

SKRIPSI

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAJANAN TEMBAGA PADA IKAN PATIN YANG BIASA DIKONSUMSI MASYARAKAT DI DESA ULAK JERMUN, OGAN KOMERING ILIR



OLEH :

NAMA : SUMIHAR ROBERTO GULTOM

NIM : 10031281722036

**PROGRAM STUDI KESEHATAN LINGKUNGAN (S1)
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

SKRIPSI

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAJANAN TEMBAGA PADA IKAN PATIN YANG BIASA DIKONSUMSI MASYARAKAT DI DESA ULAK JERMUN, OGAN KOMERING ILIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar (S1)
Sarjana Kesehatan Lingkungan pada Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Sriwijaya



OLEH :

NAMA : SUMIHAR ROBERTO GULTOM
NIM : 10031281722036

**PROGRAM STUDI KESEHATAN LINGKUNGAN (S1)
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

**KESEHATAN LINGKUNGAN
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
Skripsi, 23 April 2021**

Sumihar Roberto Gultom

**Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Tembaga Pada Ikan Patin
Yang Biasa Dikonsumsi Masyarakat Di Desa Ulak Jermun, Ogan Komering
Ilir**

xv + 86 halaman, 33 tabel, 6 gambar, 6 lampiran

ABSTRAK

Ikan patin yang hidup di sungai dapat terkontaminasi logam berat seperti tembaga (Cu) yang bersumber dari aktivitas di sekitarnya, seperti limbah industri, limbah rumah tangga, aktivitas pertanian dan perkebunan, maupun aktivitas pada galangan kapal di aliran sungai. Ikan patin dapat hidup secara bebas maupun dibudidayakan dengan keramba jaring apung dengan tujuan untuk dikonsumsi dan dijual. Ikan patin yang dibudidayakan rentan terkontaminasi tembaga dan apabila dikonsumsi akan berbahaya bagi kesehatan seperti menyebabkan gangguan ginjal, hati, hemolisis (sel pecah), nefrosis, kejang, dan akhirnya mati. Seperti ikan pada umumnya yang kaya akan protein, Ikan patin tentunya memiliki manfaat dalam tubuh sehingga penting untuk dianalisis mengenai keamanannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji besarnya risiko kesehatan akibat mengonsumsi ikan patin yang terkontaminasi tembaga dari sungai tempat budidayanya. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang menggunakan analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) sebagai metodenya. Responden penelitian sebanyak 113 orang dengan sampel ikan patin yang diambil dari sungai tempat budidaya sebanyak 5 ekor. Analisis logam berat tembaga dilakukan dengan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Berdasarkan hasil penelitian, konsentrasi tembaga terbesar pada ikan patin yaitu 2,41 mg/kg. Hasil analisis menunjukkan bahwa masyarakat Desa Ulak Jermun tidak memiliki risiko kesehatan yang bersifat nonkarsinogenik secara *realtime*. Hasil analisis pada paparan *realtime* yang bersifat karsinogenik menunjukkan sebanyak 34,5% atau 39 dari 113 responden memiliki nilai $ECR > 10^{-4}$ dan dapat dikatakan berisiko terhadap penyakit karsinogenik. Masyarakat disarankan mengonsumsi ikan patin dengan berat porsi sesuai anjuran serta banyak mengonsumsi makanan dengan kandungan serat yang tinggi.

Kata kunci : Tembaga, Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan, Ikan Patin
Kepustakaan : 54 (1995-2019)

**ENVIRONMENTAL HEALTH
FACULTY OF PUBLIC HEALTH
SRIWIJAYA UNIVERSITY
Thesis, April 23rd 2021**

Sumihar Roberto Gultom

**Environmental Health Risk Analysis Of Copper Exposure To Catfish
Commonly Consumed By People In Ulak Jermun Village, Ogan Komering
Ilir**

xv + 86 pages, 33 tables, 6 images, 6 attachments

ABSTRACT

Catfish that live in rivers can be contaminated with heavy metals such as copper (Cu), which comes from activities in their surroundings, such as industrial waste, household waste, agricultural and plantation activities, as well as activities at shipyards in river flow. Catfish can live freely or be cultivated using floating net cages for consumption and sale. Farmed catfish are susceptible to copper contamination and if consumed it will be harmful to health, such as causing kidney, liver problems, hemolysis (cell rupture), neutrophysis, seizures, and eventually death. Like fish in general which are rich in protein, catfish certainly have benefits in the body, so it is important to analyze their safety. The purpose of this study was to assess the amount of health risk due to consuming copper-contaminated catfish from the river where it is cultivated. This research is a descriptive study using environmental health risk analysis (ARKL) as its method. The research respondents were 113 people with 5 samples of catfish taken from the river where they were cultivated. Copper heavy metal analysis was performed using the Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) method. Based on the results of the study, the largest concentration of copper in catfish was 2.41 mg/kg. The results of the analysis show that the people of Ulak Jermun Village do not have real-time non-carcinogenic health risks. The results of the analysis on real-time carcinogenic exposure showed that 34.5% or 39 of 113 respondents had ECR values > 10⁻⁴ and could be said to be at risk for carcinogenic diseases. People are advised to consume catfish with recommended portion weight and consume lots of foods with high fiber content.

Keywords : Copper, Environmental Health Risk Analysis, Catfish

Bibliography : 54 (1995-2019)

LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Nama : Sumihar Roberto Gultom
NIM : 10031281722036
Program Studi : Kesehatan Lingkungan
Judul : Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Tembaga Pada Ikan Patin Yang Biasa Dikonsumsi Masyarakat Di Desa Ulak Jermun, Ogan Komering Ilir
Pembimbing : Imelda G. Purba, S.K.M., M.Kes.

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini dibuat dengan sejujur-jujurnya dengan mengikuti kaidah Etika Akademik Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sriwijaya serta menjamin bebas plagiarisme. Bila kemudian diketahui saya melanggar Etika Akademik saya bersedia dinyatakan tidak lulus/gagal.

Indralaya, Mei 2021

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Kesehatan Lingkungan



Elvi Sunarsih, S.K.M., M.Kes
NIP. 197806282009122004

Yang Membuat Pernyataan



Sumihar Roberto Gultom
NIM. 10031281722036

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAJANAN
TEMBAGA PADA IKAN PATIN YANG BIASA DIKONSUMSI
MASYARAKAT DI DESA ULAK JERMUN, OGAN
KOMERING ILIR**

SKRIPSI

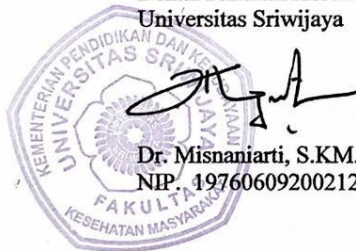
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Kesehatan Lingkungan

Oleh :

SUMIHAR ROBERTO GULTOM
NIM. 10031281722036

Indralaya, Mei 2021

Mengetahui,
Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Sriwijaya



Dr. Misnaniarti, S.K.M., M.KM
NIP. 197606092002122001

Pembimbing

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the supervisor, Imelda G. Purba.

Imelda G. Purba, S.K.M., M.Kes
NIP. 197502042014092003

Universitas Sriwijaya

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Tembaga Pada Ikan Patin Yang Biasa Dikonsumsi Masyarakat Di Desa Ulak Jermun, Ogan Komering Ilir” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya pada tanggal 23 April 2021.

Indralaya, Mei 2021

Tim Penguji Skripsi

Ketua :

1. Inoy Trisnaini, S.K.M., M.KL.
NIP. 198809302015042003

()

Anggota :

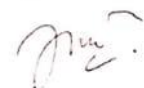
2. Desri Maulina Sari, S.Gz., M.Epid.
NIP. 198612112019032009

()

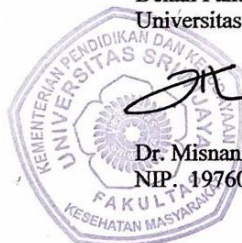
3. Dr. rer. med. H. Hamzah Hasyim, S.K.M., M.K.M
NIP. 197312262002121001

()

4. Imelda G. Purba, S.K.M., M.Kes.
NIP. 197502042014092003

()

Mengetahui,
Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Sriwijaya



Dr. Misnaniarti, S.K.M., M.KM
NIP. 197606092002122001

Koordinator Program Studi
Kesehatan Lingkungan



Elvi Sunarsih, S.K.M., M.Kes
NIP. 197806282009122004

Universitas Sriwijaya

RIWAYAT HIDUP

Data Pribadi

Nama : Sumihar Roberto Gultom
NIM : 10031281722036
Tempat, Tanggal Lahir : Bongbongan Panei Tongah, 09 Juli 1999
Agama : Protestan
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat Rumah : Bongbongan Panei Tongah, Nagori Rawang
Pardomuan Nauli, Kec. Panei, Kab. Simalungun,
Sumatera Utara
Email : gultomsumihar@gmail.com
Telp/Hp : 085267781416

Riwayat Pendidikan

1. SD (2005-2011) : SD Negeri 095145 Parbatuan
2. SMP (2011-2014) : SMP Negeri 1 Panei
3. SMA (2014-2017) : SMA Negeri 1 Panombeian Panei
4. S1 (2017-2021) : Program Studi Kesehatan Lingkungan Fakultas
Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya

Riwayat Organisasi

1. 2019-2020 : Ketua Persekutuan Doa Oikumene (PDO)
Paradiso, Muhajirin

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menulis skripsi dengan judul Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Tembaga Pada Ikan Patin Yang Biasa Dikonsumsi Masyarakat Di Desa Ulak Jermun, Ogan Komering Ilir. Skripsi ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan, informan, dan juga saran serta bimbingan oleh beberapa pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa memberikan berkat serta kesempatan kepada penulis untuk melakukan kegiatan ini.
2. Orangtua tercinta, Mr. Gultom dan Mrs. Gultom yang telah memberikan cinta dan dukungan juga saudara/i saya yang telah memberikan dukungan baik secara moral, spiritual dan materi.
3. Ibu Dr. Misnaniarti, S.K.M., M.K.M selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Imelda G. Purba, S.K.M., M.Kes selaku pembimbing yang telah membantu dan membimbing dalam pembuatan proposal skripsi ini.
5. Ibu Inoy Trisnaini, S.K.M., M.KL selaku ketua penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan ilmu serta saran yang sangat membantu dalam kesempurnaan penelitian ini.
6. Ibu Desri Maulina Sari, S.Gz., M.Epid selaku dosen penguji ke dua yang telah membantu saya dengan memberikan ilmu, saran serta bimbingan sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
7. Seluruh dosen dan staff civitas akademika Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya
8. Masyarakat Desa Ulak Jermun, OKI yang ikut berpartisipasi yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian dan membantu saya dalam melaksanakan penelitian.
9. Teman seperjuangan mahasiswa/i Prodi Kesehatan Lingkungan '17 yang sedang berjuang juga dalam meraih gelarnya.

10. Jok Denta, Jok Makrup, Lae Wesly dan Anip Asw sebagai sahabat terdekat yang juga membantu dalam proses penelitian.
11. Keluarga besar PDO Paradiso Muhajirin dan seluruh orang-orang di dalamnya.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan baik dari segi materi maupun teknis penulisan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik yang membangun dari pembaca, semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi yang membaca.

Indralaya, Mei 2021



Sumihar Roberto Gultom
NIM. 10031281722036

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.3.1 Tujuan Umum	6
1.3.2 Tujuan Khusus	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.4.1 Bagi Peneliti.....	6
1.4.2 Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat	7
1.4.3 Bagi Lokasi Penelitian	7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	7
1.5.1 Lingkup Lokasi	7
1.5.2 Lingkup Materi	7
1.5.3 Lingkup Waktu	7
BAB II	8
TINJAUAN PUSATAKA	8
2.1 Tembaga	8
2.1.1 Pengertian Tembaga	8

2.1.2 Sifat dan Karakteristik Tembaga	9
2.1.3 Sumber Pencemaran Tembaga.....	10
2.1.4 Nilai Ambang Batas Tembaga.....	11
2.1.5 Toksisitas Tembaga	12
2.1.6 Efek Tembaga Pada Manusia	15
2.1.7 Bioakumulasi dan Biomagnifikasi Tembaga.....	16
2.1.8 Alat Pengukuran Tembaga.....	18
2.1.9 Pencemaran Tembaga Dalam Perairan	18
2.2 Ikan Patin (<i>Pangasius pangasius</i>)	19
2.2.1 Faktor Kebiasaan Konsumsi Ikan Patin.....	21
2.3 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan	22
2.4 Penelitian Terdahulu.....	28
2.5 Kerangka Teori.....	29
2.6 Kerangka Konsep	30
2.7 Definisi Operasional.....	31
BAB III.....	33
METODE PENELITIAN	33
3.1 Desain Penelitian.....	33
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian	33
3.2.1 Populasi Penelitian.....	33
3.2.2 Sampel Penelitian	33
3.3 Jenis dan Teknik Pengumpulan Data	36
3.3.1 Jenis Pengumpulan Data.....	36
3.3.2 Teknik Pengumpulan Data.....	36
3.3.3 Pengukuran	37
3.4 Pengolahan Data.....	38
3.5 Analisa Data dan Penyajian Data	38
3.5.1 Analisis Data.....	38
3.5.2 Penyajian Data	40
BAB IV	41
HASIL PENELITIAN	41
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	41

4.2 Hasil Analisis Univariat	42
4.2.1 Karakteristik Responden di Desa Ulak Jermun	42
4.2.2 Data Antropometri Responden di Desa Ulak Jermun.....	44
4.2.3 Pola Aktifitas Responden di Desa Ulak Jermun	45
4.3 Analisis Resiko Kesehatan Lingkungan Kandungan Tembaga Pada Ikan Patin di Desa Ulak Jermun	47
4.3.1 Identifikasi Bahaya	47
4.3.2 Analisis Dosis Respon	48
4.3.3 Analisis Paparan.....	49
4.3.4 Analisis Risiko.....	54
4.3.5 Manajemen Risiko	63
BAB V.....	68
PEMBAHASAN	68
5.1 Keterbatasan Penelitian	68
5.2 Identifikasi Bahaya Tembaga Pada Ikan Patin di Desa Ulak Jermun	68
5.3 Dosis Respon	71
5.4 Analisis Paparan	72
5.5 Karakteristik Risiko.....	73
5.6 Manajemen Risiko.....	76
BAB VI.....	79
KESIMPULAN DAN SARAN	79
6.1 Kesimpulan.....	79
6.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat-sifat Logam Cu.....	10
Tabel 2. 2 Keterangan Rumus Intake Pemajanan Jalur Ingesti.....	25
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu	28
Tabel 2. 4 Definisi Operasional	31
Tabel 3. 1 Proporsi Sampel Pada Setiap RT	35
Tabel 4. 1 Distribusi Frekuensi Jenis Kelamin Responden di Desa Ulak Jermun	42
Tabel 4. 2 Hasil Statistik Umur di Desa Ulak Jermun	43
Tabel 4. 3 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Umur di Desa Ulak Jermun	43
Tabel 4. 4 Hasil Statistik Data Berat Badan di Desa Ulak Jermun	44
Tabel 4. 5 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Berat Badan di Desa Ulak Jermun	44
Tabel 4. 6 Hasil Statistik Data Laju Asupan Ikan Patin Pada Responden di Desa Ulak Jermun.....	45
Tabel 4. 7 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Laju Asupan di Desa Ulak Jermun.....	45
Tabel 4. 8 Hasil Statistik Data Frekuensi Paparan Pada Responden di Desa Ulak Jermun	46
Tabel 4. 9 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Frekuensi Paparan di Desa Ulak Jermun.....	46
Tabel 4. 10 Hasil Statistik Data Durasi Paparan Masyarakat Desa Ulak Jermun .	47
Tabel 4. 11 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Durasi Paparan di Desa Ulak Jermun.....	47
Tabel 4. 12 Konsentrasi Tembaga Pada Ikan Patin di Desa Ulak Jermun.....	48
Tabel 4. 13 Dosis Respon Agen Kimia Berisiko	48
Tabel 4. 14 Perhitungan <i>Intake</i> Risiko Nonkarsinogenik untuk Paparan <i>Realtime</i>	49
Tabel 4. 15 Perhitungan <i>Intake</i> Risiko Nonkarsinogenik Untuk Paparan <i>Lifetime</i>	51
Tabel 4. 16 Perhitungan <i>Intake</i> Risiko Karsinogenik Untuk Paparan <i>Realtime</i> ...	52

Tabel 4. 17 Perhitungan <i>Intake</i> Risiko Karsinogenik Untuk Paparan <i>Lifetime</i>	53
Tabel 4. 18 Perhitungan <i>Intake</i> Risiko Nonkarsinogenik untuk Paparan <i>Realtime</i>	55
Tabel 4. 19 Distribusi Frekuensi Responden di Desa Ulak Jermun berdasarkan RQ Nonkarsinogenik <i>Realtime</i>	56
Tabel 4. 20 Perhitungan <i>Intake</i> Risiko Non Karsinogenik Untuk Paparan <i>Lifetime</i>	57
Tabel 4. 21 Distribusi Frekuensi Responden di Desa Ulak Jermun berdasarsn RQ Nonkarsinogenik <i>Lifetime</i>	58
Tabel 4. 22 Perhitungan <i>Intake</i> Risiko Karsinogenik Untuk Paparan <i>Realtime</i> ...	59
Tabel 4. 23 Distribusi Frekuensi Responden di Desa Ulak Jermun berdasarkan ECR Karsinogenik <i>Realtime</i>	60
Tabel 4. 24 Distribusi Berdasarkan Usia, Jenis Kelamin dan Berat Badan Responden yang Berisiko Secara Karsinogenik <i>Realtime</i> di Desa Ulak Jermun	60
Tabel 4. 25 Perhitungan <i>Intake</i> Risiko Karsinogenik Untuk Paparan <i>Lifetime</i>	61
Tabel 4. 26 Distribusi Frekuensi Responden di Desa Ulak Jermun berdasarkan ECR Karsinogenik <i>Lifetime</i>	63
Tabel 4. 27 Hasil Perhitungan Manajemen Risiko Konsentrasi Aman Tembaga (Cu) Karsinogenik	64
Tabel 4. 28 Hasil Perhitungan Manajemen Risiko Laju Asupan Aman Tembaga (Cu) Karsinogenik	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Logam Tembaga.....	9
Gambar 2. 2 <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i>	18
Gambar 2. 3 Ikan Patin (<i>Pangasius pangasius</i>).....	20
Gambar 2. 4 Kerangka Teori.....	29
Gambar 2. 5 Kerangka Konsep	30
Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian Desa Ulak Jermun, Ogan Komering Ilir.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuisisioner Penelitian

Lampiran 2. Tabel Distribusi Berat Badan, Laju Asupan, Durasi Pajanan Dan Frekuensi Pajanan Pada Responden

Lampiran 3. Hasil Analisis Data

Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian

Lampiran 5. Hasil Pengujian Kandungan Tembaga Pada Ikan Patin

Lampiran 6. Surat Izin Penelitian

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Konsumsi ikan merupakan salah satu faktor yang secara langsung berpengaruh terhadap status gizi seseorang, keluarga dan masyarakat, serta menjadi alternatif untuk memenuhi kebutuhan akan sumber protein hewani. Ikan patin merupakan salah satu jenis ikan yang banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia. Data Kementerian Kelautan dan Perikanan juga menunjukkan kenaikan tingkat konsumsi ikan patin di Indonesia pada tahun 2014-2017 meningkat 21,9% dengan preferensi produk patin yang dikonsumsi yaitu ikan segar (76%) dan ikan awetan (15%). Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2019, tercatat bahwa 47,4% dari total produksi nasional ikan patin berasal dari Sumatera Selatan dan menjadi produsen yang terbesar. Wajar saja jika Sumatera Selatan merupakan daerah dengan konsumsi ikan patin yang cukup tinggi. Pada tahun 2015, tingkat konsumsi ikan nasional hanya mencapai angka 35,42 kilogram per kapita per tahun. Sedangkan angka konsumsi ikan di Sumatera Selatan mencapai angka 37,89 kilogram per kapita per tahun dengan dominasi konsumsi terhadap ikan patin.

Habitat untuk budidaya ikan patin banyak di sekitar tepian sungai–sungai besar dan di muara-muara danau. Jika dilihat dari bentuk mulut ikan patin yang letaknya sedikit agak ke bawah, ikan patin termasuk ikan yang hidup di dasar perairan. Untuk budidaya ikan patin, media atau lingkungan yang dibutuhkan tidaklah rumit, karena patin termasuk golongan ikan yang mampu bertahan pada lingkungan perairan yang jelek. Walaupun patin dikenal mampu hidup pada lingkungan perairan yang jelek, namun ikan ini lebih menyukai perairan dengan kondisi perairan baik (Kordi, 2005). Seperti halnya di Desa Ulak Jermun, kondisi perairan Sungai Komerling dimanfaatkan masyarakat untuk budidaya perikanan dengan komoditas utamanya adalah ikan patin. Berdasarkan informasi dari hasil survei bahwa jumlah keramba untuk budidaya ikan patin yang ada di Desa Ulak Jermun cukup banyak, yaitu \pm 1060 keramba dengan ukuran keramba 3×2 meter dan 4×2 meter dengan padat tebar sebanyak 2000-4000 ekor/keramba.

Ikan patin biasanya dipelihara di perairan sungai dan danau dengan sistem keramba jaring apung. Sungai dan danau sebagai habitat untuk budidaya ikan sangat rentan untuk tercemar, karena berbagai aktivitas manusia yang dilakukan di sekitarnya. Keadaan tersebut membuat keamanan ikan patin baik dari segi mikrobiologis maupun kimiawi masih perlu dipertanyakan. Berdasarkan laporan tahunan Kementerian Kelautan dan Perikanan Tahun 2018, salah satu permasalahan pengembangan perikanan budidaya dihadapkan dengan adanya pencemaran yang mempengaruhi kualitas lingkungan perikanan budidaya. Pencemaran lingkungan perairan bisa terjadi secara fisik, kimia dan biologi yang diakibatkan karena berbagai hal. Adapun salah satu penyebab pencemaran perairan sungai dan danau adalah logam berat, yang banyak bersumber dari aktivitas manusia melalui pembuangan limbah industri dan limbah rumah tangga. Beberapa logam berat yang mencemari sebagian besar perairan Indonesia adalah seperti Cd (Kadmium), Pb (Timbal), Hg (Merkuri), As (Arsen), Zn (seng), Cu (Tembaga), Ni (Nikel), dan Cr (Krom) (Dewi, 2012).

Salah satu jenis logam berat yang rentan mencemari air sungai dan ikan yang dibudidayakan di dalamnya adalah tembaga (Cu). Tembaga (Cu) merupakan logam yang lunak, dapat ditempa, dan dapat mengalami proses akumulasi dalam tubuh hewan. Tembaga (Cu) dapat masuk ke badan sungai secara alami dan buatan. Secara alami melalui peristiwa alam, seperti pengikisan (erosi) dan terbawanya partikel Cu tersebut di udara oleh hujan dan secara buatan sebagai dampak dari aktivitas-aktivitas manusia di sekitarnya (Palar, 2008). Salah satu sumber logam tembaga (Cu) berasal dari aktivitas manusia melalui degradasi sampah atau limbah organik maupun anorganik (Sudarwin, 2008). Sungai bisa tercemar oleh tembaga (Cu) akibat dari pembuangan di hulu sungai yang berasal dari limbah industri dan limbah rumah tangga. Seperti yang terjadi pada sungai Surabaya yang tercemar oleh kandungan logam berat khususnya Cu (tembaga) yang disebabkan oleh adanya pencemaran oleh limbah industri di sekitar sungai tersebut (Fitriyah et al., 2013).

Logam berat jika masuk dalam tubuh makhluk hidup akan mengalami biokonsentrasi, bioakumulasi dan biomagnifikasi (Hidayah et al., 2014). Ikan

pada hierarki rantai makanan tingkat atas, secara langsung akan menyerap (*uptake*) pencemaran dari badan air, atau secara tidak langsung akan terjadi biomagnifikasi melalui rantai makanan (Siregar and Edward, 2010). Ikan patin yang hidup dan dibudidayakan di sungai dapat terpajan oleh tembaga (Cu). Hal ini terjadi karena seluruh proses kehidupan ikan patin terjadi dalam waktu yang cukup lama di dalam air, dari mulai pembibitan hingga tumbuh menjadi ikan patin yang siap dikonsumsi oleh manusia. Manusia yang mengonsumsi ikan patin dari sungai tersebut juga akan terpajan oleh tembaga (Cu) dalam waktu yang lama dan kemungkinan terakumulasi dalam konsentrasi yang lebih tinggi.

Salah satu kasus yang terjadi akibat paparan tembaga (Cu) adalah kasus keracunan. Kasus keracunan tembaga (Cu) akut pernah terjadi di New Delhi, India. Kasus ini disebabkan oleh garam CuSO_4 atau tembaga (II) sulfat dan menyebabkan sekitar 250 orang terserang keracunan. Adapun gejala keracunan yang timbul yaitu adanya rasa logam pada saluran pernapasan penderita, adanya rasa terbakar pada *epigastrium* (bagian atas perut) dan muntah yang terjadi secara berulang-ulang, mengalami diare pada hari pertama dan kedua setelah terpapar CuSO_4 dan terjadinya pendarahan pada saluran *gastrointestinal* (usus). Sedangkan pada penelitian di tahun 2019, dari 30 responden, sebanyak 21 responden berpotensi besar memiliki risiko kesehatan nonkarsinogenik ketika mengonsumsi ikan nila yang 30 terpajan tembaga (Cu) (Anggraini and Anwar, 2019). Untuk risiko kesehatan yang dirasakan oleh masyarakat berdasarkan wawancara adalah diare disertai sakit kepala, sakit kepala, diare, mual serta muntah.

Sungai Komerling merupakan salah satu anak Sungai Musi yang panjangnya sekitar 360 kilometer dengan lebar antara 200-300 meter. Salah satu desa yang dialiri Sungai Komerling yaitu Desa Ulak Jermun, Kecamatan Sirah Pulau Padang, Kabupaten Ogan Komerling Ilir (OKI). Berdasarkan penelitian Filipus tahun 2018 di perairan Sungai Lumpur (hilir Sungai Komerling), kandungan tembaga (Cu) di perairan sungai secara umum telah melampaui nilai baku mutu yang ditetapkan oleh Kementerian Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 yaitu sebesar 0,008 mg/L (Filipus et al., 2018). Potensi adanya kadar logam berat Cu di perairan Sungai Lumpur tersebut diduga berasal dari aktivitas

manusia di daerah aliran sungai atau biasa disebut DAS Sungai Komerling, seperti pembuangan limbah rumah tangga, dampak aktivitas pertanian dan perkebunan di sekitar sungai serta aktivitas kapal nelayan pada perairan.

Selama observasi awal yang bersamaan dengan berlangsungnya Praktikum Belajar Lapangan (PBL) di Desa Ulak Jermun, terpilihnya desa tersebut sebagai salah satu sentra pembibitan dan budidaya ikan patin di Kabupaten Ogan Komerling Ilir menjadi bukti bahwa usaha budidaya perikanan khususnya ikan patin memberikan dampak yang cukup besar bagi masyarakat. Manfaatnya terlihat dari terpenuhinya angka gizi sehari-hari berupa protein hewani melalui konsumsi ikan patin yang dengan mudah didapat dari hasil budidaya di Sungai Komerling. Selain untuk kebutuhan konsumsi, usaha budidaya ikan patin secara langsung membantu perekonomian masyarakat melalui penjualan dari hasil panen ikan patin. Namun, berdasarkan data hasil penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa sungai yang menjadi tempat budidaya ikan patin tersebut telah tercemar logam Cu yang bersumber dari aktivitas di sekitar sungai, maka paparan tembaga (Cu) yang sudah melampaui baku mutu akan berbahaya bagi kesehatan masyarakat yang mengonsumsi ikan patin dari sungai tersebut.

Toksisitas tembaga (Cu) yang terjadi pada manusia, seperti pada anak-anak dapat terjadi karena tembaga (II) sulfat (CuSO_4) dengan gejala-gejala keracunan berupa mual, sakit perut, muntah, dan juga diare. Logam berat bisa menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup, seperti penyakit minamata, bibir sumbing, kerusakan susunan saraf, cacat pada bayi, karsinogenitas dan terganggunya fungsi imun tubuh sehingga dapat dikatakan bahwa semua logam berat dapat menjadi racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup apabila terakumulasi di dalam tubuh dalam waktu yang lama (Sekarwati, 2014). Cemaran kimia dari logam berat adalah elemen kimia metaloida dan juga metalik, yang sama-sama memiliki bobot jenis dan bobot atom yang tinggi dan bagi tubuh manusia bersifat sebagai racun (Nasional, 2009).

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) penting dilakukan untuk memperkirakan risiko kesehatan akibat paparan tembaga (Cu) pada ikan patin tersebut, dimana hasil dari ARKL dapat diketahui risiko kesehatan karsinogenik

dan nonkarsinogeniknya. Perhitungan tentang risiko cemaran logam berat tembaga pada manusia melalui konsumsi ikan patin pada masyarakat Desa Ulak Jermun dapat diketahui dengan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL), yaitu dengan menganalisis konsentrasi tembaga (Cu) pada ikan patin dan *intake* pada tubuh manusia, menghitung nilai laju asupan ikan patin, dan menghitung durasi dan frekuensi pajanannya. Metode ini sangat cocok dipakai untuk kajian dampak lingkungan terhadap kesehatan masyarakat. Dengan menerapkan langkah-langkah dalam ARKL, dapat dilakukan penilaian atau penaksiran risiko kesehatan yang bisa terjadi di suatu waktu pada populasi berisiko. Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pajanan Tembaga Pada Ikan Patin Yang Biasa Dikonsumsi Masyarakat Di Desa Ulak Jermun, Ogan Komering Ilir.

1.2 Rumusan Masalah

Ikan patin yang dikonsumsi oleh masyarakat Desa Ulak Jermun didapatkan dari hasil budidaya di sekitar sungai. Oleh karena itu, cemaran dalam ikan patin dapat menjadi masalah yang serius pada kesehatan masyarakat di desa tersebut. Salah satu cemaran kimia yang dapat ditemukan dalam ikan patin adalah logam berat tembaga (Cu). Sumber kontaminasi logam berat tersebut berasal dari buangan limbah industri di hulu sungai, limbah domestik masyarakat, dampak aktivitas pertanian dan perkebunan di sekitar sungai serta aktivitas kapal nelayan. Ikan patin hidup dan dibudidayakan dalam waktu yang lama di dalam sungai dengan sistem keramba jaring apung. Hal ini memungkinkan ikan patin terpapar logam tembaga (Cu) dengan konsentrasi yang jauh lebih tinggi daripada konsentrasi yang ada pada air sungai. Frekuensi masyarakat dalam mengkonsumsi ikan patin cukup tinggi karena ikan dengan sangat mudah didapat dan mudah diolah. Hal ini menjadi faktor risiko masyarakat untuk terpapar tembaga (Cu) dari ikan patin yang mereka konsumsi. Oleh karena itu, perlu untuk dilakukan studi analisis resiko kesehatan lingkungan untuk memperkirakan risiko kesehatan masyarakat akibat pajanan tembaga (Cu) melalui konsumsi ikan patin, dimana dari hasil ARKL dapat diketahui risiko kesehatan karsinogenik dan nonkarsinogenik yang mungkin dialami masyarakat.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Menganalisis risiko kesehatan lingkungan pajanan Tembaga (Cu) pada masyarakat melalui konsumsi Ikan Patin di Desa Ulak Jermun, Ogan Komering Ilir.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengukur konsentrasi tembaga (Cu) pada ikan patin yang dikonsumsi oleh masyarakat desa Ulak Jermun.
2. Menghitung nilai laju asupan (gr/hari) ikan patin yang terpajan tembaga (Cu) pada masyarakat desa Ulak Jermun.
3. Menghitung nilai frekuensi pajanan (hari/tahun) masyarakat yang mengonsumsi ikan patin yang terpajan tembaga (Cu) di desa Ulak Jermun.
4. Menghitung nilai durasi pajanan (tahun) masyarakat yang mengonsumsi ikan patin yang terpajan tembaga (Cu) di desa Ulak Jermun.
5. Mengukur berat badan masyarakat yang mengonsumsi ikan patin yang terpajan tembaga (Cu) di desa Ulak Jermun.
6. Menghitung nilai intake (asupan) tembaga (Cu) pada masyarakat yang mengonsumsi ikan patin yang terpajan tembaga (Cu) di desa Ulak Jermun.
7. Menganalisis risiko kesehatan masyarakat Ulak Jermun baik karsinogenik dan nonkarsinogenik pajanan tembaga (Cu) melalui konsumsi ikan patin.
8. Menganalisis distribusi masyarakat yang mengalami risiko kesehatan berdasarkan usia, jenis kelamin dan berat badan.
9. Melakukan pengelolaan risiko terhadap risiko kesehatan yang tidak aman.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Peneliti

Penelitian ini memberi manfaat bagi peneliti dalam memperoleh pengetahuan dan pengalaman serta wawasan keilmuan di bidang kesehatan makanan khususnya dalam penilaian cemaran logam berat berbahaya dalam ikan yang dikonsumsi.

1.4.2 Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat

1. Dapat dijadikan sebagai bahan tambahan kajian dan pengembangan ilmu pengetahuan di bidang Kesehatan Masyarakat.
2. Dapat bermanfaat sebagai bahan kajian untuk pelaksanaan penelitian selanjutnya.
3. Sebagai referensi pengetahuan bagi mahasiswa FKM Unsri

1.4.3 Bagi Lokasi Penelitian

Sebagai bahan masukan bagi masyarakat desa agar memperhatikan ikan yang dikonsumsi serta berpotensi mendapat cemaran kimia yang dapat terjadi di sungai.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

1.5.1 Lingkup Lokasi

Penelitian akan dilakukan di Desa Ulak Jermun, Kecamatan Sirah Pulau Padang, Kabupaten Ogan Komering Ilir.

1.5.2 Lingkup Materi

Penelitian ini membahas mengenai analisis resiko kesehatan cemaran kimia tembaga (Cu) pada ikan patin yang dibudidayakan serta dikonsumsi masyarakat.

1.5.3 Lingkup Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober-November tahun 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, J. & Yasnani, Y. 2016. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Akibat Paparan Timbal (Pb) Pada Masyarakat Yang Mengonsumsi Kerang Kalandue (Polymesoda Erosa) Dari Tambak Sekitar Sungai Wanggu Dan Muara Teluk Kendari. (*Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kesehatan Masyarakat*), 1.
- Anant, J. K., Inchulkar, S. & Bhagat, S. 2018. An Overview of Copper Toxicity Relevance to Public Health. *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research*, 5, 232-237.
- Anggraini, F. & Anwar, A. 2019. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Non-Karsinogenik Tembaga Pada Ikan Nila Keramba Yang Dikonsumsi Dan Dibudayakan Masyarakat Di Desa Jembayan.
- Asriani, A. 2017. *Identifikasi Logam Tembaga (Cu) Pada Zonasi Radius 1-5 Km Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Antang Makassar Terhadap Pengaruhkualitas Air Sumur Gali*. UIN Alauddin Makassar.
- Astawan, M. 2005. Ikan Air Tawar Kaya Protein Dan Vitamin. Departemen Teknologi Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor.
- ATSDR, A. 1997. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Case Studies in environmental medicine*. <http://www.atsdr.cdc.gov/HEC/CSEM/csem.html>.
- Bali, S. & Hanifah, A. 2013. Analisis Tembaga, Krom, Sianida Dan Kesadahan Air Lindi Tpa Muara Fajar Pekanbaru. *Jurnal ICA (Indonesian Chemia Acta)*, 3, 45-49.
- Baliwati, Y. & Roosita, K. 2002. Sistem Pangan Dan Gizi Dalam Pengantar Pangan Dan Gizi. *Penebar Swadaya Masyarakat*, 37.
- Bandaso, A. 2016. Pengaruh Penambahan Berbagai Dosis Minyak Jelantah Pada Pakan Ikan Terhadap Pertumbuhan Ikan Patin(Pangasius Hypophthalmus).[Skripsi] Tidak Dipublikasikan. *Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta*.
- Cahyani, M. D., Nuraini, R. A. T. & Yulianto, B. 2012. Studi Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Air, Sedimen, Dan Kerang Darah (Anadara

- Granosa) Di Perairan Sungai Sayung Dan Sungai Gonjol, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Journal Of Marine Research*, 1, 73-79.
- CDC, A. 1997. Case Definitions for Infectious Conditions under Public Health Surveillance.
- Darmono, T. 1995. Recognition of Field Materials of Ganoderma Sp. Associated with Basal Stem Rot in Oil Palm by a Polyclonal Antibody. *Menara Perkebunan*, 63, 15-22.
- Daud, A., Sartika, D. & Manyullei, S. Studi Kadar Tembaga (Cu) Pada Air Dan Ikan Gabus Di Sungai Pangkajene Kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkep the Study of Ciprum (Cu) Concentration of Water and Cork Fish in Pangkajene River Pangkep Regency.
- Depkes, R. 2012. Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (Arkl). Jakarta Direktorat Jenderal P2PL Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Dewi, N. K. 2012. *Biomarker Pada Ikan Sebagai Alat Monitoring Pencemaran Logam Berat Kadmium, Timbal Dan Merkuri Di Perairan Kaligarang Semarang*. Program Doktor Ilmu Lingkungan.
- Filipus, R. A., Purwiyanto, A. I. S. & Agustriani, F. 2018. Bioakumulasi Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Kerang Darah (Anadara Granosa) Di Perairan Muara Sungai Lumpur Kabupaten Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan. *Maspari Journal: Marine Science Research*, 10, 131-140.
- Fitriyah, A. W., Utomo, Y. & Kusumaningrum, I. K. 2013. Analisis Kandungan Tembaga (Cu) Dalam Air Dan Sedimen Di Sungai Surabaya. *Skripsi diterbitkan, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Malang*.
- Gall, J. E., Boyd, R. S. & Rajakaruna, N. 2015. Transfer of Heavy Metals through Terrestrial Food Webs: A Review. *Environmental monitoring and assessment*, 187, 1-21.
- Ghosh, A. & Saha, P. D. 2013. Optimization of Copper Bioremediation by *Stenotrophomonas Maltophilia* Pd2. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 1, 159-163.
- Govindasamy, C., Arulpriya, M., Ruban, P., Jenifer, F. L. & Ilayaraja, A. 2011. Concentration of Heavy Metals in Seagrasses Tissue of the Palk Strait, Bay of Bengal. *International journal of environmental sciences*, 2, 145.

- Hidayah, A. M., Purwanto, P. & Soeprbowati, T. R. 2014. Biokonsentrasi Faktor Logam Berat Pb, Cd, Cr Dan Cu Pada Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus* Linn.) Di Karamba Danau Rawa Pening. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 16, 1-9.
- Indonesia, S. N. 2013. Ikan Segar. *Online*): [http://server2.docfoc.com/uploads Z](http://server2.docfoc.com/uploads/Z), 2015.
- IPCS 2004. Ipcs Risk Assessment Terminology (Part 1: Ipcs/Oecd Key Generic Terms Used in Chemical Hazard/Risk Assessment.
- Kemendag, R. 2013. Analisa Dinamika Konsumsi Pangan Masyarakat Indonesia. Jakarta: Kementerian Perdagangan Republik Indonesia.
- Khomsan, A. 2004. Peranan Pangan Dan Gizi Untuk Kualitas Hidup. *Jakarta: PT Gramedia Widiasarana Indonesia*.
- Kordi, K. 2005. Budidaya Ikan Patin: Biologi, Pembenihan Dan Pembesaran. *Yayasan Pustaka Nusatama, Yogyakarta*.
- Kordi, M. & MK, G. 2010. Budidaya Ikan Lele Di Kolam Terpal. *Andi Yogyakarta. Hal*, 1-22.
- Louvar, J. F., & Louvar, B. D. (1998). *Health and environmental risk analysis: fundamentals with applications* (Vol. 2). Prentice Hall.
- Lu, F. C. 1995. Taksologi Dasar: Asas, Organ Sasaran, Dan Penilaian Risiko/Oleh Frank C. Lu; Penerjemah: Edi Nugroho.
- Martuti, N. K. T. Kandungan Logam Berat Cu Dalam Ikan Bandeng, Studi Kasus Di Tambak Wilayah Tapak Semarang. Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, 2012.
- Nasional, B. S. 2009. Sni 7387: 2009. *Tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Notoatmodjo, S. 2012. Metodologi Penelitian Kesehatan (Cetakan Vi). *Jakarta: Penerbit PT. Rineka Cipta*.
- Palar, H. 2008. Pencemaran Dan Toksikologi Logam Berat (Jakarta. Rineka Cipta Press.
- Perikanan, K. K. 2014. Kelautan Dan Perikanan Dalam Angka 2014. *Pusat Data Statistik dan Informasi Kementerian Kelautan Perikanan. Jakarta*, 100.

- Putri, A. E. 2018. *Bioakumulasi Logam Berat Tembaga (Cu) Berdasarkan Waktu Paparannya Oleh Bakteri Endapan Sedimen Perairan Sekitar Rumah Susun Kota Makassar*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Rahman, A. 2007. *Public Health Assessment: Model Kajian Prediktif Dampak Lingkungan Dan Aplikasinya Untuk Manajemen Risiko Kesehatan*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Rosahada, A. D., Budiyono, B. & Dewanti, N. A. Y. 2018. Biokonsentrasi Logam Berat Tembaga (Cu) Dan Pola Konsumsi Ikan Mujair Di Wilayah Danau Rawapening. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 6, 1-7.
- Rosihan, A. & Husaini, H. 2017. *Logam Berat Sekitar Manusia*. Pustaka Buana.
- Safitri, F. Z. 2015. *Tingkat Efek Kesehatan Lingkungan Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) Dalam Kerang Hijau (Perna Viridis) Yang Dikonsumsi Masyarakat Kaliadem Muara Angke Jakarta Utara Tahun 2015*.
- Sekarwati, N. 2014. *Dampak Logam Berat Cu (Tembaga) Dan Ag (Perak) Pada Limbah Cair Industri Perak Terhadap Kualitas Air Sumur Dan Kesehatan Masyarakat Serta Upaya Pengendaliannya Di Kota Gede Yogyakarta*. UNS (Sebelas Maret University).
- SETIANTO, A. I. 2019. *Estimasi Loading Rate Dengan Parameter Kadmium (Cd), Kromium (Cr) Dan Tembaga (Cu) Di Industri Batik Kabupaten Bantul*. Universitas Islam Indonesia.
- Shukla, V., Dhankhar, M., Prakash, J. & Sastry, K. 2007. Bioaccumulation of Zn, Cu and Cd in *Channa Punctatus*. *Journal of Environmental Biology*, 28, 395.
- Sihono, D., Supriyono, E. & Setiawati, M. 2014. Acute and Sublethal Toxicity of Copper in Siam-Catfish Juvenile *Pangasianodon Hypophthalmus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 13, 36-45.
- Siregar, Y. I. & Edward, J. 2010. Faktor Konsentrasi Pb, Cd, Cu, Ni, Zn Dalam Sedimen Perairan Pesisir Kota Dumai. *Maspari Journal*, 1, 1-10.
- Slamet, J. S. 2003. *Toksikologi Lingkungan*. Gadjah Mada University Press, Jogjakarta.
- SR, D. A. & RAHAYU, D. *Makalah Spektrofotometer Serapan Atom*.

- Sudarwin, S. 2008. *Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat (Pb Dan Cd) Pada Sedimen Aliran Sungai Dari Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Sampah Jatibarang Semarang*. Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.
- Suseno, H., Hudiyono, B. & DS, W. 2010. Bioakumulasi Merkuri Anorganik Dan Metil Merkuri Oleh *Oreochromis Mossambicus*: Pengaruh Konsentrasi Merkuri Anorganik Dan Metil Merkuri Dalam Air. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah*.
- Utami, S. S. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Krom (Vi) Pada Air Sumur Di Sekitar Industri Batik Ud Bintang Timur (Studi Kasus Di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember).
- Widaningrum, M. 2007. Bahaya Kontaminasi Logam Berat Dalam Sayuran Dan Alternatif Pencegahan Cemarannya. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian1 (3)*, 1-8.
- Widowati, W., Sastiono, A. & Jusuf, R. 2008. Efek Toksik Logam Pencegahan Dan Penanggulangan Pencemaran. *Penerbit Andi. Yogyakarta*, 2-206.
- Wijiarti, K., Darundiati, Y. H. & Dewanti, N. A. Y. 2016. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Sulfur Dioksida (So₂) Udara Ambien Pada Pedagang Kaki Lima Di Terminal Bus Pulogadung, Jakarta Timur. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)*, 4, 983-991.
- Windri, R. E. 2011. *Analisa Kandungan Cu (Ii) Dengan Ssa Dan Ion Sulfat Dengan Spektrofotometer Sinar Tampak Pada Air Baku Dan Air Minum Isi Ulang Di Kota Pekanbaru*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Wirasuta, I. & Niruri, R. 2006. Toksikologi Umum. *Universitas Udayana. Bali*.
- Zuhro, M. V. 2015. Pengaruh Perendaman Larutan Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia Swingle*) Terhadap Penurunan Kandungan Timbal (Pb) Kerang Manis (*Mactra Grandis Gmelin*) Serta Aplikasinya sebagai Buku Pengayaan.