

ANALISIS KADAR TIMBAL PADA IKAN MUJAIR (*Oreochromis mossambicus*) DI SUNGAI LESTI KABUPATEN MALANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE SPEKTROKOPI SERAPAN ATOM (SSA)

SKRIPSI

Oleh:
OKA YANA AFRIZKI
NIM. 13630125



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2018**

ANALISIS KADAR TIMBAL PADA IKAN MUJAIR (*Oreochromis mossambicus*) DI SUNGAI LESTI KABUPATEN MALANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE SPEKTROSKOPI SERAPAN ATOM (SSA)

SKRIPSI

Oleh:

OKA YANA AFRIZKI

NIM. 13630125

Diajukan Kepada:

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam

Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2018**

ANALISIS KADAR TIMBAL PADA IKAN MUJAIR (*Oreochromis mossambicus*) DI SUNGAI LESTI KABUPATEN MALANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE SPEKTROKOPI SERAPAN ATOM (SSA)

SKRIPSI

Oleh:
OKA YANA AFRIZKI
NIM. 13630125

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 28 Juni 2018

Pembimbing I

Eny Yulianti, M.Si
NIP. 19760611 200501 2 006

Pembimbing II

Nur Aini, M.Si
NIDT. 19840608 20160801 2 070



Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia

Elok Kamilah Hayati, M.Si
NIP. 19790620 200604 2 002

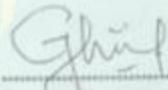
ANALISIS KADAR TIMBAL PADA IKAN MUJAIR (*Oreochromis mossambicus*) DI SUNGAI LESTI KABUPATEN MALANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE SPEKTROKOPI SERAPAN ATOM (SSA)

SKRIPSI

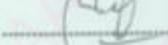
Oleh:
OKA YANA AFRIZKI
NIM. 13630125

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 28 Juni 2018

Penguji Utama : A. Ghanaim Fasya, M.Si
NIP. 19820616 200604 1 002

()

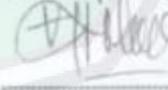
Ketua Penguji : Rif'atul Mahmudah, M.Si
NIDT. 19830125 20160801 2 068

()

Sekretaris Penguji : Eny Yulianti, M.Si
NIP. 19760611 200501 2 006

()

Anggota Penguji : Nur Aini, M.Si
NIDT. 19840608 20160801 2 070

()



Mengesahkan,
Ketua Jurusan Kimia


Etik Kamiliah Hayati, M.Si
NIP. 19790620 200604 2 002

**SURAT PERNYATAAN
ORISINILITAS PENELITIAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Oka Yana Afrizki

NIM : 13630125

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Analisis Kadar Timbal Pada Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) Di Sungai Lesti Kabupaten Malang Dengan Menggunakan Metode Spektroskopi Serapan Atom

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 28 Juni 2018

Yang membuat pernyataan,

Oka Yana Afrizki
NIM. 13630125

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil' alamin Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya. Skripsi ini saya persembahkan untuk:

- ✚ Bapak, Ibu, Adik-adik dan Semua Keluarga yang selalu memberikan do'a, materi, semangat, cinta, kasih sayang, dan materi untuk kesuksesan Ayuk*
- ✚ Guru, Dosen, Ustd, Ustdzah, yang selalu mendo'akan dan memberi motivasi kepada saya.*
- ✚ Ayuk Vivi, Adek Ulfa, Mbak Aini, Mbak Ainul, Mas Khakim, Mbak Tutud, Mbak Sanah, Mbak Cahyani, Mas Andri, dan sahabat-sahabatku yang tidak bisa disebutkan satu-persatu serta seluruh teman-temanmu kimia angkatan 2013 terutama kimia kelas C yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan kebersamaan selama menempuh kuliah.*

MOTTO

*“Hasil Tidak Akan Pernah
Mengkhianati Usaha. Semangat
dan Sabar, Semua Akan Indah
Pada Waktunya”.*



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan limpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada seluruh makhluk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“ANALISIS KADAR TIMBAL PADA IKAN MUJAIR (*Oreochromis mossambicus*) DI SUNGAI LESTI KABUPATEN MALANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE SPEKTROSKOPI SERAPAN ATOM (SSA)”** dengan sebaik mungkin.

Shalawat serta salam selalu penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Bapak dan Ibu yang telah memberikan segala dukungan, sehingga penulis bisa sampai pada tahap ini.
2. Bapak Prof. DR. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Elok Kamilah Hayati, M.Si, selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Ibu Eny Yulianti, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk senantiasa membimbing dan memberikan saran demi kesempurnaan skripsi ini.
6. Ibu Nur Aini, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk senantiasa membimbing, memberikan ilmu dan saran demi kesempurnaan skripsi ini.

7. Ibu Rif'atul Mahmudah, M.Si selaku dosen konsultan yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, pengarahan, dan nasehat demi kesempurnaan skripsi ini.
8. Seluruh dosen dan laboran Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah mengalirkan ilmu, pengetahuan, pengalaman dan wawasannya sebagai pedoman dan bekal bagi penulis.
9. Teman-teman Jurusan Kimia Angkatan 2013 khususnya kelompok analitik Kimia Lingkungan, serta semua mahasiswa Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan motivasi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan secara satu persatu dalam menyelesaikan skripsi ini baik berupa moril maupun materil.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga laporan hasil penelitian ini dapat menjadi sarana pembuka tabir ilmu pengetahuan baru dan bermanfaat bagi kita semua, Amin.

Malang, 20 Juni 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN ORISINILITAS PENELITIAN	iv
PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Batasan Masalah.....	8
1.5 Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Karakteristik Umum Sungai Lesti.....	9
2.2 Aktivitas Yang Berpotensi Sebagai Sumber Pencemar Di Sungai Lesti	10
2.3 Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>)	11
2.4 Karakteristik dan Toksisitas Timbal (Pb)	12
2.5 Sumber Dan Pengaruh Timbal (Pb) Pada Biota Air	15
2.6 Parameter Kualitas Air Pendukung Pada Ikan Mujair(<i>Oreochromis mossambicus</i>).....	16
2.6.1 Nitrit	16
2.7 Destruksi Basah Tertutup.....	17
2.8 Analisis Timbal (Pb) Menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) ..	19
2.9 Uji One Way Anova	21
2.10 Pencemaran Lingkungan dalam perspektif Islam	22
BAB III METODELOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.2 Jenis Penelitian	25
3.3 Alat dan Bahan.....	25
3.3.1 Alat	25
3.3.2 Bahan	26
3.4 Lokasi Penelitian.....	26
3.5 Rancangan Penelitian	26
3.6 Tahapan Penelitian	27

3.7	Metode Penelitian.....	27
3.7.1	Penentuan Lokasi, Pengambilan dan Pengawetan Sampel Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>)	27
3.8	Preparasi Sampel Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>).....	28
3.9	Pembuatan Kurva Standar Pb.....	28
3.10	Pengaturan Alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).....	29
3.11	Penentuan Kadar Pb dalam Sampel Menggunakan Destruksi Basah Tertutup (<i>Refluks</i>)	29
3.12	Penentuan Kadar Pb dalam Sampel Menggunakan Destruksi Basah Tertutup (<i>Mikrowave</i>).....	29
3.13	Parameter Kualitas Air Pendukung Pada Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>).....	30
3.13.1	Analisis Uji Nitrit	30
3.14	Analisis Data	30
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Pengambilan Sampel.....	32
4.2	Proses Pengambilan dan Preparasi Sampel Ikan Mujair.....	32
4.3	Pengaturan Alat Spektrofotometri Serapan Atom.....	33
4.4	Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb).....	35
4.5	Proses Destruksi Basah Pada Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) Menggunakan Refluks dan Mikrowave.....	37
4.6	Hasil Analisa Kadar Timbal (Pb) Pada Ikan Mujair.....	41
4.7	Parameter Kimia Perairan.....	46
4.7.1	Nitrit.....	47
4.8	Kajian Hasil Penelitian Dalam Perspektif Islam.....	50
 BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran.....	53
 DAFTAR PUSTAKA		
		54
 LAMPIRAN		
		59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>)	12
Gambar 4.2 Grafik kurva standart timbal (Pb).....	36
Gambar 4.5 Grafik perbandingan kadar logam Pb pada ikan mujair menggunakan refluks dan microwave.....	42



DAFTAR TABEL

Tabel 2.2 Kondisi Optimum Peralatan SSA Logam Timbal (Pb).....	21
Tabel 4.1 Kondisi Optimum Peralatan SSA Logam Timbal (Pb).....	34
Tabel 4.3 Tabel pengaruh titik pengambilan sampel ikan mujair terhadap konsentrasi logam berat timbal menggunakan refluks.....	39
Tabel 4.4 Tabel pengaruh titik pengambilan sampel ikan mujair terhadap konsentrasi logam berat timbal menggunakan microwave.....	40
Tabel 4.6 Perbandingan kadar timbal pada ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) dengan baku mutu.....	44
Table 4.7 Nilai parameter kimia (Nitrit) stasiun satu sampai tujuh.....	47
Table 4.8 Perbandingan nilai Nitrit (NO ₂) dengan baku mutu kualitas air.....	49



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rancangan Penelitian	59
Lampiran 2 Diagram Alir.....	60
Lampiran 3 Perhitungan.....	62
Lampiran 4 Dokumentasi.....	87



ABSTRAK

Afrizki, Oka Yana. 2018. **Analisis Kadar Timbal Pada Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Sungai Lesti Kabupaten Malang Dengan Menggunakan Metode Spektroskopi Serapan Atom (SSA)**. Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Eny Yulianti, M.Si; Pembimbing II: Nur'aini, M.Si; Konsultan: Rif'atul Mahmudah, M.Si.

Kata Kunci: Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*), Timbal, Sungai Lesti, Destruksi, Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Sungai Lesti dapat terkontaminasi logam berat timbal salah satunya dari hasil kegiatan industri, pasar tradisional dan limbah domestik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode destruksi terbaik untuk analisis kadar timbal (Pb) pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Sungai Lesti dengan membandingkan antara metode destruksi basah tertutup refluks dan microwave menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dan untuk mengetahui berapakah kadar logam berat timbal (Pb) yang terkandung pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Sungai Lesti apakah sesuai dengan ambang batas maksimum kadar timbal (Pb) menurut SNI 7387:2009.

Tahapan penelitian meliputi pengambilan sampel ikan di 7 titik Sungai Lesti Kabupaten Malang. Penentuan kadar logam timbal (Pb) dalam ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dengan metode destruksi basah tertutup dengan zat pengoksidasi HNO_3 sebanyak 6 mL dan H_2O_2 sebanyak 2 mL dengan 0,5 gram sampel menggunakan destruksi refluks dan microwave. Hasil destruksi kemudian dianalisis menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA).

Hasil dari penelitian metode destruksi menggunakan microwave memberikan nilai analisis sedikit lebih tinggi dibandingkan metode destruksi menggunakan refluks. Nilai rata-rata kadar logam berat timbal ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) pada 7 titik Sungai Lesti Kabupaten Malang menggunakan refluks ialah dari rentang 1,173-2,901 mg/Kg. Kadar menggunakan microwave ialah dari rentang 3,381-4,341 mg/Kg. Nilai tersebut sudah melebihi ambang batas yang ditentukan menurut SNI 7387:2009 yaitu 0,3 mg/Kg.

ABSTRACT

Afrizki, Oka Yana. 2018. **The analysis of the levels of Lead in fish mujair (*Oreochromis mossambicus*) in Malang Lesti River by using atomic absorption Spectroscopy Method (SSA)**. Thesis. Department of Chemistry Faculty of Science and Technology in the Islamic State University Maulana Malik Ibrahim. Supervisor I: Eny Yulianti, M.Si; Supervisor II: Nur'aini, M.Si; Consultant: Rif'atul Mahmudah, M.Si.

Keywords: Mujair fish (*Oreochromis Mossambicus*), Lead, Rivers Lesti, Destruction, Atomic Absorption Spectroscopy (SSA)

Mujair fish (*Oreochromis mossambicus*) in the Lesti River can be contaminated with heavy metals such as lead from industrial activities, traditional markets and domestic waste. This research aims to know the best destruction methods for the analysis of the levels of lead (Pb) in fish mujair (*Oreochromis mossambicus*) in the river between by comparing Lesti method of wet destruction closed reflux and microwave use Atomic absorption spectroscopy (SSA) and to know what levels of heavy metals lead (Pb) are contained in fish mujair (*Oreochromis mossambicus*) in the river Lesti does correspond to the maximum threshold levels of lead (Pb) according to SNI 7387:2009.

Stages of research include sampling fish in 7 point River Lesti Malang. Determination of the levels of the metals lead (Pb) in fish mujair (*Oreochromis mossambicus*) and a method of wet destruction covered with oxidizing agents HNO_3 as 6 mL and H_2O_2 as much as 2 mL with 0.5 g samples using microwave reflux and destruction. Results of destruction then analyzed using atomic absorption Spectroscopy (SSA).

The results of the research methods of destruction using microwaves provide value analysis is slightly higher than the methods of destruction used the reflux. The average value of the levels of the heavy metal lead fish mujair (*Oreochromis mossambicus*) on the 7 point River Lesti Malang range using reflux is from 1.173-2.901 mg/Kg Levels using the microwave from range 3.381-4.341 mg/Kg. The value has exceeded the threshold determined according to SNI 7387:2009 i.e. 0.3 mg/Kg.

الملخص

افركي، اوكا يانا ٢٠١٨. تحليل مستويات الرصاص في أسماك الموجير (*Oreochromis mossambicus*) في نهر ليستي مقاطعة مالانج باستخدام طريقته القياس الطيفي لامتنصاص الذري (SSA). مقال. قسم الكيمياء كليه العلوم والتكنولوجيا جامعه الدولة الاسلاميه مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرف الأول: يني يولياني، الماجستير المشرف الثاني: نورعيني؛ الماجستير الخبير الاستشاري: رفعت المحموده، الماجستير.

الكلمات الرئيسية: سمك الموجير (*Oreochromis mossambicus*)، الرصاص، نهر ليستي، الهضم، مطيافية الامتنصاص الذري (SSA)

يمكن أن تكون أسماك الموجير (*Oreochromis mossambicus*) في نهر ليستي ملوثة بالمعادن الثقيلة، أحدها ناتج عن الأنشطة الصناعية والأسواق التقليدية والنفايات المنزلية. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد أفضل طريقة للهضم لتحليل مستويات الرصاص في الموجير (*Oreochromis mossambicus*) في نهر ليستي من خلال مقارنة طريقة الهضم الرطب المغلق مع الارتجاع والميكروويف باستخدام مطيافية الامتنصاص الذري (AAS) ومعرفة ما إذا كانت مستويات الرصاص المعدني الثقيل (Pb) الموجودة في أسماك الموجير (*Oreochromis mossambicus*) في نهر ليستي تتوافق مع الحد الأقصى لمحتوى الرصاص (Pb) وفقاً لـ SNI ٢٠٠٩:٧٣٨٧.

تضمنت مراحل البحث أخذ عينات من الأسماك في ٧ نقاط من نهر ليستي، مقاطعة مالانج. تحديد الرصاص (Pb) في أسماك الموجير (*Oreochromis mossambicus*) بطريقة الهضم الرطب المغلقة باستخدام ٦ مل من HNO_3 كعامل مؤكسد و ٢ مل من H_2O_2 مع ٠.٥ جرام من العينة باستخدام الارتجاع والهضم بالميكروويف. تم تحليل نتائج الهضم باستخدام مطياف الامتنصاص الذري (SSA).

قدمت نتائج البحث باستخدام طريقة الهضم بالميكروويف قيمة تحليل أعلى قليلاً من طريقة الهضم باستخدام الارتجاع. يتراوح متوسط قيمة رصاص أسماك الموجير (*Oreochromis mossambicus*) عند ٧ نقاط من نهر ليستي، مقاطعة مالانج باستخدام الارتجاع من ١.١٧٣-٢.٩٠١ ملغم / كغم. تتراوح المستويات التي تستخدم الميكروويف بين ٣.٣٨١-٤.٣٤١ ملغم / كغم. تجاوزت هذه القيمة العتبة المحددة وفقاً لـ SNI ٢٠٠٩:٧٣٨٧، أي ٠.٣ ملغم / كغم.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 latar Belakang

Pencemaran ialah masuknya zat-zat atau unsur ke limbah lingkungan. Pencemaran dapat disebabkan karena adanya pengolahan limbah yang kurang baik atau bahkan tidak ada pengolahan limbah yang dilakukan. Bahan pencemar yang berasal dari limbah industri dapat mencemari air sungai dan berdampak negatif berupa perubahan ekosistem muara seperti perubahan temperatur, pH, BOD, COD, Nitrit serta kandungan logam berat yang mempengaruhi kehidupan flora dan fauna perairan. Sungai Lesti merupakan salah satu sungai yang berada di Kabupaten Malang yang melewati 12 cangkupan wilayah di Kabupaten Malang, yaitu Kecamatan Turen, Gondanglegi, Tirtoyudo, Pagelaran, Sumbermanjing wetan, Poncokusumo, Dampit, Wajak, Bululawang, Gedangan, Bantur, dan Pagak (Irfanto, 2010).

Sumber air yang mengalir di Sungai Lesti ini berasal dari Gunung Semeru yang berakhir di Waduk Sengguruh, yang mana di Waduk Sengguruh ini juga merupakan titik temu antara Sungai Lesti dan Sungai Brantas. Kegiatan masyarakat yang memanfaatkan sungai lesti ini diantaranya budidaya ikan di karamba-karamba jaring sekat, mengalir lahan pertanian, sedangkan pada bidang industri sebagai buangan limbah seperti pembuatan batu kapur dari batu gamping dan industri meliputi pabrik (Irfanto, 2010).

Firman Allah SWT dalam surat An-Naml ayat 61:

أَمَّن جَعَلَ الْأَرْضَ قَرَارًا وَجَعَلَ خِلَالَهَا أَنْهَارًا وَجَعَلَ لَهَا رَوَاسِيَ وَجَعَلَ بَيْنَ الْبَحْرَيْنِ حَاجِزًا أَلَيْسَ مَعَ اللَّهِ بِإِذْنِهِمْ لَا يَعْلَمُونَ

“Atau siapakah yang telah menjadikan bumi sebagai tempat berdiam, dan yang menjadikan sungai-sungai di celah-celahnya, dan yang menjadikan gunung-gunung untuk (mengkokohkan)nya dan menjadikan suatu pemisah antara dua laut? Apakah disamping Allah ada Tuhan (yang lain)? bahkan (sebenarnya) kebanyakan dari mereka tidak mengetahui.”(An-Naml : 61).

Menurut Tafsir Jalaalain (2003), (siapa yang sudah menjadikan bumi itu sebagai tempat berdiam diri dan menjadikannya celah). Celah-celah itu yaitu sungai-sungai dan gunung-gunung sebagai pengokohkannya. Bumi sebagai pengkokoh yang memisahkan antara dua laut yaitu air tawar dan air asin, yang mana keduanya tidak dapat bercampur. Dalam ayat tersebut dijelaskan bahwa, Allah menciptakan bumi sebagai tempat tinggal, sehingga memiliki penduduk dan diantaranya ada celah-celah yang artinya sungai dan Allah SWT pun menciptakan gunung-gunung yang kokoh. Sebagai pengkokoh bumi maka Allah SWT menjadikan suatu pemisah antara dua laut. Dua laut di sini ialah laut yang asin dan sungai yang besar bermuara ke laut.

Sungai Lesti merupakan salah satu sungai yang dimanfaatkan oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari seperti perikanan, pertanian, peternakan, dan irigasi. Namun Sungai Lesti ini juga memiliki beban penampungan limbah yang besar. Melihat banyaknya aktivitas masyarakat yang menghasilkan logam berat timbal seperti limbah pertanian, limbah domestik, limbah pasar tradisional, dan industri kertas menjadikan air sungai ini tergolong kurang baik karena dimungkinkan mengandung limbah yang bersifat membahayakan. Meskipun banyak beban pencemaran pada Sungai lesti ini, namun tidak menjadikan sungai ini menjadi najis. Sungai Lesti ini tetap masih bisa digunakan untuk bersuci secara syari'at islam karena air sungai ini bersifat mengalir secara terus-menerus, dan

tentunya sudah melebihi batas yang disyaratkan untuk bersuci yaitu sebanyak dua kulah.

Pemilihan timbal (Pb) pada penelitian ini didasarkan pada banyaknya berbagai kegiatan yang memanfaatkan unsur timbal (Pb) maupun persenyawaan timbal, baik dari segi pertanian, aktivitas rumah tangga maupun dari berbagai industri. Timbal (Pb) banyak ditemukan dari industri dan hasil buangan kendaraan bermotor. Industri yang berpotensi sebagai sumber pencemaran Timbal (Pb) adalah semua industri yang memakai timbal (Pb) sebagai bahan baku atau bahan penolong, seperti industri industri kertas, industri plastic, industri pengecoran, dan industri kimia dalam pembuatan cat. Kadar Timbal (Pb) yang secara alami dapat ditemukan dalam bebatuan sekitar 13 mg/Kg. Khusus Timbal (Pb) yang tercampur dengan batu fosfat dan terdapat di dalam batu pasir kadarnya lebih besar yaitu 100 mg/Kg (Sudarmaji, 2006).

Berdasarkan data Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Malang (2009) menyebutkan jumlah industri baik skala kecil, menengah maupun besar dari mulai tahun 2007 sebesar 1.331 unit, tahun 2008 sebesar 1.407 unit dan tahun 2009 sebesar 1.475 unit. Begitu juga Data Badan Pusat Statistika Kabupaten Malang (2009) menyebutkan presentase perkembangan industri dari mulai tahun 2007 sebesar 19,65%, tahun 2008 sebesar 20,12% dan tahun 2009 sebesar 20,23%. Dari kedua data diatas dapat disimpulkan perkembangan industri di daerah Malang dan sekitarnya dari tahun ke tahun meningkat.

Meningkatnya jumlah industri selalu diikuti oleh pertambahannya jumlah limbah, baik limbah padat, gas maupun cair. Limbah-limbah tersebut khususnya pada limbah cair akan dibuang ke sungai juga. Sebagai contoh salah satu pabrik

kertas yang berada di Kecamatan Pagak Kabupaten Malang. Menurut Irfanto juga menuturkan hasil wawancara dengan salah satu karyawan bagian teknis pengolahan limbah (2010), menjelaskan bahwa buangan akhir air limbah pabrik kertas mengandung air buangan (*sludge*) yang mengandung Cl, Al, Hg, Pb, Cu, Mn dan bahan organik, serta endapan yang tinggi. Selain itu hasil pencucian pulp, kondensat, lindi hitam dan zat pemutih serta soda. Menurut Hardiani dan Sugesty (2009), karakteristik limbah cair (*sludge*) pabrik kertas mengandung Cl, Al, Hg, Pb, Cu, Mn. Kep-04/Bapedal/09/1995 menunjukkan bahwa kadar seluruh logam berat dalam limbah cair IPAL meliputi : Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, Sn dan Zn.

Ikan Mujair merupakan ikan air tawar yang umum dikonsumsi oleh masyarakat. Ikan Mujair memiliki ukuran menengah dengan panjang maksimum yang dapat dicapai adalah 40 cm, berbentuk pipih dengan warna hitam, keabuabuan, kecoklatan hingga kuning (Froese dan Pauly, 2007). Ikan yang sudah teracuni logam berat akan mengalami gangguan pernafasan dan gangguan metabolisme dalam tubuhnya, hal ini dikarenakan terjadinya reaksi antara logam berat timbal dengan fraksi lendir insang yang menyebabkan insang akan diselimuti gumpalan lendir dari logam berat sehingga mengganggu proses pernafasan dan metabolismenya. Pada konsentrasi 2,75-49 mg/L dapat menyebabkan kematian pada *Crustacea* setelah 245 jam. Sedangkan perairan yang mengandung Pb dengan konsentrasi 64 mg/L dapat membunuh golongan *insecta* dengan rentang waktu 168-336 jam (Palar, 1994).

Kandungan logam berat timbal (Pb) dalam tubuh ikan Mujair baik remaja maupun dewasa yang hidup pada aliran Tukad Badung di kota Denpasar melebihi

ambang batas yang ditetapkan dalam SNI 7378:2009 yaitu sebesar 0,3 mg/Kg. Biokonsentrasi cemaran logam berat pada ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang hidup diperairan sungai Tukad Badung melebihi baku mutu SNI 7378:2009 yaitu 0,3 mg/Kg untuk logam timbal dan FAO Fish Circular 764 yaitu 1 mg/kg untuk logam kromium heksavalen serta tidak ditemukan kandungan logam berat kadmium (Cd) pada ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang hidup diperairan sungai Tukad Badung. Pada biokonsentrasi logam berat timbal (Pb) 0,8385 mg/Kg dan kromium heksavalen sebesar 1,1402 mg/Kg pada ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang hidup di perairan sungai Tukad Badung ditemukan perubahan (Kusumadewi, 2015).

Logam berat Pb dalam perairan banyak ditemukan dalam bentuk Pb^{2+} , $PbOH^+$, $PbHCO_3$, $PbSO_4$, dan $PbCO^+$ (Alsuhendra dan Ridawati, 2013). Logam berat Pb yang berada dalam perairan dapat berasal dari air (buangan limbah), tanah, dan udara. Menurut Palar (1994), secara alamiah Pb berada pada perairan melewati proses korosifikasi batuan-batuan mineral yang diakibatkan oleh hempasan gelombang dan angin. Timbal (Pb) di udara masuk ke dalam badan perairan lewat proses pengkristalan Pb yang berada di udara dengan adanya bantuan dari air hujan. Timbal yang berada di tatanan udara terutama bersumber dari asap kendaraan bermotor. Karena adanya senyawa tetraetil-Pb dan tetrametil-Pb yang digunakan sebagai anti ketuk pada mesin. Sedangkan Pb yang masuk ke perairan akibat aktivitas manusia dapat berupa limbah industri yang mengandung timbal. Sehingga dapat menjadikan rusaknya tata lingkungan perairan seperti tercemarnya sungai dan jalur yang dilewatinya (Palar, 1994).

Metode destruksi basah ialah mendestruksi suatu sampel dengan asam-asam kuat kemudian dioksidasi dengan menggunakan zat oksidator. Pelarut-pelarut yang dapat digunakan untuk destruksi basah antara lain asam nitrat, asam sulfat, asam perklorat, dan asam klorida. Hasil destruksi dikatakan sempurna ditandai dengan diperolehnya larutan jernih pada larutan hasil destruksi. Destruksi sampel dilakukan dengan cara memutuskan ikatan antara unsur logam dengan matriks dalam sampel agar diperoleh logam dalam bentuk bebas sehingga dapat dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom (Raimon,1993).

Pada penelitian yang dilakukan Sule Dinc Zor dkk, (2016) melakukan penelitian analisis Pb pada ikan mujair di Istanbul, Turkey menggunakan pengabuan basah dengan pelarut HNO_3 p.a 6 mL dan H_2O_2 2 mL. Analisis kadar timbal menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) karena metode ini mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan metode spektroskopi yang lain. Logam-logam yang membentuk campuran kompleks dapat dianalisis dan diperlukan sumber energi yang besar. Spektroskopi Serapan Atom (SSA) mempunyai sensitifitas tinggi, cepat dan cuplikan yang diperlukan sedikit (Khopkar, 1990). Mengingat pentingnya manfaat sungai bagi kelangsungan hidup makhluk hidup dan bahaya logam berat Pb yang mencemari lingkungan perairan maka penelitian ini melakukan analisis kadar Pb pada ikan mujair yang diambil di tujuh titik sampling dari hulu-hilir sungai lesti. Metode destruksi yang digunakan untuk preparasi sampel yaitu destruksi basah tertutup menggunakan refluks dan microwave dengan zat pengoksidasi $\text{HNO}_3 : \text{H}_2\text{O}_2$. Selanjutnya untuk analisa kadar Pb menggunakan AAS sebagai parameter pendukung juga dilakukan analisis nitrit.

1.2 Rumusan Masalah

Latar belakang dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Apakah metode destruksi terbaik untuk analisis kadar timbal (Pb) pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Sungai Lesti dengan membandingkan antara metode destruksi basah tertutup refluks dan microwave menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA)?
2. Berapakah kadar logam berat timbal (Pb) yang terkandung pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Sungai Lesti apakah sesuai dengan ambang batas maksimum kadar timbal (Pb) menurut SNI 7387:2009 ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui metode destruksi terbaik untuk analisis kadar timbal (Pb) pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Sungai Lesti dengan membandingkan antara metode destruksi basah tertutup refluks dan microwave menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA).
2. Untuk mengetahui kadar logam berat timbal (Pb) yang terkandung pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Sungai Lesti sesuai dan membandingkan dengan ambang batas maksimum kadar timbal (Pb) menurut SNI 7387-2009.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Sampel ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) diambil dari Sungai Lesti yang berada di Kabupaten Malang, Jawa Timur.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah :

1. Sebagai sarana untuk mengembangkan pengetahuan dan pemahaman penulis dalam menganalisis kadar timbal.
2. Dapat memberi informasi kepada masyarakat tentang bahayanya kadar timbal pada ikan mujair di sungai Lesti dan apa saja aktivitas yang berpotensi mencemari sungai lesti.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Umum Sungai Lesti

Sungai Lesti merupakan sungai yang berada di Kabupaten Malang, sungai Lesti ini termasuk Daerah Aliran Sungai (DAS) dari sungai Brantas. Sub DAS Lesti ini mencakup 12 wilayah administratif, yaitu Kecamatan Turen, Gondanglegi, Tirtoyudo, Pagelaran, Sumbermanjing, Poncokusumo, Dampit, Wajak, Bululawang, Gedangan, bantur, dan Pagak. Sub DAS Lesti secara geografis berbentuk memanjang, sedangkan secara letak astronomis berada diantara $8^{\circ}02'50''$ – $8^{\circ}12'10''$ Lintang Selatan dan $112^{\circ}42'58''$ – $112^{\circ}56'21''$ Bujur Timur. Secara keseluruhan Sub DAS sungai Lesti mempunyai luas sebesar 58,384 ha, dengan bagian hulu sebesar 28,790 ha, bagian genteng sebesar 11,551 ha, dan bagian hilir sebesar 18,043 ha (Irfanto, 2010). Sub DAS Lesti bagian hilir meliputi 9 Kecamatan, yaitu Turen, Gondanglegi, Tirtoyudo, Pagelaran, Sumbermanjing wetan, Poncokusumo, Dampit, Wajak, Bululawang, Gedangan, Bantur dan Pagak.

Sungai Lesti yang melewati kecamatan Pagak ini berbatasan dengan Kecamatan Kepanjen dan Kecamatan Sumber Pucung untuk utaranya, untuk Barat berbatasan dengan Kecamatan Kalipare dan Kecamatan Donomulyo, untuk Selatan berbatasan dengan Samudera Hindia, dan untuk Timur berbatasan dengan Kecamatan Bantur dan Kecamatan Pagelaran. Kecamatan Pagak dan Kecamatan Pagelaran ini dibatasi oleh sungai Lesti. Kegiatan masyarakat di Kecamatan Pagak ini terdiri dari kegiatan dibidang pertanian, kehutanan, perikanan, industri kecil,

dan industri besar. Kegiatan masyarakat pada perikanan seperti budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di karamba-karamba jaring sekat, pada bidang pertanian yaitu pertanian padi dan tebu, dan pada bidang kehutanan seperti jati, sedangkan pada bidang industri meliputi industri kecil seperti pembuatan batu kapur dari batu gamping dan untuk industri besar meliputi pabrik kertas (Irfanto, 2010).

2.2 Aktfitas Yang Berpotensi Sebagai Sumber Pencemar Di Sungai Lesti

Kabupaten Malang mempunyai berbagai macam jenis industri yang berperan penting untuk mendukung perekonomian di wilayah kabupaten Malang. Salah satu kawasan industri di kota malang ialah Turen, Dampit, Bululawang dan Pagak. Berdasarkan data Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Malang (2009) menyatakan bahwa banyaknya industri mulai dari skala kecil sampai skala besar pada tahun 2007 ialah sebesar 1,331 unit, tahun 2008 sebesar 1,407 unit dan 2009 ialah 1,475 unit. Hal ini juga disebutkan dalam Data Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang (2009) yang mengungkapkan semakin berkembangnya industri di kabupaten malang mulai dari tahun 2007 yang sebesar 19,65 %, tahun 2008 sebesar 20,12 %, dan pada tahun 2009 sebesar 20,23 %.

Hasil laporan kegiatan pemantauan kualitas air PJT1 pada bulan November 2011 melaporkan bahwa kadar kandungan timbal (Pb) 0,6949 mg/L. Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001, tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian pencemaran Air, ambang batas timbal diperairan adalah 0,03 mg/L. Menurut Irfanto juga menuturkan hasil wawancara dengan salah satu karyawan bagian teknisi pengolahan limbah (2009), menjelaskan bahwa buangan akhir air limbah pabrik kertas mengandung air buangan (sludge) yang

mengandung Cl, Al, Hg, Pb, Cu, Mn dan bahan organik, serta endapan yang tinggi. Selain itu hasil pencucian pulp, kondensat, lindi hitam dan zat pemutih serta soda.

2.3 Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)

Ikan Mujair merupakan ikan air tawar yang umum dikonsumsi oleh masyarakat. Ikan Mujair memiliki ukuran menengah dengan panjang maksimum yang dapat dicapai adalah 40 cm, berbentuk pipih dengan warna hitam, keabuabuan, kecoklatan hingga kuning (Gambar 2.1). Pada sirip bagian punggung (dorsal) terdapat 10 – 13 buah duri (Froese dan Pauly, 2007). Pada bagian kepala terdapat sisik yang berukuran lebih besar dibandingkan sisik yang terdapat pada sepanjang tubuh (Luna, 2012). Ikan dewasa betina memiliki panjang rata-rata 25 cm dan berat 1100 gram, sedangkan pada ikan jantan memiliki panjang 35 cm dengan berat 800 hingga 900 gram (Froese dan Pauly, 2007). Ikan Mujair betina memiliki warna kehitaman, sedangkan ikan Mujair jantan dan Mujair remaja memiliki warna keperakan (Luna, 2012).

Berikut adalah klasifikasi ilmiah dari ikan Mujair :

Kerajaan	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Actinopterygii
Ordo	: Perciformes
Famili	: Cichlidae
Genus	: <i>Oreochromis</i>
Spesies	: <i>Oreochromis mossambicus</i>

Ikan Mujair ditemukan pada habitat mulai dari air payau, air tawar hingga air laut (Luna, 2012). Ikan Mujair dapat bertahan pada keadaan payau karena memiliki toleransi pada salinitas tinggi serta suhu yang berbeda (Froese dan Pauly

2007). Ikan ini jarang ditemukan pada daerah ketinggian dan dikenal sebagai ikan tropis (Van der Waal, 2002). Ikan ini tergolong ke dalam golongan omnivore yaitu mengkonsumsi bahan detritus, diatom, dan invertebrata (Mook, 1983). Trewevas (1983) menambahkan ikan Mujair juga memakan alga dan fitoplankton. Ikan remaja (*juvenile*) memiliki sifat karnivora dan bersifat kanibal (Luna, 2012).



Gambar 2.1. Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)

Ikan Mujair adalah ikan yang hidup berkelompok dan memiliki wilayah kekuasaan atau territorial (Mook, 1983). Ikan jantan umumnya menunjukkan ancaman terhadap wilayah kekuasaannya (Oliveira dan Almada, 1998). Ikan ini dapat beradaptasi pada berbagai habitat dan oleh karena itu dianggap sebagai ikan yang memiliki tingkat sebaran tinggi di dunia (Froese dan Pauly, 2007). Ikan betina memiliki tanggung jawab melindungi anak ikan dari bahaya, dan ikan jantan menjaga tempat bersarang (Oliveira dan Almada, 1996).

2.4 Karakteristik dan Toksisitas Timbal (Pb)

Timbal (Pb) merupakan logam yang berwarna kebiruan atau keperakan yang biasanya berada pada endapan sulfid dan tercampur pada mineral-mineral seperti seng dan tembaga. Secara alami logam berat timbal sudah berada dalam kerak bumi dan tersebar baik secara alamiah maupun tersebar akibat aktivitas yang dilakukan oleh manusia (Widowati,dkk., 2008). Logam Pb mudah dibentuk

dan mempunyai titik lebur yang rendah. Logam Pb banyak digunakan untuk melapisi logam agar tidak berkarat. Logam Pb meleleh pada suhu 328°C (662°F); titik didih 1740°C (3164°F); dengan berat atom 207,20 (Widowati, 2008).

Menurut Fardiaz (1992) Timbal (Pb) mempunyai banyak manfaat dan sering dipergunakan dalam berbagai keperluan, hal ini karena timbal memiliki titik cair yang rendah sehingga apabila digunakan dalam bentuk cair membutuhkan teknik yang mudah, bersifat lunak sehingga mudah untuk diubah dalam berbagai bentuk, memiliki sifat kimia dapat berfungsi untuk lapisan pelindung apabila kontak dengan udara yang lembab, dan memiliki densitas yang tinggi dibanding dengan logam lain kecuali dengan emas dan merkuri.

Logam berat timbal (Pb) banyak digunakan dalam beberapa industri seperti industri baterai, sebagai zat campuran dalam bahan bakar, industri percetakan, bahan campuran dalam cat, dan digunakan dalam pelapis kabel pipa (Darmono, 1995). Selain itu juga banyak dimanfaatkan dalam industri penyepuhan, zat penyusun patri atau solder, pestisida, dan sebagai formulasi penyambung pipa (Widowati, dkk., 2008).

Timbal (Pb) adalah logam lunak berwarna abu-abu, terdiri atas isotop dengan nomor massa 203-210; timbal; unsur dengan nomor atom 82, lambang Pb, dan bobot atom 207,22. Timbal mudah melarut dalam asam nitrat yang sedang pekatnya (8M), dan terbentuk juga nitrogen Oksida (Vogel,1990). Adanya tambahan asam lain seperti H_2SO_4 dan H_2O_2 adalah sebagai katalis untuk mempercepat reaksi terputusnya timbal dari senyawa organik yang ada di dalam sampel. Timbal juga dapat digunakan untuk melapisi logam untuk mencegah perkaratan. Bila dicampur dengan logam lain, membentuk logam campuran yang

lebih bagus dari pada logam murninya, mempunyai kepadatan melebihi logam lain. Logam Pb dapat masuk kedalam tubuh melalui pernafasan, makanan dan minuman. Logam Pb tidak dibutuhkan oleh tubuh manusia, sehingga apabila makanan tercemar logam tersebut tubuh akan mengeluarkan sebagian. Sisanya akan terakumulasi pada bagian tubuh tertentu seperti ginjal, hati kuku, jaringan lemak dan rambut.

Logam berat Timbal (Pb) memiliki toksisitas yang berbahaya bagi tubuh. Menurut Palar (1994) Pb dalam tubuh dapat mengganggu beberapa sistem. Salah satunya ialah sistem syaraf pada otak, sehingga dapat menyebabkan kerusakan otak besar, epilepsi, halusinasi, dan *delirium* (sejenis penyakit gula). Selain itu juga dapat merusak sistem uranaria (ginjal) sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada ginjal yang dikarenakan terbentuknya *intranuclear inclusion bodies* dan pembentukan *aminociduria*, sehingga menimbulkan kadar asam amino yang berlebih dalam urine.

Toksisitas logam Pb juga dapat digolongkan menjadi dua macam, yaitu toksisitas kronis dan akut. Toksisitas kronis Pb ini dapat menyebabkan depresi, kelelahan, kehilangan libido, lesu, gangguan iritabilitas, sakit kepala, sulit berkonsentrasi dan mengakibatkan gangguan pada daya ingat. Sedangkan untuk toksisitas akut dapat menyebabkan gangguan gastrointestinal seperti kram perut, kolik, dengan gejala awal muntah-muntah, mual, sembelit, dan sakit perut. Kemudian dapat pula menyebabkan gangguan neurologi berupa ensefalopati seperti sakit kepala, bingung, dan sering pingsan. Selain itu juga dapat menyebabkan gangguan pada fungsi ginjal, oliguria, dan gagal ginjal. Pada anak-anak Pb sangat berpengaruh terhadap perkembangan otak (kecerdasan IQ) karena

Pb dapat menggantikan peranan Cu, Fe, dan Zn pada sistem syaraf pusat (Widowati,dkk., 2008).

Menurut Musthafia (2006) menyatakan bahwa timbal yang sudah masuk kedalam tubuh akan dieksresikan melalui beberapa cara, yaitu 76% dieksresikan melalui ginjal, 16% diekskresikan oleh saluran pencernaan, dan 8% lewat keringat, kuku, rambut, empedu. Timbal yang masuk kedalam tubuh juga akan mengganggu perkembangan otak terutama pada anak-anak dan dapat mengakibatkan terjadinya penyumbatan sel-sel darah merah.

2.5 Sumber dan Pengaruh Timbal (Pb) Pada Biota Air

Pengaruh pencemaran logam berat timbal dalam perairan sangat berbahaya bagi ekosistem perairan, Badan perairan yang sudah tercemari oleh logam timbal dengan konsentrasi tertentu dapat mengakibatkan kematian pada banyak biota. Pada konsentrasi 188 mg/L Pb dapat membunuh ikan-ikan yang berada pada perairan tersebut. Ikan yang sudah teracuni logam berat akan mengalami gangguan pernafasan dan gangguan metabolisme dalam tubuhnya, hal tersebut dikarenakan terjadinya reaksi antara logam berat timbal dengan lendir insang yang menyebabkan insang akan diselimuti gumpalan lendir dari logam berat sehingga mengganggu proses pernafasan dan metabolismenya. Pada konsentrasi 2,75-49 mg/L dapat menyebabkan kematian pada *Crustacea* setelah 245 jam. Sedangkan perairan yang mengandung Pb dengan konsentrasi 64 mg/L dapat membunuh golongan *insecta* dengan rentang waktu 168-336 jam (Palar, 1994).

Logam berat Pb dalam perairan banyak ditemukan dalam bentuk Pb^{2+} , $PbOH^+$, $PbHCO_3$, $PbSO_4$, dan $PbCO^+$ (Alsuhenra dan Ridawati, 2013). Logam

berat Pb yang berada dalam perairan dapat berasal dari air (buangan limbah), tanah, dan udara. Menurut Palar (1994), secara alamiah Pb berada pada perairan melewati proses korosifikasi batuan-batuan mineral yang diakibatkan oleh hempasan gelombang dan angin.

Timbal (Pb) di udara masuk ke dalam badan perairan lewat proses pengkristalan Pb yang berada di udara dengan adanya bantuan dari air hujan. Timbal yang berada di tatanan udara terutama bersumber dari asap kendaraan bermotor. Karena adanya senyawa tetraetil-Pb dan tetrametil-Pb yang digunakan sebagai anti ketuk pada mesin. Sedangkan Pb yang masuk ke perairan akibat aktivitas manusia dapat berupa limbah industri yang mengandung timbal. Sehingga dapat menjadikan rusaknya tata lingkungan perairan seperti tercemarnya sungai dan jalur yang dilewatinya (Palar, 1994).

Biota-biota dalam perairan yang sudah terakumulasi logam berat sangat berbahaya jika dikonsumsi oleh manusia, karena tubuh manusia tidak membutuhkan timbal. Menurut Widowati, dkk., (2008) menyatakan bahwa dalam tubuh manusia Pb dapat menghambat aktivitas enzim dalam proses pembentukan hemoglobin (Hb), selain itu Pb juga dapat terikat oleh protein dan terakumulasi pada ginjal, hati, kuku, jaringan lemak, dan rambut.

2.6 Parameter Kualitas Air Pendukung Pada Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)

2.6.1 Nitrit

Nitrit ialah bentuk peralihan antara ammonia dengan nitrat dan antara nitrat dengan gas nitrogen yang dikenal dengan proses nitrifikasi dan denitrifikasi (Effendi, 2003). Nitrit terkadang ditambahkan pada beberapa proses industri untuk

mencegah terjadinya korosi (Achmad, 2004). Kadar nitrit pada perairan relatif stabil karena segera dioksidasi menjadi nitrat. Nitrit yang dihasilkan dari reduktif nitrat dapat terkait dengan hemoglobin dalam darah, sehingga mengurangi kemampuan hemoglobin sebagai pembawa oksigen dalam darah. Keadaan ini yang menyebabkan methemoglobinemia yakni penderita terkena penyakit janutng dan juga disebut penyakit bayi biru. Kasus seperti ini banyak terjadi di Amerika, Jepang, dan Eropa (Rompas, 1998). Menurut Connell dan Miller (1995), nitrit diserap oleh ikan dan bereaksi dengan hemoglobin membentuk methamoglobin. Selain itu jika nitrit dikonsumsi oleh manusia akan menyebabkan penyakit anemia.

2.7 Destruksi Basah Tertutup

Proses analisis pada AAS, sampel harus didestruksi terlebih dahulu menggunakan asam-asam kuat. Dalam proses destruksi akan terjadi pemutusan ikatan antara unsur logam dengan unsur lain sehingga unsur logam tersebut berada pada keadaan bebasnya. Destruksi merupakan cara perombakan suatu zat menjadi zat lain yang bertujuan untuk menunjukkan identifikasi pada salah satu unsur dalam zat aslinya dan biasanya menggunakan zat pengoksidasi. Ada dua jenis destruksi dalam bidang kimia yaitu destruksi basah (oksida basah) dan destruksi kering (oksida kering) yang memiliki teknik pengerjaan dan lama pemanasan yang berbeda (Kristianingrum, 2012).

Prinsip dari destruksi basah ialah penggunaan asam nitrat yang bertujuan untuk mendestruksi zat-zat organik yang dilakukan pada suhu rendah agar tidak kehilangan mineral yang disebabkan oleh penguapan. Keuntungan atau kelebihan

destruksi basah ialah sederhana, dan terhindar dari pengotor (Maria, 2010). Selain itu juga keuntungan dari destruksi basah ialah mineral-mineral tetap berada pada sampel larutan dan hanya sedikit mineral yang hilang akibat penguapan karena menggunakan suhu yang rendah, dan waktu oksidasi yang cepat. Namun destruksi basah juga mempunyai kekurangan, yaitu membutuhkan reagen yang bersifat korosif dan membutuhkan pengawasan penuh sehingga dalam satu waktu tidak bisa mengerjakan sampel dalam jumlah yang banyak (Nielsen, 2010). Menurut Sumardi (1981) menyebutkan bahwa metode destruksi basah ini lebih efisien dibandingkan dengan metode destruksi kering, hal ini dikarenakan pada destruksi basah tidak terlalu banyak bahan atau senyawa yang hilang akibat dari suhu pengabuan yang sangat tinggi.

Destruksi basah dibagi kedalam dua jenis, yaitu destruksi basah tertutup dan terbuka. Destruksi basah terbuka merupakan reagen asam dengan campuran sampel dipanaskan secara terbuka diatas *hot plate*. Destruksi basah tertutup merupakan reaksi antara pemecahan dengan pelarutan yang dilakukan pada kondisi tertutup sehingga lebih aman dari pemuaiian atau penguapan bahan (Namik, 2006). Sedangkan microwave adalah salah satu gelombang elektromagnetik dalam spektrum gelombang elektromagnetik.

Dekstruksi basah pada prinsipnya ialah mendestruksi suatu zat organik dengan menggunakan asam nitrat sehingga mengurangi kehilangan mineral akibat penguapan. Selanjutnya, biasanya proses menggunakan asam perklorat atau hidrogen sehingga berlangsung secara cepat. Dekstruksi basah pada umumnya digunakan untuk menganalisa As, Cu, Pb, Sn, dan Zn. Keuntungan destruksi

basah ialah suhu yang digunakan tidak melebihi dari titik didih larutan pada umumnya (Muchtadi, 2009).

2.8 Analisis Timbal (Pb) Menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Prinsip Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) didasarkan pada proses penyerapan energi radiasi dari sumber nyala atom-atom yang berada pada tingkat energi dasar akan memberikan energi menjadi bacaan absorpsi yang sebanding dengan konsentrasi (Vogel, 1990).

Hubungan konsentrasi dengan serapan atom dapat dinyatakan dengan hokum Lambert-Beer yaitu:

$$\text{Log } I_0 / I = abc$$

Dimana : I_0 = Intensitas mula-mula
 I = I intensitas sinar yang ditransmisikan
 a = Intensitas molar
 b = Tinggi tungku pembakaran
 c = Konsentrasi atom

Cara kerja Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) ini yaitu berdasarkan atas penguapan larutan sampel, setelah itu logam yang terkandung di dalamnya akan diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengadsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan oleh lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengadsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan (Darmono, 1995). Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu

menurut jenis logamnya. Besarnya energi dari tiap panjang gelombang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$E = h \cdot C / \lambda$$

Dimana : E = Energi (Joule)

h = Tetapan Planck ($6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s)

C = Kecepatan Cahaya ($3 \cdot 10^8$ m/s), dan

λ = Panjang gelombang (nm)

Aspek kuantitatif dari metode spektrofotometer diterangkan oleh hukum Lambert-Beer, yaitu:

$$A = \epsilon \cdot b \cdot c \text{ atau } A = a \cdot b \cdot c$$

Dimana : A = Absorbansi

ϵ = Absorptivitas molar (mol/L)

a = Absorptivitas (gr/L)

b = Tebal nyala (nm)

c = Konsentrasi (ppm)

Absorpsivitas molar (ϵ) dan absorpsivitas (a) ialah suatu konstanta dengan nilai spesifik untuk setiap jenis zat dan panjang gelombang tertentu. Sedangkan tebal media (sel) dalam prakteknya tetap. Absorbansi pada suatu spesies merupakan fungsi linier dari konsentrasi. Sehingga dengan mengukur absorbansi dapat ditentukan dengan membandingkan antara konsentrasi larutan standar (Khopkar, 1990). Kondisi optimasi analisis logam timbal (Pb) dengan metode nyala Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dilakukan agar di peroleh populasi atom pada tingkat dasar yang paling banyak dalam nyala api yang dilewati oleh radiasi. Atom-atom akan menyerap radiasi dan kemudian berubah ke keadaan eksitasi (Rohman, 2007).

Kondisi optimum parameter pada saat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) ialah: kuat arus lampu katoda, laju alir oksidan, laju alir pembakar, lebar celah, panjang gelombang, dan tinggi pembakar burner. Pada kondisi optimum

perubahan serapan akibat perubahan konsentrasi akan lebih sensitif kondisi optimum peralatan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) (Rohman, 2007).

Tabel 2.2 Kondisi Optimum Peralatan SSA Logam Timbal (Pb)

Parameter	Satuan	Timbal (Pb)
Panjang gelombang	Λm	283,3
Laju alir Asetilen	L/menit	2,0
Laju Alir Udara	L/menit	10,0
Kuat Arus HCL	μA	10,0
Lebar Celah	Nm	0,7
Tinggi Burner	Nm	2,0

Sumber : Rohman (2007)

Penelitian Dewi (2012) tentang analisis kadar logam timbal (Pb) dalam sampel sosis dan leci dengan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) menggunakan panjang gelombang 283,3 nm. Rahayu dkk, (2010) melakukan penelitian tentang kandungan logam timbal (Pb) pada sampel air minum isi ulang yang beredar di Purwokerto dengan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) menggunakan panjang gelombang 283,3 nm.

2.9 Uji One Way Anova

Analysis of variance atau ANOVA ialah suatu metode analisis statistika yang merupakan cabang dari statistika inferensi. *Analysis of variance* digunakan untuk menganalisis komparasi multivariabel. Anova satu arah (*One Way Anova*) digunakan untuk menganalisis suatu variabel jika terdiri dari satu variabel terikat dan satu variabel bebas. Hasil analisis dari Anova satu arah (*One Way Anova*) dapat diperoleh kesimpulan (Kartikasari, 2016):

1. Apabila H_0 ditolak dan F hitung $>$ F tabel, maka faktor tersebut berpengaruh terhadap suatu variabel.

2. Ataupun Sebaliknya, apabila H_0 diterima dan F hitung $< F$ tabel, maka faktor tersebut berpengaruh terhadap suatu variabel.

2.10 Pencemaran Lingkungan dalam Perspektif Islam

Pencemaran lingkungan sudah tampak jelas di lingkungan sekitar seperti pendangkalan sungai yang penuh kotoran, timbunan sampah di pasar-pasar, asap buangan kendaraan ataupun cerobong asap pabrik. Suatu pencemar berpengaruh jelek terhadap lingkungan. Suatu pencemar berasal dari suatu sumber tertentu. Setelah pencemar ini dibebaskan oleh sumber kemudian sampai kepada penerima. Penerima inilah yang akan dipengaruhi oleh pencemar. Misalnya, manusia menghirup gas pencemar yang dikeluarkan oleh pabrik dan ikan menjadi penerima pencemar detergen atau racun yang masuk ke dalam perairan. Zat-zat racun itu mengendap di dalam dasar danau, sungai atau laut. Allah berfirman dalam QS. Ar-Rum ayat 41-42:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمَلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).” (QS. Ar-Ruum : 41).

Menurut tafsir jalaalain (2003) (Telah tampak kerusakan di darat yang disebabkan perbuatan tangan manusia) berupa perbuatan-perbuatan maksiat (supaya Allah merasakan kepada mereka) dapat dibaca *liyudziiqahum* dan *linudziiqahum*; kalau dibaca *linudziiqahum* artinya supaya merasakan kepada mereka (sebagian dari akibat perbuatan mereka) sebagai hukumannya (agar mereka kembali) supaya mereka bertobat dari perbuatan-perbuatan maksiat. Maka dari itu Allah menciptakan Jin dan Manusia untuk beribadah kepada-Nya dan

memberikan manusia kedudukan sebagai khalifah di bumi. Sebagai khalifah, manusia memiliki tugas untuk memanfaatkan, mengelola dan memelihara. Tetapi seringkali manusia lupa dengan kedudukannya sebagai khalifah di bumi. Manusia tidak dapat memanfaatkan alam dengan baik dan merawatnya justru sebagian manusia mengakibatkan kerusakan dan kesengsaraan. Kerusakan terjadi di darat dan di laut seperti banjir, tanah longsor, kekeringan, pencemaran air dan udara, dll itu semua disebabkan oleh ulah manusia. Sebagaimana dalam tafsir Quraish Shihab (2002) Telah terlihat kebakaran, kekeringan, kerusakan, kerugian perniagaan dan ketertenggelaman yang disebabkan oleh kejahatan dan dosa-dosa yang diperbuat manusia. Allah SWT menghendaki agar manusia memelihara alam dari kerusakan, melestarikan dan menjaga lingkungan yang telah diciptakan dan dianugerahkan oleh Allah SWT dengan sebaik-baiknya.

Usaha yang dapat kita lakukan untuk memelihara dan melestarikan lingkungan hidup diantaranya:

1. Rehabilitasi sumber daya alam berupa air, tanah, dan hutan yang rusak.
2. Pendayagunaan daerah pantai, sungai, wilayah laut, dan kawasan udara perlu dilanjutkan dan makin ditingkatkan tanpa merusak mutu dan kelestarian lingkungan hidup.
3. Membudidayakan tanaman dan hidup bersih.

"Kebersihan adalah sebagian dari iman", maka rawatlah bumi ini dan sadarlah kita sebagai khalifah yang tugasnya untuk merawat, mengelola dan memanfaatkan apa yang ada di bumi ini. Sebagaimana firman Allah dalam QS. Al-A'raf ayat 56:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan).”(QS.Al-A’raaf : 56)

Menurut tafsir jalaalain (2003), (Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi dengan melakukan kemusyrikan dan perbuatan-perbuatan maksiat setelah Allah memperbaiki semuanya. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut terhadap siksaan-Nya dan mengharap rahmat-Nya). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik yakni orang-orang yang taat. Ayat ini Allah SWT melarang berbuat *fasad*. Kata *fasad* artinya merusak. Larangan berbuat *fasad* dalam surat Al-A’raf ayat 56 ini lebih mempertegas firman Allah SWT dalam surat Ar-rum ayat 41-42 yaitu umat manusia dilarang melakukan perbuatan yang menimbulkan kerusakan dimuka bumi karena apabila hal itu dilakukan tentu akan mendatangkan kerusakan alam. Surat Al-araf ayat 56 juga menyuruh umat manusia untuk selalu berdoa kepada Allah, agar Allah menurunkan rahmat-Nya. Rahmat artinya karunia Allah SWT yang mendatangkan manfaat dan nikmat. Agar doa dikabulkan oleh Allah SWT berdoalah dengan tatakrama dan disertai rasa takut agar doa diterima oleh Allah SWT dan berharap akan dikabulkan oleh Allah SWT.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April–November 2017 di Laboratorium Analitik dan Laboratorium Instrumen Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini ialah *experimental laboratory* untuk menganalisis kadar timbal pada ikan mujair di Sungai Lesti menggunakan destruksi basah tertutup menggunakan refluks dan microwave dianalisis menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA).

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah khususnya ketika di laboratorium adalah seperangkat instrumen Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) yang dilengkapi dengan lampu katoda timbal (Pb) merk varian spektra AA 240, peralatan gelas laboratorium, neraca analitik, *hot plate*, oven, lemari asam, sarung tangan, tissue, kertas label, kertas saring Whatman No. 42, seperangkat microwave dan seperangkat refluks. Sedangkan alat yang digunakan ketika di lapangan adalah cutter, tali raffia, botol polyetilen, plastik dan ice box.

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air sungai, ikan mujair, larutan standar Pb 1000 ppm, HNO₃ 65% (E-merck), H₂O₂ p.a (E-merck), asam phospat 85%, NH₄OH, HCl, sulfanilamide, N-(1-naftalen) etilendiaminhidroklorida), larutan standard nitrit 1000 mg/L, aquabides, aquades.

3.4 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Sungai Lesti Kabupaten Malang. Sungai Lesti hulu terletak di Kabupaten Malang melewati kecamatan Ampelgading, Dampit, Pasurujambe, Poncokusumo, Tirtoyudo, Turen dan Wajak. Sedangkan Sungai Lesti bagian hilir yang melewati kecamatan Sumbermanjing Wetan, Turen, Wajak, Bululawang, Gondanglegi, Pagelaran, Gedangan, Bantur dan Pagak.

3.5 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah *experimental laboratory* menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari satu faktor yaitu jenis pencemaran pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*). Analisis kadar logam timbal (Pb) dalam ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dengan metode destruksi basah tertutup dengan zat pengoksidasi HNO₃ dan H₂O₂ kemudian dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali menggunakan spektroskopi serapan atom (SSA). Data yang diperoleh dianalisis dengan *One Way Anova* untuk mengetahui

apakah ada pengaruh antara kadar timbal (Pb) dengan metode destruksi basah tertutup.

3.6 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi:

1. Lokasi pengambilan sampel ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Sungai Lesti yang berada di Kabupaten Malang, Jawa Timur.
2. Preparasi Sampel
3. Pembuatan kurva standar timbal (Pb)
4. Pengaturan Alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA)
5. Penentuan Kadar Pb dalam Sampel Menggunakan Destruksi Basah Tertutup (*Refluks*)
6. Penentuan Kadar Pb dalam Sampel Menggunakan Destruksi Basah Tertutup (*Microwave*)
7. Analisis Data.

3.7 Metode Penelitian

3.7.1 Penentuan Lokasi, Pengambilan dan Pengawetan Sampel Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)

Pengambilan sampel ikan mujair, terlebih dahulu dilakukan penentuan titik untuk menentukan tempat yang akan dijadikan stasiun pengambilan sampel. Penentuan titik lokasi pengambilan sampel dengan menggunakan metode *purposive sampling* yaitu titik penentuan lokasi secara sengaja berdasarkan pada beberapa pertimbangan, kemudian dibagi menjadi tujuh stasiun yang berbeda.

Pengawetan sampel ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dimasukkan dalam wadah plastic tertutup kemudian dimasukkan dalam *ice box*. Selanjutnya dibawa ke laboratorium dan dimasukkan ke dalam kulkas (*freezer*).

3.8 Preparasi Sampel Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)

Preparasi sampel pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) adalah sebagai berikut ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang beku dikeluarkan dari kulkas (*freezer*) sampai es batu pada ikan mujair mencair. Kemudian sampel ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dibersihkan dan diambil dagingnya dari setiap 7 titik sampel. Kemudian ditumbuk hingga homogen dengan mortar.

3.9 Pembuatan Kurva Standar Pb

Larutan induk timbal (Pb) 10 mg/L dibuat dengan cara memindahkan 1 mL larutan stok Pb 1000 mg/L ke dalam labu ukur 100 mL. Kemudian diencerkan sampai batas. Selanjutnya larutan standar timbal (Pb) 0,1 mg/L; 0,2 mg/L; 0,4 mg/L; 0,8 mg/L dan 1,4 mg/L dibuat dengan cara memindahkan 0,5 mL; 1,0 mL; 2,0 mL; 4,0 mL dan 7,0 mL larutan baku 10 mg/L kedalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M sampai batas. Sederet larutan standar timbal (Pb) tersebut selanjutnya dianalisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) varian *spectra* AA 240 pada kondisi optimum sehingga diperoleh data absorbansi masing-masing (Rohman, 2007).

3.10 Pengaturan Alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Serapan Atom (SSA) varian spektra AA 240 pada kondisi sebagai berikut: alat Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) varian spektra AA 240 meliputi: panjang gelombang timbal (Pb) yang digunakan sebesar 283,3 nm, laju alir asetilen 2,0 L/menit, laju alir udara 10,0 L/menit, lebar cerah 0,7 nm, kuat arus HCl 10,0 μ A, tinggi burner 2,0 nm (Khopkar, 1990).

3.11 Penentuan Kadar Pb dalam Sampel Menggunakan Destruksi Basah Tertutup (*Refluks*)

Sampel masing-masing ikan mujair hasil preparasi diambil sebanyak 0,5 gram kemudian ditambahkan 8 mL volume HNO_3 : H_2O_2 (6 mL : 2 mL) larutan pendestruksi ke dalam *refluks*. Kemudian dipanaskan dengan suhu 100°C sampai tiga jam. Hasil destruksi *refluks* kemudian disaring. Dilakukan uji kadar logam timbal (Pb) menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang Pb sebesar 283,3 nm. Dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali dengan perlakuan yang sama (AOAC Official Method 2015.01).

3.12 Penentuan Kadar Pb dalam Sampel Menggunakan Destruksi Basah Tertutup (*Microwave*)

Sampel ikan yang telah dipreparasi dagingnya diambil dan ditempatkan dalam *vessel* sebanyak 0,5 gram. Kemudian ditambahkan dengan 8 mL HNO_3 : H_2O_2 (6 mL : 2 mL) dan didestruksi dengan menggunakan *microwave* pada suhu 180°C selama 10 menit. Hasil destruksi kemudian disaring. Dilakukan uji kadar logam timbal (Pb) menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang Pb sebesar 283,3 nm. Dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali

dengan perlakuan yang sama (AOAC Official Method 2015.01), (Sule Dinc Zor dkk, 2016).

3.13 Parameter Kualitas Air Pendukung Pada Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)

3.13.1 Analisa Uji Nitrit

Analisis Uji Nitrit adalah untuk mengetahui apakah di Sungai Lesti tercemar oleh nitrit. Disaring contoh uji air dan diatur pHnya antara 5-9 dengan ditambahkan HCl 1 N. Diukur 50 ml contoh uji yang telah disaring dan yang telah diatur pH nya, masukkan ke dalam labu ukur 50 ml. Kemudian ditambah 2 mL larutan reagen warna (campuran asam fosfat, sulfanilamide dan N-(1-naftalen)-etilendiaminhidroklorida) dan dikocok agar homogen kemudian ditunggu 10 menit (tidak boleh lebih dari 2 jam). Diukur konsentrasinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 543 nm (APHA.Ed.21.4500 NO₂ B hal 4-118, 2005).

3.14 Analisis Data

Analisis data yang dilakukan ialah menggunakan metode uji *One Way Anova* yang bertujuan untuk mengetahui apakah tempat sampling yang berbeda akan berpengaruh terhadap konsentrasi dari logam berat Pb.

Absorbansi yang diperoleh dari hasil penentuan timbal menggunakan AAS diinterpolasikan ke dalam persamaan linear $Y = ax + b$.

Y = Absorbansi sampel

X = Konsentrasi sampel

A = *Intersep*

$B = Slope$

Persamaan tersebut diperoleh dari kurva standar dan mensubstitusikan variabel Y sebagai hasil absorbansi sehingga didapatkan nilai x berupa nilai konsentrasinya. Pengaruh dari destruksi basah tertutup terhadap kadar timbal dalam ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Sungai Lesti akan dilakukan pengujian dengan Annova satu arah (One Way Annova) dan BNT (Beda Nyata Terkecil).



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pada sampel ikan mujair ini dilakukan untuk mengetahui kadar logam berat timbal pada ikan mujair di Sungai Lesti Kabupaten Malang. Tahapan dalam penelitian ini meliputi pengambilan sampel, pengaturan alat spektrofotometer serapan atom, pembuatan kurva standart timbal, penentuan kadar logam berat pada ikan mujair Sungai Lesti dengan SSA, dan analisis data menggunakan Annova.

4.1 Pengambilan Sampel

Penelitian ini menggunakan sampel ikan mujair yang diambil dari tujuh titik yang berbeda. Sungai Lesti ini memiliki beberapa manfaat bagi masyarakat untuk kehidupan sehari-hari. Seperti pertanian, industri, kegiatan rumah tangga, dll. Beberapa kegiatan yang berbeda dapat menjadi sumber pencemaran logam berat timbal dalam ikan di sungai. Analisis sampel ini dilakukan di titik-titik yang berbeda sehingga dapat diketahui pengaruh-pengaruh kegiatan masyarakat setempat terhadap kadar logam berat timbal dalam sampel ikan mujair.

4.2 Proses Pengambilan dan Preparasi Sampel Ikan Mujair

Pengambilan sampel ikan mujair dilakukan di sepanjang Sungai Lesti dengan titik yang sudah ditentukan. Pengambilan sampel pada titik satu dan dua dilakukan dengan cara memasang jaring ikan dari pinggir sungai sampai ke tengah-tengah sungai. Pengambilan sampel pada titik tiga dengan cara

menggunakan alat pemancing ikan. Pengambilan sampel empat, lima, enam dan tujuh dengan menggunakan keramba-keramba sekat. Ikan Mujair merupakan ikan air tawar yang umum dikonsumsi oleh masyarakat. Ikan Mujair yang digunakan memiliki ukuran menengah dengan panjang maksimum yang dapat dicapai adalah 40 cm, berbentuk pipih dengan warna hitam, keabuabuan, kecoklatan hingga kuning (Froese dan Pauly, 2007). Preparasi sampel pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) adalah sebagai berikut ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang beku dikeluarkan dari kulkas (*freezer*) sampai es batu pada ikan mujair mencair. Kemudian sampel ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dibersihkan dan diambil dagingnya dari setiap 7 titik sampel. Kemudian dihomogenkan menggunakan mortar.

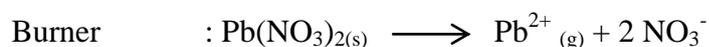
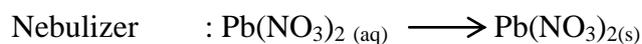
4.3 Pengaturan Alat Spektrofotometri Serapan Atom

Penetapan kadar logam timbal (Pb) dalam ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Pengaturan SSA penting dilakukan untuk mendapatkan kondisi yang optimum pada saat proses analisa sampel. Prinsip kerja dari SSA ialah interaksi antara atom-atom pada sampel dengan gelombang elektromagnetik. Atom-atom tersebut akan menyerap panjang gelombang yang sudah ditentukan. Analisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) ini mempunyai keuntungan berupa analisisnya teliti dan cepat dan pengerjaannya relatif sederhana (Khopkar, 1990).

Larutan sampel yang akan dianalisis dengan SSA merupakan sampel yang sudah didestruksi mengandung logam timbal (Pb) dalam bentuk garam yang akan

diubah dalam bentuk aerosol dan akan terdisosiasi kedalam bentuk atomnya.

Reaksi atomisasi yang terjadi pada SSA ialah:



Optimasi alat bertujuan untuk mencari kondisi optimum suatu alat supaya menghasilkan respon terbaik. Kondisi optimum dalam penganalisan suatu sampel dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti panjang gelombang, kuat arus, laju alir asetilen, laju alir udara, lebar celah, dan tinggi burner. Panjang gelombang yang digunakan merupakan panjang gelombang yang spesifik pada Pb yaitu 283,3 nm (Khopkar, 1990).

Tabel 4.1 Kondisi Optimum SSA Logam Timbal (Pb)

Parameter	Satuan	Timbal (Pb)
Panjang Gelombang	Nm	283,3
Laju Alir Asetilen	L/menit	2,0
Laju Alir Udara	L/menit	10,0
Kuat Arus HCL	μA	10,0
Lebar Celah	Nm	0,7
Tinggi Burner	Nm	2,0

Sumber : (Rohman, 2007)

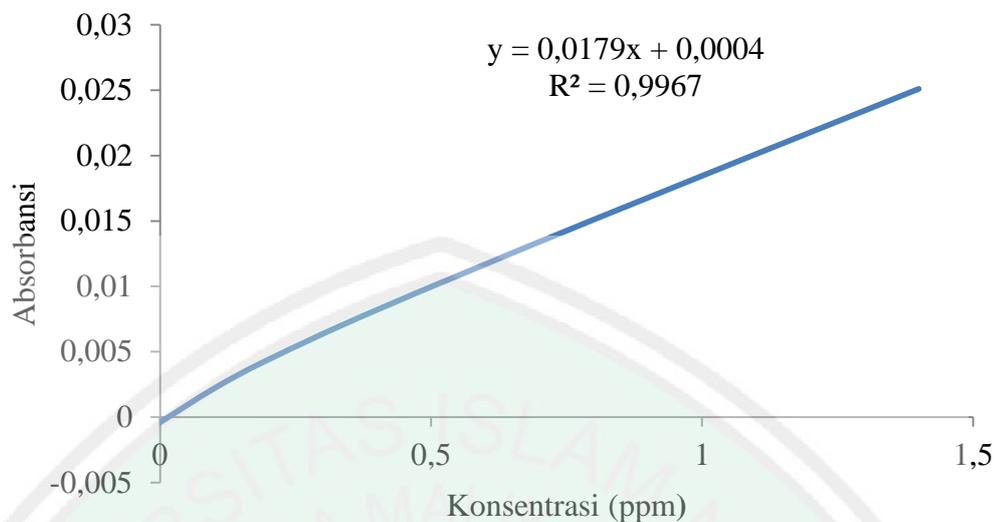
Tinggi pembakar yang digunakan untuk analisis logam timbal (Pb) dengan SSA sebesar 2,0 Nm. Kondisi optimum untuk kuat arus logam timbal ialah 10 μA . Kuat arus yang digunakan dalam proses analisa harus tepat karena akan berpengaruh terhadap fluks cahaya yang dihasilkan dan berpengaruh terhadap nilai absorbansi yang muncul, sedangkan lebar celah ini digunakan untuk mengontrol gangguan spektra yang muncul. Lebar celah yang digunakan ialah 0,7 nm yang sudah ditentukan oleh standar instrumen SSA varian spektra AA240.

Menurut (Dewi, 2012) Apabila semakin besar lebar celah yang digunakan maka kemungkinan akan semakin besar pula gangguan spektra yang muncul. Selain kuat arus dan lebar celah yang digunakan, laju alir dari pembakar dan oksidan juga mempengaruhi hasil analisa. Kondisi optimum laju alir pembakar ialah 2,0 L/menit dan untuk oksidan ialah 10,0 L/menit. Bahan bakar yang digunakan berupa asetilen dan oksidannya ialah udara. Asetilen-udara ini akan membantu masuknya sampel ke dalam pengkabut yang akan diubah kedalam bentuk aerosol dan teratomisasi. Asetilen dan udara ini sangat berkaitan, yang mana asetilen ini sebagai bahan bakarnya dan udara digunakan untuk membantu proses pembakaran asetilen. Laju alir asetilen-udara ini dipengaruhi oleh kondisi burner.

4.4 Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb)

Kurva standar ini menggunakan hukum Lambert-Bert yang menunjukkan hubungan absorbansi dengan konsentrasi, yang mana absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi. Larutan standar timbal (Pb) 0,1 mg/L; 0,2 mg/L; 0,4 mg/L; 0,8 mg/L dan 1,4 mg/L dibuat dengan cara memindahkan 0,5 mL; 1,0 mL; 2,0 mL; 4,0 mL dan 7,0 mL larutan baku 10 mg/L kedalam labu ukur 50 mL, kemudian diencerkan dengan HNO₃ 0,5 M sampai batas. Sederet larutan standar timbal (Pb) tersebut selanjutnya dianalisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) varian *spectra* AA 240 pada kondisi optimum sehingga diperoleh data absorbansi masing-masing (Rohman, 2007).

Berikut adalah kurva kalibrasi larutan standar Pb:



Gambar 4.2 Grafik kurva standart timbal (Pb)

Berdasarkan grafik diatas, bahwa semakin tinggi konsentrasi semakin tinggi pula absorbansi, sehingga dapat diketahui persamaan linear $y = 0,0179x + 0,0004$, y menunjukkan nilai absorbansi, b ialah slope, x ialah konsentrasi dan a adalah intersep. Setelah didapatkan kurva, maka perlu dilakukan validasi metode statistik seperti uji linearitas.

Uji linearitas merupakan metode untuk mengetahui hubungan absorbansi dan konsentrasi yang dapat dilihat dari nilai koefisien korelasi (R^2). Berdasarkan kurva yang telah didapat maka dapat diketahui linearitasnya ialah 0,9967. Hal ini sesuai dengan Hukum Lambert-Beer karena linearitas yang diperoleh telah memenuhi syarat yang ditetapkan yaitu $R^2 > 0,98$, artinya alat instrument yang digunakan dalam kondisi baik dan menunjukkan bahwa setiap perubahan dari absorbansi 99% dipengaruhi oleh konsentrasi dari 1% oleh pengotor. Menurut (Kartikasari, 2016) menyatakan bahwa apabila nilai koefisien korelasi (R^2) $> 0,98$ maka dapat dikatakan baik.

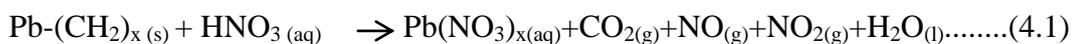
4.5 Proses Destruksi Basah Pada Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) Menggunakan Refluks dan Mikrowave

Proses destruksi dengan metode destruksi basah tertutup yaitu refluks dan mikrowave, karena memiliki beberapa kelebihan seperti meminimalisir kehilangan analit ketika proses destruksi sangat kecil, sehingga dengan sistem tertutup dapat memaksimalkan proses destruksi. Salah satu preparasi pada sampel yang harus dilakukan ialah proses destruksi, destruksi ini dilakukan dengan tujuan untuk memutuskan ikatan-ikatan senyawa kompleks dengan logam berat timbal pada sampel ikan mujair.

Proses destruksi dengan metode destruksi basah tertutup yaitu microwave. Metode destruksi menggunakan microwave memiliki beberapa keunggulan, antara lain: tidak ada unsur volatil yang hilang dan waktu yang digunakan untuk proses relative singkat dan kualitas destruksinya tinggi. Dalam metode destruksi ini ditambahkan asam kuat dalam sistem tertutup yang menyebabkan terjadinya peningkatan suhu dan tekanan. Setelah logam larut, barulah dimungkinkan dilakukan pengukuran dengan instrumen. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa nilai persen perolehan kembali (%*recovery*) analisis logam berat menggunakan metode *microwave digestion* memiliki nilai akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan destruksi asam terbuka dan refluks.

Proses destruksi sudah dapat dihentikan apabila larutan sudah berwarna kuning jernih dan tidak mengeluarkan gas berwarna coklat. Gas berwarna coklat tersebut merupakan gas yang dihasilkan saat proses destruksi karena menggunakan asam nitrat. Menurut Sukaesih (2013) menyatakan bahwa asam nitrat yang digunakan untuk pengoksidasi akan menimbulkan gas kecoklatan saat

proses pemanasan. Reaksi yang terjadi pada proses destruksi menggunakan asam nitrat ialah (Sukaesih, 2013):



Proses destruksi ditandai gas berwarna coklat, gas ini adalah NO yang merupakan hasil samping dari proses destruksi menggunakan asam nitrat. Senyawa organik yang berikatan dengan Pb akan terdekomposisi oleh HNO₃ menghasilkan gas CO₂ dan NO. Logam berat timbal yang terdekomposisi oleh asam nitrat akan terputus ikatannya dan berikatan menjadi Pb-(NO₃)_x. Menurut Sukaesih (2013) menyatakan bahwa adanya gas NO₂ yang menandakan bahwa bahan organik telah teroksidasi oleh asam nitrat.

Pada proses destruksi juga dilakukan penambahan asam lain sebagai katalis yaitu H₂O₂. Penambahan H₂O₂ agar proses pendestruksian senyawa organik berjalan dengan sempurna yang di tandai dengan terbentuknya larutan jernih. Pada proses ini juga dilakukan pemanasan untuk mempercepat proses reaksi. Suhu yang digunakan pada proses destruksi ini dibawah titik didih dari H₂O₂ (150,2°C), sehingga proses destruksi akan berjalan sempurna sampai akhir proses destruksi (Sukaesih, 2013). Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Pada saat penambahan H₂O₂ akan terurai menjadi H₂O dan O₂. Kemudian HNO₃ mendestruksi bahan organik yang masih tersisa, sedangkan HNO₂ akan terurai menjadi gas NO₂ dan NO. Hal ini akan terus berulang selama proses

destruksi, kemudian akan berakhir setelah semua bahan terdekomposisi dengan sempurna (Sukaesih, 2013). Kemudian sampel yang sudah didestruksi didinginkan dan disaring untuk memisahkan sampel dengan pengotor-pengotor. Setelah dilakukan penyaringan sampel langsung di analisis menggunakan SSA pada panjang gelombang 283,3 nm.

Setelah dilakukan proses analisis dengan AAS, kemudian dilakukan uji statistik yaitu menggunakan One Way Anova untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh titik pengambilan sampel terhadap kadar timbal pada sampel ikan mujair. Pada analisis One Way Anova ini digunakan tingkat kepercayaan 99%. Kemudian dilakukan pengujian hipotesis:

1. $H_0 = 0$, tidak ada pengaruh titik pengambilan sampel terhadap kadar logam berat timbal yang diperoleh.
2. $H_1 \neq 0$, adanya pengaruh titik pengambilan sampel terhadap kadar logam berat timbal yang diperoleh.

Apabila $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak, dan apabila $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka H_0 diterima. Berikut adalah tabel uji One Way Anova:

Tabel 4.3 Tabel pengaruh titik pengambilan sampel ikan mujair terhadap konsentrasi logam berat timbal menggunakan refluks:

Sumber variasi	DF	SS	MS	F hitung	F tabel
Titik Sampling	6	0,028	0,005	5,753	4,46
Galat	14	0,011	0,001		
Total	20	0,039			

Berdasarkan tabel diatas, diketahui bahwa F_{hitung} yang didapat ialah 5,753 dan F_{tabel} ialah 4,46. Dari nilai F_{hitung} dan F_{tabel} yang didapatkan maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima, artinya terdapat pengaruh

titik pengambilan sampel terhadap kadar logam berat timbal pada sampel ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang dianalisis.

Hasil analisis yang dilakukan menggunakan microwave diperoleh konsentrasi timbal pada sampel ikan mujair ialah dengan One Way Anova yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh titik pengambilan sampel terhadap kadar logam berat timbal pada ikan mujair. Pada analisis ini digunakan tingkat kepercayaan hasil uji 99%. Kemudian dilakukan pengujian hipotesis yang sama:

Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka hipotesis H_0 ditolak, dan apabila $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka hipotesis H_0 diterima. Berikut adalah tabel hasil uji One Way Anova:

Tabel 4.4 Tabel pengaruh titik pengambilan sampel ikan mujair terhadap konsentrasi logam berat timbal menggunakan microwave:

Sumber variasi	DF	SS	MS	F hitung	F tabel
Titik Sampling	6	0,005	0,001	7,120	4,46
Galat	14	0,002	0,000		
Total	20	0,007			

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui F hitung sebesar 7,120 dan F table sebesar 4,46. Dari nilai F hitung dan F tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima, artinya terdapat pengaruh titik pengambilan sampel terhadap kadar logam berat timbal pada sampel ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang dianalisis.

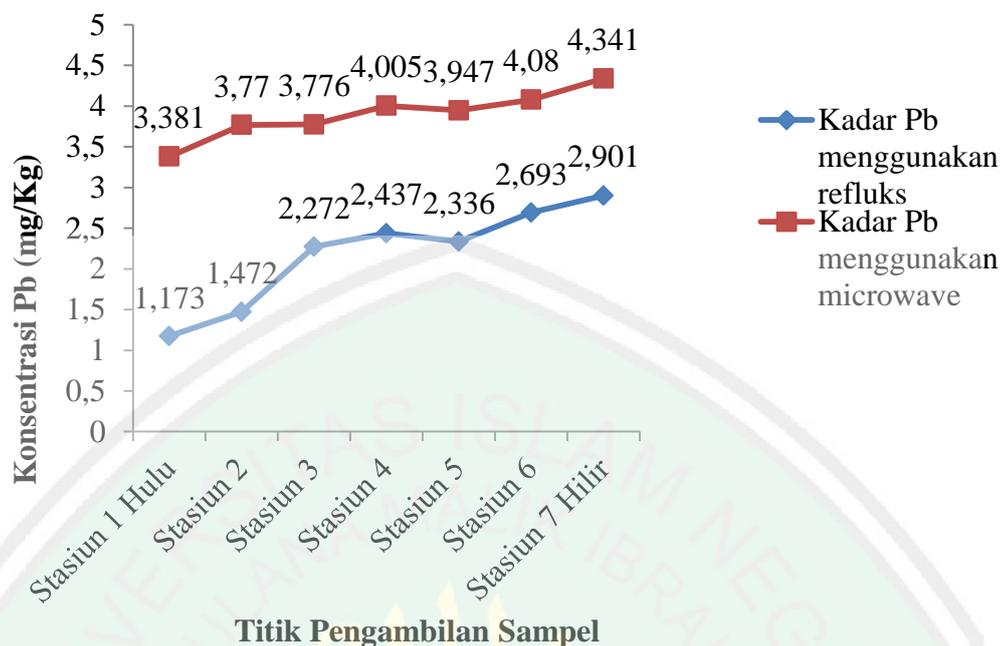
Dilihat dari perbandingan kedua metode yang digunakan keduanya apakah metode destruksi terbaik untuk analisis kadar timbal (Pb) pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Sungai Lesti dengan membandingkan antara metode destruksi basah tertutup refluks dan microwave menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Keduanya adalah destruksi terbaik dilihat dari

perbandingan rata-rata nilai kadar logam menggunakan uji beda nyata terkecil (BNT) pada setiap perlakuan. Rata-rata kadar logam pada setiap perlakuan refluks 2,183 dan pada rata-rata setiap perlakuan microwave 3,9 yang mana hasil logam yang diperoleh dari destruksi menggunakan microwave lebih besar dari hasil yang diperoleh dari destruksi refluks. Karena microwave memiliki beberapa keunggulan, antara lain: tidak ada unsur-unsur volatil yang hilang dan waktu yang dibutuhkan untuk proses destruksi relatif singkat yaitu sekitar 20-40 menit dan kualitas destruksinya tinggi sehingga mempengaruhi hasil kadar yang diperoleh. Sedangkan refluks memerlukan waktu yang dibutuhkan cukup lama 2-3 jam dan dikerjakan secara manual.

4.6 Hasil Analisa Kadar Timbal (Pb) Pada Ikan Mujair

Hasil analisis pada sampel ikan menunjukkan nilai kadar logam berat yang bervariasi di setiap titik pengambilan sampel pada ikan mujair. Banyaknya limbah yang mengandung logam berat yang masuk ke dalam perairan merupakan faktor utama tingginya kadar logam berat timbal dalam perairan, namun tinggi rendahnya logam berat pada perairan sangat dipengaruhi oleh musim. Musim memiliki pengaruh yang besar terhadap kadar logam berat, seperti musim penghujan yang dapat mengencerkan konsentrasi logam berat dalam sungai.

Berikut adalah grafik perbandingan hasil kadar logam berat ikan mujair:



Gambar 4.5 Grafik perbandingan kadar logam Pb pada ikan mujair menggunakan refluks dan microwave

Berdasarkan gambar 4.5 diatas menunjukkan bahwa hasil analisa logam berat timbal ikan mujair secara keseluruhan memiliki hasil yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan terjadinya proses pengendapan logam berat pada dasar perairan. Sehingga meningkatnya kadar logam berat yang ada di dalam perairan dan akan diikuti oleh meningkatnya kadar zat tersebut dalam organisme air seperti ikan (Supriyanto 2007). Menurut Widiyanti, dkk (2005) menyatakan bahwa kondisi perairan yang tenang akan mengakibatkan kemungkinan logam Pb untuk mengendap karena arus yang relatif kecil.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis logam berat timbal (Pb) pada titik pertama untuk sampel ikan mujair menggunakan refluks diperoleh nilai rata-rata 1,173 mg/Kg sedangkan menggunakan microwave diperoleh rata-rata 3,381 mg/Kg. Pada titik sampling kedua diperoleh kadar logam berat timbal (Pb) yang

meningkat dengan rata-rata nilai 1,472 mg/Kg pada analisis sampel ikan mujair menggunakan refluks. Sedangkan analisis sampel ikan mujair menggunakan microwave diperoleh rata-rata nilai 3,77 mg/Kg.

Pada titik sampling ketiga diperoleh kadar logam berat yang lebih tinggi dari titik sampling kedua, yang mana rata-rata untuk sampel ikan mujair menggunakan refluks diperoleh nilai 2,272 mg/Kg. Sedangkan untuk analisis menggunakan microwave diperoleh nilai 3,776 mg/Kg. Pada titik sampling keempat mengalami peningkatan kadar logam berat timbal dari titik sampling ketiga baik pada analisis menggunakan refluks maupun microwave. Pada analisis menggunakan refluks diperoleh rata-rata dengan nilai 2,437 mg/Kg sedangkan untuk analisis menggunakan microwave diperoleh nilai 4,005 mg/Kg.

Sedangkan pada titik kelima diperoleh kadar logam berat yang lebih rendah dari titik keempat baik pada analisis menggunakan refluks maupun microwave. Pada analisis sampel menggunakan refluks diperoleh 2,336 mg/Kg sedangkan analisis menggunakan microwave diperoleh 3,947 mg/Kg. Pada titik sampling keenam, diperoleh kadar logam berat timbal yang lebih tinggi dari titik sampling kelima baik pada analisis menggunakan refluks maupun microwave. Pada analisis menggunakan refluks diperoleh 2,693 mg/Kg sedangkan untuk microwave diperoleh 4,08 mg/Kg. Pada titik sampling ketujuh merupakan titik terakhir yang berada di Waduk Sengguruh. Pada titik sampling ketujuh ini menunjukkan nilai yang paling tinggi dibandingkan ketujuh titik sebelumnya baik analisis menggunakan refluks maupun microwave. Pada analisis sampel menggunakan refluks diperoleh nilai 2,901 mg/Kg sedangkan untuk analisis menggunakan microwave diperoleh nilai 4,341 mg/Kg. Tingginya kadar logam

berat timbal pada ikan mujair di Sungai Lesti pada titik ketujuh ini juga disebabkan oleh faktor kondisi geografis dari Waduk Sengguruh yang merupakan titik akhir dari aliran sungai. Sehingga dimungkinkan limbah-limbah dan kotoran yang berasal dari titik-titik sebelumnya akan bercampur menjadi satu dan terakumulasi baik pada perairan dan biota air seperti ikan. Selain itu juga Waduk Sengguruh memiliki bentuk topografi yang memiliki kedalaman cukup dalam dan tidak ada aliran terusan dari Waduk Sengguruh ini sehingga air akan tetap diam di daerah waduk tersebut.

Secara keseluruhan dari ketujuh titik sampling tersebut menunjukkan kadar logam berat timbal yang tinggi pada sampel ikan mujair baik analisis menggunakan refluks maupun microwave yang tergolong diatas ambang batas yang ditentukan menurut SNI 7387:2009 yaitu sebesar 0,3 mg/Kg. Hal ini dikarenakan besarnya berat ikan dapat mengindikasikan umur ikan tersebut. Semakin lama ikan tersebut hidup, maka bioakumulasi logam berat akan semakin tinggi. Tingkat trofik ikan berpengaruh terhadap nilai logam berat pada dagingnya, hal ini dinamakan dengan biomagnifikasi logam. Berikut adalah tabel kadar logam berat timbal pada ikan mujair dibandingkan dengan baku mutunya:

Tabel 4.6 Perbandingan kadar timbal pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dengan baku mutu

Kadar Timbal			
Stasiun	Sampel ikan mujair dengan refluks (mg/Kg)	Sampel ikan mujair dengan microwave (mg/Kg)	Baku mutu SNI 7387:2009
1	*1,173	*3,381	0,3 mg/Kg
2	*1,472	*3,77	
3	*2,272	*3,776	
4	*2,437	*4,005	
5	*2,336	*3,947	
6	*2,693	*4,08	
7	*2,901	*4,341	

Keterangan: * diatas ambang batas

Kadar logam berat timbal dalam perairan Sungai Lesti dipengaruhi oleh banyak faktor. Diantaranya ialah dari aktivitas rumah tangga, pertanian, penggunaan pestisida pada rumput, kegiatan pasar, kegiatan tambang pasir, dan industri kertas. Logam berat timbal sangat berbahaya baik untuk lingkungan dan makhluk hidup khususnya manusia. Menurut Faciu, dkk (2014) menyatakan bahwa logam berat yang berada dalam perairan dan sedimen dapat masuk kedalam rantai makanan, seperti halnya pengonsumsi ikan atau kerang yang berada pada daerah sungai yang sudah tercemar dengan logam berat timbal. Selain itu juga dapat masuk kedalam tanah yang berada dekat dengan sungai sehingga dapat terserap oleh tanaman yang akan dikonsumsi oleh manusia. Selain itu juga, air sungai yang sudah mengandung logam berat timbal apabila digunakan untuk pengairan maka tanaman yang dialiri air tersebut akan ikut terkontaminasi oleh logam berat timbal.

Ikan akan terakumulasi logam berat karena adanya kontak medium yang mengandung toksik. Uji toksisitas dapat berupa data kuantitatif yaitu dengan LD₅₀ (*median lethal dose*) dan LC₅₀ (*median lethal concentration*) (Panjaitan, 2011). Kontak langsung yang terjadi yaitu adanya pemindahan zat kimia dari lingkungan ke dalam permukaan tubuh ikan. Kandungan logam berat pada ikan berbeda-beda pada tiap bagiannya. Konsentrasi akumulasi logam berat pada ikan lebih tinggi pada organ seperti gonad, tulang, dan kepala. *Oreochromis mossambicus* berpotensi mengakumulasi logam berat. Selain itu, ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) mempunyai toleransi yang besar terhadap kadar garam atau salinitas (Suseno, 2010). Keadaan seperti ini akan merusak sistem metabolisme tubuh. Timbal dalam aliran darah sebagian besar diserap dalam bentuk ikatan

dengan eritrosit. Timbal dapat mengganggu enzim oksidase dan akibatnya menghambat sistem metabolisme sel. Energi yang dihasilkan dari metabolisme digunakan tubuh untuk aktivitas tubuhnya dan sisa dari energi tersebut akan digunakan untuk pertumbuhan. Jika metabolisme terganggu maka pertumbuhan juga akan terganggu.

Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (2013) Provinsi Jawa Barat, menetapkan beberapa cara penanggulangan pencemaran air yang bisa diterapkan oleh kita. Beberapa cara penanggulangan pencemaran air tersebut di antaranya sebagai berikut: Program Pengendalian Pencemaran dan Pengrusakan Lingkungan, mengurangi beban pencemaran badan air oleh industri dan domestik, mengurangi beban emisi dari kendaraan bermotor dan industri, mengawasi pemanfaatan B3 dan pembuangan limbah B3, mengembangkan produksi yang lebih bersih (*cleaner production*) dan EPCM (*Environmental Pollution Control Manager*).

4.7 Parameter Kimia Perairan

Menurut Suripin (2002) kualitas air yang digunakan dalam memenuhi kebutuhan hidup manusia menyatakan bagaimana tingkat kelayakan air tersebut untuk digunakan. Mulai dari air untuk memenuhi kebutuhan langsung yaitu air minum, mandi, cuci dan lain-lain. Kualitas air mencakup tiga karakteristik, yaitu sifat fisik, kimia, dan biologi. Dalam penelitian ini yang akan menjadi titik tekannya adalah sifat kimia air. Sifat kimia meliputi Hidrogen Sulfida (H_2S), Nitrit, Nitrat dan COD (*Chemical Oxygen Demand*). Parameter kimia perairan yang diamati pada penelitian ini yaitu pengukuran nitrit. Naik turunnya hasil pengukuran pada parameter pendukung perairan sangat dipengaruhi oleh proses

self purification perairan. *Self purification* ini merupakan proses pemulihan secara alami yang terjadi pada badan perairan sungai. Berikut adalah tabel hasil pengukuran parameter perairan Sungai Lesti secara umum dari titik satu sampai titik tujuh:

4.7.1 Nitrit

Nitrit (NO_2) merupakan senyawa nitrogen yang berasal dari proses oksidasi antara amoniak dan nitrat. Peralihan antara ammonia dan nitrat (nitrifikasi) dengan gas nitrogen (denitrifikasi), nitrit bersifat stabil karena keberadaan oksigen. Berikut adalah grafik pengukuran nitrit dari stasiun satu sampai stasiun tujuh:



Table 4.7 Nilai parameter kimia (Nitrit) stasiun satu sampai tujuh

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai terendah Nitrit dari ke tujuh titik sampling ialah berada pada stasiun ke 3 dengan nilai Nitrit sebesar 0,135 mg/L. Sedangkan nilai Nitrit tertinggi yaitu pada stasiun ke 6 dengan nilai Nitrit sebesar 0,609 mg/L. Dilihat dari keseluruhan untuk nilai nitrit stasiun 2 dan stasiun 3 masih berada di bawah ambang batas sedangkan nilai Nitrit pada ke

tujuh titik sampling sudah berada diatas ambang batas menurut UU No 82 tahun 2001 yaitu sebesar 0,06 mg/L yang sudah ditentukan untuk baku mutu air.

Pada titik sampling pertama nilai Nitrit mencapai 0,453 mg/L, nilai ini termasuk tinggi dibandingkan titik sampling kedua. Hal ini dapat dimungkinkan adanya pengaruh pestisida yang digunakan untuk pemeliharaan rumput-rumput yang berada di dekat sungai yang dipelihara untuk pakan hewan ternak. Pada titik kedua dan ketiga nilai Nitrit lebih kecil dari titik sampling pertama yaitu 0,150 mg/L dan 0,135 mg/L, hal ini dapat terjadi karena perairan sungai sendiri mempunyai kemampuan untuk memulihkan diri (*self purification*). Sehingga dapat terjadi penurunan pada bahan organik. *Self purification* dapat terjadi dikarenakan adanya penambahan konsentrasi dari oksigen terlarut yang berada pada perairan sungai yang mana oksigen tersebut berasal dari udara (Agustiningsih, 2010).

Pada titik sampling keempat dengan nilai 0,157 mg/L, hal ini dapat disebabkan adanya limbah pertanian masyarakat di sepanjang Sungai Lesti. Menurut Alloway, (1995) menyatakan bahwa pupuk fosfat mengandung timbal 7-225 mg/kg, pupuk nitrat mengandung timbal 2-27 mg/kg, pupuk kandang mengandung timbal 1,1-27 mg/kg, pupuk kapur mengandung timbal 20-1250 mg/kg, dan pupuk kompos mengandung timbal sekitar 1,3-2240 mg/kg. Pada titik sampling kelima dengan nilai 0,133 mg/L, Hal tersebut dimungkinkan karena arus yang lebih cepat dibandingkan stasiun-stasiun sebelumnya dilihat secara visual. Sehingga logam berat yang ada di perairan akan terbawa oleh aliran air. Kadar logam berat timbal pada perairan yang berarus lambat akan menjadikan logam

berat tersebut mengendap ke dasar perairan dan bercampur dengan sedimen (Priatna, 2016).

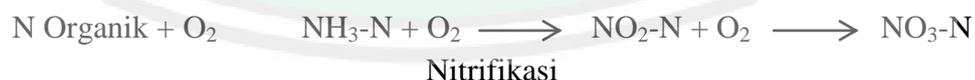
Pada titik sampling keenam dengan nilai 0,609 mg/L dan pada titik sampling ketujuh dengan nilai 0,462 mg/L, didapatkan nilai Nitrit (NO₂) yang sangat tinggi dibanding titik lainnya. Hal tersebut dikarenakan pengambilan sampel yang dilakukan setelah industri kertas dan adanya pertanian yang berada di sekitar titik ketujuh tersebut. Menurut PP No 82 tahun 2001, untuk batas maksimum nilai Nitrit (NO₂) pada air sungai ialah 0,06 mg/L. Sehingga dapat dikatakan bahwa nilai Nitrit (NO₂) pada Sungai Lesti ini sudah melebihi ambang batas. Berikut adalah hasil pengukuran kadar Nitrit (NO₂) dibandingkan dengan baku mutu:

Table 4.8 Perbandingan nilai Nitrit (NO₂) dengan baku mutu kualitas air

Titik sampling	Nitrit (mg/L)	Ambang batas
Stasiun 1	**0,453	0,06 mg/L
Stasiun 2	**0,150	
Stasiun 3	**0,135	
Stasiun 4	**0,157	
Stasiun 5	**0,133	
Stasiun 6	**0,609	
Stasiun 7	**0,462	

Keterangan: **diatas ambang batas

Nitrit (NO₂) ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit dibandingkan nitrat. Proses nitrifikasi ditunjukkan dalam persamaan reaksi:



Ammonia dan bahan nitrogen lain pada air alami cenderung teroksidasi oleh bakteri aerobik, pertama menjadi nitrit kemudian menjadi nitrat. Nitrit dan nitrat adalah nutrient yang penting bagi tanaman, tetapi keduanya beracun bagi

ikan (tapi hampir tidak beracun seperti NH_3) dan manusia pada konsentrasi yang cukup tinggi (Eugene, 2012).

4.8 Kajian Hasil Penelitian Dalam perspektif Islam

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) Sungai Lesti Kabupaten Malang ini sudah mengandung kadar logam berat timbal yang melebihi ambang batas yang ditentukan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 7387:2009 yang dapat digunakan untuk mengetahui batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan. Sehingga melihat besarnya nilai kadar timbal pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Sungai Lesti maka dapat dikatakan tidak layak untuk dikonsumsi karena akan membahayakan kesehatan tubuh.

Al-Qur'an banyak menjelaskan tentang peranan besar air dan seisinya dalam kehidupan di alam semesta ini. Allah SWT menciptakan hewan dengan tempat hidupnya masing-masing. Ada beberapa ayat yang menjelaskan tentang habitat hewan, seperti lembah dan sarang semut, hewan buruan laut dan hewan buruan darat dan lain sebagainya. Salah satu ayat yang menjelaskan tentang ikan air tawar dan ikan air asin yaitu QS. Faathir ayat 12 :

وَمَا يَسْتَوِي الْبَحْرَانِ هَذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ سَائِغٌ شَرَابُهُ وَهَذَا مِلْحٌ أُجَاجٌ وَمِنْ كُلِّ تَاكُلُونَ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرُجُونَ
جَلِيَّةً تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى الْفُلْكَ فِيهِ مَوَاجِرَ لِيَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ وَلِعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

“Dan tiada sama (antara) dua laut; yang ini tawar, segar, sedap diminum dan yang lain asin lagi pahit. Dan dari masing-masing laut itu kamu dapat memakan daging yang segar dan kamu dapat mengeluarkan perhiasan yang dapat kamu memakainya, dan pada masing-masingnya kamu lihat kapal-kapal berlayar membelah laut supaya kamu dapat mencari karunia-Nya dan supaya kamu bersyukur.” (QS. Faathir : 12).

Menurut tafsir Al-Misbah (2002) ayat ini menjelaskan bahwa dalam ilmu dan ketetapan Allah SWT, ada dua jenis lautan yaitu air tawar yang dapat menghilangkan dahaga karena begitu segar, sedap dan mudah diminum dan juga air laut yang asin mengandung garam. Dari kedua jenis lautan itu dapat menyantap daging segar dari ikan-ikan yang ditangkap. Perspektif al-Qur'an hewan merupakan salah satu bagian dari ayat-ayat Allah swt yang harus dikaji dan direnungkan. Hewan merupakan makhluk hidup ciptaan Allah swt yang memiliki habitat, cara hidup dan perilaku, warna, ukuran, bentuk yang beragam penuh dengan keajaiban (Rossidy, 2008). Ikan Mujair merupakan ikan air tawar yang umum dikonsumsi oleh masyarakat. Jika ikan mujair tersebut mengandung logam berat timbal yang sudah melebihi ambang batas maka akan mempengaruhi kesehatan manusia. Sabda Rasulullah SAW "*Sesungguhnya badanmu mempunyai hak atas dirimu*" Hadits tersebut menjelaskan bahwa jasmani yang sehat merupakan modal utama untuk dapat melaksanakan pengabdian yang terbaik kepada Allah SWT (Shihab, 1997).

Logam berat timbal (Pb) yang dikonsumsi harus sesuai dengan yang dianjurkan dengan kata lain tidak boleh melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh SNI. Kandungan timbal (Pb) tidak baik dikonsumsi secara terus menerus dan memiliki kadar lebih dari 0,3 mg/L pada ikan karena dapat menyebabkan gangguan *neurologi* (susunan saraf) meningkat. Pada penelitian ini rata-rata kadar logam ikan mujair menggunakan refluks yaitu 2,183 mg/Kg sedangkan menggunakan microwave rata-rata sebesar 3,9 mg/Kg keduanya sudah melebihi ambang batas yang boleh dikonsumsi oleh tubuh yaitu sebesar 0,3 mg/L. Apabila mengkonsumsi makanan yang mengandung logam berat timbal (Pb) tersebut

secara berlebihan dapat mengakibatkan penumpukan didalam tubuh sehingga akan terakumulasi dan menyebabkan timbulnya berbagai macam penyakit hingga kematian. Sebagaimana firman Allah SWT dalam surat Al-Maidah ayat 87:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا لَا تَحْرُمُوا طَيِّبَاتِ مَا أَحَلَّ اللَّهُ لَكُمْ وَلَا تَعْتَدُوا إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُعْتَدِينَ

“Hai orang-orang yang beriman! Janganlah kamu haramkan apa-apa yang baik yang telah Allah halalkan bagi kamu, dan janganlah kamu melampaui batas. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang melampaui batas.”(Al-Maidah : 87).

Dalam tafsir Al Jalaalain (2003) dijelaskan, Ayat ini turun berkenaan sebagian sahabat yang hendak melazimkan puasa, shalat malam dan tidak mendekati istri, serta tidak mau memakai wewangian, tidak tidur di atas kasur dan tidak memakan daging, padahal yang demikian diharamkan Allah Subhaanahu wa Ta'aala. Dari tafsir tersebut menjelaskan bahwa tidak boleh memakan daging yang telah diharamkan. Daging yang boleh dikonsumsi manusia apabila daging tersebut aman untuk kesehatan tidak melebihi ambang batas yang telah ditentukan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI). Apabila daging yang dikonsumsi sudah melebihi ambang batas untuk dikonsumsi maka itu haram. Maka dari itu nikmat-nikmat yang diberikan Allah patut disyukuri, baik dengan memuji Allah ketika memperolehnya, dan tidak kufur nikmat. Menurut tafsir Quraish Shihab (2002), Allah mensyariatkan supaya menjaga keseimbangan dalam segala urusan, karena Allah SWT tidak menyukai orang-orang yang melampaui batas. Karena Allah SWT telah menyuruh supaya menjaga keseimbangan dalam segala urusan. Apabila tetap melampaui batas Allah SWT akan memberikan teguran kepada hamba-Nya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Metode destruksi menggunakan microwave memberikan nilai analisis sedikit lebih tinggi dibandingkan metode destruksi menggunakan refluks tertutup.
2. Nilai rata-rata kadar logam berat timbal pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) Sungai Lesti Kabupaten Malang pada 7 titik Sungai Lesti Kabupaten Malang menggunakan refluks ialah dari rentang 1,173 - 2,901 mg/Kg sedangkan menggunakan mikrowave ialah dari rentang 3,381 - 4,341 mg/Kg. Nilai tersebut sudah melebihi ambang batas yang ditentukan menurut SNI 7387:2009 yaitu 0,3 mg/Kg.

5.2 Saran

Pada hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan timbal (Pb) yang tinggi pada ikan mujair, sehingga untuk penelitian selanjutnya bisa dilakukan analisis logam lain seperti Al, Cl, Cu, Hg, dan Mn karena buangan akhir dari air limbah pabrik kertas mengandung buangan seperti logam-logam tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Rukaesih. 2004. *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta: Andi Offset
- Agustiningsih, D, dkk. 2010. Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal. *Jurnal Presipitasi*, Vol. 9 No. 2
- Alloway, B. J. 1995. *Heavy Metal in Soils*. New York. John Willey and Sons Inc
- Alamada, R F, V C Oliveira. 1996. Dominance hierarchies and social structure in captive groups of the Mozambique tilapia *Oreochromis mossambicus* (Teleostei Cichlidae). *Ethology Ecology & Evolution*, 39-55
- Almada, Rui F. Oliveira and Victor C. 1998. Dynamics of social interaction during group formation of the male cichlid *Oreochromis Mossambicus*. *Acta Ethologica*, 57 - 59
- Alsuhehda dan Ridawati. 2013. *Bahan Toksik dalam Makanan*. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya
- Association of Official Analytical Chemist. 2015. *Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist*. Arlington, Virginia, USA: Published by The Association of Analytical Chemist, Inc
- Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Malang. 2013. *Laporan Akhir Tahun Kabupaten Malang*
- Badan Statistik Nasional. 2009. *Pergeseran Struktur Ekonomi BPS*. Kabupaten Malang
- Connell, D. W dan Miller, G. J. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Jakarta : Universitas Indonesia
- Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: UI Press
- Dewi, D. C. 2012. Determinasi Kadar Logam Timbal (Pb) dalam Makanan Kaleng Menggunakan Destruksi Basah dan Destruksi Kering. *ALCHEMY*, Vol 2 (1): 12-25

- Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Malang. 2009. *Laporan Akhir Tahun Kabupaten Malang*
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta : Kanisius
- Eugene R. Weiner. 2012. *Application of Environmental Aquatic Chemistry. A Practical Guide*. Third edition. CRC Press
- Faci, M. E, dkk. 2014. Exploratory Spatial Data Analysis of Heavy Metals Concentration in Two Sampling Sites On Siret River. *Environmental Engineering and Management Journal*, Vol. 13 No. 9: 2179-2186
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta : Kanisius
- Froese, Rainer. dan Daniel Pauly, ed. 2007. *Oreochromis mossambicus*. Fish Base, hal 22-37
- Hardiani, H., Kardiansyah, T., dan Sugesty, S. 2011. Bioremediasi Logam Timbal (Pb) dalam tanah terkontaminasi Limbah Sludge Industri Kertas Proses Deinking. *Jurnal Selulosa*. 1 (1) : 31-41
- Irfanto. 2010. Pengaruh Logam Berat Timbal (Pb) dalam Limbah Cair PT. Ekamas Fortuna Pada Sungai Lesti dengan Bioindikator Kangkung (*Ipomea Aquatic*) Di Kabupaten Malang. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang
- Jalaluddin al-Suyuthi dan Jalaluddin al-Mahalli. 2003. Tafsir al-Qur'an al-'Adzim, Dar Ihya' al-Kutub al-'Arabiyah, t.th
- Kartikasari, M. 2016. Analysis of Lead (Pb) in Apples (*Pylus Malus L*) Using a Variation Wet Destruction Method Use Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
- Kristianingrum, S. 2002. Kajian Berbagai Proses Destruksi Sampel dan Efeknya. *Laporan Hasil Prosiding Seminar*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta

- Khopkar, S. M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta : UI Press
- Luna, Susan. 2012. *Oreochromis mossambicus*. Diakses pada tanggal 15 Januari 2016
- Maria, S. 2010. Penentuan Kadar Fe dalam Tepung Gandum dengan Cara Destruksi Basah dan Destruksi Kering dengan AAS. *Skripsi*. Medan : FMIPA Universitas Sumatera Utara
- Mook, D. 1983. Responses of Common Fouling Organisms in The Indian River, Florida, to Various Predation and Disturbance Intensities. *Estuaries* 6, hal 372-379
- Muchtadi. 2009. Destruksi Basah dan Kering. Makasar: UNHAS Press
- Musthapha, I dan Sunarno. 2006. Dampak Polutan Timbal Pada Ikan dan Manusia. *Seminar Nasional Limnologi* : LIPI Jakarta
- Namik, K., Aras, O dan A. Yavuz. 2006. Trace Element Analysis Of Food And Diet . *The Royal Society Of Chemistry*. Cambridge. Hal : 66-67
- Nielsen. S dan Suzanne. 2010. *Food Analysis Fourth Edition*. Springer : London. Hal : 110-111
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksisitas Logam Berat*. Jakarta : PT. Rineka Cipta
- Panjaitan, 2011. *Pemeriksaan dan Penetapan Kadar Boraks dalam Bakso di Kotamadya Medan*. Diakses 15 Januari 2016
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 tentang *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*
- Perusahaan Umum (Perum) Jasa Tirta 1. 2011. Laporan Kegiatan Pemantauan Kualitas Air. Malang
- Priatna, D. E., Purnomo, T dan Kuswanti, Nur. 2016. Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air dan Ikan Bader (*Barbonymus Gonionotus*) di Sungai Brantas Wilayah Mojokerto. *Jurnal LenteraBio*, Vol. 5 No. 1 Hal : 48-53
- Raimon. 1993. Perbandingan Metode Destruksi Basah dan Kering Secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Lokakarya Nasional*. Yogyakarta : Jaringan Kerjasama Kimia Analitik Indonesia.
- Rohman, Abdul. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Rompas, R. M. 1998. *Kimia Lingkungan*. Tarsito, Bandung

- Rossidy, I. 2008. Fenomena Flora dan Fauna dalam Perspektif Alquran. Malang: UIN-Malang Press
- Shihab, Muhammad Quraish. 2002. *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan dan Keserasian al-Qur'an*, Jakarta: Lentera Hati
- Sudarmadji, J., Mukono dan Corie I.P. 2006. Toksikologi logam berat B3 dan dampaknya terhadap kesehatan, *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 2 (2), 129 - 142
- Sule Dinc Zor dkk., 2016. *Analysis of Some Trace Metals in Fish Species after Preconcentration with Congo Red on Amberlite XAD-7 Resin by Flame Atomic Absorption Spectrometry*. Diakses 15 Januari 2016
- Sumardi. 1981. Metode Destruksi Contoh Secara Kering dalam Analisa Unsur-Unsur Fe, Cu, Mn, dan Zn dalam Contoh-Contoh Biologis. *Prosiding Seminar Nasional : Metode Analisis Lembaga Kimia Nasional*. Jakarta : LIPI
- Supriyanto C, Samin, Kamal, Z. 2007. *Analisis Cemaran Logam Berat Pb, Cu, dan Cd pada Ikan Air Tawar Dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA)*. Seminar Nasional III SDM Teknologi Nuklir. Yogyakarta
- Suripin. 2002. Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Suseno, H., Budiawan. 2010. Bioakumulasi Anorganik dan Metil Merkuri oleh *Oreochromis mossambicus*: Pengaruh Konsentrasi Merkuri Anorganik dan Metil Merkuri dalam Air. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah* Vol 13 No 1, ISSN 1410 – 9565
- Standar Nasional Indonesia 7389 : 2009
- Trewevas, E. 1983. *Tilapiine Fishes Of The Genera Sarotherodon, Oreochromis And Danakilia*. Ithaca, New York: Comstock Publishing Associates
- Van der Waal, Ben. 2002. Another fish on its way to extinction?." *Science in Africa*, 34 – 45
- Vogel. 1990. Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro Dan Semi Mikro. Edisi Ke lima. Jakarta: PT.Kalman Media Pustaka
- Widiyanti, C. A, dkk. 2005. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) serta Struktur Mikroanatomi Ctenidia dan Kelenjar Pencernaan (Hepar) Anodonta

Woodiana Lea di Sungai Serang Hilir Waduk Kedung Ombo. *BioSMART*, Vol. 7 No. 2 hal 136-142

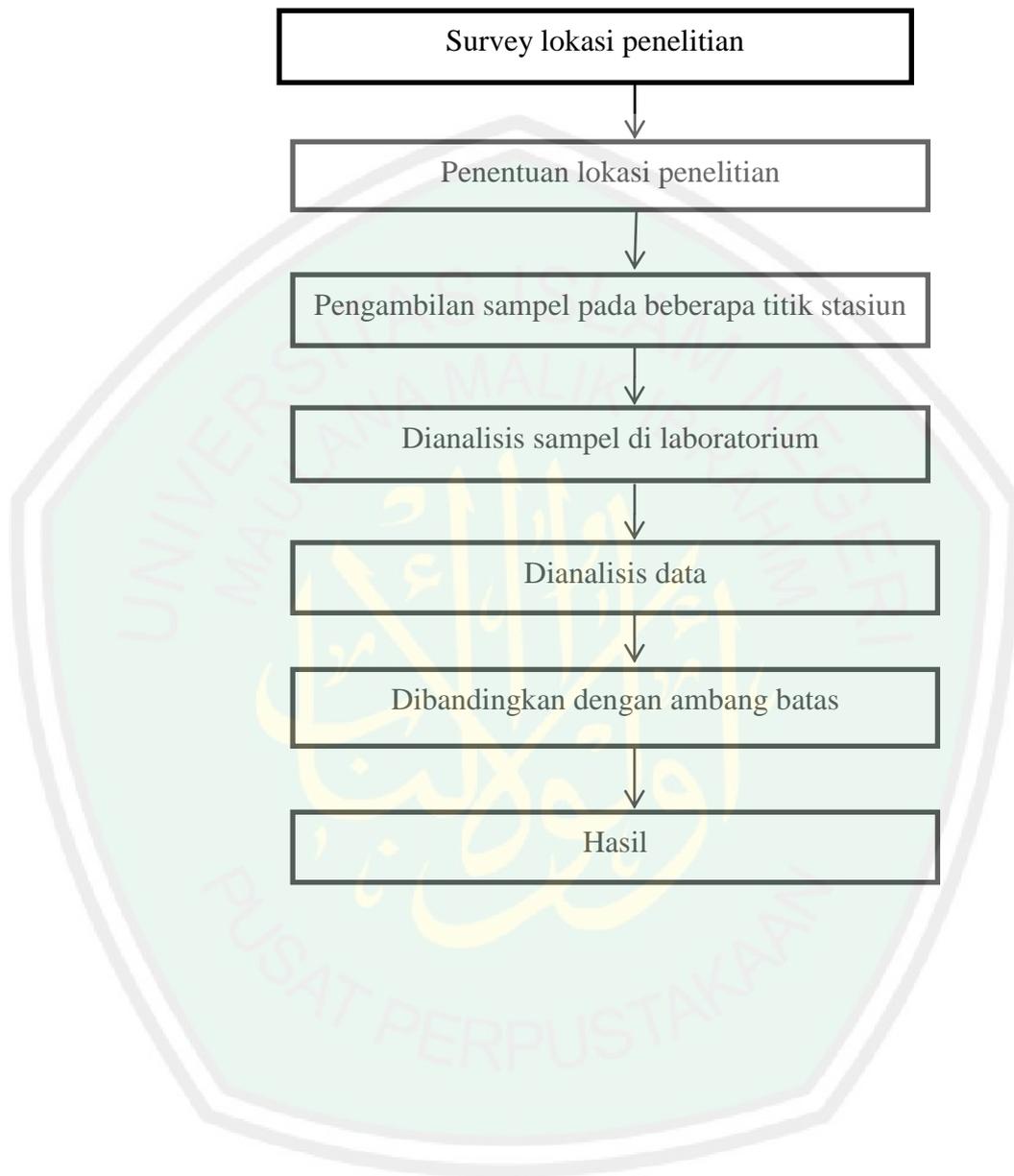
Widowati, W., Sastiono, A dan Raymon, J. 2008. *Efek Toksik Logam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Yogyakarta : Penerbit Andi

Wulandari, E. A dan Sukei. 2013. Preparasi Penentuan Kadar Logam Pb, Cd, dan Cu dalam Nugget Ayam Rumput Laut Merah (*Eucheuma cottonii*). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, Vol. 2 (2) : 2337-3520



LAMPIRAN

Lampiran 1: Rancangan Penelitian



LAMPIRAN

Lampiran 2: Diagram Alir

1. Preparasi Pengambilan Sampel

Preparasi Sampel Ikan Mujair

- Diambil sampel daging ikan mujair
- Dibersihkan
- Diambil dagingnya dari 7 titik sampel
- Ditumbuk hingga homogen dengan mortar

Hasil

2. Analisa Uji Nitrit

Sampel air Sungai Lesti

- Disaring contoh uji air dan diatur pHnya antara 5-9
- Ditambahkan HCl 1 N
- Ditambah 2 mL larutan reagen warna (campuran asam fosfat, sulfanilamide dan N-(1-naftalen)-etilendiaminhidroklorida) dikocok agar homogen kemudian ditunggu 10 menit (tidak boleh lebih dari 2 jam), Diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis

Hasil

3. Penentuan Kadar Pb dalam Sampel Menggunakan Destruksi Basah Tertutup (*Refluks*)

Sampel ikan mujair

- Diambil 1 gr hasil preparasi
- Ditambahkan HNO₃ p.a 6 mL
- Ditambahkan 2 mL larutan pendestruksi H₂O₂ ke dalam *refluks*
- Dipanaskan dengan suhu 100⁰C sampai 3 jam
- Didinginkan dan disaring
- Diuji kadar dengan menggunakan SSA

Hasil

4. Penentuan Kadar Pb dalam Sampel Menggunakan Destruksi Basah Tertutup (*Microwave*)

Sampel ikan mujair

- Diambil 1 gr hasil preparasi
- Dimasukkan kedalam tabung *vessel*
- Ditambahkan dengan 6 mL HNO₃ p.a dan 2 mL H₂O₂
- Didestruksi dengan menggunakan *microwave* pada suhu 180⁰C selama 20 menit
- Sampel kemudian disaring
- Diuji kadar dengan menggunakan SSA

Hasil

5. Pengaturan Alat SSA

Alat SSA

- Diatur panjang gelombang 283,3 nm
- Diatur laju alir asetilen 2,0 L/menit
- Diatur laju alir udara 10,0 L/menit
- Diatur kuat arus 5,0 μ A
- Diatur lebar celah 0,5 nm
- Diatur tinggi burner 2,0 mm

Hasil

6. Pembuatan Kurva Standar

larutan stok Pb 1000 mg/L

- Diambil 1 mL larutan Pb 1000 mg/L
- Dimasukkan dalam labu takar 100 mL dan ditanda bataskan
- Didapatkan larutan standar Pb 10 mg/L
- Diambil masing-masing 0,5 mL; 1,0 mL; 2,0 mL; 4,0 mL; dan 7,0 mL larutan baku standar 10 mg/L ke dalam labu ukur 50 mL
- Diencerkan sampai tanda batas, sehingga diperoleh larutan standar Pb 0,1 mg/L; 0,2 mg/L; 0,4 mg/L; 0,8 mg/L; dan 1,4 mg/L
- Diukur dengan Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang 283,3 nm

Hasil

LAMPIRAN

Lampiran 3. Perhitungan

1. Pembuatan Kurva Standar Timbal (Pb)

- a. Pembuatan larutan 1000 ppm menjadi 10 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$1000 \text{ mg/L} \times V_1 = 10 \text{ mg/L} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{10 \text{ mg/L} \times 100 \text{ mL}}{1000 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

- b. Pembuatan larutan standar 0,1 mg/L

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10 \text{ mg/L} \times V_1 = 0,1 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,1 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ mL}$$

- c. Pembuatan larutan standar 0,2 mg/L

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10 \text{ mg/L} \times V_1 = 0,2 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,2 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 1,0 \text{ mL}$$

d. Pembuatan larutan standar 0,4 mg/L

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10 \text{ mg/L} \times V_1 = 0,4 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,4 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 2,0 \text{ mL}$$

e. Pembuatan larutan standar 0,8 mg/L

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10 \text{ mg/L} \times V_1 = 0,8 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,8 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 4,0 \text{ mL}$$

f. Pembuatan larutan standar 1,4 mg/L

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10 \text{ mg/L} \times V_1 = 1,4 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{1,4 \text{ mg/L} \times 50 \text{ mL}}{10 \text{ mg/L}}$$

$$V_1 = 7,0 \text{ mL}$$

2. Pembuatan HNO₃ 0,5 M

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } \rho \text{ HNO}_3 \text{ 65\%} &= 1,39 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 1390 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Mr HNO}_3 = 63 \text{ gr/mol}$$

$$\text{HNO}_3 \text{ 65 \%} = \frac{65 \text{ gr HNO}_3}{100 \text{ gr larutan}}$$

$$\frac{1390 \text{ gr}}{1 \text{ L}} = \frac{100 \text{ gr}}{V}$$

$$V = \frac{100 \text{ gr} \times 1 \text{ L}}{1390 \text{ gr}}$$

$$V = 0,0719 \text{ L}$$

$$n \text{ HNO}_3 = \frac{65 \text{ gr}}{63 \text{ gr/mol}}$$

$$n \text{ HNO}_3 = 1,0318 \text{ mol}$$

$$M \text{ HNO}_3 = \frac{n}{V}$$

$$M \text{ HNO}_3 = \frac{1,0318 \text{ mol}}{0,0719 \text{ L}}$$

$$M \text{ HNO}_3 = 14,3505 \text{ M}$$

$$M_1 \times M_2 = V_1 \times V_2$$

$$14,3505 \text{ M} \times V_1 = 0,5 \text{ M} \times 500 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,5 \text{ M} \times 500 \text{ mL}}{14,3505 \text{ M}}$$

$$V_1 = 17,42 \text{ mL}$$

3. Pembuatan Larutan HNO₃ 10 % dari HNO₃ 65 %

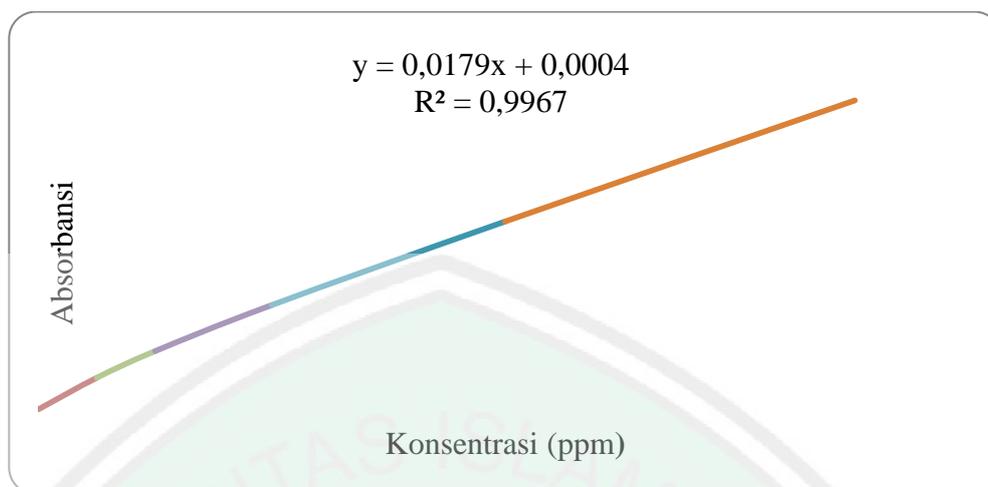
$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$65 \% \times V_1 = 10 \% \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{10 \times 100 \text{ mL}}{65}$$

$$V_1 = 15,385 \text{ mL}$$

4. Hasil Uji Linieritas dan Sensitivitas



5. Hasil Uji LOD dan LOQ

Sampel	Konsentrasi (ppm)	y	\hat{y}	(y - \hat{y})	(y - \hat{y}) ²
Blanko	0,0	-0,0004	-0,0004	0,0000	0,00000000
Standar 1	0,1	0,0022	0,0013	0,0009	0,00000081
Standar 2	0,2	0,0044	0,0031	0,0013	0,00000169
Standar 3	0,4	0,0082	0,0067	0,0015	0,00000225
Standar 4	0,8	0,0151	0,0139	0,0012	0,00000144
Standar 5	1,4	0,0251	0,0246	0,0005	0,00000025
JUMLAH					0,00000644
SD x/y					0,00113137
LOD					0,18940345
LOQ					0,63134486

y = Absorbansi

\hat{y} = "y" yang diregresikan pada garis regresi

SD x/y = Standar Deviasi x/y

LOD = limit deteksi (parameter uji batas terkecil yang dimiliki oleh suatu alat atau instrument)

LOQ = limit kuantitas (konsentrasi atau jumlah terendah dari analit yang masih dapat ditentukan dan memenuhi kriteria akurasi dan presisi)

6. Hasil Uji Akurasi

a. 0,1 ppm

$$y = 0,0179x + 0,0004$$

$$0,0022 = 0,0179x + 0,0004$$

$$0,0022 - 0,0004 = 0,0179x$$

$$x = 0,1005 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \% \text{Recovery} &= \frac{0,1005 \text{ ppm}}{0,1 \text{ ppm}} \times 100\% \\ &= 100,558\% \end{aligned}$$

b. 0,2 ppm

$$y = 0,0179x + 0,0004$$

$$0,0044 = 0,0179x + 0,0004$$

$$0,0044 - 0,0004 = 0,0179x$$

$$x = 0,2234 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \% \text{Recovery} &= \frac{0,2234 \text{ ppm}}{0,2 \text{ ppm}} \times 100\% \\ &= 111,731\% \end{aligned}$$

c. 0,4 ppm

$$y = 0,0179x + 0,0004$$

$$0,0082 = 0,0179x + 0,0004$$

$$0,0082 - 0,0004 = 0,0179x$$

$$x = 0,4357 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \% \text{Recovery} &= \frac{0,4357 \text{ ppm}}{0,4 \text{ ppm}} \times 100\% \\ &= 108,938\% \end{aligned}$$

d. 0,8 ppm

$$y = 0,0179x + 0,0004$$

$$0,0151 = 0,0179x + 0,0004$$

$$0,0151 - 0,0004 = 0,0179x$$

$$x = 0,8212 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \% \text{Recovery} &= \frac{0,8212 \text{ ppm}}{0,8 \text{ ppm}} \times 100\% \\ &= 102,653\% \end{aligned}$$

e. 1,4 ppm

$$\begin{aligned}
 y &= 0,0179x + 0,0004 \\
 0,0251 &= 0,0179x + 0,0004 \\
 0,0251 - 0,0004 &= 0,0179x \\
 x &= 1,3798 \text{ ppm} \\
 \% \text{Recovery} &= \frac{1,3798 \text{ ppm}}{1,4 \text{ ppm}} \times 100\% \\
 &= 98,563\%
 \end{aligned}$$

7. Perhitungan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Pada Hasil Destruksi Sampel Ikan Mujair Menggunakan Microwave

a. Kadar Yang Terbaca Instrumen

Titik Sampling	Kadar Logam Timbal (Pb) mg/L		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
Stasiun 1	0,188	0,215	0,231
Stasiun 2	0,221	0,231	0,242
Stasiun 3	0,235	0,242	0,250
Stasiun 4	0,236	0,253	0,260
Stasiun 5	0,232	0,250	0,256
Stasiun 6	0,242	0,259	0,260
Stasiun 7	0,260	0,273	0,281

b. Kadar Sebenarnya

Titik Sampling	Kadar Logam Timbal (Pb) mg/kg		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
Stasiun 1	3,008	3,44	3,696
Stasiun 2	3,536	3,776	4
Stasiun 3	3,696	3,76	3,872
Stasiun 4	3,712	4,144	4,16
Stasiun 5	3,696	4,048	4,096

Stasiun 6	3,872	4	4,368
Stasiun 7	4,16	4,368	4,496

➤ **Perhitungan Kadar Logam Timbal (Pb)**

$$K_s = (K.instrumen \times V.sampel) / m.sampel$$

$$A1 = \frac{(0,188 \frac{mg}{L}) \times 8 \times 10^{-3} L}{0,5 \times 10^{-3} kg}$$

$$= 3,008 mg/Kg$$

$$A2 = \frac{(0,215 \frac{mg}{L}) \times 8 \times 10^{-3} L}{0,5 \times 10^{-3} kg}$$

$$= 3,44 mg/Kg$$

$$A3 = \frac{(0,231 \frac{mg}{L}) \times 8 \times 10^{-3} L}{0,5 \times 10^{-3} kg}$$

$$= 3,696 mg/Kg$$

$$B1 = \frac{(0,221 \frac{mg}{L}) \times 8 \times 10^{-3} L}{0,5 \times 10^{-3} kg}$$

$$= 3,536 mg/Kg$$

$$B2 = \frac{(0,231 \frac{mg}{L}) \times 8 \times 10^{-3} L}{0,5 \times 10^{-3} kg}$$

$$= 3,696 mg/Kg$$

$$B3 = \frac{(0,242 \frac{mg}{L}) \times 8 \times 10^{-3} L}{0,5 \times 10^{-3} kg}$$

$$= 3,872 mg/Kg$$

$$C1 = \frac{(0,235 \frac{mg}{L}) \times 8 \times 10^{-3} L}{0,5 \times 10^{-3} kg}$$

$$= 3,76 mg/Kg$$

$$C2 = \frac{(0,242 \frac{mg}{L}) \times 8 \times 10^{-3} L}{0,5 \times 10^{-3} kg}$$

$$= 3,872 mg/Kg$$

$$C3 = \frac{(0,250 \frac{mg}{L}) \times 8 \times 10^{-3} L}{0,5 \times 10^{-3} kg}$$

$$= 4 mg/Kg$$

$$D1 = \frac{(0,236 \frac{mg}{L}) \times 8 \times 10^{-3} L}{0,5 \times 10^{-3} kg}$$

$$= 3,776 mg/Kg$$

$$D2 = \frac{\left(0,253 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{kg}}$$

$$= 4,048 \text{ mg/Kg}$$

$$D3 = \frac{\left(0,260 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{kg}}$$

$$= 4,16 \text{ mg/Kg}$$

$$E1 = \frac{\left(0,232 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{kg}}$$

$$= 3,712 \text{ mg/Kg}$$

$$E2 = \frac{\left(0,250 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{kg}}$$

$$= 4 \text{ mg/Kg}$$

$$E3 = \frac{\left(0,256 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{kg}}$$

$$= 4,096 \text{ mg/Kg}$$

$$F1 = \frac{\left(0,242 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{kg}}$$

$$= 3,872 \text{ mg/Kg}$$

$$F2 = \frac{\left(0,259 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{kg}}$$

$$= 4,144 \text{ mg/Kg}$$

$$F3 = \frac{\left(0,260 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{kg}}$$

$$= 4,16 \text{ mg/Kg}$$

$$G1 = \frac{\left(0,260 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{kg}}$$

$$= 4,16 \text{ mg/Kg}$$

$$G2 = \frac{\left(0,273 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{kg}}$$

$$= 4,368 \text{ mg/Kg}$$

$$G3 = \frac{\left(0,281 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{kg}}$$

$$= 4,496 \text{ mg/Kg}$$

8. Perhitungan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Pada Hasil Destruksi Ikan Mujair Menggunakan Refluks

a. Kadar Yang Terbaca Instrumen

Titik Sampling	Kadar Logam Timbal (Pb) mg/L		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
Stasiun 1	0,061	0,067	0,092
Stasiun 2	0,055	0,078	0,143
Stasiun 3	0,127	0,134	0,165
Stasiun 4	0,124	0,153	0,180
Stasiun 5	0,122	0,152	0,164
Stasiun 6	0,136	0,157	0,212
Stasiun 7	0,173	0,176	0,195

b. Kadar Sebenarnya

Titik Sampling	Kadar Logam Timbal (Pb) mg/kg		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
Stasiun 1	0,976	1,072	1,472
Stasiun 2	0,88	1,248	2,288
Stasiun 3	2,032	2,144	2,64
Stasiun 4	1,984	2,448	2,88
Stasiun 5	1,952	2,432	2,624
Stasiun 6	2,176	2,512	3,392
Stasiun 7	2,768	2,816	3,12

➤ **Perhitungan Kadar Logam Timbal (Pb)**

$$Ks = (K.instrumen \times V.sampel) / m.sampel$$

$$A1 = \frac{\left(0,061 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{kg}}$$

$$= 0,976 \text{ mg/Kg}$$

$$A2 = \frac{\left(0,067 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{kg}}$$

$$= 1,072 \text{ mg/Kg}$$

$$A3 = \frac{\left(0,092 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{kg}}$$

$$= 1,472 \text{ mg/Kg}$$

$$B1 = \frac{\left(0,055 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{kg}}$$

$$= 0,88 \text{ mg/Kg}$$

$$B2 = \frac{\left(0,078 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{kg}}$$

$$= 1,248 \text{ mg/Kg}$$

$$B3 = \frac{\left(0,143 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{kg}}$$

$$= 2,288 \text{ mg/Kg}$$

$$C1 = \frac{\left(0,127 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{kg}}$$

$$= 2,032 \text{ mg/Kg}$$

$$C2 = \frac{\left(0,134 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{kg}}$$

$$= 2,144 \text{ mg/Kg}$$

$$C3 = \frac{\left(0,165 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{kg}}$$

$$= 2,64 \text{ mg/Kg}$$

$$D1 = \frac{\left(0,124 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$= 1,984 \text{ mg/Kg}$$

$$D2 = \frac{\left(0,153 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$= 2,448 \text{ mg/Kg}$$

$$D3 = \frac{\left(0,180 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$= 2,88 \text{ mg/Kg}$$

$$E1 = \frac{\left(0,122 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$= 1,952 \text{ mg/Kg}$$

$$E2 = \frac{\left(0,152 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$= 2,432 \text{ mg/Kg}$$

$$E3 = \frac{\left(0,164 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$= 2,624 \text{ mg/Kg}$$

$$F1 = \frac{\left(0,136 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$= 2,176 \text{ mg/Kg}$$

$$F2 = \frac{\left(0,157 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$= 2,512 \text{ mg/Kg}$$

$$F3 = \frac{\left(0,212 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$= 3,392 \text{ mg/Kg}$$

$$G1 = \frac{\left(0,173 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$= 2,768 \text{ mg/Kg}$$

$$G2 = \frac{\left(0,176 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$= 2,816 \text{ mg/Kg}$$

$$G3 = \frac{\left(0,195 \frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 8 \times 10^{-3} \text{L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{ kg}}$$

$$= 3,12 \text{ mg/Kg}$$

9. Hasil Uji One Way Anova (Microwave)

```
>Warning # 849 in column 23. Text: in_ID
>The LOCALE subcommand of the SET command has an invalid parameter. It could
>not be mapped to a valid backend locale.
ONEWAY VAR00002 BY VAR00001
  /STATISTICS DESCRIPTIVES
  /MISSING ANALYSIS
  /POSTHOC=DUKEY LSD BONFERRONI ALPHA(0.01).
```

→ Oneway

[DataSet0]

Descriptives

Kadar

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	3	,22	,014	,008	,18	,25	0	0
2	3	,23	,011	,006	,21	,26	0	0
3	3	,24	,008	,004	,22	,26	0	0
4	3	,25	,012	,007	,22	,28	0	0
5	3	,25	,012	,007	,21	,28	0	0
6	3	,25	,010	,006	,23	,28	0	0
7	3	,27	,011	,006	,25	,30	0	0
Total	21	,24	,019	,004	,24	,25	0	0

ANOVA

Kadar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,005	6	,001	7,120	,001
Within Groups	,002	14	,000		
Total	,007	20			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kadar

	(I) Titik Sampling	(J) Titik Sampling	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	99% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	1	2	-,015	,009	,666	-,05	,02
		3	-,026	,009	,137	-,07	,01
		4	-,033	,009	,034	-,07	,01
		5	-,030	,009	,070	-,07	,01
		6	-,037	,009	,016	-,08	,00
		7	-,055*	,009	,001	-,09	-,02
		2	1	,015	,009	,666	-,02
	3		-,011	,009	,884	-,05	,03
	4		-,018	,009	,458	-,06	,02
	5		-,015	,009	,687	-,05	,02
	6		-,022	,009	,256	-,06	,02
	7		-,040*	,009	,009	-,08	,00
	3		1	,026	,009	,137	-,01
		2	,011	,009	,884	-,03	,05
		4	-,007	,009	,981	-,05	,03
		5	-,004	,009	1,000	-,04	,04
		6	-,011	,009	,870	-,05	,03
		7	-,029	,009	,079	-,07	,01

4	1	,033	,009	,034	-,01	,07
	2	,018	,009	,458	-,02	,06
	3	,007	,009	,981	-,03	,05
	5	,004	,009	1,000	-,04	,04
	6	-,004	,009	,999	-,04	,04
	7	-,022	,009	,284	-,06	,02
	5	1	,030	,009	,070	-,01
2		,015	,009	,687	-,02	,05
3		,004	,009	1,000	-,04	,04
4		-,004	,009	1,000	-,04	,04
6		-,008	,009	,977	-,05	,03
7		-,025	,009	,154	-,06	,01
6		1	,037	,009	,016	-,00
	2	,022	,009	,256	-,02	,06
	3	,011	,009	,870	-,03	,05
	4	,004	,009	,999	-,04	,04
	5	,008	,009	,977	-,03	,05
	7	-,018	,009	,498	-,06	,02
	7	1	,055*	,009	,001	,02
2		,040*	,009	,009	,00	,08
3		,029	,009	,079	-,01	,07
4		,022	,009	,284	-,02	,06
5		,025	,009	,154	-,01	,06
6		,018	,009	,498	-,02	,06

LSD	1	2	-,015	,009	,125	-,04	,01
		3	-,026	,009	,013	-,05	,00
		4	-,033*	,009	,003	-,06	-,01
		5	-,030*	,009	,006	-,06	,00
		6	-,037*	,009	,001	-,06	-,01
		7	-,055*	,009	,000	-,08	-,03
		2	1	,015	,009	,125	-,01
	3		-,011	,009	,251	-,04	,02
	4		-,018	,009	,066	-,05	,01
	5		-,015	,009	,133	-,04	,01
	6		-,022	,009	,029	-,05	,01
	7		-,040*	,009	,001	-,07	-,01
	3		1	,026	,009	,013	-,00
		2	,011	,009	,251	-,02	,04
		4	-,007	,009	,438	-,03	,02
		5	-,004	,009	,696	-,03	,02
		6	-,011	,009	,238	-,04	,02
		7	-,029*	,009	,007	-,06	,00
		4	1	,033*	,009	,003	,01
	2		,018	,009	,066	-,01	,05
	3		,007	,009	,438	-,02	,03
	5		,004	,009	,696	-,02	,03
	6		-,004	,009	,670	-,03	,02
	7		-,022	,009	,033	-,05	,01

		1	,030*	,009	,006	,00	,06
		2	,015	,009	,133	-,01	,04
		3	,004	,009	,696	-,02	,03
	5	4	-,004	,009	,696	-,03	,02
		6	-,008	,009	,418	-,04	,02
		7	-,025	,009	,015	-,05	,00
		1	,037*	,009	,001	,01	,06
		2	,022	,009	,029	-,01	,05
		3	,011	,009	,238	-,02	,04
	6	4	,004	,009	,670	-,02	,03
		5	,008	,009	,418	-,02	,04
		7	-,018	,009	,075	-,05	,01
		1	,055*	,009	,000	-,03	,08
		2	,040*	,009	,001	,01	,07
		3	,029*	,009	,007	,00	,06
		4	,022	,009	,033	-,01	,05
		5	,025	,009	,015	,00	,05
	7	6	,018	,009	,075	-,01	,05
		2	-,015	,009	1,000	-,06	,03
		3	-,026	,009	,281	-,07	,02
		4	-,033	,009	,058	-,07	,01
		5	-,030	,009	,128	-,07	,01
		6	-,037	,009	,024	-,08	,00
		7	-,055*	,009	,001	-,10	-,01
Bonferroni	1						

	2	1	,015	,009	1,000	-,03	,06
		3	-,011	,009	1,000	-,05	,03
		4	-,018	,009	1,000	-,06	,02
		5	-,015	,009	1,000	-,06	,03
		6	-,022	,009	,612	-,06	,02
		7	-,040	,009	,014	-,08	,00
		3	1	,026	,009	,281	-,02
	2		,011	,009	1,000	-,03	,05
	4		-,007	,009	1,000	-,05	,03
	5		-,004	,009	1,000	-,05	,04
	6		-,011	,009	1,000	-,05	,03
	7		-,029	,009	,147	-,07	,01
	4		1	,033	,009	,058	-,01
		2	,018	,009	1,000	-,02	,06
		3	,007	,009	1,000	-,03	,05
		5	,004	,009	1,000	-,04	,05
		6	-,004	,009	1,000	-,05	,04
		7	-,022	,009	,703	-,06	,02
		5	1	,030	,009	,128	-,01
	2		,015	,009	1,000	-,03	,06
	3		,004	,009	1,000	-,04	,05
4	-,004		,009	1,000	-,05	,04	
6	-,008		,009	1,000	-,05	,03	
7	-,025		,009	,325	-,07	,02	

6	1	,037	,009	,024	,00	,08
	2	,022	,009	,612	-,02	,06
	3	,011	,009	1,000	-,03	,05
	4	,004	,009	1,000	-,04	,05
	5	,008	,009	1,000	-,03	,05
	7	-,018	,009	1,000	-,06	,02
	7	1	,055*	,009	,001	,01
2		,040	,009	,014	,00	,08
3		,029	,009	,147	-,01	,07
4		,022	,009	,703	-,02	,06
5		,025	,009	,325	-,02	,07
6		,018	,009	1,000	-,02	,06

*. The mean difference is significant at the 0.01 level.

Homogeneous Subsets

Kadar

Titik Sampling	N	Subset for alpha = 0.01	
		1	2
Tukey HSD ^a 1	3	,22	
2	3	,23	
3	3	,24	,24
5	3	,25	,25
4	3	,25	,25
6	3	,25	,25
7	3		,27
Sig.		,016	,079

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

10. Hasil Uji One Way Anova (Refluks)

```
>Warning # 849 in column 23. Text: in_ID
>The LOCALE subcommand of the SET command has an invalid parameter. It could
>not be mapped to a valid backend locale.
ONEWAY VAR00002 BY VAR00001
  /STATISTICS DESCRIPTIVES
  /MISSING ANALYSIS
  /POSTHOC=TUKEY LSD BONFERRONI ALPHA(0.01).
```

➤ Oneway

[DataSet0]

Descriptives

Kadar

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	3	,07	,016	,009	,03	,11	0	0
2	3	,09	,046	,026	-,02	,21	0	0
3	3	,14	,020	,012	,09	,19	0	0
4	3	,15	,028	,016	,08	,22	0	0
5	3	,15	,022	,012	,09	,20	0	0
6	3	,17	,039	,023	,07	,27	0	0
7	3	,18	,012	,007	,15	,21	0	0
Total	21	,14	,044	,010	,12	,16	0	0

ANOVA

Kadar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,028	6	,005	5,753	,003
Within Groups	,011	14	,001		
Total	,039	20			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kadar

	(I) Titik Sampling	(J) Titik Sampling	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	99% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	1	2	-,019	,023	,981	-,12	,08
		3	-,069	,023	,112	-,17	,03
		4	-,079	,023	,052	-,18	,02
		5	-,073	,023	,084	-,17	,03
		6	-,095	,023	,015	-,20	,01
		7	-,108*	,023	,005	-,21	-,01
		2	1	,019	,023	,981	-,08
	3		-,050	,023	,379	-,15	,05
	4		-,060	,023	,201	-,16	,04
	5		-,054	,023	,301	-,15	,05
	6		-,076	,023	,064	-,18	,02
	7		-,089	,023	,023	-,19	,01
	3	1	,069	,023	,112	-,03	,17
		2	,050	,023	,379	-,05	,15
		4	-,010	,023	,999	-,11	,09
		5	-,004	,023	1,000	-,10	,10
		6	-,026	,023	,908	-,13	,07
		7	-,039	,023	,633	-,14	,06

	4	1	,079	,023	,052	-,02	,18
		2	,060	,023	,201	-,04	,16
		3	,010	,023	,999	-,09	,11
		5	,006	,023	1,000	-,09	,11
		6	-,016	,023	,991	-,12	,08
		7	-,029	,023	,865	-,13	,07
		5	1	,073	,023	,084	-,03
	2		,054	,023	,301	-,05	,15
	3		,004	,023	1,000	-,10	,10
	4		-,006	,023	1,000	-,11	,09
	6		-,022	,023	,955	-,12	,08
	7		-,035	,023	,732	-,14	,06
	6		1	,095	,023	,015	-,01
		2	,076	,023	,064	-,02	,18
		3	,026	,023	,908	-,07	,13
		4	,016	,023	,991	-,08	,12
		5	,022	,023	,955	-,08	,12
		7	-,013	,023	,997	-,11	,09
		7	1	,108*	,023	,005	,01
	2		,089	,023	,023	-,01	,19
	3		,039	,023	,633	-,06	,14
4	,029		,023	,865	-,07	,13	
5	,035		,023	,732	-,06	,14	
6	,013		,023	,997	-,09	,11	

LSD	1	2	-,019	,023	,436	-,09	,05
		3	-,069	,023	,011	-,14	,00
		4	-,079*	,023	,004	-,15	-,01
		5	-,073*	,023	,008	-,14	,00
		6	-,095*	,023	,001	-,16	-,03
		7	-,108*	,023	,000	-,18	-,04
		2	1	,019	,023	,436	-,05
	3		-,050	,023	,050	-,12	,02
	4		-,060	,023	,021	-,13	,01
	5		-,054	,023	,036	-,12	,02
	6		-,076*	,023	,006	-,15	-,01
	7		-,089*	,023	,002	-,16	-,02
	3		1	,069	,023	,011	,00
		2	,050	,023	,050	-,02	,12
		4	-,010	,023	,664	-,08	,06
		5	-,004	,023	,866	-,07	,07
		6	-,026	,023	,277	-,10	,04
		7	-,039	,023	,113	-,11	,03
		4	1	,079*	,023	,004	,01
	2		,060	,023	,021	-,01	,13
	3		,010	,023	,664	-,06	,08
	5		,006	,023	,790	-,06	,08
	6		-,016	,023	,503	-,09	,05
	7		-,029	,023	,234	-,10	,04

		1	,073*	,023	,008	,00	,14
		2	,054	,023	,036	-,02	,12
		3	,004	,023	,866	-,07	,07
		4	-,006	,023	,790	-,08	,06
		6	-,022	,023	,354	-,09	,05
		7	-,035	,023	,152	-,10	,03
	5						
		1	,095*	,023	,001	,03	,16
		2	,076*	,023	,006	,01	,15
		3	,026	,023	,277	-,04	,10
		4	,016	,023	,503	-,05	,09
		5	,022	,023	,354	-,05	,09
		7	-,013	,023	,586	-,08	,06
	6						
		1	,108*	,023	,000	,04	,18
		2	,089*	,023	,002	,02	,16
		3	,039	,023	,113	-,03	,11
		4	,029	,023	,234	-,04	,10
		5	,035	,023	,152	-,03	,10
		6	,013	,023	,586	-,06	,08
	7						
		2	-,019	,023	1,000	-,12	,09
		3	-,069	,023	,222	-,17	,04
		4	-,079	,023	,092	-,18	,03
		5	-,073	,023	,158	-,18	,03
		6	-,095	,023	,024	-,20	,01
		7	-,108*	,023	,008	-,21	,00
Bonferroni	1						

	2	1	,019	,023	1,000	-,09	,12
		3	-,050	,023	1,000	-,16	,06
		4	-,060	,023	,449	-,17	,05
		5	-,054	,023	,758	-,16	,05
		6	-,076	,023	,116	-,18	,03
		7	-,089	,023	,038	-,19	,02
	3	1	,069	,023	,222	-,04	,17
		2	,050	,023	1,000	-,06	,16
		4	-,010	,023	1,000	-,12	,10
		5	-,004	,023	1,000	-,11	,10
		6	-,026	,023	1,000	-,13	,08
		7	-,039	,023	1,000	-,14	,07
	4	1	,079	,023	,092	-,03	,18
		2	,060	,023	,449	-,05	,17
		3	,010	,023	1,000	-,10	,12
		5	,006	,023	1,000	-,10	,11
		6	-,016	,023	1,000	-,12	,09
		7	-,029	,023	1,000	-,13	,08
	5	1	,073	,023	,158	-,03	,18
		2	,054	,023	,758	-,05	,16
		3	,004	,023	1,000	-,10	,11
4		-,006	,023	1,000	-,11	,10	
6		-,022	,023	1,000	-,13	,08	
7		-,035	,023	1,000	-,14	,07	

6	1	,095	,023	,024	-,01	,20
	2	,076	,023	,116	-,03	,18
	3	,026	,023	1,000	-,08	,13
	4	,016	,023	1,000	-,09	,12
	5	,022	,023	1,000	-,08	,13
	7	-,013	,023	1,000	-,12	,09
	7	1	,108*	,023	,008	,00
2		,089	,023	,038	-,02	,19
3		,039	,023	1,000	-,07	,14
4		,029	,023	1,000	-,08	,13
5		,035	,023	1,000	-,07	,14
6		,013	,023	1,000	-,09	,12

*. The mean difference is significant at the 0.01 level.

Homogeneous Subsets

Kadar

Titik Sampling	N	Subset for alpha = 0.01	
		1	2
Tukey HSD ^a			
1	3	,07	
2	3	,09	,09
3	3	,14	,14
5	3	,15	,15
4	3	,15	,15
6	3	,17	,17
7	3		,18
Sig.		,015	,023

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

LAMPIRAN

Lampiran 4: Dokumentasi

1. Sungai Lesti



Gambar 1. Sungai Lesti

2. Limbah industri



Gambar 2. Perairan yang terkontaminasi limbah industri