlu dilestarikan dan dijaga eksistensinya. Besarnya kekayaan sumber daya alam dan potensi yang dimiliki wilayah pesisir menjadi daya tarik utama bagi banyak *stakeholder* dengan berbagai kepentingan, sehingga wilayah ini cenderung mengalami eksploitasi secara besar-besaran tanpa memperhatikan dampak buruk terhadap lingkungan di sekitarnya.

Laju pertumbuhan industri dan kegiatan pelabuhan yang terus meningkat serta padatnya pemukiman masyarakat di sekitar secara langsung ikut meningkatkan kegiatan yang menghasilkan limbah industri dan sampah domestik lainnya. Hal tersebut mengakibatkan terjadinya degradasi lingkungan di wilayah pesisir dan ekosistem di sekitarnya. Masuknya zat-zat organik dan non organik ke badan perairan laut secara berlebihan akan berdampak menurunnya kualitas air laut secara fisik, kimia dan biologi.

Teluk Lampung merupakan daerah yang pesisirnya digunakan untuk berbagai kegiatan, seperti perikanan tangkap, budidaya mutiara, pariwisata, nelayan, pelabuhan, pemukiman maupun kegiatan perdagangan, juga merupakan

bermuaranya berbagai sungai seperti Way Kuala, Way Lunik, Way Kahuripan dan Way Galih yang melewati daerah perindustrian di Daerah Teluk Betung dan Panjang, serta Way Balau yang melewati daerah padat pemukiman di Kota Karang dan tempat pembuangan sampah di Bakung (Anonimus, 2002).

Berbagai kegiatan seperti tersebut di atas akan menghasilkan berbagai limbah baik organik maupun anorganik yang berpotensi terjadinya penurunan kualitas perairan Teluk Lampung. Semakin kompleksnya limbah yang masuk ke perairan, tidak menutup kemungkinan logam berat juga terdapat di perairan tersebut, karena kegiatan manusia merupakan suatu sumber utama pemasukan logam ke lingkungan perairan, seperti kegiatan pertambangan yang menyebabkan terbukanya lapisan batuan yang mempercepat pelapukan batuan, seperti terbukanya mineral pirit dan sulfida yang teroksidasi dengan oksigen atmosfer yang menyebabkan aliran pembuangan menjadi asam (Connell & Miller, 1995).

Sumber logam berat lainnya adalah berasal dari:

- (1) limbah rumah tangga yang berasal dari sampah-sampah metabolik, korosi pipa-pipa air misalnya Cu, Pb, Zn dan Cd, dan produk-produk consumer misalnya detergen mengandung Fe, Mn, Cr, Ni, Co, Zn, Cr, B, Hg dan As.
- (2) limbah atau buangan industri baik berasal dalam cairan limbah yang berhubungan secara khusus dalam proses produk tertentu, penimbunan dan pencucian lumpur industri.
- (3) pembakaran bahan bakar yang mengandung limbah hitam termasuk transportasi baik darat maupun laut yang masuk melalui air hujan.

(4) aktifitas pertanian yang berasal dari erosi tanah yang kaya akan logam yang berasal dari sisa-sisa tumbuhan dan hewan, pupuk fosfat, herbisida, fungisida, serta melalui pemakaian cairan limbah atau lumpur sebagai pupuk (Lu, 1995).

Menurut pasal 1 ayat 14 UU RI No.32 tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup, sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan.

Berdasarkan hasil kajian tahun 2007 oleh Tugiyono, beberapa lokasi di perairan Teluk Lampung memiliki kadar logam Hg dan Pb melebihi batas baku mutu yang ditetapkan dalam Kep. Men. LH Nomor 51 Tahun 2004 (Tentang Baku Mutu Air Laut).

Tabel 1. Kadar logam Pb dan Hg di perairan Teluk Lampung (Tugiyono, 2007)

| No St | Lokasi | Kadar | | | | Baku Mutu ¹⁾ (ppm) | | Ket | |
|-------|-------------------------------------|---------|--------|----------|--------|-------------------------------|-------------|-----|----|
| | | Pb(ppm) | | Hg (ppb) | | Pb | Hg | Pb | Hg |
| | | Air | Lumpur | Air* | Lumpur | | | | |
| 1 | Muara W. Lunik-Kuala (Tepi) | 0.032 | 0.036 | 0.0008 | 0.001 | 0,008 | 0,001-0,005 | X | V |
| 2 | Muara W. Lunik-Kuala (Tengah) | 0.020 | 0.026 | 0.001 | 0.001 | 0,008 | 0,001-0,005 | X | V |
| 3 | Tarahan (Tepi) | 0.008 | 0.010 | 0.001 | 0.001 | 0,008 | 0,001-0,005 | V | V |
| 4 | Tarahan (Tengah) | 0.008 | 0.014 | 0.001 | 0.001 | 0,008 | 0,001-0,005 | V | V |
| 5 | Mutun(Tepi) | 0.006 | 0.009 | 0.0009 | 0.001 | 0,008 | 0,001-0,005 | V | V |
| 6 | Mutun (Tengah) | 0.005 | 0.010 | 0.001 | 0.001 | 0,008 | 0,001-0,005 | V | V |
| 7 | Lempasing | 0.008 | 0.009 | 0.001 | 0.001 | 0,008 | 0,001-0,005 | V | V |
| 8 | Muara W. Belau (Kota Karang) (tepi) | 0.012 | 0.016 | 0.001 | 0.001 | 0,008 | 0,001-0,005 | X | V |
| 9 | Kota Karang Muara W. Belau (Tengah) | 0.010 | 0.016 | 0.001 | 0.001 | 0,008 | 0,001-0,005 | X | V |
| 10 | Bukit Kuyit (Gudang Garam) | 0.009 | 0.018 | 0.001 | 0.001 | 0,008 | 0,001-0,005 | X | V |

Kadar Pb dan Hg di daging kerang hijau (*Perna viridis*) adalah 0,01 ppb dan 0,002 ppm.

Keterangan:

- * = dalam satuan ppb
- x = Melempai baku mutu peruntukan
- v = Di bawah baku mutu peruntukan

Penurunan kualitas perairan akan berpengaruh terhadap kehidupan biota yang hidup didalamnya, peningkatan konsentrasi logam berat di lautan dapat mengakibatkan perubahan kualitas serta struktur perairan, mematikan organisme, bahkan dapat membahayakan kesehatan organisme hidup lainnya yang memakan organisme tersebut (Andersen, 1978).

Teluk Lampung merupakan wilayah yang kaya akan berbagai organisme mulai dari tingkatan yang terendah dalam tingkatan makanan (*tropik level*) yaitu produsen seperti plankton, ganggang laut, sampai tingkatan yang tertinggi yaitu ikan. Dengan demikian akan terjadi pemekatan kandungan bahan pencemar dalam hal ini logam berat yang meningkat sejalan dengan meningkatnya tingkatan sistem makanan atau proses biomagnifikasi (Connell & Miller, 1995).

Dampaknya mengakibatkan dalam tubuh ikan, kerang, udang dan kepiting akan terjadi peningkatan akumulasi logam berat. Proses bioakumulasi logam dalam tubuh biota laut dapat terjadi apabila kecepatan masuknya logam ke dalam tubuh, telah melampaui kecepatan terbuangnya logam tersebut dari tubuh organisme, hal ini ditunjukkan konsentrasi Pb dan Cd yang lebih tinggi dalam hewan air (*Orconetes virilis*) yang hidup di perairan yang terkontaminasi dari pada yang hidup di perairan yang tidak terkontaminasi (Rivai, 2002).

Ikan merupakan bagian biota laut yang menyumbang ketahanan pangan masyarakat. Adanya pencemaran air laut di perairan Teluk Lampung secara langsung menyebabkan menurunnya mutu ikan di kawasan tersebut serta beresiko mengganggu kesehatan masyarakat yang mengonsumsinya. Ikan Kurisi (*Nemipterus japonicus*) merupakan salah satu jenis ikan konsumsi yang digemari masyarakat Lampung. Harga yang terjangkau dan jumlahnya yang berlimpah menjadi alasan ikan ini diminati hampir semua lapisan masyarakat.

Besarnya kebutuhan ikan kurisi mendorong perlunya dilakukan analisis logam berat pada tubuh ikan kurisi di wilayah perairan Teluk Lampung. Logam berat yang perlu dianalisis antara lain; Pb, Cd, Cu, Cr, dan Mn. Metode analisis logam berat dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Hasil analisis yang diperoleh akan sangat bermanfaat untuk mengetahui kualitas dan mutu ikan kurisi hasil tangkapan nelayan di wilayah perairan Teluk Lampung.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menentukan kadar logam berat Pb, Cd, Cu, Cr, dan Mn pada ikan kurisi di perairan Teluk Lampung dengan menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).
2. Untuk mengetahui tingkat pencemaran logam berat Pb, Cd, Cu, Cr, dan Mn pada ikan kurisi di perairan Teluk Lampung.

C. Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini yaitu sebagai salah satu sumber informasi mengenai tingkat pencemaran logam berat Pb, Cd, Cu, Cr, dan Mn pada ikan kurisi di perairan Teluk Lampung sehingga dapat dijadikan masukan bagi masyarakat, pemerintah daerah, maupun pihak industri dalam mengelola kegiatan yang berkaitan dengan perairan Teluk Lampung. Hasil penelitian ini juga dapat digunakan sebagai referensi tambahan dalam menunjang program peningkatan kualitas ketahanan pangan bagi pihak atau instansi terkait.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kondisi Umum Perairan Teluk Lampung

Teluk Lampung terletak di Provinsi Lampung, menghadap Selat Sunda dan sebagian Samudera Hindia. Bagian teluk sebelah timur relatif lurus, sedangkan pantai barat berlekuk-lekuk membentuk teluk yang cukup dalam dengan pulau-pulau kecil berada di mulut teluk. Pulau-pulau kecil tersebar di dalam teluk diantaranya yaitu di sebelah tenggara teluk ini terdapat Pulau Sebuku dan Pulau Sebesi, sedangkan di sebelah selatan teluk ini terdapat Pulau Legundi, Pulau Siucal dan Pulau Sijesi.

Teluk Lampung merupakan teluk terbesar di Pulau Sumatera, membentang dari Tanjung Tua (sebelah Timur) sampai dengan Tanjung Tikus, Pidada sebelah Barat, dengan garis pantai sepanjang 160 km. Peruntukan wilayah Teluk Lampung adalah sebagai kawasan pariwisata, kawasan budidaya (pembenihan udang, tambak dan budidaya kerang mutiara), daerah penangkapan ikan (jalur penangkapan I dan II), kawasan pelayaran inti, cagar alam laut (Krakatau), dan latihan TNI Angkatan Laut. Teluk Lampung yang mempunyai luas perairan 1.888 km², selain mempunyai potensi sumberdaya hayati (ikan), juga terkandung jasa lingkungan yang sangat asri terutama di kawasan terumbu karangnya. Teluk ini merupakan pusat keanekaragaman hayati (karang, ikan, dan padang lamun),

sehingga organisasi selam (POSSI, Anemon - Unila, dan Corona) dapat memanfatkannya untuk arena pelatihan selam (Anonimus, 2002).

Teluk Lampung mempunyai kedalaman rata-rata sekitar 25 m. Di mulut teluk, kedalaman rata-rata berkisar pada 35 m, dengan kedalaman maksimum sedalam 75 m yang ditemui di Selat Legundi (terletak di sebelah barat laut mulut teluk). Menuju ke kepala teluk, kedalaman perairan mendangkal mencapai sekitar 20 m pada jarak yang relatif dekat dari garis pantai (Verawati, 2016).

B. Baku Mutu Air Laut

Laut adalah ruang wilayah lautan yang merupakan kesatuan geografis beserta segenap unsur terkait padanya yang batas dan sistemnya ditentukan berdasarkan aspek fungsional (Kepmen Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004). Baku mutu air laut adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air laut. Kawasan perairan laut di luar Perairan Pelabuhan dan Wisata Bahari mengacu kepada Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut.

Tabel 2. Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut

| No | Parameter | Satuan | Baku Mutu |
|---------------|------------------------------------|--------|--|
| FISIKA | | | |
| 1. | Kecerahan ^a | m | Coral: >5 Mangrove: - Lamun: >3 |
| 2. | Kebauan | | alami ³ |
| 3. | Kekeruhan ^a | NTU | <5 |
| 4. | Padatan Tersuspensi Total | mg/l | Coral: 20 Mangrove: 80 Lamun: 20 |
| 5. | Sampah | - | Nihil ¹⁽⁴⁾ |
| 6. | Suhu | C | Coral: 28-30 ^(c) Mangrove: 28-32 ^(c) Lamun: 28-30 ^(c) |
| 7. | Lapisan Minyak ⁵ | - | Nihil ¹⁽⁵⁾ |
| KTMIA | | | |
| 1. | pH ^d | - | 7 – 8,5 ^(d) |
| 2. | Salinitas ^e | ‰ | Alami ^{3(e)} Coral: 33-34 ^(e) Mangrove: s/d 34 ^(e) Lamun: 33-34 ^(e) |
| 3. | Oksigen Terlarut (DO) | mg/l | >5 |
| 4. | BOD5 | mg/l | 20 |
| 5. | Amoniak total (NH ₃ -N) | mg/l | 0,3 |
| 6. | Fosfat (PO ₄ -P) | mg/l | 0,015 |
| 7. | Nitrat (NO ₃ -N) | mg/l | 0,008 |
| 8. | Sianida (CN ⁻) | mg/l | 0,5 |
| 9. | Sulfida (H ₂ S) | mg/l | 0,01 |
| 10. | PAH (Poliaromatik | mg/l | 0,003 |
| 11. | Hidrokarbon) | mg/l | 0,002 |
| 12. | Senyawa Fenol Total | mg/l | 0,01 |
| 13. | PCB (poliklor bifenil) | mg/l | 1 |
| 14. | Surfaktan (deterjen) | mg/l | 1 |
| 15. | Minyak dan Lemak | µg/l | 0,01 |
| 16. | Pestisida ² | µg/l | 0,01 |
| | TBT (tri butil tin) ⁷ | | |

| | | | |
|-----|--------------------------------|-------------|--------------------------|
| 17. | Logam Terlarut: | | |
| 18. | Raksa (Hg) | mg/l | 0,001 |
| 19. | Kromium heksavalen (Cr (VI)) | mg/l | 0,005 |
| 20. | Arsen (As) | mg/l | 0,012 |
| 21. | Cadmium (Cd) | mg/l | 0,001 |
| 22. | Tembaga (Cu) | mg/l | 0,008 |
| 23. | Timbal (Pb) | mg/l | 0,008 |
| 24. | Seng (Zn) | mg/l | 0,05 |
| | Nikel (Ni) | mg/l | 0,05 |
| 1. | BIOLOGI | | |
| 2. | Coliform (total) ⁵ | MPN/100 ml | 1000 ⁽⁴⁾ |
| 3. | Patogen | Set/100 ml | Nihil ¹ |
| | Plankton | Set/ 100 ml | Tidak bloom ⁶ |
| 1. | RADIO NUKLIDA | | |
| | Komposisi yang tidak diketahui | Bq/l | 4 |

Sumber: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004

Catatan Tabel di atas:

- (1) Nihil adalah tidak terdeteksi dengan batas deteksi alat yang digunakan (sesuai dengan metode yang digunakan).
- (2) Metode analisa mengacu pada metode analisa untuk air laut yang telah ada, baik internasional maupun nasional.
- (3) Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim).
- (4) Pengamatan oleh manusia (*visual*).
- (5) Pengamatan oleh manusia (*visual*). Lapisan minyak yang diacu adalah lapisan tipis (*thin layer*) dengan ketebalan 0,01 mm.
- (6) Tidak *bloom* adalah tidak terjadi pertumbuhan yang berlebihan yang dapat menyebabkan eutrofikasi. Pertumbuhan plankton yang berlebihan dipengaruhi oleh nutrien, cahaya, suhu, kecepatan arus, dan kestabilan plankton itu sendiri.
- (7) TBT adalah zat *antifouling* yang biasanya terdapat pada cat kapal

- (a) Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10 % kedalaman *euphotic*.
- (b) Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10 % konsentrasi rata-rata musiman.
- (c) Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <2 °C dari suhu alami.
- (d) Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <0,2 satuan pH.
- (e) Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <5 % salinitas rata-rata musiman.
- (f) Berbagai jenis pestisida seperti: DDT, Endrin, Endosulfan dan Heptachlor.
- (g) Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10 % konsentrasi rata-rata musiman.

C. Pencemaran Air Laut

Definisi Pencemaran laut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran dan atau Pengrusakan laut adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan laut oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan laut tidak sesuai lagi dengan baku mutu dan atau fungsinya.

Pencemaran di laut bisa disebabkan oleh berbagai sebab, baik oleh alam maupun kegiatan manusia, yaitu:

- 1) Proses alam, antara lain pembusukan secara biologis, aktivitas gunung berapi, terbakarnya semak-semak, dan halilintar.

2) Kegiatan manusia, seperti:

a. **Pencemaran minyak**

Pencemaran minyak terjadi disebabkan tumpahnya cairan minyak ke perairan laut baik disengaja maupun tidak disengaja. Tumpahan minyak ke laut dapat berasal dari kapal tanker yang mengalami tabrakan atau kandas, atau dari proses yang disengaja seperti pencucian tangki balas dan transfer minyak antar kapal. Umumnya cemaran minyak dari kapal tanker berasal dari pembuangan air tangki balas.

b. **Pencemaran oleh logam berat**

Logam berat adalah benda padat atau cair yang mempunyai berat 5 gram atau lebih untuk setiap cm^3 , sedangkan logam yang beratnya kurang dari 5 gram adalah logam ringan. Logam berat, seperti merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), kromium (Cr), seng (Zn), dan nikel (Ni), merupakan salah satu bentuk materi anorganik yang sering menimbulkan berbagai permasalahan yang cukup serius pada perairan. Penyebab terjadinya pencemaran logam berat pada perairan biasanya berasal dari air yang terkontaminasi oleh limbah buangan industri dan pertambangan.

c. **Pencemaran oleh sampah**

Pencemaran sampah misalnya sampah plastik dan kotoran yang mengandung minyak dan bahan kimia lainnya, yang berasal dari sampah rumah tangga, limbah domestik maupun limbah industri. Sampah plastik merupakan isu global, sebab plastik merupakan senyawa yang tidak mudah

terurai. Keberadaan sampah plastik di lautan akan mengapung di lautan dan sebagian besar lainnya mengendap dan menumpuk di dasar laut.

d. **Pencemaran oleh pestisida**

Kerusakan yang disebabkan oleh pestisida adalah bersifat akumulatif. Beberapa pestisida yang dipakai kebanyakan berasal dari suatu jenis bahan kimia yang disebut Organochloride, DDT termasuk dalam jenis pestisida tersebut. Pestisida jenis ini termasuk golongan yang mempunyai ikatan molekul yang sangat kuat dimana molekul-molekul ini kemungkinan dapat bertahan di alam sampai beberapa tahun sejak mereka mulai dipergunakan. Hal itu sangat berbahaya karena dengan digunakannya golongan ini secara terus menerus akan membuat mereka menumpuk di lingkungan dan akhirnya mencapai suatu tingkatan yang tidak dapat ditoleransi lagi dan berbahaya bagi organisme yang hidup di daerah tersebut. Hewan biasanya menyimpan organochloride di dalam tubuh mereka. Beberapa organisme air termasuk ikan dan udang ternyata menumpuk bahan kimia didalam jaringan tubuhnya.

e. **Pencemaran akibat eutrofikasi**

Eutrofikasi merupakan peningkatan atau pengkayaan nutrisi pada suatu ekosistem, biasanya senyawa yang mengandung nitrogen atau fosfor. Hal ini dapat mengakibatkan peningkatan produktivitas primer, ditandai dengan peningkatan pertumbuhan tanaman yang berlebihan dan cenderung cepat membusuk. Efek dari eutrofikasi adalah penurunan kadar oksigen yang secara langsung akan berpengaruh terhadap penurunan kualitas air.

Muara merupakan wilayah yang paling rentan mengalami eutrofikasi karena nutrisi yang diturunkan dari tanah akan terkonsentrasi.

f. **Pencemaran akibat kebisingan**

Rambatan suara lebih cepat di laut daripada di udara, oleh sebab itu kehidupan di laut juga rentan terhadap pencemaran kebisingan atau suara yang berasal dari kapal yang lewat, survei seismik eksplorasi minyak, dan frekuensi sonar angkatan laut. Suara di laut yang timbul akibat proses alami terbagi dalam dua yaitu proses fisika serta proses biologi. Proses fisika ini antara lain : aktivitas tektonik, gunung api, gempa bumi, angin, dan gelombang. Sedangkan contoh dari aktivitas biologis misalnya suara dari mamalia laut dan ikan.

D. Karakteristik Logam Berat

Logam berat adalah unsur logam yang mempunyai densitas lebih besar dari 5 gr/cm³. Keberadaan logam berat dalam air laut dapat berasal dari aktivitas manusia di daratan yang kemudian masuk ke laut lewat sungai, dapat pula berasal dari atmosfer yang jatuh ke laut, serta dapat pula berasal dari aktivitas gunung berapi (Hartati dkk, 1993).

Secara alamiah logam berat dapat masuk ke perairan melalui berbagai cara. Hg dapat masuk ke badan perairan umumnya berasal dari kegiatan-kegiatan gunung api, rembesan-rembesan air tanah yang melewati daerah deposit merkuri dan lain-lainnya. Pb masuk ke perairan pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air

hujan, disamping itu proses korosifikasi dari batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin. Cu masuk ke perairan melalui peristiwa erosi atau pengikisan batuan mineral dan melalui persenyawaan Cu di atmosfer yang dibawa turun melalui hujan. Cd secara alamiah masuk ke perairan dalam jumlah yang sedikit (Palar, 1994).

Contoh dari aktifitas kehidupan manusia diantaranya adalah berasal dari limbah industri yang berkaitan dengan Hg, Pb, Cu, dan Cd seperti industri kertas, limbah pertambangan bijih timah hitam, pertambangan Cu dan buangan sisa industri baterai dan lain-lain (Palar, 1994).

Pada kondisi alami, kadar logam berat dalam air laut sangat rendah, yaitu berkisar $10^{-5} - 10^{-2}$ ppm (Hutagalung dkk, 1997).

Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaannya terletak pada pengaruh yang diakibatkan bila logam ini diberikan dan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup. Meskipun semua logam berat dapat mengakibatkan keracunan pada makhluk hidup, namun sebagian dari logam berat tersebut tetap dibutuhkan dalam jumlah yang sangat kecil. Bila kebutuhan yang sangat sedikit itu tidak dipenuhi, maka dapat berakibat fatal bagi kelangsungan hidup organisme.

Faktor yang menyebabkan logam tersebut dikelompokkan ke dalam zat pencemar yaitu logam berat tidak dapat terurai melalui biodegradasi seperti pencemar organik, logam berat dapat terakumulasi dalam lingkungan terutama sedimen sungai dan laut, karena dapat terikat dengan senyawa organik dan anorganik, melalui proses adsorpsi dan pembentukan senyawa kompleks (Susiati dkk, 2009).

E. Timbal (Pb)

1. Sifat fisika dan kimia timbal

Timbal atau Timah Hitam (Pb) adalah unsur yang bersifat logam. Hal ini berbeda dengan unsur-unsur di atasnya (Gol IV) yakni karbon dan silikon yang bersifat non-logam. Di alam, timbal ditemukan dalam mineral galena (PbS), anglesit (PbSO₄) dan kerusit (PbCO₃), juga dalam keadaan bebas. Timbal memiliki sifat khusus, antara lain: berwarna putih kebiru-biruan dan mengkilap, lunak sehingga sangat mudah ditempa, tahan asam, karat dan bereaksi dengan basa kuat, daya hantar listrik kurang baik (konduktor yang buruk), massa atom relative 207,2, memiliki valensi 2 dan 4, serta tahan radiasi. Selain sifat khusus di atas, timbal memiliki sifat fisika yaitu: pada suhu kamar berupa padatan, densitas 11,34 g/cm³, titik leleh 327,5 °C, titik didih 1749 °C, panas fusi 4,77 kJ/mol, panas penguapan 179,5 kJ/mol, kalor jenis 26,650 kJ/mol (Marganof, 2003).

2. Kegunaan timbal

Timbal memiliki manfaat yang sangat besar bagi kesejahteraan hidup manusia apabila dikelola secara bijaksana. Timbal digunakan dalam accu dimana accu ini banyak dipakai dalam bidangomotif, dipakai sebagai agen pewarna dalam bidang pembuatan keramik terutama untuk warna kuning dan merah, dalam industri plastic PVC untuk menutup kawat listrik, dan masih banyak kegunaan lainnya.

3. Toksisitas timbal

Keracunan timbal dapat berasal dari timbal dalam mainan, debu ditempat latihan menembak, pipa ledeng, pigmen pada cat, abu dan asap dari pembakaran kayu yang dicat, limbah tukang emas, industri rumah, baterai dan percetakan. Makanan dan minuman yang bersifat asam seperti air tomat, air buah apel dan asinan dapat melarutkan timbal yang terdapat pada lapisan mangkuk dan panci, sehingga makanan atau minuman yang terkontaminasi ini dapat menimbulkan keracunan.

Bagi kebanyakan orang, sumber utama asupan Pb adalah makanan yang biasanya menyumbang 100 – 300 μg per hari. Timbal dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui pernafasan maupun saluran pencernaan. Lebih kurang 90 % partikel timbal dalam asap atau debu halus di udara dihisap melalui saluran pernafasan. Penyerapan di usus mencapai 5 – 15 % pada orang dewasa. Pada anak-anak lebih tinggi yaitu 40 % dan akan menjadi lebih tinggi lagi apabila anak kekurangan kalsium, zat besi dan zinc dalam tubuhnya. Laporan yang dikeluarkan Poison Center Amerika Serikat menyatakan anak-anak merupakan korban utama ketoksikan timbal; dengan 49 % dari kasus yang dilaporkan terjadi pada anak-anak berusia kurang dari 6 tahun. Lebih mengkhawatirkan lagi adalah efeknya terhadap kecerdasan (IQ) anak-anak, sehingga menurunkan prestasi belajar mereka, walaupun kadar timbal di dalam darah tidak dianggap toksik (Homan & Brogan, 1993).

F. Kadmium (Cd)

1. Sifat fisika dan kimia kadmium

Kadmium (Cd) merupakan unsur golongan II B yang mempunyai bilangan oksidasi +2 (Petrucci, 1985). Cd mempunyai nomor atom 48, massa atom 112,4 gr/mol, kerapatan 8,64 g/cm³, titik cair 320,9 °C, dan titik didih 767 °C (Stoeppler, 1992). Unsur Cd tidak bereaksi di perairan, melainkan hanya terhidrasi sebagai ion kompleks yang berikatan dengan CO₃²⁻, Cl⁻, dan SO₄²⁻ (Marganof, 2003).

2. Kegunaan kadmium

Kadmium digunakan dalam industri sebagai bahan dalam pembuatan baterai, *alloy* dan tembaga, pigmen pelapisan logam, pembuatan cat, solder, pembuatan serta penggunaan pestisida, pembuatan fosfor, pembuatan dan penggunaan pigmen, pembuatan plastik, pembuatan semikonduktor dan superkonduktor, dan pembuatan *stabilizer* (IARC, 1993).

3. Toksisitas kadmium

Kadmium merupakan logam berat yang sangat membahayakan kesehatan manusia. Salah satu dampak keracunan Cd yaitu penyakit tulang yang dikenal dengan "*Itai-itai Kyo*". Keracunan logam ini dalam waktu lama dapat membahayakan kesehatan paru-paru, tulang, hati, ginjal, kelenjar reproduksi, berefek pada otak, dan menyebabkan tekanan darah tinggi, serta sifat dapat

menimbulkan dampak kerusakan indera penciuman (Petrucci, 1985).

Dalam ATSDR (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry*) (2012) batas-batas konsentrasi kadmium yang membahayakan bagi kesehatan manusia telah ditetapkan oleh beberapa lembaga antara lain:

1. EPA (*Environmental Protection Agency*) (2003) menetapkan batas maksimal konsentrasi kadmium dalam air minum adalah 0,04 mg/l selama 10 hari dan 0,005 mg/l sepanjang hidup.
2. FDA (*Food and Drug Administration*) (2007) menetapkan batas maksimal konsentrasi kadmium yang terdapat dalam botol air minum <0,005 mg/l.
3. OSHA (*Occupational Health and Safety Administration*) (1990) menetapkan batas maksimal bagi pekerja yang terpapar dengan kadmium secara langsung adalah 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SNI selama 8 jam bekerja.

G. Tembaga (Cu)

1. Sifat fisika dan kimia tembaga

Tembaga (Cu) merupakan logam dengan nomor atom 29, massa atom 63,546, titik lebur 1083 °C, titik didih 2310 °C, jari-jari atom 1,173 Å dan jari-jari ion Cu^{2+} 0,96 Å. Tembaga adalah logam transisi (golongan I B) yang berwarna kemerahan, mudah regang dan mudah ditempa. Tembaga tak larut dalam asam klorida dan asam sulfat encer, meskipun dengan adanya oksigen tembaga bisa larut sedikit, namun mudah larut dalam asam nitrat 8M dan asam sulfat pekat panas, serta air raja (Marganof, 2003).

2. Kegunaan tembaga

Tembaga (Cu) mempunyai sifat baik dan buruk bagi kesehatan makhluk hidup. Dalam jumlah kecil, Cu dibutuhkan untuk mempertahankan kesehatan. Tetapi, dalam konsentrasi yang tinggi Cu bersifat toksik dan bisa mengganggu kesehatan. Kebutuhan akan Cu adalah 0,005 mg/hari/kg berat badan. Manusia dewasa membutuhkan Cu sebesar 30 µg/kg berat badan, anak-anak membutuhkan Cu 40 µg/kg berat badan sedangkan bayi membutuhkan Cu 80 µg/kg. Konsumsi Cu yang baik untuk manusia adalah sebesar 2,5 mg/kg berat badan/hari dan 0,05 mg/kg berat badan/hari untuk anak-anak atau bayi, kadar Cu yang paling tinggi ditemukan di otak dan hati (Widowati dkk, 2008).

3. Toksisitas tembaga

Sesuai dengan sifatnya sebagai logam berat beracun, Cu dapat mengakibatkan keracunan secara akut dan kronis. Keracunan akut dan kronis ini terjadinya ditentukan oleh besarnya dosis yang masuk dan kemampuan organisme untuk menetralkan dosis tersebut. Keracunan Cu pada manusia secara kronis dapat dilihat dengan timbulnya penyakit Wilson dan Kinsky. Gejala dari penyakit Wilson ini adalah terjadinya kerusakan pada otak serta terjadinya penurunan kerja ginjal dan pengendapan Cu dalam kornea mata. Penyakit Kinsky dapat diketahui dengan terbentuknya rambut yang kaku dan berwarna kemerahan pada penderita, sementara pada hewan seperti kerang, bila dalam tubuhnya telah terakumulasi dalam jumlah tinggi, maka bagian otot tubuhnya akan memperlihatkan warna kehijauan. Hal ini dapat menjadi petunjuk apakah kerang tersebut masih bisa

dikonsumsi oleh manusia.

H. Kromium (Cr)

1. Sifat fisika dan kimia kromium

Kromium merupakan salah satu unsur logam transisi golongan VI B yang tahan karat dan berwarna abu-abu. Kromium mempunyai nomor atom 24, massa jenis 7,19 g/cm³. Kromium secara alami merupakan unsur esensial yang dibutuhkan oleh tubuh dan terdapat dalam hewan, tumbuhan maupun tanah. Kromium di alam terdapat dalam 3 jenis valensi, yaitu kromium (0), kromium (III), dan kromium (VI). Kromium (III) merupakan unsur esensial yang dibutuhkan tubuh dalam reaksi enzimatik untuk metabolisme gula, protein, dan lemak (ATSDR, 2008).

2. Kegunaan kromium

Kromium digunakan dalam industri sebagai bahan dalam pembuatan alat penggosok, pemurnian *acetylene*, pembuatan alizarin, pembuatan *alloy*, pembuatan baterai, pembuatan *blueprint*, pembuatan lilin, pelapisan kromium, pembuatan krayon, pelapisan logam, dan pembuatan serat optik (IARC, 1990).

3. Toksisitas kromium

Akumulasi kromium dalam tubuh manusia dapat mengakibatkan kerusakan dalam sistem organ tubuh. DHHS (*Department of Health and Human Services*), IARC (*International Agency for Research on Cancer*), dan EPA (*Environmental*

Protection Agency) menetapkan bahwa kromium (VI) merupakan komponen yang bersifat karsinogen bagi manusia. Akumulasi kromium (VI) dalam jumlah 7,5 mg/l pada manusia menyebabkan toksisitas akut berupa kematian sedangkan bila terjadi akumulasi kromium (VI) pada dosis 0,57 mg/kg perhari dapat menyebabkan kerusakan pada hati (ATSDR, 2008).

Dalam ATSDR (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry*) (2008) batas-batas konsentrasi kromium yang membahayakan bagi kesehatan manusia telah ditetapkan oleh beberapa lembaga diantaranya, yakni:

1. EPA (*Environmental Protection Agency*) (1984) menetapkan batas maksimal konsentrasi kromium dalam air minum adalah 0,1 mg/l.
2. FDA (*Food and Drug Administration*) (2007) menetapkan batas maksimal konsentrasi maksimal kromium yang digunakan dalam botol air minum adalah 0,1 mg/l.
3. OSHA (*Occupational Health and Safety Administration*) (1998) menetapkan batas maksimal bagi pekerja yang terpapar dengan kromium secara langsung adalah 0,005 mg/m³ untuk kromium (VI) dan 0,5 mg/m³ untuk kromium (III) dan 1 mg/m³ untuk kromium (0) selama 8 jam kerja sehari dan 40 jam kerja selama 1 minggu.
4. NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) (1989) menetapkan batas maksimal terpapar logam kromium, kromium (II) dan kromium (III) adalah 0,5 mg/m³ selama 8 jam bekerja, 0,001 mg/m³ untuk kromium (VI) selama 10 jam bekerja.

I. Mangan (Mn)

1. Sifat fisika dan kimia mangan

Logam Mangan adalah unsur kimia dalam Tabel periodik yang memiliki lambang Mn dan nomor atom 25. Logam mangan memiliki energi ionisasi 7,21 g/cm³, titik leburnya sekitar 1246 KJ/mol, 1509 KJ/mol, 3248 KJ/mol. Logam mangan memiliki jari-jari atom 1,35 Å, logam ini bersifat paramagnetik. Mangan termasuk logam berat yang keras dan sangat rapuh tetapi mudah teroksidasi. Mangan berupa logam berwarna putih keabu-abuan.

2. Kegunaan mangan

Logam ini memiliki peran penting dalam tubuh yaitu merupakan komponen enzim. Mangan sangat penting pada produksi besi dan baja. Industri baja tercatat menggunakan sekitar 85 % sampai 90 % total produksi mangan. Mangan merupakan komponen kunci dari stainless steel dan paduan aluminium tertentu. Mangan dioksida juga digunakan sebagai katalis. Mangan digunakan pula sebagai dekolorisasi kaca dan membuat kaca berwarna ungu. Kalium permanganat merupakan oksidator kuat dan digunakan sebagai desinfektan. Senyawa lain yang banyak dimanfaatkan adalah mangan dioksida (MnO) yang digunakan untuk pupuk dan keramik, serta mangan karbonat (MnCO₃) yang dimanfaatkan sebagai material awal untuk membuat senyawa mangan lainnya.

3. Toksisitas mangan

Mangan (Mn) mampu menimbulkan keracunan kronis pada manusia hingga berdampak menimbulkan lemah pada kaki, otot muka kusam, dan dampak lanjutan bagi manusia yang keracunan Mn, bicaranya lambat dan hiperrefleks. Efek mangan terjadi terutama di saluran pernapasan dan di otak. Gejala keracunan mangan adalah halusinasi, pelupa dan kerusakan saraf. Ketika orang-orang yang terkena efek mangan dalam jangka waktu lama, maka mereka akan menjadi impoten. Suatu sindrom yang disebabkan oleh mangan memiliki gejala seperti, skizofrenia kebodohan, lemah otot, sakit kepala dan insomnia. karena merupakan elemen penting bagi kesehatan manusia kekurangan mangan juga dapat menyebabkan efek kesehatan. Efeknya antara lain: kegemukan, pembekuan darah, masalah kulit, menurunkan kadar kolesterol, gangguan skeleton, kelahiran cacat, perubahan warna rambut, dan gejala Neurological (Stoeppler, 1992).

J. Ikan Kurisi

1. Morfologi dan klasifikasi ikan kurisi

Ikan kurisi memiliki bentuk badan agak bulat memanjang, tertutup sisik yang mudah tanggal atau lepas. Kepala tanpa duri dan bagian depannya tidak bersisik. Sirip punggung berjari-jari keras 10 dan 9 lemah. Jari-jari keras pertama dan kedua tumbuh memanjang seperti serabut, demikian juga jari-jari teratas lembaran sirip ekornya. Sirip dubur berjari-jari keras 3 dan 7 jari-jari lemah. Warna kepala dan gigir punggung kemerahan. Cambuk pada sirip punggung maupun ekornya berwarna kuning. Sirip punggung abu-abu keunguan dengan warna kuning ditengah-tengahnya demikian juga sirip dubur. Sirip ekor sedikit kegelapan. Sirip perut dan dada putih sedikit kecoklatan. Ukuran ikan kurisi dapat mencapai

panjang 25 cm, umumnya 12-18 cm (Astawan, 2004).

Taksonomi ikan kurisi adalah sebagai berikut:

| | |
|--------------|--------------------------------------|
| Filum | : Chordata |
| Sub Filum | : Vertebrata |
| Kelas | : Pisces |
| Sub Kelas | : Teleostei |
| Ordo | : Perciformi |
| Sub Ordo | : Percoidae |
| Famili | : Nemipteridae |
| Genus | : Nemipterus |
| Spesies | : <i>Nemipterus sp. (Bloch 1791)</i> |
| Nama Inggris | : Threadfin Bream |
| Nama Lokal | : Ikan Kurisi |



Gambar 1. Ikan Kurisi (*Nemipterus japonicus*)

2. Biologi dan habitat ikan kurisi

Ikan Kurisi merupakan salah satu ikan demersal, kadang membentuk gerombolan.

Ikan ini hidup terutama pada daerah perairan pantai dengan dasar lunak seperti

pasir dengan sedikit lumpur. Ikan kurisi memiliki habitat di dasar, karang-karang, dasar lumpur atau lumpur pasir pada kedalaman 10-50 m. Ikan ini memakan udang, kepiting, ikan kecil, gastropoda, cephalopoda, bintang laut, dan polychaeta sehingga ikan ini bersifat karnivora (Sjafei & Robiyani, 2001).

Organ reproduksi ikan kurisi jantan maupun betina terbentuk pada individu berlainan atau di sebut dioecious. Dalam proses reproduksi ikan kurisi pembuahan terjadi di luar atau eksternal yaitu pembuahannya telur oleh sperma berlangsung di luar induk betina. Pola rasio kelamin ikan kurisi dengan ukuran panjang ikan, ikan kurisi digolongkan ke dalam kelompok yang terdiri dari ikan betina yang matang gonad lebih awal dan biasanya akan mati duluan dari pada jantan, sehingga ikan-ikan yang besar terdiri dari ikan betina muda dan jantan yang berukuran besar menurut (Brojo & Sari, 2002).

Menurut Chullasorn dan Martosubroto (1986), dari beberapa penelitian ditemukan ukuran maksimum ikan kurisi betina lebih kecil dari pada ikan jantan. Pendapat lain menyebutkan sedikitnya jumlah ikan kurisi betina berukuran besar yang tertangkap, hal ini diperkirakan adanya migrasi ikan kurisi Selat Sunda untuk memijah. Perairan bagian barat Pulau Jawa diperkirakan tempat pemijahan ikan kurisi, yang dimana tempat tersebut merupakan tempat penangkapan utama.

Brojo dan Sari (2002) mengatakan, beberapa ikan melakukan migrasi untuk melakukan pemijahan setelah ovarium matang yang kemudian akan kembali ke daerah asalnya setelah memijah.

3. Kandungan gizi ikan kurisi

Ikan kurisi tergolong jenis ikan yang berprotein tinggi dan rendah lemak. Ikan yang tergolong berlemak rendah dan berprotein tinggi memiliki kandungan protein 15-20 % dan kandungan lemaknya kurang dari 5 % (Stansby 1963). Komposisi kimia dari ikan kurisi berdasarkan penelitian Sedayu (2004) dapat di lihat pada Tabel 3.

| | |
|---------------|---------|
| Kadar air | 79,55 % |
| Kadar abu | 0,97 % |
| Kadar protein | 16,85% |
| Kadar lemak | 2,2 % |

Tabel 3. Kandungan gizi ikan kurisi (Sedayu, 2004)

Dari data Tabel di atas dapat kita lihat bahwa kadar protein pada ikan kurisi menjadi komponen terbanyak setelah kadar air, yaitu 16,85 % dari keseluruhan komposisi ikan kurisi. Dari data lain, ditemukan bahwa kadar protein pada ikan kurisi mencapai 19,66 % dan apabila dibandingkan dengan jenis ikan demersal lain memiliki kandungan protein yang tidak jauh berbeda, bahkan jika dibandingkan dengan ikan kakap merah dan ikan kerapu, ikan kurisi memiliki kandungan protein lebih tinggi.

Ikan kakap merah dan ikan kerapu merupakan jenis ikan yang harganya tergolong tinggi jika dibandingkan dengan harga ikan kurisi di pasaran, karena kandungan proteinnya yang tinggi, maka dapat diketahui bahwa untuk memenuhi kebutuhan protein pada masyarakat tidak harus dengan mengonsumsi ikan dengan harga yang terbilang mahal. Perbandingan antara ikan kurisi dan beberapa ikan demersal jenis lain dapat dilihat pada **Tabel 4**.

| Nama Ikan | Kadar Air (%) | Kadar abu (%) | Kadar Protein (%) | Kadar Lemak (%) |
|-------------|---------------|---------------|-------------------|-----------------|
| Kurisi | 77,61 | 1,56 | 19,66 | 0,94 |
| Kakap Merah | 80,51 | 1,33 | 17,82 | 0,55 |
| Kerapu | 81,2 | 1,11 | 16,97 | 0,47 |
| Samge | 80,02 | 1,38 | 18,08 | 0,53 |
| Gerot-gerot | 78,19 | 2,04 | 19,60 | 0,2 |

Tabel 4. Perbandingan kandungan gizi ikan kurisi dengan ikan-ikan demersal jenis lain (Database nilai gizi, bbp4b 2015).

K. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) merupakan teknik yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi unsur logam dan metaloid dengan konsentrasi sangat kecil (ppm) dan *ultratrace* (ppb) (Settle, 1997). Peristiwa serapan atom pertama kali diamati oleh Fraunhofer, ketika mengamati garis-garis hitam pada spektrum matahari. Spektroskopi serapan atom pertama kali digunakan pada tahun 1995 oleh Walsh, setelah itu tidak kurang dari 65 unsur diteliti dan dapat dianalisis dengan cara tersebut. SSA ditemukan oleh Walsh, Alkemande dan Melatz pada pertengahan tahun 1950-an. Alat ini sangat spesifik dimana batas deteksinya sangat rendah, dari satu larutan contoh dapat ditentukan langsung unsur lain tanpa pemisahan terlebih dulu dan *output* data dapat dibaca langsung dan biaya yang sangat ekonomis. Dalam laboratorium, alat ini telah banyak membantu penyederhanaan prosedur dan efektivitas waktu, terutama dalam analisa logam-logam berat (Tarigan, 1990).

1. Prinsip dasar

Prinsip dasar dari SSA adalah tumbukan radiasi (cahaya) dengan panjang gelombang spesifik ke atom yang sebelumnya telah berada pada tingkat energi

dasar (*ground- state energy*). Atom tersebut akan menyerap radiasi tersebut dan akan timbul transisi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Tingkat energi di suatu kulit tertentu dapat dinyatakan menggunakan persamaan Maxwell-Boltzmann:

$$E = h \quad (1)$$

Persamaan Maxwell-Boltzmann menyatakan energi yang dibutuhkan atau dilepas suatu atom untuk elektron berpindah ke lintasan orbital tertentu. Intensitas dari radiasi yang dihasilkan berhubungan dengan konsentrasi awal atom pada tingkat energi dasar (Settle, 1997). Proses atomisasi, yaitu mengubah analit dari bentuk padat, cair, atau larutan membentuk atom-atom gas bebas yang dilakukan dengan energi dari api atau arus listrik (Harvey, 1999). Sebagian besar atom akan berada pada *ground state*, dan sebagian kecil (tergantung suhu) yang tereksitasi akan memancarkan cahaya dengan panjang gelombang yang khas untuk atom tersebut, ketika kembali ke *ground state* (Harmita, 2004). Hal ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$T = P/P_0 \quad (2)$$

Dimana T merupakan transmisi, P merupakan energi dari sumber cahaya yang melewati zona sampel, dan P_0 merupakan energi sumber cahaya sebelum melalui zona sampel. Nilai serapan (A) berhubungan dengan logaritma terhadap transmitansi sebagai berikut:

$$A = -\log T = -\log P/P_0 \quad (3)$$

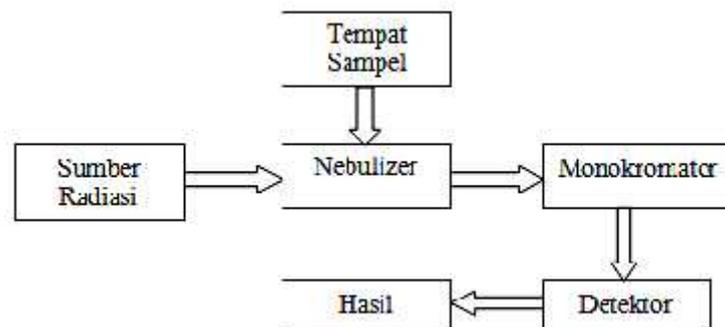
Pada hukum Beer - Lambert berhubungan dengan nilai serapan (A) pada konsentrasi unsur pada atom sel adalah sebagai berikut:

$$A = abc \text{ atau } A = \epsilon bc \quad (4)$$

Dimana a ataupun ϵ merupakan absorpsi molar dalam g/mol-cm , dan b adalah lebar sel atom dalam cm (Settle, 1997).

2. Sistem instrumentasi

Instrumentasi secara sederhana terdiri dari spektrofotometer, sumber cahaya, dan nebulizer (*atomizer*). Peralatan SSA terdiri dari enam komponen utama, dapat dilihat pada gambar berikut:

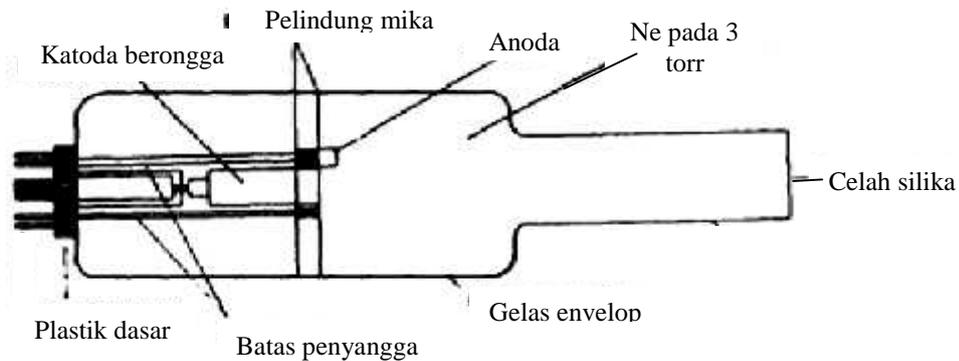


Gambar 2. Diagram sistematis spektrofotometer serapan atom (Settle, 1997).

3. Sumber cahaya

Sumber cahaya yang biasa digunakan adalah sumber cahaya garis, yaitu lampu katoda rongga atau *hallow cathode lamp* (HCL) dapat dilihat pada Gambar 4 dan *electrodeless discharge lamp* (EDL). HCL merupakan sumber garis, dimana setiap logam baru atau unsur yang akan diidentifikasi membutuhkan lampu

terpisah. Beberapa lampu disediakan dalam unsur ganda seperti Ca-Mg dan Cr-Fe-Ni, dimana katoda dibuat dalam dua atau tiga logam dengan sifat yang mirip (Settle, 1997).



Gambar 3. Skema *hollow cathode lamp* (Lampu Katoda Berongga) (Ebdom dkk, 1998).

Lampu katoda berongga merupakan lampu yang ditutupi dengan gelas dan diisi dengan gas inert, biasanya neon (Ne), argon (Ar), atau terkadang helium (He), pada tekanan 1-5 torr dan katoda rongga dibuat dari unsur murni senyawa yang diinginkan. Tegangan yang diberikan diantara anoda dan katode adalah 500 V dengan arus sekitar 2 sampai 30 mA. Gas pengisi terionisasi pada anoda, dan ion positif terbentuk ($\text{Ar} + e^- = \text{Ar}^+ + e^- + e^-$) dan dipercepat dengan adanya muatan pada katoda negatif. Ion tersebut lalu bertumbukan dikatoda, menyebabkan ion logam terlepas dari katoda.

Tumbukan lebih lanjut akan merangsang atom logam dan ion logam yang tereksitasi memproduksi spektrum spesifik dari logam yang diinginkan ketika logam tersebut kembali pada tingkat energi dasar atau *ground state*. Lampu katoda ini berfungsi sebagai sumber cahaya untuk memberikan energi sehingga

unsur logam yang akan diuji akan mudah tereksitasi. Katoda pada lampu ini dibuat dari logam yang sama dengan unsur yang dianalisis (Settle, 1997).

Electrodes- discharge lamp merupakan sumber untuk spektrum atom garis. Pada lampu ini biasanya lebih kuat satu sampai dua kali lipat dari pasangannya *hollow-cathode*. Disusun dari wadah *quartz* tang terisi gas *inert*, seperti argon dalam tekanan beberapa torr dan sejumlah logam analit atau garamnya. Lampu tersebut tidak terdapat elektroda tetapi mendapat daya dari radiofrekuensi atau radiasi *microwave*. Argon akan terion dan ion tersebut dipercepat dengan frekuensi tinggi sampai mendapatkan cukup energi untuk mengeksitasi atom-atom dari logam yang spektrumnya akan dicari (Skoog dkk, 2004).

Pada spektrofotometri serapan atom nyala, sampel biasanya dimasukkan ke dalam nyala api sampai menjadi aerosol halus. Bahan bakar yang biasa digunakan dalam SSA nyala adalah udara-asetilen (udara merupakan oksidan dan asetilen adalah bahan bakar) dan nitrous oksida-asetilen (nitrous oksida adalah oksidan dan asetilen merupakan bahan bakar). Tujuan dari nyala api tersebut adalah memecah molekul menjadi atom. Udara asetilen (2500 K) dapat digunakan secara efektif untuk 40 sampai 50 unsur dalam Tabel periodik. Sisa 10 sampai 20 unsur dalam Tabel periodik membutuhkan nyala api yang lebih panas menggunakan nyala api nitrous oksida-asetilen (3200 K). Api yang panjang dan tipis merupakan nyala yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil sensitivitas yang maksimum (Settle, 1997).

4. Jenis-jenis gangguan

Gangguan yang mungkin terjadi pada analiss dengan SSA adalah seperti

gangguan kimia, fisika, dan spektra.

4.1 Gangguan kimia

Gangguan kimia biasanya memperkecil populasi atom pada level energi terendah. Gangguan uap terjadi karena terbentuknya senyawa seperti oksida atau klorida, atau karena terbentuknya ion. Gangguan lainnya yaitu terjadi karena senyawa yang akan dianalisis sukar menguap atau sukar teroksidasi dalam nyala. Hal ini terjadi pada nyala ketika pelarut menguap meninggalkan partikel-partikel padat (Harmita, 2004). Gangguan kimia ini dapat dihindari apabila digunakan suhu nyala yang lebih tinggi (Vandecasteele & Block, 1997).

4.2. Gangguan fisika

Gangguan fisika seperti kekentalan mempengaruhi laju penyemprotan dan mempengaruhi konsentrasi atom dalam nyala. Bobot jenis, kekentalan serta kecepatan gas menentukan besar butir tetesan. Oleh karena itu sifat-sifat fisika dari zat yang diperiksa dan larutan pembanding harus sama. Efek ini dapat diperbaiki dengan menggunakan pelarut organik dimana sensitivitas dapat dilakukan 3 sampai 5 kali bila dibandingkan dengan pelarut air. Hal ini disebabkan karena pelarut organik mempercepat penyemprotan (kekentalan rendah), cepat menguap, mengurangi penurunan suhu nyala, menaikkan kondisi, mereduksi nyala (Harmita, 2004). Kekentalan juga dapat dihindari dengan menyamakan matriks sampel (Vandecasteele & Block, 1997).

4.3. Gangguan spektra

Gangguan spektra terjadi bila panjang gelombang (*atomic line*) dari unsur yang diperiksa berimpit dengan panjang gelombang dari atom atau molekul lain yang terdapat dalam larutan yang diperiksa. Gangguan karena berimpitnya panjang gelombang atom (*atomic line overlap*) umumnya dijumpai pada *Flame Emission Spectrometry*, sedangkan pada SSA gangguan ini hampir tidak ada karena digunakan sumber cahaya yang spesifik untuk unsur yang bersangkutan (Harmita, 2004).

L. Validasi Metode

Validasi metode analisis adalah suatu tindakan penilaian terhadap parameter tertentu berdasarkan percobaan laboratorium, untuk membuktikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan untuk penggunaannya (Harmita, 2004).

Parameter validasi metode antara lain:

1. Linieritas

Linieritas merupakan kemampuan metode analisis yang memberikan respon baik secara langsung maupun dengan bantuan transformasi matematika, menghasilkan suatu hubungan yang proporsional terhadap konsentrasi analit dalam sampel (Harmita, 2004).

2. Limit deteksi dan limit kuantifikasi

Limit deteksi (LoD) dan limit kuantifikasi (LoQ) dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$\text{LoD} = \frac{3 \times \text{Sb}}{\text{SI}} \quad (5)$$

$$\text{LoQ} = \frac{10 \times \text{Sb}}{\text{SI}} \quad (6)$$

Keterangan :

LoD : Limit deteksi

LoQ : Limit kuantifikasi

Sb : Simpangan baku respon analitik dari blanko

SI : Arah garis linier

3. Akurasi (kecermatan)

Akurasi dinyatakan sebagai persen peroleh kembali (*recovery*) larutan standar yang ditambahkan. Volume larutan standar yang ditambahkan dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan 7:

$$C^*_A = \frac{\text{konsentrasi larutan standar Cu} \cdot \text{volume larutan standar Cu}}{\text{volume sampel}} \quad (7)$$

Persen perolehan kembali dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan 8 (AOAC, 1998):

$$\% \text{ Recovery} = \frac{C_F - C_A}{C^*_A} \times 100 \% \quad (8)$$

Keterangan :

C_F : Konsentrasi total sampel yang diperoleh dari pengukuran

C_A : Konsentrasi sampel sebenarnya

C^*_A : Konsentrasi analit yang ditambahkan

Rentang kesalahan yang diizinkan pada setiap konsentrasi analit pada matriks dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Nilai Persen *Recovery* Berdasarkan Nilai Konsentrasi Sampel

| Analit (%) | Rasio Analit | Unit | Rata-rata <i>Recovery</i> (%) |
|------------|------------------|---------|-------------------------------|
| 100 | 1 | 100 % | 98-102 |
| 10 | 10 ⁻¹ | 10 % | 98-102 |
| 1 | 10 ⁻² | 1 % | 97-103 |
| 0,01 | 10 ⁻³ | 0,1 % | 95-105 |
| 0,001 | 10 ⁻⁴ | 100 ppm | 90-107 |
| 0,0001 | 10 ⁻⁵ | 10 ppm | 80-110 |
| 0,00001 | 10 ⁻⁶ | 1 ppm | 80-110 |
| 0,000001 | 10 ⁻⁷ | 100 ppb | 80-110 |
| 0,0000001 | 10 ⁻⁸ | 10 ppb | 60-115 |
| 0,00000001 | 10 ⁻⁹ | 1 ppb | 40-120 |

Sumber: AOAC, 1998

4. Presisi (ketelitian)

Presisi dinyatakan sebagai relatif standar deviasi (RSD) dan simpangan baku (SD) yang dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (M - \bar{M})^2}{n-1}} \quad (9)$$

Keterangan :

SD : Standar deviasi (simpangan baku)

M : Konsentrasi hasil analisis

n : Jumlah pengulangan analisis

\bar{M} : Konsentrasi rata-rata hasil analisis

$$RSD = \frac{SD}{\bar{M}} \times 100 \% \quad (10)$$

Keterangan :

RSD : Relatif standar deviasi

\bar{M} : Konsentrasi rata-rata hasil analisis

SD : Standar deviasi

Besarnya RSD menyatakan tingkat ketelitian analisis, semakin kecil % RSD yang dihasilkan maka semakin tinggi tingkat ketelitiannya. Adapun hubungan antara rentang ketelitian dengan konsentrasi analit dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Hubungan konsentrasi dengan RSD

| Analit (%) | Rasio Analit | Unit | RSD (%) |
|--------------|--------------|-------------------------------------|-----------|
| 100 | 1 | 100 % | 1,3 |
| 10 | 10^{-1} | 10 % | 1,9 |
| 1 | 10^{-2} | 1 % | 2,7 |
| 0,01 | 10^{-3} | 0,1 % | 3,7 |
| 0,001 | 10^{-4} | 100 ppm (mg/kg) | 5,3 |
| 0,0001 | 10^{-5} | 10 ppm (mg/kg) | 7,3 |
| 0,00001 | 10^{-6} | 1 ppm (mg/kg) | 11 |
| 0,000001 | 10^{-7} | 100 ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$) | 15 |
| 0,0000001 | 10^{-8} | 10 ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$) | 21 |
| 0,00000001 | 10^{-9} | 1 ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$) | 30 |

Sumber : AOAC, 1998

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Maret 2018. Preparasi sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Instrumen dan Analitik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung, serta analisis spektrofotometer serapan atom di Laboratorium Analisis Politeknik Negeri Lampung.

B. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah blender, botol polypropylene, desikator, oven, alat-alat gelas laboratorium, refrigerator, mortar dan alu, termometer, seperangkat alat spektrofotometer serapan atom, neraca analitik dengan ketelitian $\pm 0,0001$ gram.

Bahan-bahan yang digunakan adalah ikan kurisi, HNO₃ pekat, HNO₃ 68 %, HNO₃, 1 %, HNO₃, 5 %, H₂O₂ pekat (30 %), larutan standar Pb 1000 ppm, larutan standar Cd 1000 ppm, larutan standar Cu 1000 ppm, larutan standar Cr 1000 ppm, larutan standar Mn 1000 ppm, kertas Whatmann No. 41 dan akuades.

C. Prosedur Kerja

1. Pembuatan Larutan

1.1 Larutan HNO₃ 1 %

Perhitungan dapat dilihat di lampiran 1.

1.2 Larutan HNO₃ 5 %

Perhitungan dapat dilihat di lampiran 1.

2. Metode Pengambilan Sampel

2.1 Persiapan pengambilan sampel

Sebelum sampel diambil, terlebih dahulu dipersiapkan beberapa hal, yakni pencucian semua wadah dengan air sabun dan dibilas hingga bersih dengan air, setelah itu semua wadah direndam dengan HNO₃ 5 % selama 24 jam. Perlakuan ini berfungsi untuk menghilangkan kontaminasi logam yang menempel dalam wadah sampel. Proses yang dilakukan selanjutnya yaitu pengeringan dan penyimpanan yang dilakukan dalam keadaan tertutup hingga wadah digunakan.

2.2 Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan cara mengambil sampel ikan kurisi secara langsung di tiga lokasi yaitu; (1) TPI (*Tempat Pelelangan Ikan*) Lempasing, Kota Bandar Lampung, (2) TPI BOM Kalianda, Kabupaten Lampung Selatan, (3) TPI (*Tempat Pelelangan Ikan*) Rangai. Sampel yang telah diambil dari lokasi kemudian dicuci bersih, dimasukkan ke dalam kantong plastik yang sudah diberi label A, B,

dan C. Kemudian ditempatkan di dalam *ice box* dan siap dibawa ke laboratorium untuk dilakukan penelitian lebih lanjut.

3. Preparasi Sampel Penentuan Kadar Logam Pb, Cd, Cu, Cr, dan Mn

Sampel ikan masing-masing dicuci dan dibilas dengan menggunakan akuades. Setelah bersih, sampel dihaluskan dengan blender hingga homogen. Kemudian masing-masing sampel ditimbang ± 5 gram dalam krus yang telah diketahui massanya. Sampel dimasukkan ke dalam beaker gelas 100 ml untuk dilakukan destruksi basah dengan menggunakan campuran asam HNO_3 65 % dan H_2O_2 30 %. Destruksi dilakukan dengan cara HNO_3 sebanyak 30 mL ditambahkan sedikit demi sedikit hingga sampel larut (Demirel dkk, 2008), untuk melarutkan sampel diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer (Yawar dkk, 2009), setelah larut kemudian larutan sampel didinginkan selama 15 menit, setelah didinginkan 15 menit lalu ditambahkan sedikit demi sedikit H_2O_2 sebanyak 10 mL hingga larutan menjadi jernih (Demirel dkk, 2008). Campuran tersebut dipanaskan dengan kenaikan suhu secara perlahan-lahan hingga mencapai suhu 100 °C (Bakkali dkk, 2009). Setelah larutan cuplikan menjadi jernih, kemudian didinginkan. Larutan cuplikan dipindahkan ke dalam labu ukur 50 mL dan diencerkan dengan menggunakan HNO_3 1 %. Larutan cuplikan disaring dengan menggunakan kertas saring whatmann No. 41 dan filtrat yang dihasilkan digunakan untuk analisis lebih lanjut. Larutan cuplikan siap dianalisis dengan instrumen AAS. Perlakuan ini direplikasi sebanyak 3 kali.

4. Pembuatan Kurva Kalibrasi

4.1. Kurva kalibrasi timbal

Larutan standar timbal 1000 ppm dipipet sebanyak 10 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL. Larutan diencerkan dengan akuades hingga garis batas kemudian dihomogenkan dengan menggunakan *stirer* sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 10 ppm. Larutan 10 ppm tersebut dipipet sebanyak 5, 10, 25, 50, dan 75 mL kemudian masing-masing dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, dilarutkan dan ditambahkan akuades hingga tanda batas kemudian dihomogenkan dengan menggunakan *stirer* sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 0,5, 1,0, 2,5, 5,0, dan 7,5 ppm. Larutan standar timbal tersebut masing-masing diukur serapannya menggunakan spektrofotometer serapan atom.

4.2. Kurva kalibrasi kadmium

Larutan standar kadmium 1000 ppm dipipet sebanyak 10 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL. Larutan diencerkan dengan akuades hingga garis batas kemudian dihomogenkan dengan menggunakan *stirer* sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 10 ppm. Larutan 10 ppm tersebut dipipet sebanyak 1, 2, 5, 7,5, dan 10 mL kemudian masing-masing dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, dilarutkan dan ditambahkan akuades hingga tanda batas kemudian dihomogenkan dengan menggunakan *stirer* sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 0,1, 0,2, 0,5, 0,75, dan 1,0 ppm. Larutan standar kadmium

tersebut masing-masing diukur serapannya menggunakan spektrofotometer serapan atom.

4.3 Kurva kalibrasi tembaga

Larutan standar tembaga 1000 ppm dipipet sebanyak 10 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL. Larutan diencerkan dengan akuades hingga garis batas kemudian dihomogenkan dengan menggunakan *stirer* sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 10 ppm. Larutan 10 ppm tersebut dipipet sebanyak 2,5, 5, 10, 20, dan 50 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, dilarutkan dan ditambahkan akuades hingga tanda batas kemudian dihomogenkan dengan menggunakan *stirer* sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 0,25, 0,5, 1,0, 2,0 dan 5,0 ppm. Larutan standar kromium tersebut masing-masing diukur serapannya menggunakan spektrofotometer serapan atom.

4.4 Kurva kalibrasi kromium

Larutan standar kromium 1000 ppm dipipet sebanyak 10 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL. Larutan diencerkan dengan akuades hingga garis batas kemudian dihomogenkan dengan menggunakan *stirer* sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 10 ppm. Larutan 10 ppm tersebut dipipet sebanyak 5, 10, 20, dan 50, dan 100 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, dilarutkan dan ditambahkan akuades hingga tanda batas kemudian dihomogenkan dengan menggunakan *stirer* sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 0,5, 1,0, 2,0, 5,0, dan 10 ppm. Larutan standar kromium tersebut masing-masing diukur serapannya menggunakan spektrofotometer serapan atom.

4.5 Kurva kalibrasi mangan

Larutan standar mangan 1000 ppm dipipet sebanyak 10 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL. Larutan diencerkan dengan akuades hingga garis batas kemudian dihomogenkan dengan menggunakan *stirer* sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 10 ppm. Larutan 10 ppm tersebut dipipet sebanyak 2, 5, 10, 20, dan 40 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, dilarutkan dan ditambahkan akuades hingga tanda batas kemudian dihomogenkan dengan menggunakan *stirer* sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 0,2, 0,5, 1,0, 2,0, dan 4,0 ppm. Larutan standar mangan tersebut masing-masing diukur serapannya menggunakan spektrofotometer serapan atom.

Dari grafik kurva standar terdapat korelasi antara konsentrasi (x) dengan absorbansi (y). Dengan menggunakan persamaan regresi linier maka konsentrasi dari sampel dapat diketahui:

$$y = a + bx \quad (11)$$

Keterangan :

- y = Absorbansi sampel
- b = *Slope*
- x = Konsentrasi sampel
- a = *Intersep*

Setelah konsentrasi pengukuran diketahui, maka konsentrasi sebenarnya dari dalam sampel kering dapat ditentukan dengan persamaan berikut (Siaka, 1998):

$$M = \frac{C.V.F}{B} \quad (12)$$

Keterangan:

- M = Konsentrasi logam dalam sampel (mg/Kg)
- C = Konsentrasi yang diperoleh dari kurva kalibrasi (mg/L)
- V = Volume larutan sampel (L)
- B = Bobot sampel (Kg)
- F = Faktor Pengenceran

5. Validasi Metode

Penelitian ini menggunakan 4 validasi metode yaitu limit deteksi dan limit kuantitasi, presisi (ketelitian), akurasi (ketepatan) dan linieritas.

5.1 Linieritas

Linieritas diukur dengan melakukan pengukuran larutan pada konsentrasi yang berbeda-beda, untuk logam Pb konsentrasi larutan yang digunakan ialah: 0,5, 1,0, 2,5, 5,0, dan 7,5 ppm, untuk logam Cd konsentrasi larutan yang digunakan ialah: 0,1, 0,2, 0,5, 0,75, dan 1,0 ppm, untuk logam Cu konsentrasi larutan yang digunakan ialah: 0,25, 0,5, 1,0, 2,0, dan 5,0 ppm, untuk logam Cr konsentrasi larutan yang digunakan ialah: 0,5, 1,0, 2,0, 5,0, dan 10 ppm serta untuk logam Mn konsentrasi larutan yang digunakan ialah: 0,2, 0,5, 1,0, 2,0, dan 4,0 ppm. Nilai absorbansi kemudian diproses dengan metode kuadrat terkecil untuk selanjutnya dapat ditentukan nilai kemiringan (*slope*), intersep, dan koefisien korelasinya.

5.2 Batas deteksi (LoD) dan batas kuantitasi (LoQ)

Pada penelitian ini batas deteksi diperoleh dengan mengukur respon blanko sebanyak 7 kali pengulangan. Hasil pengukuran tersebut kemudian diproses dengan metode perhitungan persamaan kurva kalibrasi secara statistik dengan menggunakan persamaan 5 dan 6.

5.3 Presisi

Penentuan presisi dilakukan dengan mengukur konsentrasi sampel dengan 3 kali pengulangan. Nilai absorbansi yang diperoleh tersebut kemudian ditentukan nilai konsentrasi (menggunakan kurva kalibrasi), lalu nilai simpangan baku (SD) serta nilai relatif standar deviasi (RSD) dapat ditentukan menggunakan persamaan 9.

5.4 Akurasi

Akurasi dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (*recovery*), yang dilakukan dengan metode *spike*, yaitu penambahan larutan standar ke dalam sampel larutan yang mengandung analit. Volume larutan standar yang akan ditambahkan ditentukan dengan persamaan 7.

5.4.1 Uji perolehan kembali Cu

Sebanyak 0,1 mL larutan standar Cu 100 ppm ditambahkan ke dalam labu ukur 25 mL yang berisi larutan sampel, dihomogenkan dengan menggunakan *stirrer*, kemudian ditentukan serapannya.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Ikan kurisi yang diambil dari perairan Kalianda tercemar logam Cu sebesar 0,0932 ppm dan Mn sebesar 1,0830 ppm. sementara dari perairan Lempasing didapati cemaran logam Mn sebesar 0,2454 ppm, sedangkan untuk logam berat lainnya tidak terdeteksi.
2. Kandungan logam Pb, Cd, Cu, Cr, dan Mn pada ikan kurisi di Perairan Teluk Lampung menunjukkan seluruh logam berada di bawah batas baku mutu, sehingga ikan kurisi dari perairan ini dinyatakan aman untuk kesehatan.
3. Akurasi yang dinyatakan dengan nilai persen perolehan kembali pada logam Cu adalah sebesar 96,95%. Nilai tersebut tergolong baik, karena nilai persen perolehan kembali yang baik dengan konsentrasi 0,1 – 10 ppm per unit adalah pada rentang 80 - 110% sesuai ketentuan AOAC (1998).
4. Presisi yang dinyatakan dengan perhitungan nilai RSD untuk logam Pb, Cd, Cu, Cr, dan Mn pada 3 titik pengambilan sampel yaitu di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Lempasing, Rangai, dan Kalianda memiliki nilai RSD kurang dari 15%, kecuali 2 logam yaitu logam Cu di TPI Kalianda dan logam Mn di TPI

Lempasing dan Kalianda, yang masing-masing memiliki nilai RSD di atas 15%. Berdasarkan nilai RSD dari mayoritas titik pengambilan sampel yang memiliki nilai di bawah 15% menunjukkan bahwa penelitian ini menggunakan metode analisis dengan tingkat ketelitian yang masih dikatakan baik sesuai batas keberterimaan AOAC 1998.

B. Saran

Perlu dilakukan perbandingan analisis dengan metode lain seperti MPAS, ICP, GF-AAS atau metode lainnya untuk meneliti lebih jauh tingkat pencemaran logam berat di Perairan Teluk Lampung, baik menggunakan sampel ikan kurisi maupun jenis ikan lainnya, sehingga dapat menjadi pembanding atau penguat hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agency for Toxic Substance and Disease Registry (ATSDR). 2008. *Toxicological Profile for Chromium*. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services.
- Agency for Toxic Substance and Disease Registry (ATSDR). 2012. *Toxicological Profile for Cadmium*. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services.
- Andersen, A.M., dan Brower, J.W. 1978. Pattern of trace metal accumulation in crayfish population. *Bulletine Environmental Contamination Toxicology*. 20: 120 - 127.
- Anonimus. 2002. *Atlas Sumber Daya Wilayah Pesisir Lampung*. Kerjasama Pemerintah Provinsi Lampung dengan Proyek Pesisir-PKSPL IPB. 99 hlm.
- Association of Official Agricultural Chemists (AOAC). 1998. *Peer Verified Methods Program, Manual on Polices and Procedures*. Gaithersburg: North Frederick Avenue. 35 hlm.
- Araujo, Rennan G.O., Macedo Samuel M., Korn, Maria das Gracas A., Pimentel, M.F., Bruns, Roy E and Ferreira, dan Sergio L.C. 2008. *Mineral composition of wheat flour consumed in Brazil cities*. *Journal Braz. Chem. Soc.* 19 (5): 935 - 942.
- Astawan, M. 2004. *Ikan yang Sedap dan Bergizi*. Solo: Tiga Serangkai. 69 hlm.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 1989. SK Dirjen BPOM (No.03725/B/SK/VII/89). Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2009. SNI 06.6989.04:2009. *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Pangan*. Jakarta: BSN.

- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2009. SNI 7387:2009. *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Pangan*. Jakarta: BSN.
- Bakkali, K., Martos, N.R., Souhail, B., dan Ballesteros, E. 2009. Characterization of trace metals in vegetables by graphite furnace atomic absorption spectrometry after closed vessel microwave digestion. *Food Chemistry*. 116: 590 - 594.
- Brojo, M., dan Sari, R.P. 2002. Biologi reproduksi ikan kurisi (*Nemipterus tambuloides* Blkr.) yang didaratkan di tempat pelelangan ikan Labuan (Pandeglang). *Jurnal Iktiologi Indonesia Manajemen Sumberdaya Perairan FPIK. IPB*. 2 (1): 1 - 5.
- Chullasorn, S., dan Martosubroto, P. 1986. Distribution and Important Biological Features of Coastal Fish Resources in Southeast Asia, Issue 278. Virginia: Food and Agriculture Organization of the United Nations Universitas of Virginia. 84 hlm.
- Connell, D.W., and Miller, G.J. 1995. *Kimia dan Ekotosikologi Pencemaran*. Diterjemahkan oleh Yanti Koestoer. Jakarta: UI-Press. 520 hlm.
- Database Nilai Gizi. 2015. www.bbp4b.litbang.kkp.go.id. Diakses pada 21 Desember 2015 pukul 11.20 WIB.
- Demirel, S., Tuzen, M., Saracoglu, S., dan Soylak, M. 2008. *Evaluation of various digestion procedures for trace element contents of some food materials*. *Journal of Hazardous Materials*. 152: 1020 - 1026.
- Ebdom, L., Evans, E.H., Fisher, A., and Hill, S.J. 1998. *An Introduction to Analytical Atomic Spectrometry*. England: John Wiley and Sons Ltd. 190 hlm.
- Environmental Protection Agency (EPA). 1984. Health assessment document for chromium. Research Triangle Park, NC: Environmental Assessment and Criteria Office, U.S. Environmental Protection Agency. EPA600883014F.
- Environmental Protection Agency (EPA). 2003. National primary drinking water standards. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Ground Water and Drinking Water. EPA816F03016.

<http://www.epa.gov/safewater/mcl.html>. Diakses pada 1 November 2018 pukul 12.57 WIB.

Food and Drug Administration (FDA). 2007. Beverages. Bottled water. U.S. Food and Drug Administration. Code of Federal Regulations. 21 CFR 165.110. <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm>. Diakses pada 1 November 2018 pukul 13.21 WIB.

Hadi, Anwar. 2015. Penentuan batas deteksi metode (method detection level) dan batas kuantifikasi (limit of quantitation) pengujian sulfida dalam air dan air limbah dengan biru metilen secara spektrofotometri. <http://www.infolabling.com/2015/12/penentuan-batas-deteksi-metode-method.html>. Diakses pada 28 Mei 2018 pukul 23.20 WIB.

Harmita. 2004. *Buku Ajar Analisis Fisikokimia*. Jakarta: UI Press. 278 hlm.

Hartati, R., I. Riyantini, dan A. Djunaedi. 1993. *Pemantauan Logam-Iogam Berat pada Kerang-kerangan yang Dihasilkan dari Perairan Pantai Utara Gunung Muria*. Semarang: PPLH Undip. 38 hlm.

Harvey, D. 1999. *Modern Analytical Chemistry*. New York: McGraw-Hill. 798 hlm.

Homan, C.S., dan Brogan, G.X. 1993. *Lead Toxicity*, in: *Viccellio P, (Editor), Handbook of Medical Toxicology, First edition*. Boston: Little, Brown and Co. 469 hlm.

Hutagalung, H.P., Setiapermana, D., dan Khozanah. 1997. Organochlorine, oil and heavy metals in Siak estuary, Riau, Indonesia. *ASEAN Marine Environmental Management: Quality Criteria and Monitoring for Aquatic Life and Human Health Protection*. EVS Environmental Consultants, North Vancouver and Department of Fisheries Malaysia. Pp 817.

IARC. 1990. Chromium and certain chromium compounds. *In: IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. chromium, nickel, and welding. IARC monographs, Lyon, France: World Health Organization International Agency for Research on Cancer*. 49: 49 - 256.

- IARC. 1993. *Cadmium and certain cadmium compounds. In: IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Beryllium, cadmium, mercury, and exposures in the glass manufacturing industry. IARC monographs, Lyon, France: World Health Organization International Agency for Research on Cancer. 58: 119-236.*
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2004. *Kep. Men. LH Nomor 51 Tahun 2004.* Jakarta: Tentang Baku Mutu Air Laut.
- Lestari, Wahyu F. 2015. Analisis kadar logam merkuri (Hg) dan timbal (Pb) pada teripang terung (*phyllophorus sp.*) asal pantai Kenjeran Surabaya secara spektrofotometri serapan atom (Skripsi). Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulanan Malik Ibrahim. Malang. 79 hlm.
- Lu, Frank C. 1995. *Toksikologi Dasar.* Penerjemah: Edi Nugroho. Jakarta: UI-Press. 428 hlm.
- Marganof. 2003. Potensi limbah udang sebagai penyerap logam berat (timbal, kadmium, dan tembaga) di perairan (Makalah Pribadi). Bandung: ITB Press. 12 hlm.
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). 1989. National occupation exposure survey. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control.
- Occupational Health and Safety Administration (OSHA). 1990. Occupational exposure to cadmium; proposed rule. Code of Federal Regulations. 29 CFR 1910.
- Occupational Health and Safety Administration (OSHA). 1998. Industry group seeks updated data on hex chrome exposure. Occupational Safety and Health Administration. Inside OSHA. August 24, 1998.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat.* Jakarta: Rineka Cipta. 152 hlm.
- Petrucci, R.H. 1985. *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern Jilid 1.* Jakarta: Erlangga. 373 hlm.

- Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. 2017. *Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2017 Tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Pangan Olahan*. Jakarta: Kepala BPOM.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 1999. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran dan/atau Pengrusakan Laut*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Rivai. 2002. *Bioakumulasi logam (Pb, Cd, Cu dan Zn) dalam kulit serta daging beberapa jenis makanan laut*. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 5: 115 - 122.
- Sedayu, B.B. 2004. Pengaruh lama waktu penyimpanan beku daging lumat ikan kurisi (*nemipterus nemathophorus*) terhadap mutu fisiko-kimia surimi. (Skripsi). Program Studi Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. 112 hlm.
- Settle, F.A. 1997. *Handbook of Instrumental Techniques For Analytical Chemistry*. New Jersey. 374 hlm.
- Siaka, M.I. 1998. The application of atomic absorption spectroscopy to the determination of selected trace element in sedimen of the Coks River catchment (Thesis). Departement of Chemistry, Faculty of Science and Technology, University of Western Sydney Nepean. 159 hlm.
- Sjafei, D.S., dan Robiyani. 2001. *Kebiasaan makanan dan faktor kondisi ikan kurisi, nemipterus tambuloides blkr. di perairan Teluk Labuan Banten*. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 1 (1): 7 - 11.
- Skoog, D.A., Donald, M.W., F. James, H., dan Stanley, R.C. 2004. *Fundamentals Of Analytical Chemistry Eight Edition (CD-ROM)*. Kanada: Book/Cole.
- Stansby, M.E. 1963. *Industrial Fishery Technology*. A survey of methods for domestic harvesting, preservation, and processing of fish used for food and for industrial products. New York: Reinhold. 393 hlm.
- Stoeppler, M. 1992. *Hazardous Metals in the Environment*. Elsevier Science. London: Publishers B.V. 540 hlm.

- Susiati, H., Arman, A., dan Yarianto. 2009. *Kandungan logam berat (Co, Cr, Cs, As, Sc, dan Fe) dalam sedimen di kawasan pesisir I Semenanjung Muria. Jurnal Pengembangan Energi Nuklir.* 11 (1).
- Tanase, A. (2004) *Optimized microwave digestion method for iron and zinc determination by flame absorption spectrometry in fodder yeasts obtain from paraffin, methanol and ethanol.* *Chimie, Nul XIII.* 1 (11): 117 - 124.
- Tarigan, Z. 1990. *Prinsip dasar metoda analisa atomic absorption spectrophotometer. Majalah Semi Populer.* Ambon: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 14: 63 - 64.
- Tugiyono, 2007. *Bioakumulasi logam Hg dan Pb di perairan Teluk Lampung, provinsi Lampung. Jurnal Sains MIPA, Edisi Khusus Tahun 2007.* 13 (1): 44 - 48.
- Undang-Undang RI. 2009. *Undang-Undang Republik Indonesia No.32/1/2009 Tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.* Jakarta: Undang-Undang RI.
- Vandecasteele, C., dan Block, C.B. 1997. *Modern Methods for Trace Element Determination.* England: John Wileyand Sons Inc. 344 hlm.
- Verawati. 2016. *Analisis Kualitas Air Laut di Teluk Lampung.* (Tesis). Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Bandar Lampung: Universitas Lampung. 167 hlm.
- Welz, B., dan Michael, S. 1998. *Atomic Absorption Spectrometry.* Third Completely Revised Edition. New York: WILEY-VCH. 965 hlm.
- Widowati, W., Sastiono, A., dan Jusuf, R. 2008. *Efek Toksik Logam. Pencegahan dan Penanggulangan, Edisi 1.* Yogyakarta: Penerbit Andi. 412 hlm.
- Yawar, W., Naeem, K., Akhter, P., Rehana, I., dan Saeed, M. 2009. *Assessment of three digestion procedures for Zn contents in Pakistani soil by flame atomic absorption spectrometry.* *Journal of Saudi Chemical Society.* 14: 125 - 129.