

**ANALISIS KADAR LOGAM CADMIUM (Cd) TOTAL PADA IKAN NILA
DI WADUK WADASLINTANG MENGGUNAKAN DESTRUKSI BASAH
TERBUKA SECARA SPEKTROSKOPI SERAPAN ATOM (SSA)**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

Mencapai derajat sarjana S-1

Program Studi Kimia



Oleh:

Anggita Fahma Syahida

19106030024

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2023



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1734/Un.02/DST/PP.00.9/07/2023

Tugas Akhir dengan judul : Analisis Kadar Logam Cadmium (Cd) Total pada Ikan Nila di Waduk Wadaslintang menggunakan Destruksi Basah Terbuka Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ANGGITA FAHMA SYAHIDA
Nomor Induk Mahasiswa : 19106030024
Telah diujikan pada : Kamis, 22 Juni 2023
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Khamidinal, S.Si., M.Si
SIGNED

Valid ID: 64b4c4aa86e8b



Penguji I

Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 64b4ac1b1fc56



Penguji II

Sudarlin, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 64a67f8ede1ed



Yogyakarta, 22 Juni 2023
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 64b9179da1b51



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Anggita Fahma Syahida

NIM : 19106030024

Judul Skripsi : Analisis Kadar Logam Cadmium (Cd) Total pada Ikan Nila di Waduk Wadaslintang Menggunakan Destruksi Basah Terbuka secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 14 Juli 2023

Pembimbing

Khamidinal, S. Si., M. Si.

NIP: 19691104 200003 1 002



NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Anggita Fahma Syahida
NIM : 19106030024
Judul Skripsi. : Analisis Kadar Logam Cadmium (Cd) Total pada Ikan Nila di Waduk Wadaslintang Menggunakan Destruksi Basah Terbuka secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 17 Juli 2023
Konsultan

Dr. Susy Yunita Prabawati, M. Si
NIP. 18769621 199903 2 005



NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Anggita Fahma Syahida

NIM : 19106030024

Judul Skripsi. : Analisis Kadar Logam Cadmium (Cd) Total pada Ikan Nila di Waduk Wadaslintang Menggunakan Destruksi Basah Terbuka secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 17 Juli 2023

Konsultan

Sudarlin, M. Si

NIP. 19850611 201503 1 002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI


Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Anggita Fahma Syahida
NIM : 19106030024
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Analisis Kadar Logam Cadmium (Cd) Total pada Ikan Nila di Waduk Wadaslintang Menggunakan Destruksi Basah Terbuka Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA)**” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 15 Mei 2023




Anggita Fahma Syahida
NIM. 19106030024

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

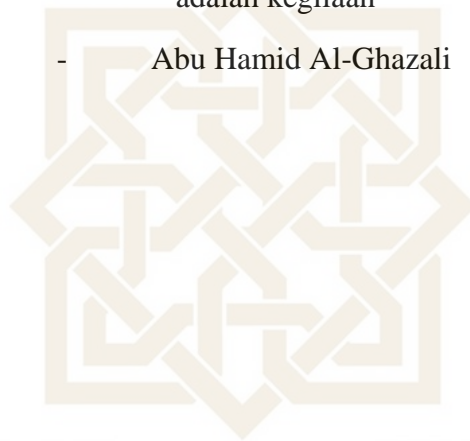
MOTTO

“Perjalanan seribu batu bermula dari satu langkah”

- Lao Tze -

“Pengetahuan tanpa tindakan adalah sia-sia, dan tindakan tanpa pengetahuan adalah kegilaan”

- Abu Hamid Al-Ghazali -



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim.

Karya tulis ini penulis persembahkan untuk almamater tercinta, program studi
Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta



KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warrahmatullahi Wabarokatuh

Bismillahirrahmanirrahim.

Alhamdulillahirabbil'amin, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberi kesempatan dan kekuatan sehingga skripsi yang berjudul “Analisis Kadar Cadmium (Cd) Total pada Ikan Nila di Waduk Wadaslintang Menggunakan Destruksi Basah Terbuka secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA)” ini dapat diselesaikan sebagai salah satu persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia.

Penulis menyadari bahwa skripsi masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap dapat belajar lebih banyak lagi dalam mengimplementasikan ilmu yang didapatkan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dorongan, semangat, dan ide-ide kreatif sehingga tahap demi tahap penulisan skripsi ini telah selesai. Ucapan terima kasih tersebut secara khusus disampaikan kepada:

1. Ibu Dr. Hj. Khurul Wardati, M. Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Imelda Fajriati M. Si. selaku Ketua Program Studi Kimia dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama studi.
3. Bapak Khamidinal S. Si., M. Si. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang secara ikhlas dan sabar meluangkan waktu untuk mengarahkan, membimbing, dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Sri Purwahyudi S. Si selaku Analis Laboratorium Lingkungan Kabupaten Kebumen yang telah sabar meluangkan waktu untuk mengarahkan dan membimbing dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Ibu Yuni Indyastuti S. Si., Mba Novita Wulandari S. T., dan Mas Fatih Ainaya Al-Hidayat S. T selaku Analis Laboratorium Lingkungan Kabupaten Kebumen yang telah memotivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
6. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat.

7. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan doa, memberikan motivasi, dukungan secara moral maupun materil, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dan menyelesaikan pendidikan hingga strata satu.
8. Kakak yang selalu memberikan doa dan semangat.
9. Mahasiswa dengan NIM 135200092 yang telah memberikan doa, semangat dan kebersamai penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Siti Rohmatin, Mba April, dan teman-teman Program Studi Kimia 2019 yang telah kebersamai sejak semester awal.
11. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu atas bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga Allah SWT memberikan limpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuannya selama penelitian dan penulisan skripsi ini. Demi kesempurnaan skripsi ini, kritik dan saran sangat penulis harapkan. Penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan secara umum dan kimia secara khusus.

Wassalamu'alaikum Warahmatullohi Wabarokatuh

Yogyakarta, 01 Juni 2023

Penulis

Anggita Fahma Syahida

191060030024

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN SKRPSI/TUGAS AKHIR	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
NOTA DINAS KONSULTASI	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vi
MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAK.....	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Batasan Masalah	6
C. Rumusan Masalah.....	6
D. Tujuan Penelitian	7
E. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	8
A. Tinjauan Pustaka.....	8
B. Landasan Teori	13
1. Logam Berat.....	13
2. Ikan Nila.....	16
3. Metode Destruksi	18
4. Spektrofotometer Serapan Atom.....	20
5. Validasi Metode Analisis	25
C. Kerangka Berfikir dan Hipotesis Penelitian	27
BAB III METODE PENELITIAN.....	30
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	30
B. Alat-Alat Penelitian	30
C. Bahan-Bahan Penelitian.....	30
D. Cara Kerja Penelitian.....	30
1. Pengambilan dan Pengawetan Sampel.....	31
2. Preparasi Sampel.....	31
3. Pengaturan Perangkat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).....	32
4. Pembuatan Kurva Standar Kadmium (Cd)	32
5. Uji Kadar Kadmium (Cd) Sampel Ikan Nila Variasi Larutan Pendestruksi.....	33
6. Uji Kadar Kadmium (Cd) Sampel Ikan Nila Variasi Konsentrasi Larutan Pendestruksi	33
7. Uji Kadar Kadmium (Cd) Sampel Ikan Nila Variasi Suhu Destruksi	34
8. Uji Kadar Kadmium (Cd) Sampel Ikan Nila pada Kondisi Optimum....	34
9. Validasi Metode	35

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
A. Pengambilan Sampel	37
B. Pembuatan Kurva Standar Kadmium (Cd)	38
C. Uji Kadar Kadmium (Cd) Sampel Ikan Nila Variasi Larutan Pendestruksi	41
D. Uji Kadar Kadmium (Cd) Sampel Ikan Nila Variasi Konsentrasi Larutan Pendestruksi	48
E. Uji Kadar Kadmium (Cd) Sampel Ikan Nila Variasi Suhu Destruksi	51
F. Analisis Kadar Logam Kadmium (Cd) Sampel Ikan Nila	54
G. Uji Akurasi (% <i>Recovery</i>)	54
H. Uji Presisi (%RSD)	56
BAB V PENUTUP	58
A. Kesimpulan	58
B. Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	16
Gambar 2. 2 Alat Spektroskopi Serapan Atom.....	20
Gambar 2. 3 Tahapan atomisasi pada SSA (Anshori dan Jamaludin, 2005)	21
Gambar 2. 4 Instrumentasi Spektrofotometri Serapan Atom.....	22
Gambar 4. 1 Kurva Standar Logam Kadmium (Cd).....	40
Gambar 4. 2 Variasi Larutan Pendestruksi	44
Gambar 4. 3 Variasi Konsentrasi Larutan Pendestruksi	50
Gambar 4. 4 Variasi Suhu Destruksi.....	53



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Batas Maksimum Cemaran Kadmium (Cd) dalam Pangan Menurut SNI No. 7387: 2009	15
Tabel 4. 1 Kadar Logam Kadmium (Cd) pada Ikan Nila.....	54
Tabel 4. 2 Hasil Uji Presisi Kadar Kadmium (Cd) pada Sampel Ikan Nila.....	57



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Pembuatan Larutan Standar Kadmium (Cd)	65
Lampiran 2. Hasil Pembacaan Larutan Standar Kadmium (Cd).....	66
Lampiran 3. Perhitungan Kadar Logam Sebenarnya	66
Lampiran 4. Hasil Uji Kadar Kadmium (Cd) Sampel Ikan Nila Variasi Larutan Pendestruksi	71
Lampiran 5. Hasil Uji Kadar Kadmium (Cd) Sampel Ikan Nila Variasi Konsentrasi Larutan Pendestruksi.....	72
Lampiran 6. Hasil Uji Kadar Kadmium (Cd) Sampel Ikan Nila Variasi Suhu Destruksi	74
Lampiran 7. Hasil Pembacaan Certificate Reference Material (CRM)	76
Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian.....	76

ABSTRAK

ANALISIS KADAR LOGAM CADMIUM (Cd) TOTAL PADA IKAN NILA DI WADUK WADASLINTANG MENGGUNAKAN DESTRUKSI BASAH TERBUKA SECARA SPEKTROSKOPI SERAPAN ATOM (SSA)

Oleh:

Anggita Fahma Syahida
19106030024

Pembimbing: Khamidinal, S.Si., M.Si.

Penelitian analisis kadar logam kadmium (Cd) total pada ikan nila di Waduk Wadaslintang menggunakan destruksi basah terbuka secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA) telah dilaksanakan. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis proses metode destruksi basah terbuka dengan variasi larutan pendestruksi, dan variasi konsentrasi larutan destruksi dalam analisis kadar Cd pada ikan nila dengan Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Tujuan lainnya yaitu untuk menganalisis kualitas kadar logam kadmium (Cd) pada ikan nila menurut SNI 7378: 2009 Batas Maksimum Cemaran Logam pada Pangan kategori Ikan juga Hasil Olahannya.

Jenis penelitian adalah *experimental laboratory* meliputi tahapan yaitu sampel ikan nila dilakukan destruksi basah terbuka (*hotplate*) dengan variasi larutan destruksi HNO₃ dan H₂O₂ (1:1); HNO₃ dan HClO₄ (1:1). Variasi larutan destruksi terbaik digunakan untuk mendestruksi sampel dengan menggunakan variasi konsentrasi larutan destruksi yaitu 2M, 4M, dan 6M. Variasi larutan dan konsentrasi larutan destruksi terbaik digunakan untuk mendestruksi sampel dengan menggunakan variasi suhu destruksi 90° C; 100° C; 110° C; dan 120° C. Sampel ikan nila didestruksi dengan variasi terbaik kemudian hasil destruksi diukur kadarnya menggunakan instrumen Spektrofotometer Serapan atom (SSA) dan didapatkan hasil kadar kadmium (Cd) sampel ikan nila.

Hasil penelitian menyatakan sampel ikan nila didestruksi menggunakan metode destruksi terbuka (*hotplate*) dengan variasi larutan pendestruksi terbaik yaitu HNO₃ dan HClO₄ (1:1), variasi konsentrasi larutan pendestruksi terbaik adalah 2M, dan variasi suhu destruksi terbaik adalah suhu 110°C. Kadar logam kadmium (Cd) pada sampel ikan nila yang terdapat di Waduk Wadaslintang ialah 0,6973 mg/kg. Hasil tersebut diperkuat dengan uji presisi yaitu untuk *repeatability* %RSD ≤ 0,5 x CV Horwitz dihasilkan 5,30 ≤ 12,35 dan untuk *reproducibility* %RSD ≤ 0,5 x CV Horwitz dihasilkan 5,30 ≤ 16,55 yang mana uji presisi telah memenuhi syarat. Kualitas kadar logam kadmium (Cd) pada ikan nila melebihi batas maksimum cemaran kadmium (Cd) dalam pangan menurut SNI No. 7387: 2009 Batas Maksimum Cemaran Logam pada Pangan kategori Ikan dan Hasil Olahannya yaitu 0,1 mg/kg.

Kata Kunci: Ikan Nila, Kadmium (Cd), Destruksi Basah Terbuka, Larutan Destruksi, Suhu

ABSTRACT

ANALYSIS OF TOTAL CADMIUM (Cd) METAL LEVELS IN TILAPIA IN WADASLINTANG RESERVOIR USING OPEN WET DESTRUCTION BY ATOMIC ABSORPTION SPECTROSCOPY (SSA)

by:

Anggita Fahma Shahida
19106030024

Supervisor: Khamidinal, S.Si., M.Si.

Research on the analysis of total cadmium (Cd) metal levels in tilapia in Wadaslintang Reservoir using open wet destruction by Atomic Absorption Spectroscopy (SSA) has been carried out. The purpose of this study was to analyze the process of open wet destruction method with variations in destruction solution, and variations in the concentration of destruction solution in the analysis of Cd levels in tilapia by Atomic Absorption Spectroscopy (SSA). Another goal is to analyze the quality of cadmium (Cd) metal levels in tilapia according to SNI 7378: 2009 Maximum Limit of Metal Contamination in the Food category Fish as well as Processed Products.

This type of research is carried out in *an experimental laboratory* including the stages, namely tilapia samples carried out in open wet destruction (*hotplate*) with variations of HNO₃ and H₂O₂ destruction solutions (1:1); HNO₃ and HClO₄ (1:1). The best destruction solution variations are used to destruct samples using variations in the concentration of the destruction solution, namely 2M, 4M, and 6M. The best variations of solution and destruction solution concentrations are used to destruct samples using destruction temperature variations of 90°C; 100°C; 110°C; and 120°C. Tilapia samples are destroyed with the best variations, and then the results of the destruction are measured using an Atomic Absorption Spectrophotometer (SSA) instrument, and the results of cadmium (Cd) levels in tilapia samples are obtained.

The results showed that tilapia samples were destruction using the open wet destruction method (*hotplate*) with the best destruction solution variations, namely HNO₃ and HClO₄ (1:1), the best destruction solution concentration variation was 2M, and the best destruction temperature variation was 110°C. The cadmium (Cd) metal levels in tilapia samples found in Wadaslintang Reservoir was 0.6973 mg/kg. These results are reinforced by precision tests, namely *for repeatability* %RSD $\leq 0.5 \times CV$ Horwitz produced $5.30 \leq 12.35$ and for *reproducibility* %RSD $\leq 0.5 \times CV$ Horwitz produced $5.30 \leq 16.55$ where the precision test has qualified. The quality of cadmium (Cd) metal levels in tilapia exceeds the maximum limit of cadmium (Cd) contamination in food according to SNI No. 7387: 2009 The Maximum Limit of Metal Contamination in Food in the Fish and Processed Products category is 0.1 mg/kg.

Keywords: tilapia, cadmium (cd), open wet destruction, destruction solution, temperature

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kualitas sungai juga makhluk hidup di dalamnya perlu diperhatikan, sebab ekosistem perairan merupakan komponen yang penting bagi manusia serta organisme lainnya (Hertika dan Putra, 2019). Perubahan seperti parameter kimia, fisika, dan biologi dapat menentukan kondisi kualitas suatu perairan. Parameter tersebut akan menunjukkan tercemarnya ekosistem perairan, sehingga akan menyebabkan dampak negatif pada kondisi kehidupan, sumber kehidupan, dan proses industri (Odum, 1971). Tingginya penduduk yang berdampak pada tingginya limbah yang dihasilkan akan menyebabkan masalah pada wilayah perairan (Hasibuan, 2016). Salah satunya ialah aktivitas industri yang dapat menyebabkan timbulnya polutan yang mengandung logam berat. Kandungan logam berat jika melebihi batasan yang ditentukan bisa terjadi tercemarnya perairan juga terkumpul dalam tubuh ikan sehingga mengakibatkan risiko kesehatan. Terlebih ketika penduduk memakan hasil dari perairan yang telah terkontaminasi. Naiknya kadar logam berat pada air dapat mengakibatkan kebutuhan logam berat di dalam tahap metabolisme beralih menjadi racun bagi kehidupan (Hutagalung, 1997).

Waduk adalah danau buatan manusia yang berfungsi sebagai penampung air untuk kebutuhan manusia. Kebutuhan manusia seperti pembangkit listrik tenaga air (PLTA), irigasi, dan lain sebagainya. Waduk Wadaslintang terletak di Desa

Sumberejo, Kecamatan Wadaslintang, Wonosobo, Jawa Tengah. Waduk Wadaslintang ini terletak di perbatasan Wonosobo dan Kebumen dan airnya mengalir di kedua wilayah tersebut. Waduk ini mengairi wilayah Purworejo dan Kebumen seluas 30.345 hektar sepanjang tahun. Selain penyuplai saluran irigasi, waduk ini juga digunakan sebagai PLTA. Kawasan sekitar Waduk Wadaslintang, masyarakat masih sering melakukan kegiatan memancing serta mengonsumsi ikan hasil pancingan tersebut. Ikan hasil pancingan juga dipasarkan ke pasar tradisional hingga supermarket. Terdapat sungai utama yang berdekatan dengan Waduk Wadaslintang yaitu Sungai Bedegolan yang airnya juga digunakan untuk kebutuhan sehari-hari oleh masyarakat sekitar. Masyarakat yang mengonsumsi ikan dari Waduk Wadaslintang atau daerah aliran sungai dekat waduk berpotensi terakumulasi logam berat serta berpotensi mengakibatkan ancaman bagi kesehatan. Ikan yang banyak di daerah Waduk Wadaslintang adalah jenis ikan nila.

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) adalah ikan jenis Tilapia. Ikan tilapia ini pertama kali ada di Indonesia pada tahun 1969, 1990, dan 1994 dari wilayah perairan lembah Sungai Nil Afrika (Yusuf, 2016). Ikan nila biasa hidup di biota air seperti dalam sungai, danau, atau waduk. Ikan ini dapat menjadi indikator dalam terjadinya pencemaran seperti logam berat. Tingginya logam berat di perairan sungai juga waduk dapat mengakibatkan pencemaran air sungai atau waduk dan dapat terakumulasi dalam tubuh ikan nila, yang nantinya akan berdampak buruk bagi kesehatan jika masyarakat sekitar memakan ikan nila dari sungai atau waduk tersebut.

Pengujian air di Waduk Wadaslintang pada 25 Oktober 2022 didapatkan hasil kadar kadmium (Cd) yaitu 0,0309 mg/L. Hasil kadar yang didapat pada pengujian air Waduk Wadaslintang melewati ambang batas yang ditetapkan menurut PP No. 22 Tahun 2021 tentang Pengendalian Pencemaran dan Pemanfaatan Kualitas Air (Kelas III) adalah 0,001 mg/L. Artinya air pada Waduk Wadaslintang tercemar logam berat kadmium (Cd) (DLHKP, 2022).

Puluhan ton ikan di Waduk Wadaslintang mengalami kematian seketika pada 26 Juli 2019. Rata-rata per karamba mendapati kematian sebanyak 95%. Kematian parah ikan ini belum diketahui pasti penyebabnya. Namun menurut penyuluh pertanian Hariyanto kematian massal ikan ini akibat perubahan iklim, dimana air di Waduk Wadaslintang mengalami penurunan hingga hampir di kisaran 50% dari total kapasitas air mengakibatkan munculnya gas amonia dari dasar waduk, serta air waduk yang keruh akibat banyaknya sampah disekitaran waduk. Kualitas air Waduk Wadaslintang juga dipertanyakan karena terdapat cairan seperti minyak sehingga mengancam pencemaran air yang meluas (Diskominfo, 2019).

Masuknya kandungan logam berat misalnya kadmium (Cd) dapat menaikkan masalah keracunan dan gangguan kesehatan masyarakat. Logam berat tidak dapat dimusnahkan di dalam tubuh makhluk hidup, sehingga logam berat dapat menjadi polutan, kemudian logam tersebut dapat terkumpul ke lingkungan dan tersebar di dalam tanah membentuk senyawa kompleks dengan zat anorganik dan organik lainnya (Rodiana, 2013).

Keberadaan logam berat yang terkumpul pada perairan juga makhluk hidupnya akan menimbulkan penelitian perihal pencemaran ini. Penelitian pada

tahun 2015 di wilayah Sungai Wakak sekitar Kendal menjelaskan kontaminasi logam berat kadmium (Cd) dalam sungai di bawah angka 0,01 mg/kg. Penelitian Haeriah (2018) tentang analisa kadar logam berat kadmium (Cd) ikan bandeng pada wilayah tambak Kecamatan Pangkajene, diperoleh hasil yaitu kadar logam berat kadmium (Cd) bagian usus sebesar 0,0665 ppm, bagian hati sebesar 0,1003 ppm, bagian ginjal sebesar 0,1071 ppm, dan juga bagian otot 0,0451 ppm.

Penelitian logam berat pada ikan juga dilakukan oleh oleh Hetty Ondang, dkk. (2019) dimana penelitian ini menganalisis kadar logam berat ikan *Decapterus sp.*, *R. kanagurta*, dan *S. crumenophthalmus* pada perairan Bitung menggunakan destruksi basah dengan campuran HNO₃ pekat dan HClO₄ pekat yang didestruksi di atas pemanas air pada suhu 60 – 70°C selama 2 – 3 jam. Hasil didapatkan kadar logam Cd pada ikan pelagis kecil di stasiun 1 adalah 1,803 mg/kg dan stasiun 2 adalah 0,341 mg/kg yang mana perairan Kampung Pisang mempunyai derajat pencemaran logam yang banyak.

Penelitian logam berat juga dilakukan oleh Aliju dan Shulhan Zhalil (2020), dimana penelitian ini menganalisa kadar logam berat Pb dan Cu pada tiga jenis ikan sarden (*Sardinella sp.*) dengan metode destruksi basah serta destruksi kering guna penentuan kadar logam Pb dan Cu secara Spektrofometri Serapan Atom (SSA). Preparasi sampel ikan sarden (*Sardinella sp.*) kaleng pada destruksi basah dengan larutan HNO₃ 65% pekat dan H₂O₂ 15% (3:1), serta destruksi kering dengan furnace pada suhu pengabuan 420°C. Hasil analisa ikan sarden (*Sardinella sp.*) kemasan kaleng dengan destruksi basah didapatkan logam Pb dan Cu lebih banyak

daripada kandungan Pb dan Cu destruksi kering. Kelemahan dari penelitian ini adalah tidak dilakukan variasi larutan destruksi.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa analisa logam berat yang paling efektif adalah dengan menggunakan metode destruksi sistem basah. Metode destruksi basah lebih baik daripada metode kering sebab lebih sedikit material yang hilang dengan suhu pengabuan sangat tinggi (Anggraeni, 2018). Penelitian Nurmayanti (2016) dan Rusnawati et al., (2018) menjelaskan destruksi basah menghasilkan kadar yang lebih baik dibanding destruksi kering. Destruksi basah mempunyai beberapa kelebihan yaitu suhu yang digunakan tidak boleh melewati titik didih larutan dan biasanya karbon lebih cepat hancur dibanding dengan metode destruksi kering. Prinsipnya pada destruksi basah ialah pemakaian asam nitrat guna mendestruksi zat organik saat suhu rendah yang bertujuan mencegah hilangnya mineral yang diakibat oleh penguapan (Priyanto, 1989).

Peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai analisis kandungan logam kadmium (Cd) pada ikan nila yang diperoleh dari Waduk Wadaslintang menggunakan metode destruksi basah. Peneliti tertarik menganalisis proses metode destruksi basah secara terbuka (*hotplate*) agar menghasilkan kadar kadmium (Cd) maksimal pada sampel ikan nila. Peneliti akan menggunakan variasi larutan pendestruksi, variasi konsentrasi larutan pendestruksi, dan variasi suhu destruksi yang selanjutnya akan dianalisis menggunakan instrumen spektrofotometri serapan atom (SSA).

Variasi larutan destruksi, variasi konsentrasi larutan destruksi, dan variasi suhu destruksi digunakan untuk membandingkan variasi terbaik yang dapat

menghasilkan kadar kadmium (Cd) maksimal dalam sampel ikan nila. Variasi larutan destruksi menggunakan HNO_3 dan H_2O_2 (1:1) ; HNO_3 dan HClO_4 (1:1), variasi konsentrasi larutan pendestruksi yaitu 2M, 4M, dan 6M, variasi suhu yang digunakan adalah 90°C ; 100°C ; 110°C ; dan 120°C . Dari variasi larutan pendestruksi, variasi konsentrasi larutan pendestruksi, dan variasi suhu destruksi dilaksanakan untuk menghasilkan kadar logam kadmium (Cd) ikan nila.

B. Batasan Masalah

- a. Ikan nila yang digunakan dalam penelitian bersumber dari Waduk Wadaslintang.
- b. Metode yang digunakan yaitu metode destruksi basah terbuka (*hotplate*).
- c. Penggunaan variasi larutan pendestruksi yaitu HNO_3 dan H_2O_2 (1:1) ; HNO_3 dan HClO_4 (1:1).
- d. Penggunaan variasi konsentrasi larutan pendestruksi yaitu 2M, 4M, dan 6M.
- e. Penggunaan variasi suhu destruksi yaitu 90°C ; 100°C ; 110°C ; dan 120°C .

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana proses variasi larutan destruksi dan variasi konsentrasi larutan destruksi dalam analisis kadar logam Cd pada ikan nila menggunakan destruksi basah terbuka secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA)?
2. Bagaimana proses variasi suhu destruksi dalam analisis kadar logam Cd pada ikan nila menggunakan destruksi basah terbuka secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA)?

3. Bagaimana kualitas kadar logam Cd pada ikan nila menurut Standar Nasional Indonesia No. 7387: 2009 Batas Maksimum Cemar Logam pada Pangan kategori Ikan dan Hasil Olahannya?

D. Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisis proses variasi larutan pendestruksi dan variasi konsentrasi larutan pendestruksi dalam analisis kadar Cd pada ikan nila menggunakan destruksi basah terbuka secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA).
2. Untuk menganalisis proses variasi suhu dalam analisis kadar Cd pada ikan nila menggunakan destruksi basah terbuka secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA).
3. Untuk menganalisis kualitas kadar logam Cd pada ikan nila berdasarkan SNI No. 7378: 2009 Batas Maksimum Cemar Logam pada Pangan kategori Ikan dan Hasil Olahannya.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yaitu memaparkan informasi seputar proses variasi larutan destruksi, variasi konsentrasi larutan destruksi, dan variasi suhu destruksi dalam analisis kadar Cd pada ikan nila memakai Spektroskopi Serapan Atom (SSA), serta memberikan informasi kepada penduduk seputar kualitas kadar logam Cd pada ikan nila berdasarkan SNI No. 7378: 2009 Batas Maksimum Cemar Logam pada Pangan kategori Ikan dan Hasil Olahannya.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian analisa kadar logam kadmium (Cd) sampel ikan nila, dapat diambil kesimpulan:

1. Proses destruksi basah terbuka (*hotplate*) menggunakan variasi larutan pendestruksi terbaik untuk mendestruksi sampel ikan nila adalah HNO₃ dan HClO₄ (1:1) dengan masing-masing larutan konsentrasinya 2M sehingga didapatkan kadar kadmium (Cd) sampel ikan nila maksimal atau tinggi.
2. Proses destruksi basah terbuka (*hotplate*) menggunakan variasi suhu destruksi mempengaruhi hasil kadar kadmium (Cd) pada ikan nila. Variasi suhu destruksi terbaik yaitu suhu 110°C sehingga didapatkan kadar kadmium (Cd) maksimal atau tertinggi.
3. Kadar kadmium (Cd) sampel ikan nila yang terdapat di Waduk Wadaslintang ialah 0,2108 mg/kg. Kualitas kadar logam kadmium (Cd) ikan nila di atas batas maksimal cemaran kadmium (Cd) pada pangan berdasarkan SNI No. 7387: 2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam pada Pangan kategori Ikan dan Hasil Olahannya yaitu 0,1 mg/kg. Ikan nila di Waduk Wadaslintang dapat dikatakan terakumulasi logam berat kadmium (Cd) dan tergolong tidak aman untuk dikonsumsi dalam jangka panjang.

B. Saran

Berdasarkan penelitian analisis kadar logam kadmium (Cd) pada ikan nila, terdapat hal yang perlu untuk diperbaiki guna pengembangan penelitian, yaitu:

1. Perlu adanya penelitian terkait dengan variasi konsentrasi larutan pendestruksi di bawah konsentrasi 2M.
2. Masyarakat dihimbau untuk menjaga kualitas perairan, sehingga perlu sosialisasi terkait pola hidup yang sehat dan baik. Harapannya masyarakat lebih peka terkait kesehatan lingkungan perairan dan tidak mencemari perairan dengan membuang limbah atau zat berbahaya ke dalam air.
3. Penting untuk menginformasikan kepada masyarakat tentang bahaya logam berat guna menngantisipasi kasus kontaminasi logam berat yang sangat merusak lingkungan, makhluk hidup, dan dapat merusak kesehatan tubuh manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Agilent Technologies. 2010. *Agilent 50/55 AA User's Guide*. Australia: Agilent Technologies, Inc.
- Anshori, A. dan Jamaludin. 2005. *Spektroskopi Serapan Atom. Materi Ajar. Staf Laboratorium Kimia Bahan Alam dan Lingkungan*. Bandung: FMIPA-Universitas Padjajaran.
- Arifin, Z. 2008. Beberapa Unsur Mineral Essensial Mikro dalam Sistem Biologi dan Metode Analisisnya. *Jurnal Litbang Pertanian*, 27(3): 99-105.
- Badran, M., A. Ismail, R. Morsy, & T. Elnimr. 2014. Critical Evaluating of Five Digestion Methods Using ICP-MS. *Journal of Pharmaceutical and Scientific Innovation*, 3(1): 30-34.
- Budianto, A. 2017. Analisis Kandungan Timbal (Pb) pada Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea Aquatic Forrsk*) di Sungai Lesti Kabupaten Malang dengan Variasi Metode Basah Tertutup menggunakan Spektrokopi Serapan Atom. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Maulana Malik Ibrahim: Malang.
- Bhirawa. 2020. Proses Pengolahan Data dari Model Persamaan Regresi dengan Menggunakan Statistical Product and Service Solution (SPSS). *Jurnal Uiversitas Surya Darma*.
- Bizzi, C. A., Flores, E. M. M., Barin, J. S., Garcia, E. E., & Nobrega, J. A. 2011. Understanding The Proccess of Microwave Assisted Digestion Combining Diluted Nitric Acid and Oxygen as Auxiliary Reagent. *Microchemichal Journal*. 99(2): 193-196.
- BPOM RI. 2010. *Mengenal Logam Beracun*. Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan RI, Direktorat Pengawasan Produk dan Bahan Berbahaya.
- Cahyadi, W. 2004. *Bahaya Pencemaran Timbal pada Makanan dan Minuman*. Bandung: Fakultas Teknik Unpas Departemen Farmasi Pascasarjana ITB.
- Cut Yulvizar. 2011. Efektifitas Pengolahan Limbah Cair dalam Meurunkan Kadar Fenol di Rumah Sakit Umum Daerah Dr. ZainoelAbidin (RSUDZA) Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi, Biologi Edukasi*. Vol. 3 No. 2: 9.
- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: UI Press.
- Dahuri, R., et al. 1996. *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Dailami, M., Aulia, R., Dabdi, S., Hamid, A. 2021. *Ikan Nila*. Malang: Tim Brainy Bee.
- Demirel, S., dkk. 2008. Evaluation of Various Digestion Procedures for Trace Element Contents of Some Food Materials. *Journal of Hazardous Materials*. 152. 1020-1026.

- Dewi, Diana Chandra. 2012. Determinasi Kadar Logam Timbal (Pb) dalam Makanan Kaleng Menggunakan Destruksi Basah dan Destruksi Kering. *Alchemy* 2(1): 12-25.
- Dewi, D. C., dkk. 2013. Optimasi Metode Penentuan Kadar Logam Tembaga dan Timbal dalam Gula Pasir Secara Spektrofotometri Serapan Atom dengan Destruksi *Microwave Digestion*. *ALCHEMY*. 2(2): 118-125.
- Day, R.A., and Underwood, A. L. 1991. *Quantitative Analysis (6th Edition)*. New Jersey: Prentice- Hall.
- Day, R.A., and Underwood, A. L. 2022. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Edisi Keenam. Diterjemahkan oleh Iis Sopyan, M. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Eka Amelia 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, No.2, (2013) 2337-3520*.
- Gandjar, G.H. dan Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Harmita. 2004. Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. 1(3): 117-135.
- Hutagalung. 1984. Logam Berat dalam Lingkungan Laut. *Pewarta Oseana*. Vol. 9 No. 1, LON-LIPI. Jakarta.
- Idera, F., O. Omotola, U.J. Paul, & A. Adadayo. 2014. Evaluation of the Effectiveness of Different Acid Digestion on Sediments. *IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC)*, 7(1):39-47
- Prehatin Trirahayu N. dan Nita Nurind K. 2014. Gambaran Pengelolaan Limbah Cair Di Rumah Sakit X Kabupaten Jember. *Jurnal IKESMA*. Vol. 10 No. 2: 142-143.
- Khairuddin, M. Yamin, dan Kusmiyati. 2021. Analisis Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Bandeng (*Chanos chanos* Forsk) yang Berasal dari Kampung Melayu Kota Bima. *Jurnal Pijar MIPA*, Vol. 16 No. 1: 97- 102.
- Khoirun, N., Endah, R., dan Fibria, K. 2017. Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) dalam Ikan Baung (*Hemibagrus Nemurus*), Studi Kasus di Sungai Wulan Kabupaten Demak. *Prosiding Seminar Sains & Entrepreneurship IV*: 519-524.
- Khopkar, S. M. 2010. Konsep Dasar Kimia Analitik. Diterjemahkan oleh A. Saptorahardjo. UI Press. Jakarta.
- Kobayashi, N and Okamura, H. 2004. Effects of Heavy Metals on Sea Urchin Embryo Development: Tracing The Cause by The Effects. *Chemosphere*. 55: 1403-1412.

- Kristiyana, Prasetya, A. T, dan Kasmuni. 2020. Perbandingan Metode Destruksi Sedimen Sungai Kaligarang pada Analisis Logam Cu Menggunakan *Flame Atomic Absorption Spectrometer* (FAAS). *Indonesian Journal of Chemical Science*, Vol. 9 No. 2: 99 – 105.
- Kristianingrum. 2012. *Kajian Berbagai Proses Destruksi Sampeldan Efeknya*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Megawati, S. 2010. *Identifikasi dan Penetapan Kadar Timbal (Pb), Tembaga (Cu), dan Kadmium (Cd) pada Kerang Dara (Anadara granosa) dan Kerang Hijau (Perna viridis) di Muara Angke dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom*. Depok: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.
- Mihardja, D. K., dan Oanowo, W. S. 2001. *Kondisi Perairan Kepulauan Seribu*. Bandung: Institut Teknologi Bandung- Pusat Penelitian Kelautan-Pusat Penelitian Kepariwisata.
- Monikh FA., Safahieh A., Savari A., Ronagh MT., Doraghi. 2013. *The Relationship Between Heavy Metal (Cd, Co, Cu, Ni, and Ob) Levels and The Size of Benthic, Benthopelagic and Pelagic Fish Species, Persian Gulf/ Bull Environ Contam Toxicol*. 90: 691-696.
- Mu'nisa A. dan Nurham. 2010. Analisis Cemaran Logam Berat Tembaga (Cu) pada Ikan Tembang (*Sardinella gibbosa*) yang dipasarkan di Makassar. *Bionature*. ISSN: 1411-4720. 11(2): 61-64.
- Nahdya, H. 2021. Pengaruh Variasi Larutan Pendestruksi, Waktu, Suhu, dan Ukuran terhadap Penentuan Kadar Logam Berat Kadmium (Cd) pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) menggunakan Metode Mircrowave Digestion dengan Spektroskopo Serapan Atom (SSA). *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Maulana Malik Ibrahim: Malang.
- Namik K. Aras, O. dan Ataman, Yavuz. 2006. Trcae Element Analysis of Food and Diet. *The Royal Society of Chemistry: Cambridge*. 66-67.
- Nurmayanti. 2016. *Perbandingan Destruksi Basah dan Kering pada Penentuan Logam Pb pada Eceng Gondok secara Spektrofotometri Serapan Atom* (Universitas Airlangga).
- Oktapiandi, J. Sutrisno dan Sunarto. 2019. Analisis Pertumbuhan Ikan Nila yang Dibudidaya pada Air Musta'mal. *Bioeksperimen*. 5 (1): 16-20.
- Palar, H. 2012. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Raimon. 1993. *Perbandingan Metode Destruksi Basah dan Kering secara Spektrofotometri Serapan Atom*. Lokakarya Nasional: Yogyakarta: Jaringan Kerjasama Kimia Analitik Indonesia.

- Rajaganapathy, V., F. Xavier., D. Sreekumar, and P. K. Mandal. 2011. Heavy Metal Contamination in Soil, Water, Fooder, and Their Presence in Livestock and Products: A Review. *Journal of Environmental Science and Technology* 4(3): 234-249.
- Rajeshkumar, S., and Li X. 2018. *Bioaccumulation of Heavy Metals in Fish Species from The Meiliang Bay, Taihu Lake, China*. Toxicology Reports 5. 288-295.
- Rodiana, Y., dkk. 2013. Pengkajian Metode Untuk Analisis Total Logam Berat dalam Sedimen Menggunakan *Microwave Digestion*. *Ecolab*. 7(2): 49-108.
- Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Rusnawati, Y. B., dan Alimuddin. 2018. Perbandingan Metode Destruksi Basah dan Destruksi Kering terhadap Analisis Logam Berat Timbal (Pb) pada Tanaman Rumpun Bebek (*Lemna minor*). *Prosiding Seminar Nasional Kimia 2018*. Kimi FMIPA Universitas Mulawarman. 73-76.
- Setyawan, A. D. et al. 2004. *Pencemaran Logam Berat Fe, Cd, Cr, dan Pb pada Lingkungan Mangrove di Provinsi Jawa Tengah*. ISSN: 1411-4402. *Enxiro.*, 4(2): 45-49.
- Souza, J. P., Cerveira, C., Miceli, T. M., Moraes, D. P., Mesko, M. F., & Pereira, J. S. F. 2020. Evaluation of Sample Preparation Methods for Cereal Digestion for Subsequent As, Cd, Hg, and Pb Determination by AAS-based Techniques. *Food Chemistry*. 321(March): 126715.
- Sumardi. 1981. Metode Destruksi 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.
- Surat Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan No. 03725/BSK/ 89/ tentang *Batas Maksimum Cemaran Logam dalam Ikan dan Hasil Olahannya*.
- Suwahono. 2005. Studi Kasus Pencemaran Logam Berat Besi (Fe). PT Cerah Sempurna.
- Suwardi. 2002. *Validasi Metode Pengujian*. Bandung: LIPI.
- Standar Nasional Indonesia.6989-84. 2019. *Cara Uji Kadar Logam Terlarut dan Logam Total secara Spektrometri Serapan Atom (SSA)-nyala*. Jakarta: Badan Standar Nasional.
- Syahputra, R. 2004. *Modul Pelatihan Instrumental AAS*. Yogyakarta: Laboratorium Instrumrntasi Terpadu UII.
- Tarigan, Z. 1990. Prinsip Dasar Metoda Analisa Atomic Absorption Spectrophotometer. *Majalah Semi Populer*. Abnon: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 14: 63-64.

- Yawar, W., Naeem, K., Akhter, P. 2009. Assessment of Three Digestion Procedures for Zn Contents in Pakistani Soil by Flame Atomic Absorption Spectrometry. *Journal of Saudi Chemical Society*. 14: 125-129.
- Yulia. 2010. *Validasi Metode "Diktat Validasi Metode"*. Bandung: Pusat Penelitian Kimia- LIPI.
- Yusuf Arifin. 2016. Pertumbuhan dan Survival Rate Ikan Nila (*Oreochromis. Sp*) Strain Merah dan Strain Hitam yang Dipelihara pada Media Bersalinitas. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. Vol. 16 No. 1: 159-166.
- Varian. 2010. *Prinsip Kerja AAS-AA240, Pengoperasian dan Cara Perawatannya*. Malang: Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.