

**UJI TOKSISITAS AKUT LIMBAH LAUNDRY TERHADAP IKAN
MUJAIR (*Oreochromis Sp.*)**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T) pada
Program Studi Teknik Lingkungan



Disusun Oleh

NUR AZIZAH KARTIKASARI

NIM.

H75218036

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Nur Azizah Kartikasari

NIM : H75218036

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2018

menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiasi dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul "Uji Toksisitas Akut Limbah Laundry Terhadap Ikan Mujair (*Oreochromis* sp.). Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 1 November 2022

Yang menyatakan,



(Nur Azizah Kartikasari)
NIM.H75218036

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Dokumen Tugas Akhir oleh:

NAMA : Nur Azizah Kartikasari
NIM : H75218036
JUDUL : Uji Toksisitas Akut Limbah Laundry Terhadap Ikan Mujair
(*Oreochromis sp.*)

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan,

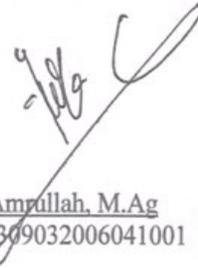
Surabaya, 04 Oktober 2022

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Dedv Supravogi, S.KM., M.KL
198512112014031002



Ampillah, M.Ag
197309032006041001

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Oleh,

Nama : Nur Azizah Kartikasari

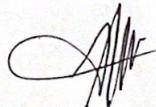
NIM : H75218036

Judul : Uji Toksisitas Akut Limbah Laundry Terhadap Ikan Mujair
(*Oreochromis sp.*)

Telah dipertahankan di depan tim penguji skripsi
Surabaya, 1 November 2022

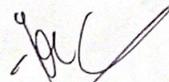
Mengetahui,
Dosen Penguji,

Dosen Penguji I



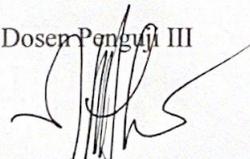
Dedy Suprayogi, S.KM, M.KL
NIP. 198512112014031002

Dosen Penguji II



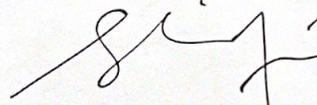
Amrullah, M.Ag
NIP. 197309032006041001

Dosen Penguji III



Sarita Oktorina, M.Kes
NIP. 198710052014032003

Dosen Penguji IV



Shinfi Wazna Auvaria, M.T
NIP. 198603282015032001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



Depul Hamdani, M.Pd.
NIP. 196507312000031002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : NUR AZIZAH KARTIKASARI
NIM : H75218036
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : nurazizahkartikasari@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

UJI TOKSISITAS AKUT LIMBAH LAUNDRY TERHADAP IKAN MUJAIR

(OREOCRHOMIS SP.)

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 1 November 2022

Penulis

(NUR AZIZAH KARTIKASARI)

ABSTRAK

Peningkatan jumlah penduduk di Indonesia menyebabkan meningkatnya pula limbah yang dihasilkan. Salah satu aktivitas manusia yang menyebabkan pencemaran adalah usaha jasa laundry. Limbah laundry yang terus menerus dibuang ke sungai akan menyebabkan rusaknya ekosistem perairan sungai. Penelitian ini ialah penelitian eksperimen yang memiliki tujuan untuk mengetahui nilai LC_{50} limbah laundry terhadap ikan mujair (*Oreochromis sp.*). Penelitian diawali dengan tahap aklimatisasi selama 7 hari agar mengetahui apakah ikan dan air pengencer PDAM layak digunakan dalam penelitian ini. Dimana dalam penelitian ini, terdapat pengujian parameter pH, suhu, dan DO serta mengamati kematian ikan. Sebelum melakukan *range finding test* dan uji toksisitas akut, dilakukan analisis limbah laundry dengan parameter BOD, COD, TSS, NH_3 , dan deterjen. Seluruh hasil analisis limbah laundry untuk tahap *range finding test* dan uji toksisitas akut melebihi baku mutu. Selanjutnya dilakukan tahap *range finding test* dengan variasi konsentrasi 0% (kontrol), 5%, 10%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%. Pada tahap *range finding test* ditemukan nilai kisaran pada konsentrasi 20%. Sehingga variasi yang digunakan pada tahap uji toksisitas akut adalah 6%, 9%, 12%, 15%, dan 18%. Kematian 50% ikan pada tahap uji toksisitas akut pada konsentrasi 6%. Kematian ikan pada konsentrasi tersebut dikarenakan tingginya kandungan BOD, COD, dan TSS. Setelah itu, dilakukan analisis menggunakan *software* SPSS. Pada *probability* 0,500 pada *software* SPSS nilai probitnya sebesar 6,637. Apabila nilai tersebut diubah ke dalam ppm, maka menjadi 66.000 ppm. Sehingga menurut US EPA Chemical Hazard Classification And Labeling: Comparison Of OPP Requirements And The GHS, nilai tersebut masih tergolong tidak membahayakan bagi lingkungan. Namun apabila limbah tersebut dibuang terus menerus ke badan air, akan menyebabkan kerusakan lingkungan.

Kata Kunci: Uji Toksisitas Akut, LC_{50} , Limbah Laundry, Mujair

ABSTRACT

*Population rise in Indonesia increase the amount of wastewater. One of the human activities that cause pollution is the residu of laundry services. Wastewater from this activitty is continuously dumped into the river and could damage to the river water ecosystem, especially the survival of fish. This research is an experimental study which aims to determine the value of LC₅₀ of wastewater on Tilapia fish (*Oreochromis sp.*). The study began with the acclimatization stage for 7 days in order to find out that the samples are suitable for use in this study. Where in this study, there were tests of pH, temperature, and DO parameters and observed fish mortality. Furthermore, conducting preliminary research by testing the waste with parameters BOD, COD, TSS, NH₃, and detergent. All results of laundry waste analysis for the stage of range finding test and acute toxicity test exceeded the quality standard. Moreover, the range finding test stage was carried out with variations in concentration of 0% (control), 5%, 10%, 20%, 40%, 60%, 80%, and 100%. In the range finding test stage, the range was found at a concentration of 20%. So the variations used in the acute toxicity test stage were 6%, 9%, 12%, 15%, and 18% dilution of laundry wastewater respectively. After that, the analysis was carried out using SPSS software. At probability 0,500 in SPSS software the probit value is 6,637. If this value is changed to ppm, it becomes 66.000 ppm. So according to the US EPA Chemical Hazard Classification And Labeling: Comparison Of OPP Requirements And The GHS, this value is still classified as not harmful to the environment. However, if the waste is continuously discharged into water bodies, it will cause environmental damage.*

Keywords: Acute toxicity test, LC₅₀, Laundry Waste, Tilapia

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I LATAR BELAKANG	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pencemaran Air	6
2.2 Limbah Cair	7
2.3 Limbah Laundry	8
2.4 Toksikologi	8
2.5 Biota Uji	12
2.6 Tahap Aklimatisasi	14
2.7 Tahap <i>Range Finding Test</i>	15
2.8 Analisis Probit	15
2.9 Integrasi Keilmuan	16

2.10	Penelitian Terdahulu	18
BAB III METODE PENELITIAN.....		7
3.1	Jenis Penelitian	7
3.2	Lokasi Penelitian	7
3.3	Waktu Penelitian	7
3.4	Alat dan Bahan Penelitian	22
3.5	Variabel Penelitian	22
3.6	Tahapan Penelitian	23
3.7	Kerangka Pikir Penelitian.....	24
3.8	Langkah Kerja Penelitian	26
3.9	Rancangan Percobaan.....	28
3.10	Analisis Data.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Aklimatisasi.....	31
4.2	<i>Range Finding Test</i>	35
4.3	Uji toksisitas akut	47
4.4	Perhitungan LC ₅₀ 96 Jam	58
BAB V PENUTUP.....		58
5.1	Kesimpulan.....	58
5.2	Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA		58

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kandungan Limbah Laundry	8
Tabel 2. 2 Klasifikasi Lethal Dose 50.....	11
Tabel 2. 3 Klasifikasi <i>Lethal Concentration</i> 50.....	11
Tabel 2. 4 Klasifikasi Ikan Mujair	13
Tabel 2. 5 Perbedaan Ikan Mujair dengan Ikan Nila	13
Tabel 2. 6 Pengaruh pH Air dengan Kehidupan Ikan	13
Tabel 2. 7 Pengaruh Suhu (°C) Perairan Terhadap Kondisi Ikan.....	14
Tabel 2. 8 Pengaruh DO Pada Ikan.....	14
Tabel 2. 9 Penelitian Terdahulu	18
Tabel 4. 1 Hasil Analisis Limbah Laundry Untuk Range Finding Test	35
Tabel 4. 2 Variasi Konsentrasi Limbah Laundry pada Uji Toksisitas Akut	49
Tabel 4. 3 Kandungan Limbah Laundry dalam Variasi Uji Toksisitas Akut	50
Tabel 4. 4 <i>Transformation of Percentage to Probits</i>	59
Tabel 4. 5 Tabel Analisis Probit.....	59

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian	23
Gambar 3. 2 Kerangka Pikir Penelitian.....	25
Gambar 3. 3 Sketsa reaktor penelitian	28
Gambar 4. 1 Rata-rata nilai pH air tahap aklimatisasi	32
Gambar 4. 2 Rata-rata nilai suhu air pada tahap aklimatisasi	33
Gambar 4. 3 Rata-rata nilai DO air pada tahap aklimatisasi.....	33
Gambar 4. 4 Total kematian ikan pada tahap aklimatisasi	34
Gambar 4. 5 Kematian Ikan pada tahap <i>Range finding test</i>	39
Gambar 4. 6 Nilai pH pada Tahap <i>Range Finding Test</i>	40
Gambar 4. 7 Nilai Suhu pada Tahap <i>Range Finding Test</i>	41
Gambar 4. 8 Nilai DO pada Tahap <i>Range Finding Test</i>	42
Gambar 4. 9 Grafik Kadar COD Pada Tahap <i>Range Finding Test</i>	43
Gambar 4. 10 Grafik Kadar BOD Pada Tahap <i>Range Finding Test</i>	44
Gambar 4. 11 Grafik Kadar TSS Pada Tahap <i>Range Finding Test</i>	45
Gambar 4. 12 Grafik Kadar NH ₃ Pada Tahap <i>Range Finding Test</i>	46
Gambar 4. 13 Grafik Kadar Deterjen Pada Tahap <i>Range Finding Test</i>	47
Gambar 4. 14 Rata-Rata Kematian Ikan Pada Tahap Uji toksisitas akut.....	51
Gambar 4. 15 Nilai pH pada Tahap Uji toksisitas akut.....	52
Gambar 4. 16 Nilai Suhu pada Tahap uji toksisitas akut	53
Gambar 4. 17 Nilai DO pada Tahap Uji toksisitas akut.....	53
Gambar 4. 18 Grafik Kadar COD Pada Tahap Uji Toksisitas Akut	54
Gambar 4. 19 Grafik Kadar BOD Pada Tahap Uji Toksisitas Akut	55
Gambar 4. 20 Grafik Kadar TSS Pada Tahap Uji Toksisitas Akut.....	56
Gambar 4. 21 Grafik Kadar NH ₃ Pada Tahap Uji Toksisitas Akut.....	57
Gambar 4. 22 Grafik Kadar Deterjen Pada Tahap Uji Toksisitas Akut.....	58
Gambar 4. 23 Data Konsentrasi, Mati, dan Total Pada SPSS.....	60
Gambar 4. 24 Menjalankan SPSS Analisis, Regression, Probit	60
Gambar 4. 25 Menjalankan SPSS pada dialog box <i>Probit Analysis</i>	61
Gambar 4. 26 Menjalankan SPSS Pada <i>Probit Analysis Options</i>	61
Gambar 4. 27 Nilai LC ₅₀ pada SPSS	62

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	65
Lampiran A.1 (Hasil Laboratorium)	65
Lampiran A.2 (Perhitungan Konsentrasi Limbah Pada Tiap Reaktor)	66
Lampiran A.3 (Perhitungan Pengenceran Range Finding Test)	69
Lampiran A.4 (Perhitungan Pengenceran Uji Toksisitas Akut).....	81
LAMPIRAN B	90
Lampiran B.1 (Dokumentasi Pengambilan Sampel).....	90
Lampiran B.2 (Dokumentasi Aklimatisasi)	91
Lampiran B.3 (Dokumentasi Range Finding Test)	92
Lampiran B.4 (Dokumentasi Uji Toksisitas Akut)	93
LAMPIRAN C	95
Lampiran C.1 Prosedur Uji Biological Oxygen Demand (BOD)	95
Lampiran C.2 Prosedur Uji Chemical Oxygen Demand (COD)	96
Lampiran C.3 Prosedur Uji Total Suspended Solid (TSS)	96
Lampiran C.4 Prosedur Uji NH_3	97
Lampiran C.5 Prosedur Uji Deterjen	97

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I

LATAR BELAKANG

1.1 Latar Belakang

Sepanjang waktu jumlah populasi manusia selalu mengalami peningkatan. Peningkatan jumlah penduduk juga mengakibatkan peningkatan pula pada limbah yang dihasilkan manusia. Hal tersebut terjadi karena aktivitas manusia yang menyebabkan efek samping bagi lingkungan hidup (Dewata dan Danhas, 2021). Efek samping tersebut salah satunya ialah pencemaran pada lingkungan. Pencemaran lingkungan merupakan masuknya unsur atau zat berbahaya ke lingkungan. Di Indonesia, dari 140 sungai di 34 provinsi sudah dalam status tercemar sebanyak 73,24% (S dkk., 2021).

Allah telah berfirman pada QS. Al-A'raf Ayat 74 :

وَاذْكُرُوا إِذْ جَعَلْنَا خُلَفَاءَ مِنْ بَعْدِ عَادٍ وَبَوَّأْنَاكُمْ فِي الْأَرْضِ أَنْتُمْ مِنْ سُوءِهَا فَصُورُوا
وَتَنَحَّثُونَ الْجِبَالَ بُيُوتًا فَادْكُرُوا الْآءَ اللَّهِ وَلَا تَعْتُوا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ

Artinya : “Dan ingatlah ketika Dia menjadikan kamu khalifah-khalifah setelah kaum 'Ad dan menempatkan kamu di bumi. Di tempat yang datar kamu dirikan istana-istana dan di bukit-bukit kamu pahat menjadi rumah-rumah. Maka ingatlah nikmat-nikmat Allah dan janganlah kamu membuat kerusakan di bumi.”

Ayat di atas menyatakan bahwa Allah telah melarang manusia untuk merajalela dan membuat kerusakan pada bumi ini. Karena manusia telah diberi kenikmatan oleh Allah SWT berupa tempat tinggal untuk terlindung dari musim panas dan dingin

Selain itu, Allah telah berfirman pada QS. Ar-Rum ayat 41 :

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

Artinya: “Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).”

Ayat tersebut mengatakan adanya kerusakan di muka bumi ini terjadi karena kezaliman manusia, melupakan kewajibannya untuk merawat bumi dan merusak lingkungan. Beberapa kerusakan di bumi ini terjadi karena ulah manusia itu sendiri.

Salah satu aktivitas manusia yang menyebabkan pencemaran ialah laundry yang menghasilkan buangan berupa air limbah deterjen. Deterjen yang ada pada limbah laundry dapat memungkinkan terjadinya bahaya seperti gangguan kesehatan pada manusia, terganggunya ekosistem perairan, meningkatnya fosfat dalam air yang menyebabkan terjadinya eutrofikasi (Utomo dkk., 2018). Penggunaan deterjen dapat berasal dari kegiatan domestik, usaha laundry, hotel, pencucian kendaraan, dan rumah sakit (Mugirosani, 2011).

Limbah laundry berasal dari deterjen dan pelembut pakaian. Bahan-bahan kimia yang terdapat dalam limbah laundry antara lain fosfat (70-80%), surfaktan (20-30%), amonia, nitrogen, kekeruhan, padatan terlarut, BOD (*Biological Oxygen Demands*), dan COD (*Chemical Oxygen Demands*) (Palilingan dkk., 2019). Salah satu kandungan dalam limbah laundry adalah amonia yang bersifat toksik bagi ekosistem perairan (A'yun, 2015). Menurut (Palilingan dkk., 2019), adanya kadar amonia tinggi dalam badan air mengindikasikan adanya pencemaran yang salah satunya disebabkan oleh limbah laundry. Selain amonia, terdapat surfaktan yang mampu mencemari lingkungan perairan. Buih yang menutupi permukaan air, dapat berasal dari jenis linier *alkyl benzen sulfonate* (LAS) yang biodegradabel ataupun *alkyl benzen sulfonate* (ABS) yang non biodegradabel. Kedua bahan tersebut mampu mengganggu kehidupan perairan, baik di dasar air maupun permukaan (Megawati, 2017).

Nilai akut dapat diketahui dengan cara uji toksisitas akut. Untuk mengetahui nilai akut limbah laundry juga dilakukan dengan uji toksisitas yaitu dengan mengamati kematian biota uji sebanyak 50%. Pengujian toksisitas suatu

polutan dapat dilakukan dengan hewan air tawar seperti ikan (Rohmani, 2014). Ikan hanya akan menyerap 25% pakan dan sisanya 75 % menyerap limbah yang ada di perairan (Mustofa dkk., 2018). Oleh karena itu, pada penelitian kali ini dilakukan dengan ikan mujair (*Oreochromis sp.*) sebagai hewan uji. Selain itu, ikan mujair merupakan bioindikator untuk monitoring polusi yang ada pada air tawar dan berpotensi mengakumulasi logam berat (Yulaipi dan Aunurohim, 2013). Rata-rata produksi ikan mujair pada perairan umum di Surabaya pada tahun 2013-2018 adalah sebanyak 37,65 ton (Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2021). Hal tersebut terlihat bahwa ikan mujair mudah didapatkan dalam jumlah yang banyak, sehingga cocok digunakan untuk biota uji.

Pada penelitian Sari dkk. (2015) mengatakan bahwa nilai toksisitas LC₅₀ 96 jam pada detergen yang mengandung LAS (*Linear Alkil Sulfonate*) adalah 3,73 ppm. Sedangkan nilai toksisitas LC₅₀ 96 jam amonia (NH₃) limbah tahu pada penelitian Rohmani (2014) sebesar (20,7±1,2)%.

Nilai akut dan kriteria toksisitas dapat dilakukan dengan uji toksisitas dengan mengamati hubungan dosis respon antara kematian biota uji dengan polutan yang menyebabkan kematian pada biota uji 50%. Oleh karena itu, dilakukan penelitian mengenai “Uji Toksisitas Limbah Laundry terhadap Ikan Mujair (*Oreochromis sp.*)” agar mengetahui nilai LC₅₀ pada limbah laundry mengetahui kriteria toksisitas pada limbah laundry tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka rumusan masalah yang diambil sebagai berikut:

1. Berapakah nilai LC₅₀₋₉₆ pada limbah laundry terhadap ikan mujair (*Oreochromis sp.*)?
2. Bagaimana klasifikasi toksisitas pada limbah laundry terhadap ikan mujair (*Oreochromis sp.*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan, tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai LC_{50-96} pada limbah laundry terhadap ikan mujair (*Oreochromis sp.*).
2. Mengetahui klasifikasi toksisitas pada limbah laundry terhadap ikan mujair (*Oreochromis sp.*).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang didapatkan dari penelitian sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti
Mengetahui nilai toksisitas dan tingkat bahaya dari limbah laundry terhadap ikan mujair.
2. Bagi Industri atau Perorangan
Memberikan informasi apabila pihak industri membuang limbah secara sembarangan (tanpa mengolahnya terlebih dahulu) akan mengakibatkan pencemaran pada lingkungan perairan dan berbahaya bagi ekosistem perairan.
3. Bagi Masyarakat
Memberikan informasi bahwa pembuangan detergen tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Pelaksanaan penelitian menggunakan skala laboratorium pada Laboratorium Integrasi UIN Sunan Ampel Surabaya.
2. Pengujian dilakukan menggunakan air sampel limbah laundry di Dusun Bangah, Wage, Sidoarjo.
3. Sampel yang digunakan hanya menganalisa BOD, COD, TSS, NH_3 dan deterjen.
4. Pengujian dilakukan dengan regresi probit yakni suatu metode untuk menentukan nilai LC_{50-96} dengan mengamati 50% kematian biota uji yang disebabkan oleh toksikan.

5. Penelitian dilakukan menggunakan ikan mujair (*Oreochromis sp.*) sebagai biota uji.
6. Parameter yang diuji pada penelitian ini yakni suhu, pH, dan DO.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Air

Pencemaran air adalah salah satu masalah lingkungan utama saat ini. Di antara sumber daya alam, air yang paling rentan dalam hal polusi. Kita dapat membuat daftar penyebab utama pencemaran air seperti industrialisasi, plastik, pestisida, pupuk, limbah, pertumbuhan penduduk, urbanisasi, eutrofikasi, pertambangan, tumpahan minyak, gangguan sedimen, serta hujan asam. Tercatat bahwa 75% hingga 80% pencemaran air disebabkan oleh limbah domestik (Kiliç, 2021).

Pencemaran air menyebabkan perubahan spesifikasinya karena pencemaran mengurangi kemampuan lingkungan untuk menjalankan peran alaminya. Ada yang berpendapat bahwa sungai, laut, samudera serta aliran air lainnya adalah tempat yang paling tepat untuk membuang sisa produksi dan konsumsi serta limbah aktivitas manusia. Manusia tidak mengira bahwa limbah yang dibuang ke saluran air ini akan kembali kepadanya lagi dengan meminum atau mengairi tanaman pertaniannya atau memakan ikan yang ada pada perairan (Hassan Al-Taai, 2021). Pencemaran pada air terbagi menjadi 4 jenis, sebagai berikut:

a. **Pencemaran fisik**

Pencemaran fisik dihasilkan dari bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dalam air. Jenis ini polutan mengubah warna, rasa, dan bau air. Salah satu bentuk pencemaran fisik adalah suhu tinggi, hal ini menyebabkan penurunan jumlah oksigen terlarut dan membahayakan organisme akuatik

b. **Pencemaran kimia**

Pencemaran jenis ini disebabkan oleh adanya garam terlarut, asam, fluorida, logam, bahan organik, pupuk dan pestisida. Logam-logam tersebut sebagian besar larut dalam air sampai batas tertentu, termasuk beberapa yang beracun, seperti barium, kadmium, timbal, dan merkuri.

Sedangkan logam tidak beracun antara lain kalsium, magnesium, natrium, besi, dan tembaga, yang peningkatan menyebabkan beberapa penyakit.

c. Pencemaran biologi

Kontaminasi biologis termasuk polutan vital seperti bakteri patogen, virus, dan parasit. Sumber pencemar tersebut adalah kotoran manusia dan hewan. Mereka masuk ke air ketika bercampur dengan limbah atau air drainase pertanian, menyebabkan infeksi manusia dengan banyak penyakit seperti kolera.

d. Pencemaran radioaktivitas

Risiko jenis polusi ini meningkat oleh aktivitas nuklir dan upaya untuk membuang limbah nuklir. Bahan radioaktif dapat bocor ke badan air, di mana mereka diserap oleh makhluk hidup organisme dan ditransfer ke manusia menyebabkan berbagai efek pada genetika (Hassan Al-Taai, 2021).

2.2 Limbah Cair

Limbah cair adalah campuran dari bahan pencemar yang terbawa oleh air, baik terlarut maupun tersuspensi yang berasal dari kegiatan domestik seperti perumahan, perkantoran, perdagangan, selain itu juga berasal dari kegiatan perindustrian. Selain itu, limbah cair juga dapat didefinisikan sebagai hasil akhir yang dihasilkan dari suatu proses produksi maupun domestik yang mencemari lingkungan dan berdampak negatif terutama bagi kesehatan (Sitorus dkk., 2021).

Air limbah pada konsentrasi tertentu dengan melewati batas yang ditetapkan akan menimbulkan pencemaran dan dapat mempengaruhi kondisi lingkungan. Oleh sebab itu, diperlukan pengolahan limbah cair yang bertujuan untuk menghilangkan atau menyisihkan kontaminan. Kontaminan dapat berupa senyawa organik yang dinyatakan oleh nilai BOD, COD, nutrient, senyawa toksik, mikroorganisme patogen, partikel non biodegradable, padatan tersuspensi maupun terlarut (Sitorus dkk., 2021).

2.3 Limbah Laundry

Limbah laundry merupakan salah satu limbah yang mencemari lingkungan yang berasal dari industri pencucian baju dan berdampak buruk bagi manusia. Hal tersebut dikarenakan limbah laundry mengandung deterjen yang dapat mencemari lingkungan seperti terganggunya kesehatan manusia, terbentuknya lapisan film dalam air sungai yang menyebabkan menurunnya pula tingkat transfer pada air, serta adanya fosfat yang mampu menyebabkan eutrikasi dan menimbulkan warna pada air (Utomo dkk., 2018). Detergen tersusun atas tiga komponen yakni surfaktan (20-30%), builders (70-80%), dan bahan aditif (2-8%) (Novita dan Hasibuan, 2020).

Pencemaran akibat limbah laundry dapat menyebabkan bau busuk. Bau tersebut berasal dari gas NH_3 dan H_2S yang berasal dari penguraian bahan organik oleh bakteri anaerobik. Kandungan air limbah laundry dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. 1 Kandungan Limbah Laundry

Parameter	Kadar	Satuan	Standard
pH	6-9	-	PP No. 22 Tahun 2021
Suspended substances	50-100	mg/L	PP No. 22 Tahun 2021
Sediment substances	1000	mg/L	PP No. 22 Tahun 2021
Cl_2	0,1	mg/L	(Turk dkk., 2005)
Total Nitrogen	25	mg/L	PP No. 22 Tahun 2021
Nitrogen ammonia	0,5	mg/L	PP No. 22 Tahun 2021
Total pospat	1,0	mg/L	PP No. 22 Tahun 2021
COD	40	mg O_2 /L	PP No. 22 Tahun 2021
BOD_5	6	mg O_2 /L	PP No. 22 Tahun 2021
Detergen total	0,2	mg/L	PP No. 22 Tahun 2021

Sumber: (Turk dkk., 2005)

2.4 Toksikologi

Toksikologi dapat dikatakan pemahaman konsep aksi dari suatu zat yang beracun dan keberadaannya serta penerapan konsep aksi tersebut dalam permasalahan lingkungan, selain itu toksikologi berarti perpaduan ilmu *biological* dan *chemistry* (Yulianto dan Amaloyah, 2017). Sehingga dapat dijelaskan bahwa toksikologi ialah ilmu yang mempelajari tentang aksi dan keberadaan suatu zat beracun serta penanganannya. Terdapat 3 prinsip dalam toksikologi lingkungan sebagai berikut (Dewata dan Danhas, 2021):

1. Interaksi manusia dengan lingkungan

Manusia selalu bergantung terhadap lingkungan, mulai dari bernapas manusia membutuhkan udara, untuk mandi dan mencuci manusia membutuhkan air, hingga tempat untuk tinggal. Selama hidupnya, manusia selalu membuang kotoran dan limbahnya ke lingkungan hidup. Lalu bagaimana kondisi lingkungan itu pun akan memberikan pengaruh juga kepada manusia. Itulah yang disebut dengan interaksi, dimana manusia memberi suatu aksi pada lingkungan maka lingkungan juga memberi efek pada manusia. Namun apabila limbah yang dibuang ke lingkungan melebihi batas kemampuan lingkungan untuk keseimbangannya, maka akan terjadi pengaruh buruk kepada manusia atau biasa disebut dengan degradasi lingkungan.

2. Pertumbuhan populasi dan aktivitas manusia

Sepanjang waktu jumlah populasi manusia selalu mengalami kenaikan. Hal tersebut mengakibatkan jumlah limbah yang diterima oleh lingkungan juga akan meningkat. Pada populasi yang sangat banyak, lingkungan tidak cukup memiliki kemampuan untuk memperbaiki kondisinya (*self purification*). Ketika lingkungan melakukan *self purification*, manusia terus melakukan pencemaran. Aktivitas manusia yang menyebabkan pencemaran lingkungan tersebut. Namun aktivitas-aktivitas manusia tersebut dilakukan agar membuat hidupnya lebih mudah.

3. Perubahan rona lingkungan

Perubahan rona lingkungan merupakan konsekuensi dari interaksi, pertumbuhan populasi dan aktivitas manusia. Perubahan rona lingkungan dapat dilihat saat manusia membanun suatu permukiman. Misalnya pada suatu kawasan alami seperti hutan yang akhirnya diubah oleh manusia menjadi kawasan permukiman. Perubahan rona lingkungan juga menimbulkan dampak buruk bagi manusia apabila lingkungan telah rusak dan tercemar. Apabila rona lingkungan menjadi buruk, populasi manusia dan aktivitasnya juga akan menurun.

2.1.1 Toksikan

Toksikan atau zat toksik merupakan bahan apapun yang dapat memberikan efek yang merugikan. Racun didefinisikan untuk toksikan yang dalam jumlah sedikit dapat mengakibatkan kematian atau suatu penyakit secara tiba-tiba. Zat-zat toksik ada yang berupa fisik, kimia, maupun biologis. Selain itu zat-zat toksik juga berwujud padat, cair dan gas (Budiawan, 2008).

2.1.2 Toksisitas

Toksisitas ialah suatu sifat relatif dari zat kimia yang dapat berdampak negatif pada manusia baik secara langsung maupun tidak langsung. Tujuannya ialah untuk menentukan seberapa bahaya toksikan terhadap biota uji serta dapat mengganggu lingkungan perairan. (Rachmah, 2020). Uji toksisitas terbagi menjadi 2 jenis, sebagai berikut.

1. Toksisitas Akut

Toksisitas akut bisa disebut dengan organisme yang mengalami kontak langsung dengan bahan kimia dari pemaparan tunggal atau beberapa pemaparan. Toksisitas akut terjadi dalam kurun waktu yang pendek, biasanya dalam hitungan jam atau hari. Kriteria yang biasa digunakan adalah kematian pada biota uji (Noviana dan Prinajati, 2021). Uji toksisitas akut mengevaluasi efek pada kelangsungan hidup selama 24-96 jam. Masyarakat Amerika untuk Pengujian dan Bahan (ASTM), Environment Canada, dan U.S. EPA telah menerbitkan panduan standar tentang cara melakukan akut uji toksisitas untuk kolom air dan spesies yang tinggal di sedimen untuk air tawar dan laut invertebrata dan ikan (Hoffman, 2003).

Untuk menentukan nilai toksisitas akut, dibedakan menjadi dua cara sebagai berikut (Yulianto dan Amaloyah, 2017).

a. Penentuan *Lethal Dose 50 (LD50)*

LD50 merupakan dosis uji toksisitas dengan menggunakan satuan miligram berat bahan per kilogram berat biota uji yang menghasilkan kematian biota uji sebanyak 50% dalam suatu waktu. Berikut merupakan batasan-batasan LD₅₀.

Tabel 2. 2 Klasifikasi Lethal Dose 50

Klasifikasi	LD50 (mg/kg)
<i>Extremely Toxic</i>	≤ 1
<i>Highly Toxic</i>	1 - 50
<i>Moderately Toxic</i>	51 - 500
<i>Slightly Toxic</i>	501 – 5000
<i>Practically Non Toxic</i>	5001 - 15000
<i>Relatetively Harmless</i>	> 15000

Sumber: (Yulianto dan Amaloyah, 2017)

b. Penentuan *Lethal Concentration 50*

Lethal Concentration 50 (LC_{50}) adalah suatu konsentrasi zat yang dapat mengakibatkan kematian pada biota sebanyak 50% dari biota uji dan dapat diestimasi oleh grafik dan perhitungan, pada waktu pengamatan tertentu seperti LC_{50} 48 jam, LC_{50} 96 jam sampai waktu hidup biota uji (Noviana dan Prinajati, 2021).

Tabel 2. 3 Klasifikasi *Lethal Concentration 50*

Tingkat	Nilai (mg/L)	Klasifikasi
I	≤ 0,05 mg/L	BAHAYA
II	> 0,05 mg/L ≤ 0,5 mg/L	PERINGATAN
III	> 0,5 mg/L ≤ 2.0 mg/L	AWAS
IV	> 2 mg/L	Dapat dikatakan tidak membahayakan

Sumber: (US EPA, 2004)

2. Toksisitas kronis

Uji toksisitas kronis merupakan suatu tes yang dirancang untuk mengukur efek racun terhadap spesies air bagian yang signifikan dari siklus hidup organisme, biasanya sepersepuluh atau lebih dari seumur hidup hewan. Studi kronis mengevaluasi efek subletal dari racun pada reproduksi, pertumbuhan, dan perilaku karena gangguan fisiologis dan biokimia (Hoffman, 2003). Terjadinya toksisitas kronis dapat menyebabkan rusaknya organ dalam maupun luar pada biota uji dengan cara pemaparan secara tunggal dan dapat juga dengan pemaparan yang berulang atau dalam periode waktu yang panjang (Noviana dan Prinajati, 2021). Berikut ini efek yang ditimbulkan dari toksisitas kronis, antara lain:

- a. Efek *lethal*: disebabkan adanya gangguan pada saraf pusat dan terjadilah kematian.

- b. Efek *sub lethal*: terjadi pada organ-organ dalam, seperti penurunan jumlah darah, kerusakan hati, serta penurunan potensi berkembang biak.

2.5 Biota Uji

Biota uji adalah hewan yang sengaja dipelihara untuk model yang berkaitan dengan pembelajaran dan pengembangan berbagai macam bidang ilmu skala laboratorium. Hewan yang bisa digunakan untuk hewan uji ialah hewan yang bebas dari mikroorganisme patogen, memiliki kemampuan untuk memberikan reaksi imunitas yang baik, kepekaan terhadap suatu penyakit dan performa yang dikaitkan pada sidat genetik hewan uji tersebut (Tolistiawaty dkk., 2014).

Dalam penelitian ini, biota uji yang digunakan adalah ikan mujair (*Oreochromis sp.*). Ikan mujair dipilih menjadi biota uji karena merupakan salah satu hewan yang sering dikonsumsi manusia. Logam berat dapat terdistribusi ke bagian tubuh manusia dan menjadi perantara terkontaminasinya logam berat ke dalam tubuh manusia. Apabila kondisi tersebut terjadi terus menerus akan berakibat fatal bagi kesehatan manusia. *Oreochromis sp.* atau ikan mujair ialah biota uji yang ditemukan di air tawar dan dapat digunakan sebagai bioindikator untuk *monitoring* polutan yang ada (Yulaipi dan Aunurohim, 2013). Selain itu, ikan mujair dapat bertahan hidup dengan kadar oksigen rendah, perubahan salinitas ekstrem dan perubahan lingkungan perairan lainnya. Ikan ini mudah dijumpai di waduk, sungai maupun rawa-rawa lebih tepatnya di perairan Indonesia. Hal tersebut dikarenakan ikan mujair mampu berkembang biak secara cepat. Menurut Mason (1993) alasan suatu organisme dijadikan sebagai biota uji hayati karena organisme tersebut penyebaran luas, mudah berkembang biak, serta mudah didapat dalam jumlah yang besar atau banyak. Selain itu ikan mujair juga memiliki nilai yang ekonomis. Dari kelebihan-kelebihan ikan mujair tersebut, ia dapat dijadikan sebagai hewan uji untuk diketahui sintasanya dalam perairan (Suyantri dkk., 2011). Berikut merupakan klasifikasi dari ikan mujair pada Tabel 2.4

Tabel 2. 4 Klasifikasi Ikan Mujair

Tingkat taksonomi	Deskripsi
Kingdom	Animalia
Filum	Chordata
Kelas	Actinopterygii
Ordo	Perciformes
Famili	Cichlidae
Genus	<i>Oreochromis</i>
Spesies	<i>Oreochromis mossambicus</i>

Sumber : (Pratiwi, 2020)

Ikan mujair masih satu genus dengan ikan. Secara fisik dan tingkah lakunya, kedua ikan tersebut hampir sama. Namun terdapat beberapa perbedaan yang mencolok, berikut tertera pada Tabel 2.4

Tabel 2. 5 Perbedaan Ikan Mujair dengan Ikan Nila

Ikan Mujair	Ikan Nila
Pertumbuhan lebih lambat*)	Pertumbuhan lebih cepat
Ujung ekor tidak ada garis*)	Ujung ekor bergaris
Warna lebih hitam	Warna sedikit abu-abu
Sirip ekor tidak ada garis*)	Sirip ekor bergaris
 **)	

Sumber: *) (Saparinto, 2012); **) (Hutchison dkk., 2011)

Kondisi optimum untuk ikan yang digunakan dalam biota uji:

1. pH (Derajat Keasaman)

Derajat keasaman bisa dikenal dengan istilah pH. Air bersifat toksik apabila konsentrasi ion hidrogen tinggi, sehingga pH air tersebut semakin rendah. Kondisi tersebut menyebabkan perairan bersifat toksik (Suyasa, 2015). Pengaruh pH air dengan kehidupan ikan terdapat di Tabel 2.6 di bawah ini.

Tabel 2. 6 Pengaruh pH Air dengan Kehidupan Ikan

Nilai pH (Derajat Keasaman)	Kondisi Ikan
< 4,5	Air bersifat toksik untuk ikan
5 – 6,5	Pertumbuhan ikan terhambat dan ikan menjadi sangat sensitif terhadap bakteri dan parasit
6,5 – 9	Ikan mengalami pertumbuhan optimal
> 9	Pertumbuhan ikan terhambat

Sumber: (Kordi, 2010)

2. Suhu

Perubahan suhu pada perairan sangat berperan pada proses fisika, kimia, dan biologi, sehingga juga berperan terhadap pengendalian ekosistem perairan. Peningkatan suhu dapat menyebabkan peningkatan pada reaksi-reaksi kimia pada perairan, sehingga berdampak pada penurunan kadar oksigen terlarut. Namun kadar oksigen terlarut dapat meningkat kembali apabila terjadi penurunan suhu secara alami (Suyasa, 2015). Berikut merupakan tabel pengaruh suhu perairan terhadap kondisi ikan, tertera di Tabel 2.7

Tabel 2. 7 Pengaruh Suhu (°C) Perairan Terhadap Kondisi Ikan

Suhu (°C)	Kondisi
< 12	Mati kedinginan
12 – 18	Membahayakan ikan
18 – 25	Ikan hidup tetapi nafsu makan menurun
26 – 32	Ikan bertahan hidup

Sumber: (Kordi, 2010)

3. *Dissolved Oxygen*

Dissolved Oxygen (DO) atau oksigen terlarut adalah zat penting untuk kehidupan organisme di perairan karena berperan penting dalam proses metabolisme serta respirasi (Haris dan Yusanti, 2018). Selain itu, DO dapat menganalisis tingkat pencemaran suatu perairan. Menurut (Suyasa, 2015) kandungan O₂ minimal 2 mg/L apabila lingkungan perairan tidak beracun sehingga kehidupan organismenya sudah termasuk normal. Berikut merupakan pengaruh DO pada ikan pada

Tabel 2.8

Tabel 2. 8 Pengaruh DO Pada Ikan

DO	Kondisi
< 3 mg/L	Masih bisa bertahan hidup
4 mg/L	Tingkat nafsu makan menurun
5 mg/L	Optimal

Sumber: (Rachmah, 2020)

2.6 Tahap Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah suatu proses penyesuaian diri biota uji terhadap kondisi lingkungan yang baru, sehingga kondisi tersebut tidak menyebabkan stres bagi biota uji. Hal tersebut karena tiap organisme mampu mengatur kondisi morfologinya pada tubuh mereka sehingga dapat menyatu dengan

kondisi lingkungan yang berbeda atau baru. Atau bisa disebut bahwa aklimatisasi adalah penyesuaian suatu organisme terhadap lingkungan yang baru atau organisme tersebut mengalami perubahan lingkungan (Sudrajat, 2003). Aklimatisasi pada biota uji berguna agar kondisi pada media dijadikan sebagai kontrol atau memberikan waktu bagi biota uji untuk beradaptasi pada lingkungan yang baru serta mengamati kondisi kesehatan dari biota uji. Selain itu, biota uji diberi makan seminggu minimal 3 kali sebelum penelitian dimulai. Biota uji harus terkena cahaya selama 12-16 jam per hari serta kandungan oksigen setidaknya 80% (Noviana dan Prinajati, 2021).

2.7 Tahap *Range Finding Test*

Tahap *Range Finding Test* adalah uji pendahuluan yang berguna untuk menentukan konsentrasi terkecil dari toksisikan yang menyebabkan kematian 100% pada biota uji selama 96 jam. Pada tahapan ini dilakukan pencarian kisaran konsentrasi secara kasar, sehingga dapat menggunakan variasi konsentrasi dengan jarak yang cukup besar (Wiyanti dan J. A. R., 2018). *Range Finding Test* digunakan dalam studi toksisitas akut pada ikan. Tes ini didasarkan pada kerentanan ikan pada zat yang toksik atau beracun dan pada konsentrasi oksigen yang rendah (Stephenson, 1984).

2.8 Analisis Probit

Analisis probit merupakan suatu analisis regresi yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara variabel dependen dan variabel independen (Tinungki, 2010). Analisis probit umumnya digunakan pada toksikologi untuk menentukan toksisitas relatif dari bahan kimia untuk organisme hidup. Hal ini dilakukan dengan menguji respons organisme di bawah berbagai konsentrasi masing-masing bahan kimia tersebut dan kemudian membandingkan konsentrasi hingga didapatkan hasilnya (Tyas dkk., 2016)

Dalam analisis probit, transformasi dari kurva sigmoidal ke kurva linier diikuti oleh regresi pada hubungan dan parameter penting seperti EC_{50} (konsentrasi toksikan yang memberikan respon setengah maksimal) atau LC_{50} untuk cair dan LD_{50} untuk padat (jumlah racun yang menyebabkan kematian

50% (satu per dua) kelompok hewan uji) adalah diperoleh bersama-sama dengan interval kepercayaan mereka (Halmi dkk., 2018).

2.9 Integrasi Keilmuan

Kerusakan alam di bumi ini tidak terlepas dari kegiatan yang dilakukan oleh manusia. Seperti bencana-bencana yang terjadi di bumi ini sebagian besar dikarenakan ulah dari manusia sendiri. Manusia yang seharusnya menjaga dan merawat bumi, tetapi kenyataannya mereka seringkali merusaknya. Seperti contohnya banjir bandang, tanah longsor dan kebakaran hutan yang semakin meningkat. Pada tahun 2014 luas hutan yang terbakar sebesar 32 hektar, hal tersebut sangat melonjak dibandingkan tahun sebelumnya yang kurang dari 5 hektar (Nurhayati dkk., 2018). Oleh karena itu, manusia perlu memahami tentang kerusakan lingkungan dan dampak yang ditimbulkan dari kecerobohan sifat manusia itu. Sehingga manusia juga perlu mengetahui pengkajian tentang ayat-ayat al-Qur'an. Namun, untuk mengkaji ayat-ayat Al-Qur'an manusia wajib memahami lingkungan hidup mulai dari keadaan, makhluk hidup, serta manusia dan perilakunya yang bisa mempengaruhi alam. Allah SWT telah berfirman dan ada sekitar 800 ayat yang berbicara mengenai alam semesta dan lingkungannya. Berikut contoh ayat-ayat Al-Qur'an yang membahas mengenai alam dan kerusakan lingkungan.

Allah SWT telah berfirman pada QS. Al-A'raf ayat 74, sebagai berikut.

وَاذْكُرُوا إِذْ جَعَلْنَا خُلَفَاءَ مِنْ بَعْدِ عَادٍ وَبَوَّأْنَا فِي الْأَرْضِ تَتَّخِذُونَ مِنْ سُهُولِهَا قُصُورًا
وَتَنْحِتُونَ الْجِبَالَ بُيُوتًا فَادْكُرُوا الْآءَ اللَّهِ وَلَا تَعْنُوا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ

Artinya:

“Dan ingatlah ketika Dia menjadikan kamu khalifah-khalifah setelah kaum 'Ad dan menempatkan kamu di bumi. Di tempat yang datar kamu dirikan istana-istana dan di bukit-bukit kamu pahat menjadi rumah-rumah. Maka ingatlah nikmat-nikmat Allah dan janganlah kamu membuat kerusakan di bumi.”

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah telah menjadikan manusia sebagai pewaris di bumi ini. Manusia telah dirikan istana-istana di atas tanah-tanah yang datar sebagai tempat tinggalnya di musim panas dan di musim dingin,

maka ingatlah nikmat-nikmat Allah dan janganlah kamu merajalela di muka bumi membuat kerusakan.

Selain itu, Allah juga berfirman dalam QS. Ar-Rum ayat 41:

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

Artinya:

“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).”

Bahwa ayat tersebut telah mengingatkan kita sebagai manusia, akan terjadi berbagai kerusakan yang berasal dari perang (pesawat tempur, kapal selam, dan pasukan darat). Hal itu tidak lain karena akibat dari apa yang dilakukan oleh umat manusia berupa kezaliman, banyak lenyapnya perasaan dari pengawasan Allah SWT. Manusia telah melupakan adanya hari hisab dari Allah SWT dan hawa nafsu telah terlepas secara bebas dari kalangan umat manusia sehingga terjadilah berbagai macam kerusakan di muka bumi.

Pada QS. Al-Baqarah ayat 30, Allah juga telah berfirman:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَنْ يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ قَالَ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ

Artinya:

“Dan (ingatlah) ketika Tuhanmu berfirman kepada para malaikat, “Aku hendak menjadikan khalifah di bumi.” Mereka berkata, “Apakah Engkau hendak menjadikan orang yang merusak dan menumpahkan darah di sana, sedangkan kami bertasbih memuji-Mu dan menyucikan nama-Mu?” Dia berfirman, “Sungguh, Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui.””

Bahwa Allah Swt. telah menjelaskan manusia diberi anugerah sebagai khalifah di bumi ini agar senantiasa melakukan perintah-perintah Allah SWT dan menjauhi larangannya. Namun malaikat berkata apabila manusia di bumi mengerjakan maksiat serta melakukan kerusakan. Maka Allah membantah mereka para malaikat bahwasanya Allah lebih tahu atas apa yang mereka tidak ketahui dari rahasia-rahasia penciptaan serta konsekuensi dari sebuah urusan.

Allah juga telah berfirman pada QS. Al-Baqarah ayat 205:

وَإِذَا تَوَلَّى سَعَى فِي الْأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ الْحَرْثَ وَالنَّسْلَ ۗ وَاللَّهُ لَا يُحِبُّ الْفُسَادَ

Artinya:

“Dan apabila dia berpaling (dari engkau), dia berusaha untuk berbuat kerusakan di bumi, serta merusak tanam-tanaman dan ternak, sedang Allah tidak menyukai kerusakan.”

Bahwa Allah SWT telah berfirman, apabila manusia telah lupa terhadap Allah SWT dan mereka masih berusaha untuk merusak bumi ini, seperti merusak tanaman dan membunuh hewan-hewan milik orang beriman. Allah SWT sungguh tidak menyukai perbuatan manusia yang seperti itu. Dan apabila hal tersebut dilakukan oleh manusia, maka Allah akan menurunkan azab kepada manusia serta pantaslah baginya neraka jahanam dan sesungguhnya neraka jahanam itu tempat tinggal yang terburuk.

2.10 Penelitian Terdahulu

Penelitian Uji Toksisitas Akut Karbamat dan Cadmium (Cd) terhadap Ikan Mujair (*Oreochromis sp.*) didasari oleh penelitian-penelitian terdahulu. Berikut tabel referensi yang digunakan untuk acuan penelitian ini terdapat pada Tabel 2.7

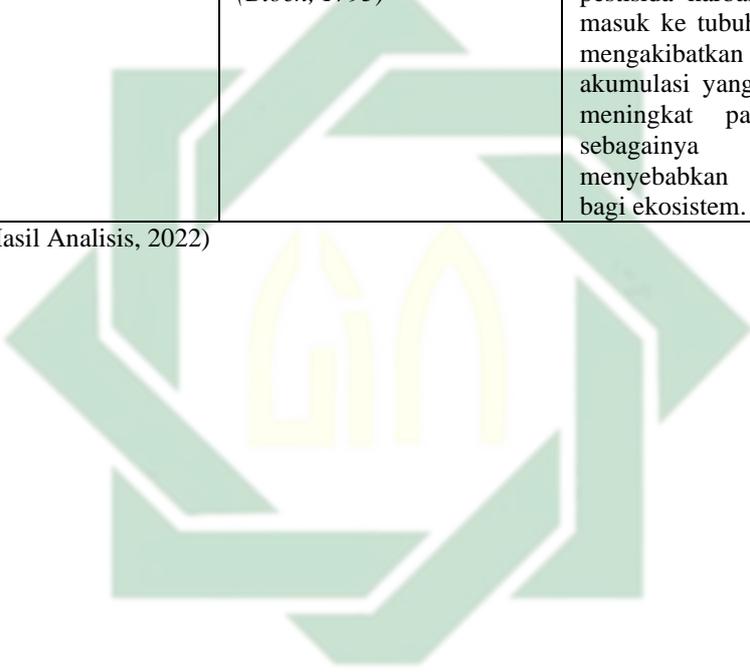
Tabel 2. 9 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil
1	(Zai, 2019)	Uji Toksisitas Akut (LC _{50-96jam}) Insektisida Klorpirifos Terhadap Ikan Lele (<i>Clarias sp.</i>)	Nilai <i>Lethal concentration</i> (LC ₅₀) 96 jam dari insektisida klorpirifospada Ikan Lele (<i>Clarias sp.</i>) adalah 1,119 ppm. Gejala yang terlihat pada Ikan Lele akibat dampak terpapar insektisida tersebut adalah sering muncul ke permukaan sekresi lendir tinggi, mempercepat gerakan opercula, perubahan pola renang ikan tidak teratur dan terbalik, serta warna tubuh yang pucat
2	(Leuwol dkk., 2019)	Uji Toksisitas Akut Insektisida Karbamat Terhadap Ikan Mas, <i>Cyprinus Carpio Linnaeus</i> , 1758	Nilai LC ₅₀₋₉₆ dari insektisida karbamat dengan bahan aktif karbosulfan pada ikan mas sebesar 1,68 mg/L. Insektisida dengan nilai toksisitas akut tersebut dapat dikategorikan sebagai toksikan dengan daya racun yang tinggi.
3	(Rachmah, 2020)	Uji Toksisitas Akut <i>Linear Alkylbenzene Sulfonate</i> (LAS) Dan Timbal (Pb) Terhadap	Nilai toksisitas akut dari yang diteliti ialah 0,313 mg/L, sehingga nilai toksisitas tersebut berada pada tingkat II dan

No	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil
		Ikan Mas (<i>Cyprinus Carpio L.</i>)	termasuk ke dalam tanda peringatan bahaya.
4	(Hamiyati dkk., 2021)	Uji Toksisitas Kadmium (Cd) Terhadap <i>Survival Amphipoda Grandidierella Bonnieroides</i>	Nilai LC ₅₀₋₉₆ jam kadmium (Cd) pada <i>G. bonnieroides</i> adalah 0,702 ppm.
5	(Anggraini dkk., 2019)	Uji toksisitas akut (LC ₅₀) limbah pengeboran minyak bumi terhadap <i>Daphnia magna</i>	Nilai LC ₅₀ pada limbah pengeboran minyak termasuk tidak toksik karena nilai masih ≥ 30.000 ppm. Hal tersebut menurut Peraturan Menteri ESDM No. 45 Tahun 2006.
6	(He dkk., 2019)	<i>Insights Into Pesticides Toxicity Against Organism: QSTR models on Daphnia Magna</i>	Metode QSTR yang digunakan oleh peneliti dapat menentukan perbedaan fisik dan kimia antara senyawa beracun tinggi dan rendah. Selain itu dapat menentukan penilaian resiko agrokimia akuatik dan penemuan pestisida akuatik beracun (rendah).
7	(Genchi dkk., 2020)	<i>The Effects of Cadmium Toxicity</i>	Peneliti menjelaskan mengenai bahaya dari Kadmium dalam tubuh manusia. Setelah diserap, Cd secara efisien dipertahankan dalam tubuh manusia, dimana ia terakumulasi sepanjang hidup dengan waktu paruh 25-30 tahun. Beberapa data epidemiologi dan eksperimental menunjukkan bahwa paparan kronis kadmium pada manusia dapat dikaitkan dengan karsinogenesis, terutama di paru-paru, tetapi juga di prostat, ginjal, payudara, kandung kemih, nasofaring, pankreas, dan sistem hematopoietik.
8	(Xing dkk., 2022)	<i>A New Method For Predicting The Acute Toxicity Of Carbamate Pesticides Based On The Perspective Of Binding Information With Carrier Protein</i>	Metode Carrier protein binding information-toxicity relationship (CPBITR) untuk memprediksi toksisitas akut karbamat pestisida berdasarkan ide baru yakni mengikat protein pembawa yang telah dibangun. Metode baru tersebut memiliki keunggulan kesederhanaan, kecepatan, dan biaya rendah, yang memberikan ide-ide baru untuk prediksi toksisitas zat lain.
9	(Ferro dkk., 2021)	<i>Acute toxicity of cadmium to freshwater fishes and its relationship with body size and respiratory strategy</i>	Studi tentang toksisitas akut kadmium menunjukkan bahwa kematian adalah konsekuensi penyebab utama dari proses yang kompleks, yang

No	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil
			melibatkan baik faktor intrinsik (pada skala organisme) dan faktor ekstrinsik (di ekosistem atau lingkungan tingkat). Faktor ekstrinsik memodulasi toksisitas dengan mempengaruhi logam ketersediaan hayati dan/atau kimia spesiasi.
10	(Suja dan Williams, 2020)	<i>Poisonous Effects of Carbamate Pesticide Sevin on Histopathological Changes of Channa striata (Bloch, 1793)</i>	Racun pestisida menyebabkan banyak perubahan patologis dalam jaringan ikan yang terpapar pestisida. Jumlah pestisida karbamat sevin yang masuk ke tubuh perairan dapat mengakibatkan jumlah akumulasi yang terkontaminasi meningkat pada ikan dan sebagainya sehingga menyebabkan bahaya serius bagi ekosistem.

Sumber: (Hasil Analisis, 2022)



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimental. Terdapat beberapa perlakuan terhadap biota uji yakni tahap aklimatisasi, *range finding test* dan uji toksisitas akut. Penelitian ini dilakukan pengamatan selama 96 jam untuk mengamati dan menghitung jumlah kematian biota sebanyak 50% selama 24 jam sekali. Lalu di tahapan terakhir yakni perhitungan LC₅₀ apabila sudah mengetahui persentase dari kematian biota uji dan disajikan dalam bentuk tabel “kematian” dan “total” kemudian dianalisis dengan metode probit.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian diawali dengan pengambilan biota uji yakni ikan mujair (*Oreochromis sp.*) yang berada di pembudidaya ikan Jl. Simo Sidomulyo 2 Nomor 14, Surabaya. Selanjutnya penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Integrasi UIN Sunan Ampel Surabaya. Sedangkan lokasi pengambilan sampel air limbah di Dusun Bangah, Wage, Sidoarjo.

3.3 Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Maret 2022 hingga Mei 2022 di Laboratorium Integrasi UIN Sunan Ampel Surabaya.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Persiapan Uji Toksisitas

- a) Aquarium bahan akrilik dengan ukuran 25 cm x 25 cm x 20 cm
- b) Aerator
- c) Gelas beaker
- d) Penggaris
- e) Neraca analitik
- f) Limbah laundry
- g) Ikan mujair sebanyak 210 ekor
 - Panjang ikan 4 – 6 cm
 - Berat rata-rata 2 gr
 - Umur ikan 1-3 bulan
 - Setiap reaktor berisi 10 ekor ikan (Hoffman, 2003)
- h) Pelet ikan dengan merk *Hi-Pro-Vite 781*.
- i) Air PDAM

2. Pengukuran pH

- a) Sampel air
- b) pH meter

3. Pengukuran Oksigen Terlarut

- a) Sampel air
- b) DO meter

3.5 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan meliputi 2 jenis, berikut penjelasan mengenai dua variabel tersebut:

a. Variabel Bebas

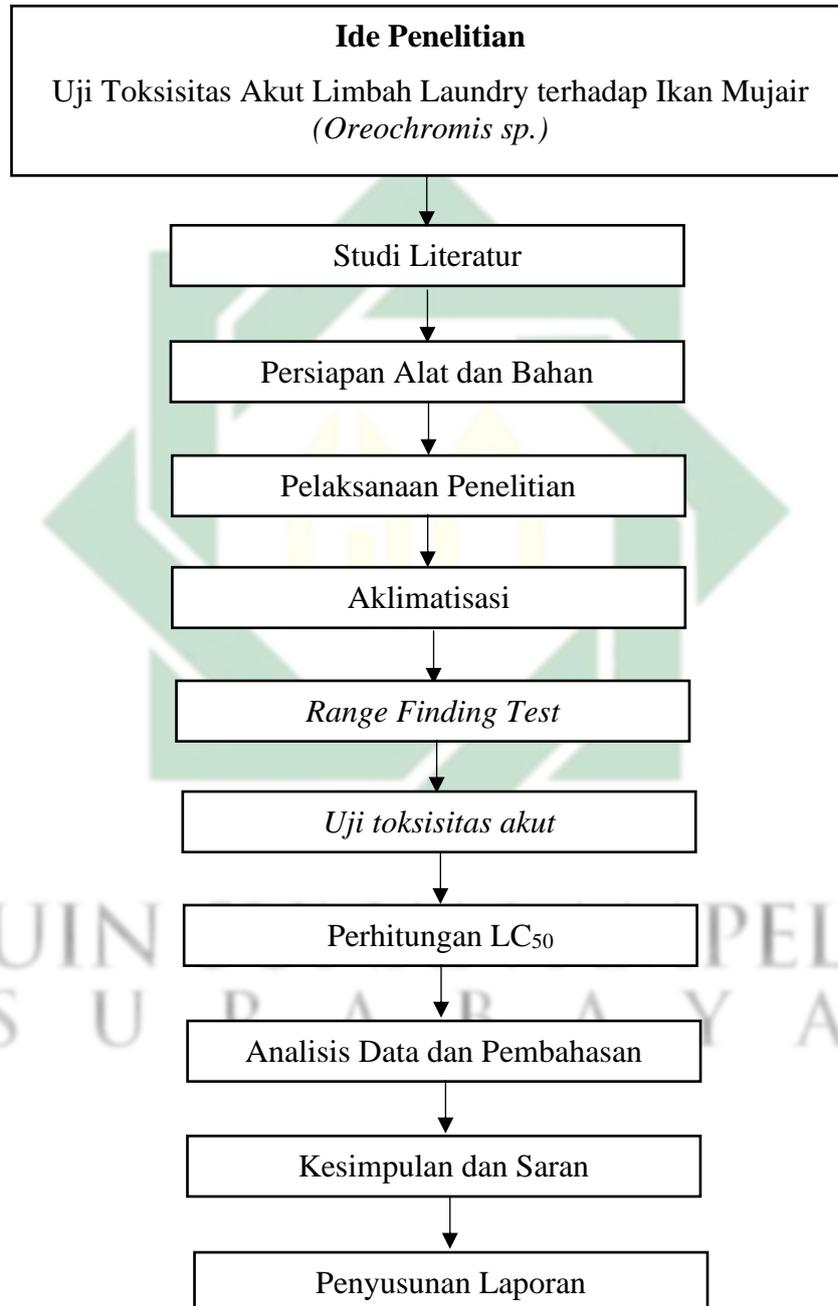
Merpakan variabel yang memberi dampak ketika penelitian. Pada penelitian ini, variabel bebas yang digunakan untuk penelitian adalah tingkat konsentrasi pada air limbah laundry.

b. Variabel Terikat

Merupakan variabel yang mendapat dampak dari variabel bebas. Pada penelitian ini, variabel terikatnya adalah ikan mujair.

3.6 Tahapan Penelitian

Berikut merupakan tahapan penelitian dijelaskan di Gambar 3.1 di bawah



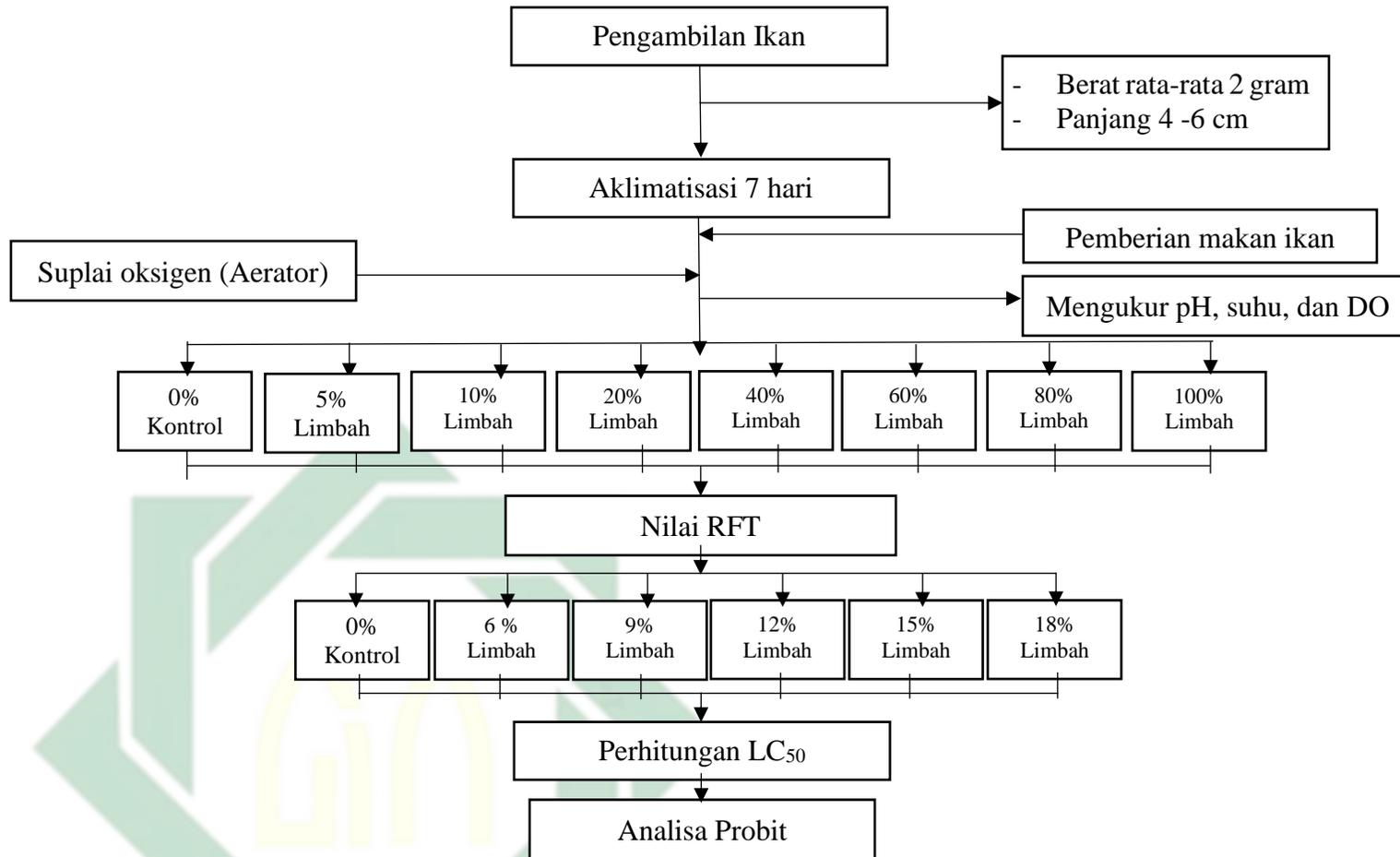
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian

Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

3.7 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka penelitian ialah konsep dasar pikiran yang dimiliki peneliti untuk menggambarkan langkah-langkah dari penelitian yang akan dilakukannya. Dasar dari penelitian ini dikarenakan banyaknya penggunaan deterjen dan mengenai bahaya limbah laundry apabila tidak ditangani dengan baik akan menjadikan pencemaran lingkungan. Berikut merupakan bagan penyusunan kerangka penelitian pada Gambar 3.2





Gambar 3. 2 Kerangka Pikir Penelitian

Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

3.8 Langkah Kerja Penelitian

Penjelasan mengenai tahap penelitian hingga tahap perhitungan LC₅₀ dijelaskan pada poin-poin berikut ini.

3.8.1 Penentuan Lokasi dan Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan biota uji atau mujair (*Oreochromis sp.*) berada di pembudidaya ikan mujair di Jl. Simo Sidomulyo 2 Nomor 14, Surabaya. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling* yang berarti proses pengambilan sampel dengan kriteria tertentu (Widyasaputri, 2012). Kriteria tersebut ialah ikan mujair dengan berat rata-rata 2 gr dan panjang ikan yang diambil sebesar 4-6 cm. Hal tersebut berdasarkan dengan standar US EPA untuk biota uji yang digunakan adalah ikan dengan berat 2 gram dan panjang 4-6 cm. Sedangkan air pengencer yang digunakan dalam penelitian ini ialah air PDAM Kota Surabaya.

3.8.2 Tahap Aklimatisasi

Tahap ini bertujuan agar biota uji dapat menyesuaikan diri atau mengatur morfologi tubuh mereka dengan lingkungan air yang baru, yaitu dengan air pengencer PDAM. Tahap ini dilakukan selama 7 hari dengan memberi makan setiap hari dan diberi aerasi agar oksigen terlarut meningkat sehingga cukup untuk keberlangsungan hidup biota uji. Hal tersebut dilakukan karena menurut penelitian (Septiani dkk., 2014) mengatakan bahwa tahap aklimatisasi dilakukan selama 7 hari dan dilakukan perlakuan mixing selama 24 jam. Selain itu pada penelitian (Ali dan J. A. R., 2018) mengatakan bahwa tahap aklimatisasi dilakukan selama 7 hari, dan dilakukan pengamatan serta pencatatan atas hewan yang sudah mati. Untuk menghindari biota uji yang stres, maka biota uji didiamkan terlebih dahulu selama 1 hari sebelum aklimatisasi (Rohmani, 2014).

Menurut (OECD, 1992) pengamatan kelayakan pada tahap aklimatisasi sebagai berikut:

1. Apabila jumlah biota uji yang mati antara 5% dari total populasi biota uji, maka air pengencer layak digunakan untuk penelitian.

2. Apabila jumlah biota uji yang mati antara 5-10% dari total populasi biota uji, maka tahap ini dilanjutkan selama 14 hari lagi.
3. Apabila biota uji yang mati lebih dari 10% dari total populasi biota uji, maka air pengencer tidak layak untuk penelitian.

Parameter yang digunakan dalam tahap ini yakni suhu, pH, dan DO dengan tujuan agar mengetahui kelayakan dari air pengencer PDAM.

3.8.3 Tahap *Range Finding Test*

Range Finding Test memiliki tujuan untuk mengetahui kisaran konsentrasi zat kimia dengan paparan 96 jam lalu diamati konsentrasi mana yang menyebabkan kematian 100% biota uji. Hal yang sama dilakukan oleh (J A R, 2020) yang melakukan proses ini selama 4 hari. Sedangkan pada penelitian (Ali dan J. A. R., 2018) juga dilakukan selama 4 hari karena ikan yang digunakan telah terakumulasi zat pencemar dan amti dalam waktu 4 hari. Kemudian dilakukan analisis pH, suhu dan DO setiap hari. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui kisaran yang digunakan sebagai acuan untuk menentukan konsentrasi untuk uji toksisitas dan mengamati apakah biota uji mati disebabkan oleh zat kimia atau ke tiga parameter tersebut. Tahapan pada *range finding test* dapat dijalankan sebagai berikut.

1. Tahap ini memerlukan waktu 96 jam (OECD, 1992)
2. Reaktor yang digunakan berbahan dasar kaca dan bervolume 12 L dengan ukuran 25 cm x 25 cm x 20 cm
3. Tiap reaktor digunakan sebanyak 10 ekor biota uji (Hoffman, 2003), karena perbandingan 1 gram ikan/1 liter air.
4. Ketika *range finding test* ikan tidak diberi makan agar ikan tidak membuang kotorannya sehingga tidak menimbulkan adanya parasit.
5. Jumlah variasi konsentrasi *range finding test* yang digunakan minimal 5 (Rohmani, 2014).

Langkah-langkah pelaksanaan *range finding test* sebagai berikut:

1. Dilakukan pengenceran dengan variasi konsentrasi yang ditentukan, yakni yaitu 0%, 5%, 10%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100% dengan air pengencer PDAM.
2. Terdapat 2 analisis pada tiap reaktor.
 - Awal penelitian : pengamatan parameter limbah laundry (BOD, COD, TSS, NH₃, dan deterjen)
 - Ketika penelitian : pengamatan ikan, pH, suhu, dan DO

Total reaktor yang digunakan dalam *range finding test* dapat dilihat pada Gambar 3.3 sebagai berikut.



Gambar 3. 3 Sketsa reaktor penelitian

Sumber: (Hasil Analisa, 2022)

3.8.4 Tahap Uji toksisitas akut

Tahap ini dilakukan selama 96 jam (4 hari) dengan mortalitas biota uji sebanyak 50%, melakukan analisis suhu, pH, dan DO setiap hari pada tiap reaktor. Tahap ini hampir sama dengan tahap *Range Finding Test*, namun perbedaan terdapat pada konsentrasi zat saja. Konsentrasi yang digunakan pada tahap ini berasal dari kisaran tahap *Range Finding Test*. Berikut rumus penentuan persentase kematian biota uji (Rachmah, 2020).

$$\% \text{ kematian biota uji} = \frac{(\sum \text{biota uji yang mati} - \sum \text{biota kontrol yang mati})}{\sum \text{biota uji}} \times 100\%$$

3.9 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan pada pedelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan 2 jenis variabel

Variabel bebas yang digunakan adalah limbah laundry dengan konsentrasi yang berbeda.

- Variabel terikat yang digunakan adalah ikan mujair (*Oreochromis sp.*).
2. Menguji laboratorium kandungan limbah laundry (BOD, COD, TSS, NH₃, dan deterjen).
 3. Mengukur parameter sesuai dengan variabel yang akan diuji seperti suhu, pH, dan DO serta pengamatan kematian ikan setiap hari.

3.10 Analisis Data

Analisis data pada nilai uji toksik dihitung dengan metode regresi probit dan dibutuhkan data terkait:

- a) Konsentrasi zat tiap reaktor
- b) Kematian pada tiap reaktor
- c) Total biota uji pada tiap reaktor

Dimana analisis data tersebut menggunakan software SPSS, dengan langkah-langkah di bawah ini:

- a) Klik "*analyze*"
- b) Klik "*regression*"
- c) Klik "*Probit*"
- d) Klik *Option* > sig 0,5 > *calculate from data*
- e) Ubah *respon freq* menjadi "mati"
- f) Ubah *total obs* diubah menjadi "total"
- g) Ubah *Covariable* menjadi "kons"
- h) *Transfrom* > log base 10
- i) Klik Ok.

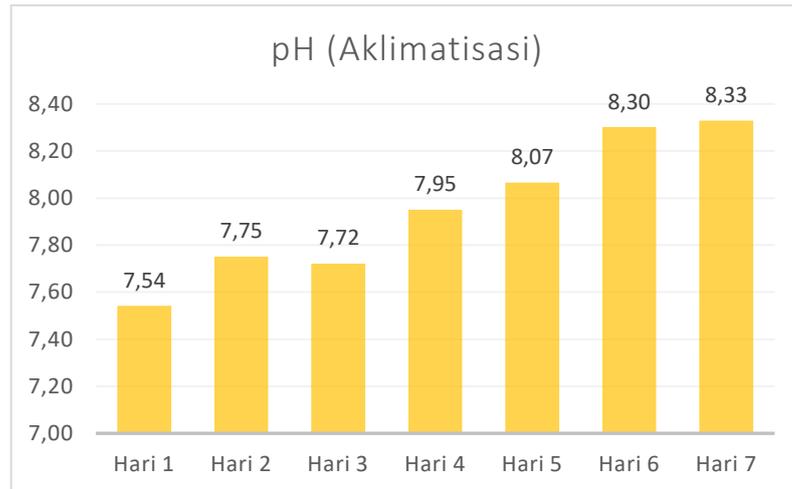
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah proses penyesuaian diri biota uji terhadap air pengencer yang digunakan untuk uji toksisitas akut. Aklimatisasi juga dapat mengetahui apakah biota uji dapat hidup di lingkungan air pengencer yang digunakan. Pada penelitian ini, air pengencer yang digunakan berasal dari air PDAM Kota Surabaya yang diambil di Laboratorium UIN Sunan Ampel Surabaya. Pada penelitian mengenai uji toksisitas akut ini, biota uji yang digunakan ialah ikan mujair (*Oreochromis sp.*). Aklimatisasi dilakukan selama 7 hari dengan memberi makan ikan mujair (*Oreochromis sp.*) setiap hari dan dilakukan pengurasan pada reaktor selama 3 hari sekali agar kotoran ikan tidak menyebabkan penyakit pada ikan. Jenis makanan yang digunakan adalah pelet ikan dengan merk *Hi-Pro-Vite 781*.

Awal dari proses aklimatisasi adalah memilih biota uji yang sesuai dengan kriteria yakni panjang 4-6 cm dengan berat rata-rata 2 gram. Pemilihan kriteria pada biota uji tersebut agar memudahkan pengamatan serta mengasumsi bahwa biota uji memiliki umur yang sama (Rohmani, 2014). Total ikan mujair yang digunakan sebanyak 210 ikan.

Aklimatisasi dilakukan selama 7 hari dari tanggal 11 Mei 2022 hingga 17 Mei 2022. Tahap ini dimulai pada hari Rabu dan diakhiri pada hari Selasa. Ketika proses aklimatisasi faktor lingkungan juga diperhatikan seperti pH, suhu, dan *Dissolved Oxygen* (DO). Parameter pH, suhu, dan DO dicek setiap hari agar mengetahui bahwa lingkungan aklimatisasi telah sesuai dengan lingkungan hidup biota uji. Selain ke tiga parameter tersebut, kematian dari biota uji juga diperhatikan dalam proses aklimatisasi ini. Hasil dari tahap aklimatisasi dapat dilihat pada Gambar 4.1 hingga Gambar 4.4

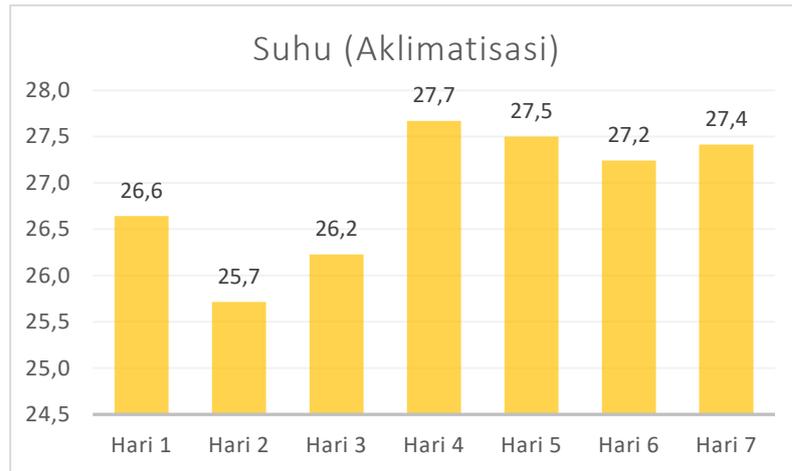


Gambar 4. 1 Rata-rata nilai pH air tahap aklimatisasi

Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa rata-rata nilai pH mengalami kenaikan setiap harinya. Pada hari pertama rata-rata nilai pH sebesar 7,54; lalu pada hari ke dua nilai pH mengalami kenaikan menjadi 7,75. Pada hari ke tiga mengalami sedikit penurunan yakni 7,72. Pada hari ke empat pH mengalami kenaikan lagi menjadi 7,95. Di hari ke lima pH mengalami kenaikan lagi menjadi 8,07. Di hari ke enam juga mengalami kenaikan menjadi 8,30. Dan hari ke tujuh naik sedikit menjadi 8,33

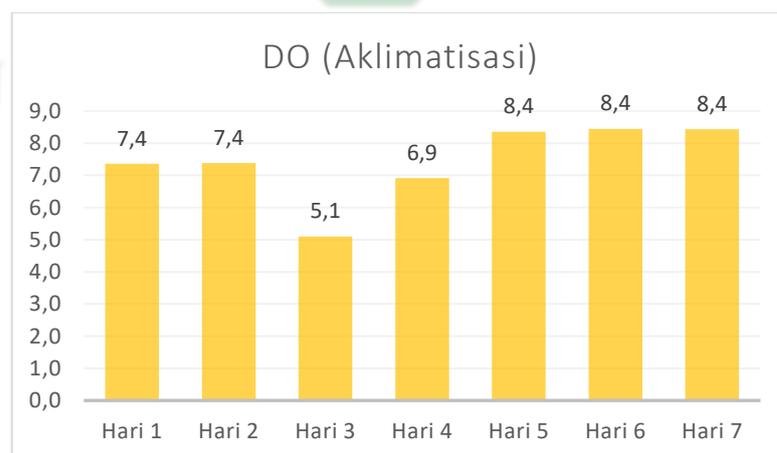
Kenaikan itu terjadi karena terdapat proses aerasi secara kontinyu yang menghasilkan CO₂, amonia, dan bahan-bahan organik lain (bersifat asam) dan terjadi penurunan H⁺ dalam air sehingga terjadi peningkatan pH dalam air (Rohmani, 2014). Selain rata-rata nilai pH yang diuji selanjutnya adalah rata-rata nilai suhu. Berikut grafik rata-rata nilai suhu pada Gambar 4.2



Gambar 4. 2 Rata-rata nilai suhu air pada tahap aklimatisasi

Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

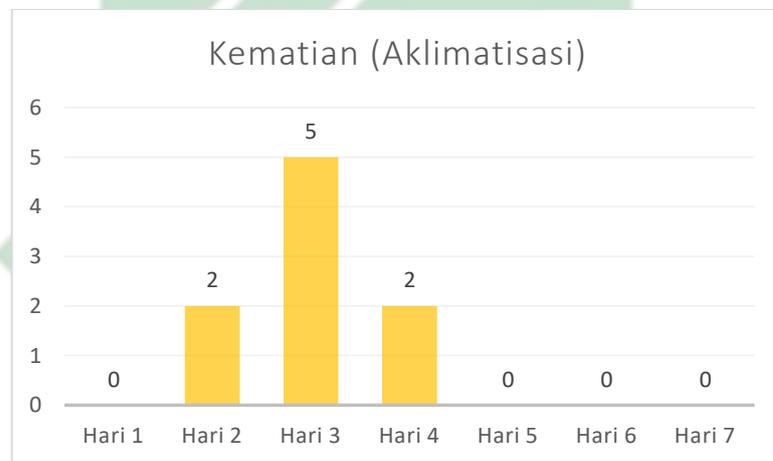
Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa suhu pada hari pertama sebesar 26,6°C. Pada hari ke dua suhu menurun menjadi 25,7°C, hal tersebut dikarenakan suhu ruangan yang menurun akibat AC tidak dimatikan selama semalam yang menyebabkan suhu air aklimatisasi menjadi turun juga. Pada hari ke tiga, suhu naik kembali menjadi 26,2°C. Pada hari ke empat hingga hari ke tujuh, suhu mengalami kenaikan menjadi sekitar 27°C. Kenaikan suhu masih dapat ditolerir oleh tubuh ikan karena suhu optimum untuk tubuh ikan pada range 26-32°C (Kordi, 2010). Selain suhu, parameter yang diuji selama aklimatisasi ialah DO. Berikut merupakan grafik rata-rata nilai DO selama aklimatisasi pada Gambar 4.3



Gambar 4. 3 Rata-rata nilai DO air pada tahap aklimatisasi

Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

Berdasarkan grafik di atas, dapat diketahui bahwa rata-rata nilai DO selama tahap aklimatisasi mengalami penurunan dan kenaikan. Pada hari pertama dan ke dua, rata-rata DO sebesar 7,4. Lalu pada hari ke tiga rata-rata nilai DO mengalami penurunan menjadi 5,1, hal tersebut dikarenakan salah satu aerator yang digunakan mati sehingga nilai DO menjadi turun. Kemudian pada hari ke empat mengalami kenaikan menjadi 6,9. Pada hari ke lima hingga ke tujuh nilai rata-rata DO tetap yakni 8,4. Nilai DO yang optimum untuk ikan adalah tidak kurang dari 5 mg/L (Rachmah, 2020). Selain tiga parameter tersebut, kematian ikan juga diperhatikan dalam tahap aklimatisasi. Berikut total kematian ikan pada tahap aklimatisasi pada Gambar 4.4



Gambar 4. 4 Total kematian ikan pada tahap aklimatisasi

Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

Berdasarkan Gambar 4.4 di atas, kematian ikan hanya terjadi di hari ke dua, ke tiga, dan ke empat. Pada hari ke dua kematian ikan sebanyak 2 ikan, hal tersebut dikarenakan pada hari tersebut ikan mengalami stres karena proses pengurasan dan rendahnya suhu pada hari tersebut. Ketika pengurasan, peneliti menuang ikan ke air yang baru diganti secara kasar atau tidak memikirkan bahwa ikan akan stres. Pada hari ke 3 mengalami kematian sebanyak 5 ikan dikarenakan suplai oksigen yang sedikit, sehingga nilai DO menjadi kurang dari 5 mg/L. Selanjutnya pada hari ke empat ikan mengalami kematian dengan total 2 ikan karena aerator tidak menyala, hal tersebut menyebabkan nilai DO menurun yang mengakibatkan kematian pada ikan.

Kematian pada ikan di tahap aklimatisasi dikarenakan beberapa faktor, seperti aerator mati dan ikan yang stres ketika pengurasan. Namun kematian

ikan tersebut terjadi kurang dari 5% dari jumlah populasi biota uji. Dimana jumlah awal ikan pada tahap aklimatisasi sebanyak 210 ikan, total kematian ikan adalah 9 ekor. Hal tersebut menyatakan bahwa air pengencer dan juga ikan mujair dapat digunakan pada range finding test dan uji toksisitas, sesuai dengan pernyataan (OECD, 1992).

4.2 Range Finding Test

Range finding test adalah tahap selanjutnya setelah dilakukan aklimatisasi dengan tujuan menentukan kisaran untuk uji toksisitas akut, dengan mengamati kematian biota uji selama 96 jam.

Pada tahap *range finding test* dilakukan analisis pada air limbah laundry dengan parameter yang diuji adalah pH, suhu, *Dissolved Oxygen* (DO), *Total Suspended Solid* (TSS), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), amonia (NH₃), dan deterjen (MBAS). Sampel limbah laundry yang digunakan berasal dari limbah jasa laundry di Dusun Bangah, Wage, Sidoarjo. Berikut hasil analisis limbah laundry untuk tahap *range finding test* tertera pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Analisis Limbah Laundry Untuk Range Finding Test

No.	Parameter	Satuan	Standar Maksimal*)	Hasil
1	<i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	mg/L	200	276
2	Amonia (NH ₃)	mg/L	5	44,7
3	Deterjen (MBAS)	mg/L	-	4,5
4	<i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)	mg/L	50	677
5	<i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	mg/L	100	1314

Sumber: (Hasil Analisa Laboratorium Perusahaan Daerah Air Minum Surya Sembada Kota Surabaya, 2022)

Berdasarkan Tabel 4.1 di atas terlihat bahwa seluruh parameter air limbah laundry untuk *range finding test* melebihi baku mutu air limbah yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014. Parameter TSS pada limbah laundry untuk *range finding test* sebesar 276 mg/L hal tersebut melebihi baku mutu yakni 200 mg/L. Pada parameter amonia (NH₃) didapatkan hasil 44,7 mg/L yang mana melebihi standar baku mutu yang harusnya sebesar 5 mg/L. Kandungan deterjen sebesar 4,5 mg/L. Sedangkan

kandungan BOD sebesar 677 mg/L dimana hasil tersebut melebihi baku mutu yakni 50 mg/L. Untuk COD sebesar 1314 mg/L yang mana sangat melebihi baku mutu. Hasil analisis yang melebihi baku mutu tersebut mampu mengakibatkan pencemaran air sungai, kematian pada biota air, serta mengurangi kemampuan air sungai untuk menjaga ekosistem perairan (Nugroho dkk., 2013). Hasil analisis tersebut melebihi baku mutu dikarenakan limbah yang diambil berasal dari sumber langsung yakni jasa laundry. Limbah laundry banyak mengandung sejumlah surfaktan, Carboxyl methyl Cellulose (CMC), kalsium (Ca), phospat (P), SiO_3 pemutih pakaian (Kusuma dkk., 2019).

4.3.1 Karakteristik Limbah Laundry (*Range Finding Test*)

Limbah laundry yang tanpa diolah terlebih dahulu menghasilkan bahan organik yang tinggi seperti BOD, COD, TSS, amonia, serta kandungan deterjen yang cukup tinggi. Kandungan bahan organik yang tinggi dalam air akan bersifat toksik bagi organisme dalam perairan. Sampel limbah laundry berasal dari *effluent* jasa laundry.

Range finding test pada penelitian ini menggunakan beberapa variasi konsentrasi yakni 0% (kontrol), 5%, 10%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%. Konsentrasi 0% (kontrol) berarti tidak ada campuran limbah laundry dan hanya menggunakan air PDAM. Selanjutnya untuk konsentrasi lainnya ialah air limbah yang dicampur dengan air pengencer PDAM. Penentuan air limbah yang digunakan berasal dari persen toksikan (limbah laundry) dikali dengan volume air total dalam reaktor. Untuk volume air pengencer berasal dari volume total dikurangi dengan volume limbah tiap konsentrasi. Berikut contoh perhitungan konsentrasi limbah pada tiap reaktor.

- a) Volume air total tiap reaktor = 10 liter
- b) Konsentrasi limbah 40% = konsentrasi x total air tiap reaktor
= 40% x 10 liter
= 4 liter
- c) Air pengencer PDAM = 10 liter – 4 liter
= 6 liter

Berdasarkan perhitungan tersebut, pada konsentrasi limbah 40% membutuhkan air limbah sebanyak 4 liter dan air pengencer PDAM sebanyak 6 liter. Sehingga volume air total dalam tiap reaktor adalah 10 liter. Berikut variasi konsentrasi limbah laundry pada tahap range finding test pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Variasi Konsentrasi Limbah Laundry pada Tahap Range Finding Test

No.	Konsentrasi limbah (%)	Air Limbah yang digunakan (liter)	Air pengencer PDAM(liter)	Total air (liter)
1	0 (kontrol)	0	10	10
2	5	0,5	9,5	10
3	10	1	9	10
4	20	2	8	10
5	40	4	6	10
6	60	6	4	10
7	80	8	2	10
8	100	10	0	10

Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

Berdasarkan Tabel 4.2 di atas, contoh pada konsentrasi limbah 5%, maka air limbah yang digunakan adalah 0,5 liter. Lalu 0,5 liter air limbah tersebut ditambahkan dengan air pengencer sebanyak 9,5 liter. Sehingga total pada reaktor dengan limbah 5% ialah 10 liter.

Selain penentuan volume air limbah yang digunakan, kandungan toksikan pada limbah laundry juga dihitung berdasarkan konsentrasi yang digunakan dalam tahap range finding test. Berikut salah satu perhitungan kandungan toksikan pada tahap range finding test.

Nilai COD dalam 40% limbah laundry pada tahap range finding test

a) Nilai 100% COD (N_1) = 1314 mg/liter

b) Volume limbah (V_1) = 4 liter

c) Volume air total (V_2) = 10 liter

d) Nilai 40% COD (N_2)

$$N_2 = \frac{N_1 \times V_1}{V_2}$$

$$= \frac{1314 \frac{mg}{L} \times 4L}{10 L}$$

$$= \underline{525,6 \text{ mg/L}}$$

Perhitungan tersebut berlaku untuk seluruh kandungan toksikan pada limbah laundry lainnya seperti BOD, TSS, NH₃, dan deterjen. Berikut nilai-nilai kandungan limbah laundry dalam variasi *range finding test* pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Kandungan Limbah Laundry dalam Variasi *Range Finding Test*

Parameter	Satuan	5%	10%	20%	40%	60%	80%	100%	Baku Mutu
COD	mg/L	65,7	131,4	262,8	525,6	788,4	1051,2	1314	100
BOD	mg/L	33,85	67,7	135,4	270,8	406,2	541,6	677	50
TSS	mg/L	13,8	27,6	55,2	110,4	165,6	220,8	276	200
NH ₃	mg/L	2,235	4,47	8,94	17,88	26,82	35,76	44,7	5
deterjen	-	0,225	0,45	0,9	1,8	2,7	3,6	4,5	-

Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

Berdasarkan Tabel 4.3 di atas, pada parameter COD dan BOD yang melebihi baku mutu terdapat pada konsentrasi 10-100%. Pada parameter TSS yang melebihi baku mutu terdapat pada konsentrasi 80% dan 100%. Lalu pada NH₃, yang melebihi baku mutu terdapat pada konsentrasi 20-100%.

4.3.2 Hasil Penelitian dan Pembahasan

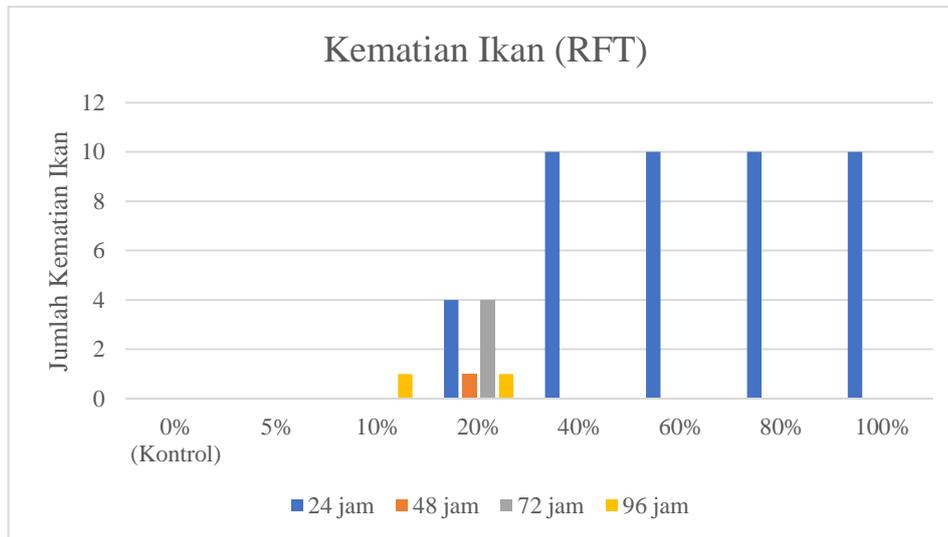
Pada *range finding test*, setiap biota uji akan dipaparkan dengan limbah laundry dengan variasi yang ditentukan sebelumnya yakni 5%, 10%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%. Lalu setiap konsentrasi akan diberi air pengencer PDAM. Pada *range finding test* menggunakan reaktor dengan volume 12 L, namun yang digunakan adalah 10 L agar air yang digunakan tidak terlalu penuh. Untuk biota uji yang digunakan berjumlah 10 ikan pada tiap reaktor, hal tersebut sesuai dengan ketentuan bahwa 1 ikan/1 liter (OECD, 1992). Sehingga pada 10 liter air membutuhkan ikan sebanyak 10 ekor. Total ikan pada tiap reaktor tersebut telah memenuhi ketentuan bahwa minimal biota uji yang digunakan adalah 10 ekor (Hoffman, 2003). Setelah itu, biota uji dimasukkan ke dalam reaktor yang terdapat toksikan sesuai dengan perhitungan. Kemudian ikan akan dipaparkan dengan toksikan selama 4 hari (96 jam) lalu diamati kematiannya setiap hari. ikan mujair yang mati akan berwarna pucat, berlendir, dan beberapa ada yang matanya lepas.

Kematian pada ikan disebabkan oleh beberapa faktor, yakni faktor fisik kimia lingkungan dan faktor fisik kimia toksikan. Faktor fisik kimia lingkungan meliputi pH, suhu, dan juga DO. Sedangkan faktor fisik kimia

toksikan meliputi COD, BOD, TSS, NH₃ dan kandungan deterjen. Berikut merupakan hasil analisa yang menyebabkan kematian biota uji:

1. Faktor Fisik Kimia Lingkungan

Kematian biota uji pada tahap range finding test dapat dilihat pada Gambar 4.5 sampai Gambar 4.7 berikut.



Gambar 4.5 Kematian Ikan pada tahap *Range finding test*

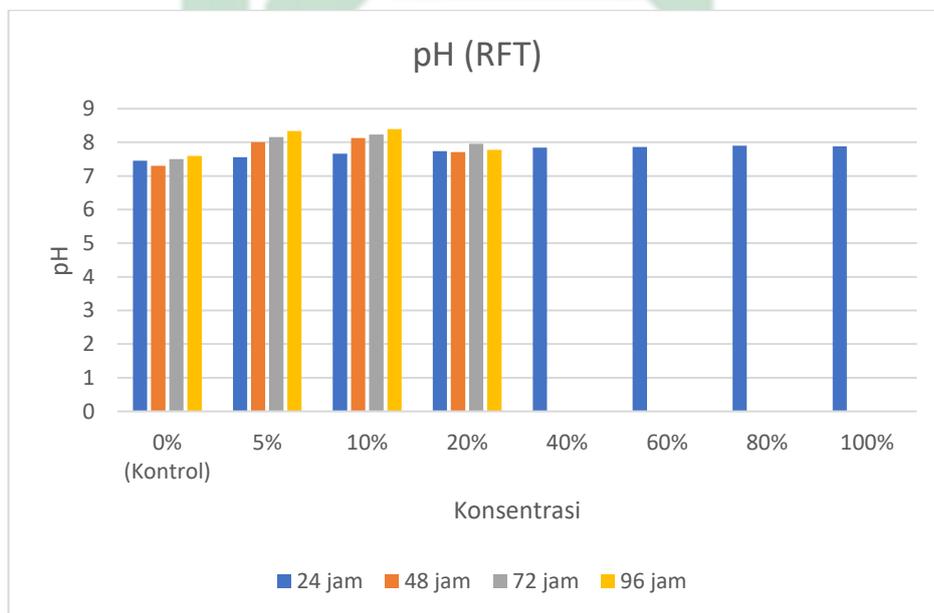
Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

Berdasarkan Gambar 4.5 di atas, terlihat bahwa pada konsentrasi 0% dan 5% sama sekali tidak menyebabkan kematian pada ikan. Pada konsentrasi 0% tidak menyebabkan kematian pada ikan karena pada konsentrasi tersebut tidak diberikan air limbah atau air yang digunakan merupakan air PDAM saja. Pada konsentrasi 5% juga tidak menyebabkan kematian pada ikan sama sekali, hal tersebut dikarenakan kandungan limbah laundry yang digunakan pada konsentrasi tersebut tidak terlalu tinggi sehingga dapat dikatakan tidak toksik bagi makhluk hidup di perairan. Pada konsentrasi 10% ikan mengalami kematian pada jam ke-96, hal tersebut bukan dikarenakan kandungan limbah yang toksik melainkan karena suhu ruangan saat itu terlalu rendah dan menyebabkan kematian pada ikan. Karena ikan dapat hidup pada suhu 26-32°C sedangkan pada konsentrasi 10% suhunya adalah 22°C.

Pada konsentrasi 20%, jam ke-24 ikan mengalami kematian sebanyak 4 ekor, pada jam ke-48 mengalami kematian sebanyak 1 ekor, pada jam ke-72 mengalami kematian sebanyak 4 ekor, dan pada jam ke-96 mengalami kematian sebanyak 1 ekor. Sehingga total kematian pada konsentrasi 20%

adalah 10 ekor. Pada konsentrasi 20%, kematian ikan dapat disebabkan karena tingginya kadar BOD, COD, dan NH_3 . Pada konsentrasi 40% hingga 100% ikan mengalami kematian pada jam ke-24, hal tersebut dikarenakan tingginya kandungan air limbah laundry (BOD, COD, TSS, dan NH_3). Hal tersebut menunjukkan apabila ikan mati dalam waktu yang relatif singkat, maka bisa dikatakan bahwa air limbah tersebut toksik bagi ikan.. Oleh karena itu, pada atahap range finding test ini kematian 100% ikan terjadi pada konsentrasi 20% hingga 100% limbah laundry.

Selain kandungan pada limbah laundry, terdapat parameter lingkungan yang diuji setiap harinya yakni pH, suhu, dan DO. Berikut merupakan nilai pH pada tahap range finding test pada Gambar 4.6



Gambar 4. 6 Nilai pH pada Tahap Range Finding Test

Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

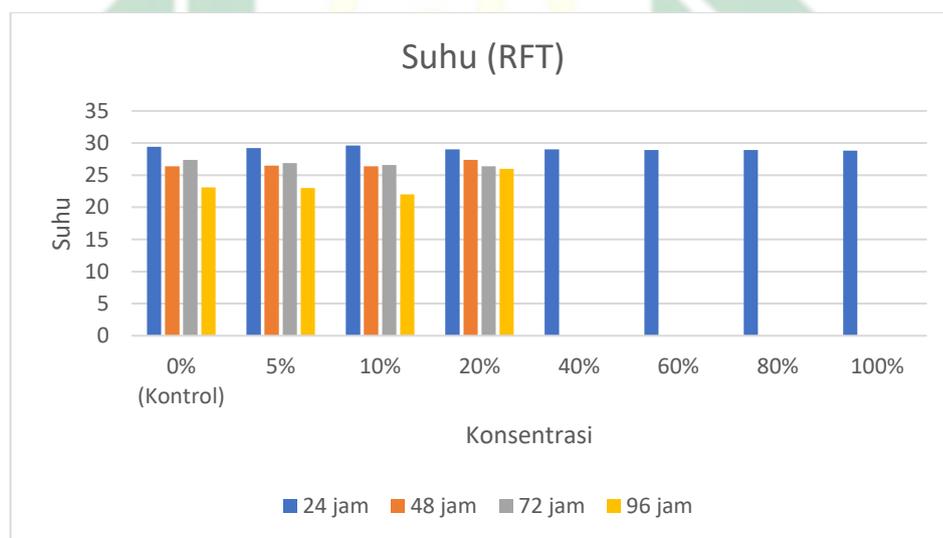
Berdasarkan Gambar 4.6 di atas, semakin hari nilai pH menjadi semakin meningkat. Hal tersebut karena adanya proses aerasi secara kontinyu yang menghasilkan CO_2 , amonia, dan bahan-bahan organik lain (bersifat asam) dan terjadi penurunan H^+ dalam air sehingga terjadi peningkatan pH dalam air (Rohmani, 2014).

Pada konsentrasi 0%, pada jam ke-24 menuju jam ke-48 pH mengalami penurunan yang awalnya 7,45 menjadi 7,3. Lalu pH mengalami kenaikan lagi pada jam ke-72 dan 96. Untuk konsentrasi 5%, pH mengalami kenaikan pada jam ke-24 menuju jam ke-48 dan mengalami penurunan pada jam ke-72

menuju jam ke-96. Pada konsentrasi 10%, pH mengalami kenaikan setiap harinya. Sedangkan pada konsentrasi 20%, pH mengalami penurunan pada jam ke-24 menuju jam ke-48 dan mengalami kenaikan kembali pada jam ke-72. Selanjutnya pada konsentrasi 40% hingga konsentrasi 100% hanya mengukur pH pada jam ke-24 karena pada jam tersebut ikan sudah mengalami kematian 100%.

Pada saat *range finding test*, nilai pH berkisar antara 7 hingga 8. Pada nilai pH tersebut merupakan nilai optimum untuk keberlangsungan hidup ikan. Menurut Andria dan Rahmaningsih (2018), batas pH yang menyebabkan kematian pada ikan adalah pada $\text{pH} \leq 4$ dan $\text{pH} \geq 11$. Oleh karena itu, pada tahap *range finding test* kematian ikan bukan dikarenakan oleh nilai pH.

Selain nilai pH, parameter lingkungan lainnya yang diuji setiap hari adalah suhu. Berikut merupakan nilai suhu pada tahap *range finding test* pada Gambar 4.7

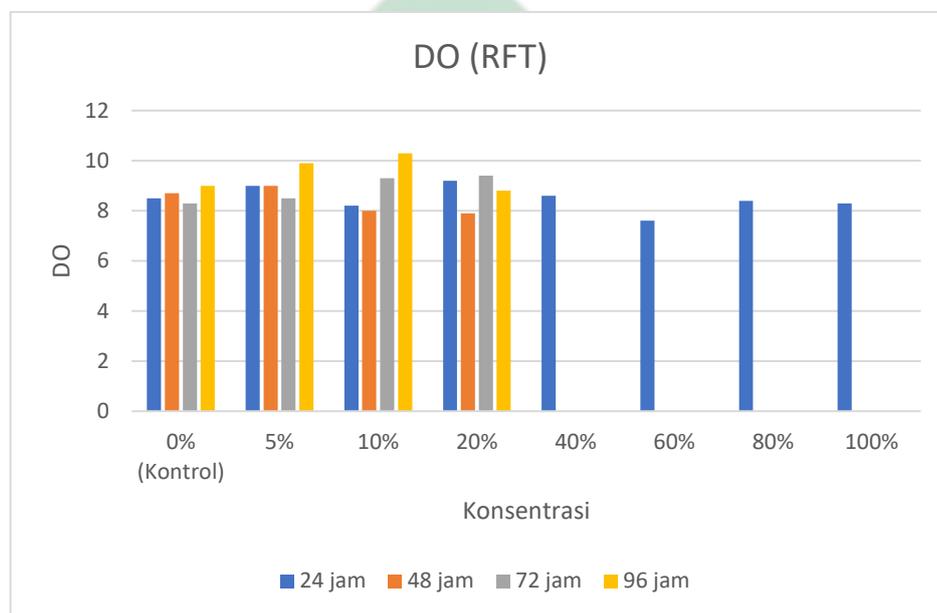


Gambar 4. 7 Nilai Suhu pada Tahap *Range Finding Test*
Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

Berdasarkan grafik di atas, pada tiap konsentrasi mengalami kenaikan dan penurunan. Penurunan suhu dikarenakan suhu ruangan yang diturunkan juga (penggunaan AC). Pada jam ke-24, suhu rata-rata 29,1°C kemudian suhu mengalami penurunan pada jam ke-48 menjadi 26,7°C. Pada jam ke-72 suhu mengalami kenaikan menjadi 26,8 lalu mengalami penurunan lagi menjadi 22,7°C. Nilai suhu pada penelitian ini dipengaruhi oleh suhu ruangan yang digunakan. Menurut (Rachmah, 2020), kematian ikan dipengaruhi oleh suhu,

apabila nilai suhu berada di bawah 25°C. Suhu di bawah 25°C akan menyebabkan kematian pada ikan karena dinginnya air.

Selain suhu, parameter lingkungan lainnya yang diuji setiap hari adalah DO. Nilai DO berbanding terbalik dengan nilai suhu. Apabila DO tinggi, maka suhu akan relatif rendah. Apabila suhu tinggi, maka nilai DO relatif rendah. Rendahnya nilai DO dikarenakan adanya kehilangan oksigen akibat dari penguapan. Oleh karena itu, nilai DO < 5 akan mengganggu kehidupan ikan. Ikan akan hidup optimal apabila nilai DO \geq 5. Berikut nilai DO pada tahap *range finding test* pada Gambar 4.8



Gambar 4. 8 Nilai DO pada Tahap *Range Finding Test*

Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

Berdasarkan Gambar 4.8 di atas, nilai DO mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak tajam. Pada jam ke-24, rata-rata DO mencapai 8,47. Untuk jam ke-48 rata-rata DO tidak jauh dari nilai DO sebelumnya yaitu 8,4. Kemudian pada jam ke-72, rata-rata DO naik menjadi 8,87. Lalu pada jam ke-96 DO mengalami kenaikan menjadi 9,7. Asupan oksigen yang diberikan aerator memiliki perbedaan yang menyebabkan nilai DO mengalami kenaikan maupun penurunan. Namun nilai DO pada tahap *range finding test* masih dapat mencukupi oksigen untuk keberlangsungan hidup ikan mujair. Kandungan DO dalam air ialah salah satu faktor yang cukup penting bagi keberlangsungan hidup ikan, karena sangat dibutuhkan dalam proses respirasi ikan, pertumbuhan ikan, dan sebagainya (Rohmani, 2014). Pada tahap *range finding test* ini, nilai

DO telah memenuhi syarat untuk keberlangsungan hidup ikan mujair yakni tidak kurang dari 5. Oleh karena itu, kematian ikan mujair pada tahap *range finding test* bukan disebabkan oleh DO.

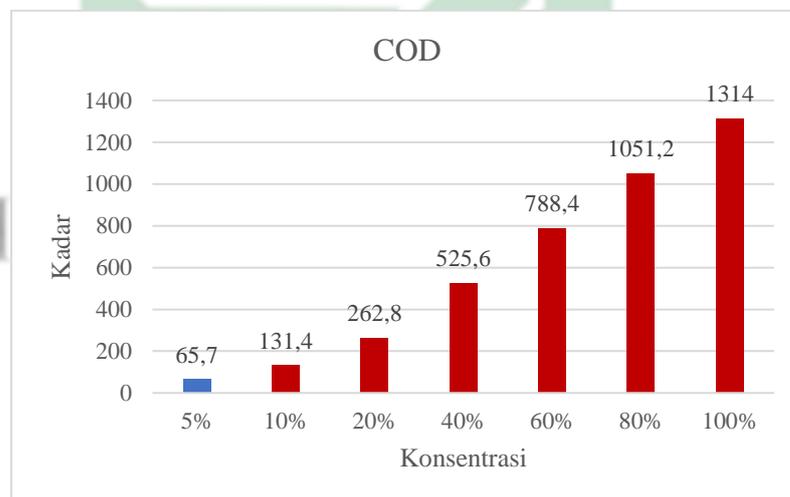
Pada tahap *range finding test* ini telah ditemukan kisaran nilai konsentrasi limbah laundry yang akan digunakan pada tahap uji toksisitas akut yakni 6%, 9%, 12%, 15%, dan 18%. Nilai tersebut diambil karena konsentrasi yang menyebabkan 100% kematian ikan ialah 20%, sehingga batas atas yang digunakan ialah konsentrasi yang kurang dari 20%. Kemudian batas bawah yang digunakan ialah 6% karena konsentrasi yang tidak menyebabkan kematian pada ikan adalah 5%. Sehingga mengambil nilai di atas 5% dan di bawah 20% atau konsentrasi $5\% > x < 20\%$.

2. Faktor Fisik Kimia Toksikan

Faktor fisik kimia toksikan meliputi COD, BOD, TSS, NH_3 , dan deterjen. Nilai seluruh parameter tersebut berada pada Tabel 4.1 di atas. Berikut penjelasan pada tiap parameter yang diuji.

a. COD

Berikut merupakan grafik kadar COD setelah dilakukan pengenceran pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Grafik Kadar COD Pada Tahap Range Finding Test

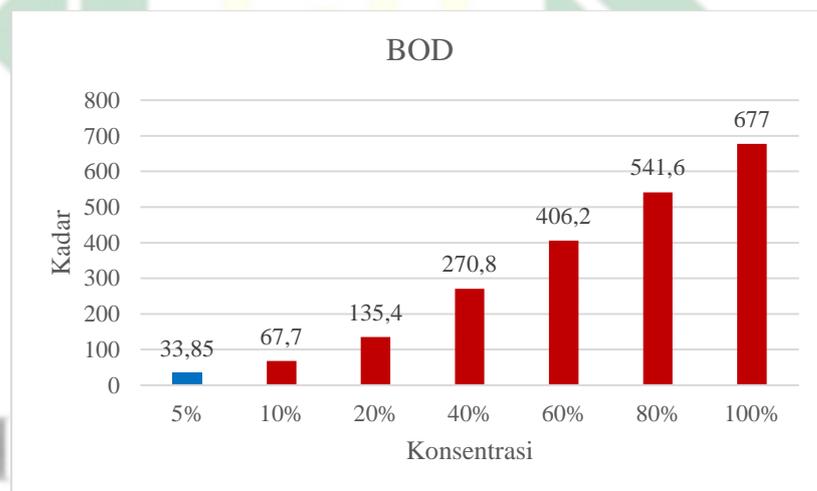
Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

Berdasarkan Gambar 4.9 di atas, nilai COD awal pada tahap *range finding test* sebesar 1.314 mg/L. Nilai tersebut sangat tinggi dan melebihi baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014, yang mana batas maksimal COD

untuk air limbah sebesar 100 mg/L. Akan tetapi pada tahap *range finding test* dilakukan pengenceran dengan air PDAM pada konsentrasi 5%, 10%, 20%, 40%, 60%, dan 80%. Nilai COD pada konsentrasi 5% sebesar 65,7%, konsentrasi 10% sebesar 131,4%, konsentrasi 20% sebesar 262,8 mg/L, konsentrasi 40% sebesar 525,6 mg/L, konsentrasi 60% sebesar 788,4 mg/L, dan konsentrasi 80% sebesar 1051,2 mg/L. Nilai COD setelah pengenceran masih di atas baku mutu yakni minimal 100 mg/L kecuali pada konsentrasi 5% sebesar 65,7%. Oleh karena itu, kematian biota uji pada konsentrasi 10%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100% dapat disebabkan oleh nilai COD yang tinggi.

b. BOD

Berikut merupakan grafik kadar BOD setelah dilakukan pengenceran pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Grafik Kadar BOD Pada Tahap Range Finding Test

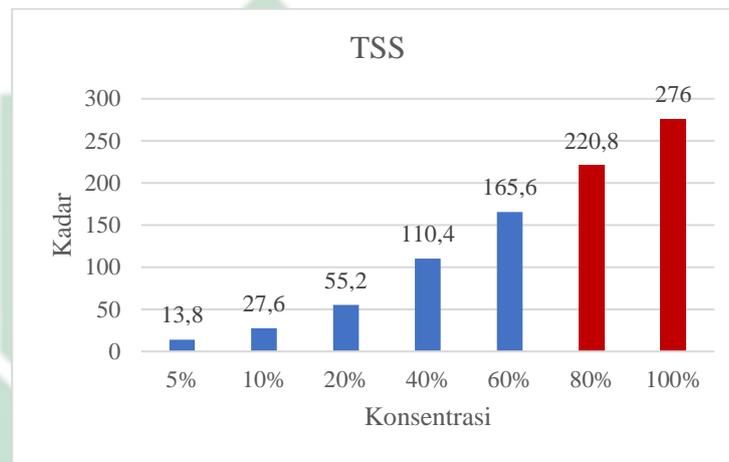
Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

Berdasarkan Gambar 4.10 di atas, nilai BOD asli pada tahap *range finding test* sebesar 677 mg/L. Pada tahap ini dilakukan penenceran dengan air PDAM pada konsentrasi 5%, 10%, 20%, 40%, 60%, dan 80%. Nilai BOD pada konsentrasi 5% sebesar 33,85 mg/L, konsentrasi 10% sebesar 67,7 mg/L, konsentrasi 20% sebesar 135,5 mg/L, konsentrasi 40% sebesar 270,8 mg/L, dan konsentrasi 80% sebesar 541,6 mg/L. Kadar BOD pada konsentrasi 10%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100% melebihi baku mutu Peraturan Menteri

Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014, yang mana batas maksimal BOD untuk air limbah sebesar 50 mg/L. Kecuali pada konsentrasi 5% di bawah baku mutu yakni sebesar 33,85 mg/L. Oleh karena itu, kematian ikan pada konsentrasi 10% - 100% pada tahap ini bisa dikarenakan tingginya kadar BOD.

c. TSS

Berikut merupakan grafik kadar TSS setelah dilakukan pengenceran pada Gambar 4.11.



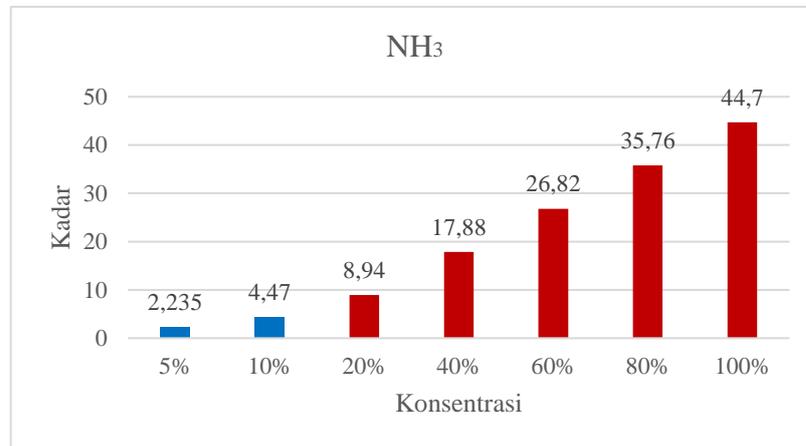
Gambar 4. 11 Grafik Kadar TSS Pada Tahap Range Finding Test

Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

Berdasarkan Gambar 4.11 di atas, nilai TSS pada tahap *range finding test* sebesar 276 mg/L. Pada tahap ini dilakukan penenceran dengan air PDAM pada konsentrasi 5%, 10%, 20%, 40%, 60%, dan 80%. Nilai TSS pada konsentrasi 5% sebesar 13,8 mg/L, konsentrasi 10% sebesar 27,6 mg/L, konsentrasi 20% sebesar 55,2 mg/L, konsentrasi 40% sebesar 110,4 mg/L, konsentrasi 60% sebesar 165,6 mg/L, dan konsentrasi 80% sebesar 220,8 mg/L. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014, yang mana batas maksimal TSS untuk air limbah sebesar 200 mg/L. Sehingga nilai TSS pada tahap *range finding test* yang melebihi baku mutu terdapat pada konsentrasi 80% dan 100%. Oleh karena itu, kematian ikan pada konsentrasi 80% dan 100% pada tahap ini bisa dikarenakan tingginya kadar TSS.

d. NH_3

Berikut merupakan grafik kadar NH_3 setelah dilakukan pengenceran pada Gambar 4.12.



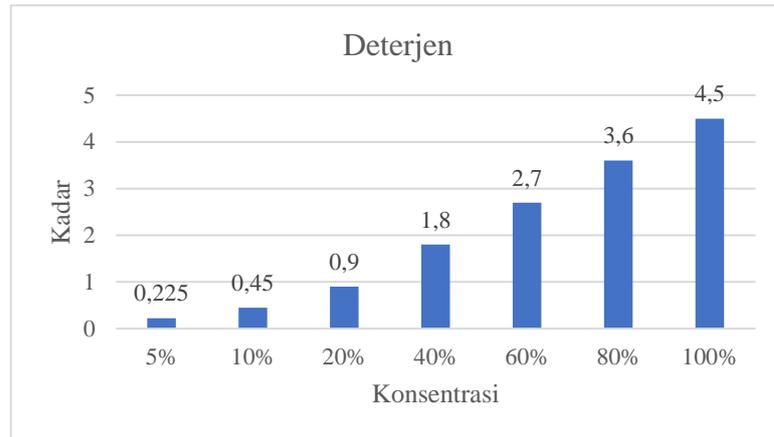
Gambar 4. 12 Grafik Kadar NH_3 Pada Tahap Range Finding Test

Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

Berdasarkan pada Gambar 4.12 di atas, nilai NH_3 pada tahap *range finding test* sebesar 44,7 mg/L. Pada tahap ini dilakukan penenceran dengan air PDAM pada konsentrasi 5%, 10%, 20%, 40%, 60%, dan 80%. Nilai NH_3 pada konsentrasi 5% sebesar 2,23 mg/L, konsentrasi 10% sebesar 4,47 mg/L, konsentrasi 20% sebesar 8,94 mg/L, konsentrasi 40% sebesar 17,88 mg/L, konsentrasi 60% sebesar 26,82 mg/L, dan konsentrasi 80% sebesar 35,76 mg/L. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014, yang mana batas maksimal NH_3 untuk air limbah sebesar 5 mg/L. Sehingga nilai NH_3 pada *tahap range finding test* yang melebihi baku mutu terdapat pada konsentrasi 20%, 40%, 60%, 80% dan 100%. Oleh karena itu, kematian ikan pada konsentrasi 20% - 100% pada tahap ini bisa dikarenakan tingginya kadar NH_3 .

e. Deterjen

Berikut merupakan grafik kadar deterjen setelah dilakukan pengenceran pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Grafik Kadar Deterjen Pada Tahap Range Finding Test
Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

Kandungan deterjen pada tahap *range finding test* sebesar 4,5 mg/L. Pada tahap ini dilakukan penenceran dengan air PDAM pada konsentrasi 5%, 10%, 20%, 40%, 60%, dan 80%. Nilai deterjen pada konsentrasi 5% sebesar 0,225 mg/L, konsentrasi 10% sebesar 0,45 mg/L, konsentrasi 20% sebesar 0,9 mg/L, konsentrasi 40% sebesar 1,8 mg/L, konsentrasi 60% sebesar 2,7 mg/L, dan konsentrasi 80% sebesar 3,6 mg/L. Untuk kandungan deterjen masih belum ada baku mutu yang digunakan, sehingga belum bisa ditentukan batas maksimal dari deterjen di dalam perairan.

4.3 Uji toksisitas akut

Analisis selanjutnya ialah air limbah laundry yang digunakan untuk uji toksisitas akut. Berikut hasil analisis limbah laundry untuk uji toksisitas akut pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Analisis Limbah Laundry Untuk Uji Toksisitas Akut

No.	Parameter	Satuan	Standar Maksimal*)	Hasil
1	Total Suspended Solid (TSS)	mg/L	200	480
2	Amonia (NH ₃)	mg/L	5	56
3	Deterjen (MBAS)	mg/L	-	9,19
4	Biological Oxygen Demand (BOD)	mg/L	50	892,5
5	Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/L	100	1761

Sumber: (Hasil Analisa Laboratorium Perusahaan Daerah Air Minum Surya Sembada Kota Surabaya, 2022)

Berdasarkan Tabel 4.4 di atas, seluruh parameter melebihi batas maksimal yang telah ditentukan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.

5 Tahun 2014. Hasil analisis yang melebihi baku mutu tersebut dapat mengakibatkan pencemaran air sungai, kematian pada biota air, serta mengurangi kemampuan air sungai untuk menjaga ekosistem perairan (Nugroho dkk., 2013). Limbah laundry banyak mengandung sejumlah surfaktan, *Carboxyl Methyl Cellulose* (CMC), kalsium (Ca), fosfat (P), SiO_3 pemutih pakaian (Kusuma dkk., 2019).

Setelah melakukan *range finding test*, lalu dilakukan uji toksisitas akut. Perlakuan uji toksisitas akut sama dengan *range finding test*. Tahap uji toksisitas akut tidak dilakukan pemberian makanan pada ikan. Hal tersebut agar tidak adanya sisa makanan dan kotoran ikan yang dapat menjadi sumber penyakit bagi ikan.

Pada tahap ini mempersempit nilai konsentrasi yang digunakan ketika *range finding test* serta dilakukan duplo. Perlakuan duplo dilakukan agar terdapat cadangan reaktor apabila terjadi kebocoran atau kerusakan. Selain itu juga agar mengetahui hasil yang sama pada tiap konsentrasi dengan perlakuan yang sama. Variasi yang digunakan berdasarkan pada *range finding test*, yang mana konsentrasi terkecil yang menyebabkan 100% kematian ikan adalah konsentrasi 20%, dan konsentrasi yang menyebabkan ikan 100% hidup adalah pada konsentrasi 5%. Sehingga penentuan variasi untuk uji toksisitas akut adalah 6%, 9%, 12%, 15%, dan 18%. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Mustapa dkk. (2018), takaran dosis yang dianjurkan paling tidak empat peringkat dosis, berkisar dari dosis terendah yang belum memberikan efek kematian seluruh hewan uji sampai dosis tertinggi yang dapat mematikan seluruh atau hampir seluruh hewan uji.

4.4.1 Karakteristik Limbah Laundry (Uji Toksisitas Akut)

Sama halnya dengan *range finding test*, pada uji toksisitas akut juga dilakukan pengujian pada limbah laundry yang akan digunakan. Tujuan dari pengujian karakteristik adalah mengetahui nilai dari parameter uji seperti TSS, BOD, COD, amonia, dan deterjen. Pengujian dilakukan di laboratorium PDAM Surya Sembada Kota Surabaya. Hasil analisa laboratorium dapat dilihat pada Tabel 4.2

Pada tahap ini air limbah laundry diencerkan sesuai dengan variasi konsentrasi. Berikut perhitungan volume toksikan dan air pengencer pada tahap uji toksisitas akut.

- d) Volume air total tiap reaktor = 10 liter
- e) Konsentrasi limbah 18% = konsentrasi x total air tiap reaktor
= 18% x 10 liter
= 1,8 liter
- f) Air pengencer PDAM = 10 liter – 1,8 liter
= 8,2 liter

Berdasarkan perhitungan tersebut, pada konsentrasi limbah 20% membutuhkan air limbah laundry sebanyak 2 liter dan air pengencer PDAM sebanyak 6 liter. Sehingga volume air total dalam tiap reaktor adalah 10 liter. Berikut variasi konsentrasi limbah laundry pada tahap range finding test pada Tabel 4.2

Tabel 4. 2 Variasi Konsentrasi Limbah Laundry pada Uji Toksisitas Akut

No.	Konsentrasi limbah (%)	Air Limbah yang ditambah (L)	Air pengencer PDAM (L)	Total air (L)
1	0	0	10	10
2	6	0,6	9,4	10
3	9	0,9	9,1	10
4	12	1,2	8,8	10
5	15	1,5	8,5	10
6	18	1,8	8,2	10

Sumber: (Hasil Analisa, 2022)

Seperti halnya range finding test, ketika uji toksisitas akut dilakukan perhitungan kandungan toksikan pada limbah laundry. Berikut salah satu perhitungan kandungan toksikan pada tahap uji toksisitas akut.

Nilai COD dalam 6% limbah laundry pada tahap uji toksisitas akut

- e) Nilai 100% COD (N_1) = 1761 mg/liter
- f) Volume limbah (V_1) = 0,6 liter
- g) Volume air total (V_2) = 10 liter
- h) Nilai 6% COD (N_2)

$$N_2 = \frac{N_1 \times V_1}{V_2}$$

$$= \frac{1761 \frac{mg}{L} \times 0,6 L}{10 L}$$

$$= \underline{105,66 \text{ mg/L}}$$

Perhitungan tersebut berlaku untuk seluruh kandungan toksikan pada limbah laundry lainnya seperti BOD, TSS, NH₃, dan deterjen. Berikut nilai-nilai kandungan limbah laundry dalam variasi uji toksisitas akut pada Tabel 4.6

Tabel 4. 3 Kandungan Limbah Laundry dalam Variasi Uji Toksisitas Akut

Parameter	Satuan	Awal	6%	9%	12%	15%	18%	Baku Mutu
COD	mg/L	1761	105,66	158,49	211,32	264,15	316,98	100
BOD	mg/L	892,5	53,55	80,325	107,1	133,875	160,65	50
TSS	mg/L	480	28,8	43,2	57,6	72	86,4	200
NH3	mg/L	56	3,36	5,04	6,72	8,4	10,08	5
deterjen	mg/L	9,19	0,5514	0,8271	1,1028	1,3785	1,6542	-

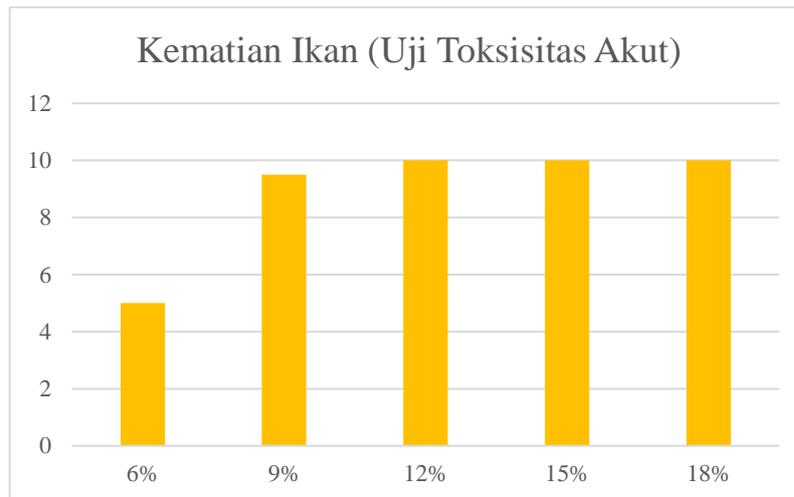
Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

Berdasarkan Tabel 4.6 di atas, parameter COD, BOD, dan TSS keseluruhan melebihi baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014. Sedangkan pada parameter NH₃, hanya pada konsentrasi 6% saja yang tidak melebihi baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014.

4.4.2 Hasil dan Pembahasan

Pada uji toksisitas akut ini, kisaran konsentrasi yang digunakan adalah 6%, 9%, 12%, 15%, dan 18%. Dari beberapa konsentrasi tersebut, dilakukan pengamatan pada kematian ikan sebanyak 50% dari total biota uji tiap reaktor. Pada tahap ini dilakukan secara duplo pada setiap konsentrasi agar terhindar dari kebocoran reaktor atau kecelakaan lain di lapangan serta agar mengetahui nilai yang sama apabila konsentrasi dan perlakuan juga disamakan.

Sama seperti tahap *range finding test*, pada tahap ini pemberian makanan pada ikan juga diberhentikan agar tidak terdapat sisa-sisa makanan dan ikan tidak mengeluarkan kotoran yang merupakan sumber patogen. Selain pemberian makan dihentikan, pada tahap ini juga dilakukan pengamatan jumlah kematian ikan setiap harinya lalu pengujian parameter lingkungan yakni pH, suhu, dan DO. Berikut merupakan jumlah kematian ikan pada tahap uji toksisitas akut pada Gambar 4.9



Gambar 4. 14 Rata-Rata Kematian Ikan Pada Tahap Uji toksisitas akut
Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

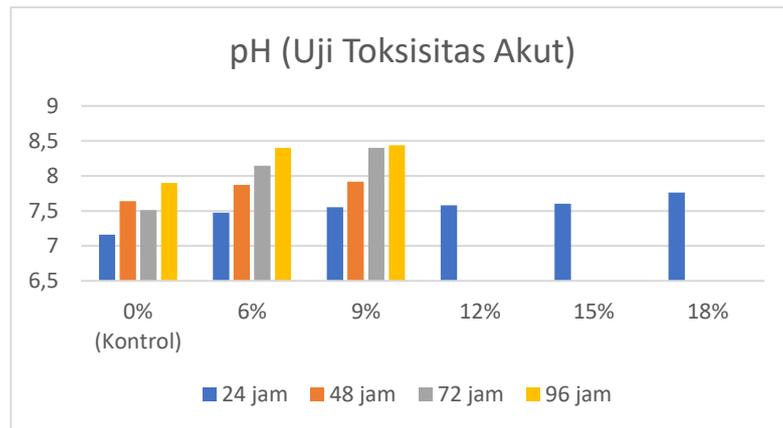
Berdasarkan Gambar 4.14 di atas, terlihat bahwa 100% kematian ikan terdapat pada konsentrasi 12%, 15% dan 18% pada jam ke-24. Itu artinya, pada konsentrasi tersebut masih sangat toksik untuk keberlangsungan hidup ikan dan hal tersebut dinamakan efek toksik. Pada konsentrasi 9%, rata-rata kematian ikan sebanyak 9,5. Pada konsentrasi 6% rata-rata kematian ikan adalah 5.

Kematian pada ikan disebabkan oleh beberapa faktor, yakni faktor fisik kimia biologis lingkungan dan faktor fisik kimia biologis toksikan. Faktor fisik kimia lingkungan meliputi pH, suhu, dan juga DO. Sedangkan faktor fisik kimia toksikan meliputi COD, BOD, TSS, NH_3 dan kandungan deterjen. Berikut merupakan hasil analisa yang menyebabkan kematian biota uji:

1. Faktor Fisik Kimia Lingkungan

a. pH

pH optimum untuk kehidupan ikan adalah 6,5 – 9. Pada tahap ini nilai pH yang diperoleh seperti pada Gambar 4.15 di bawah ini.



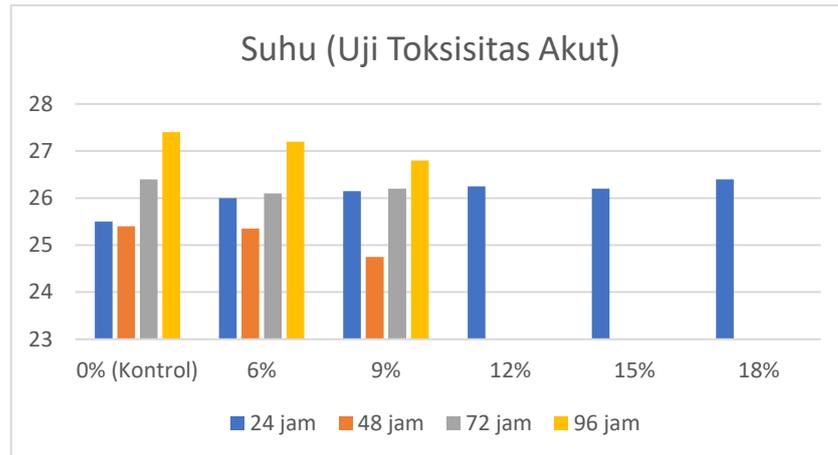
Gambar 4. 15 Nilai pH pada Tahap Uji toksisitas akut

Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

Berdasarkan Gambar 4.15 di atas, nilai pH setiap harinya selalu naik. Semakin besar konsentrasi, maka semakin besar pula nilai pH. Namun kenaikan pH tersebut masih memenuhi kriteria lingkungan hidup ikan mujair yakni kisaran 6,5 hingga 9. Batas paling rendah penyebab kematian ikan adalah pH 4 dan batas tertinggi adalah pH 11. Menurut (Rohmani, 2014), kenaikan pH terjadi karena adanya aerasi bersifat kontinyu dan menghasilkan CO₂, amonia dan bahan organik lainnya sehingga terjadi penurunan ion H⁺ dalam air dan menyebabkan kenaikan pH air.

b. Suhu

Suhu optimum bagi kehidupan ikan adalah 25 °C – 30°C. suhu air sangat mempengaruhi daya tahan biota uji, apabila suhu lingkungan tidak memenuhi kriteria maka biota uji akan mengalami kematian. Berikut nilai suhu tahap uji toksisitas akut pada Gambar 4.16

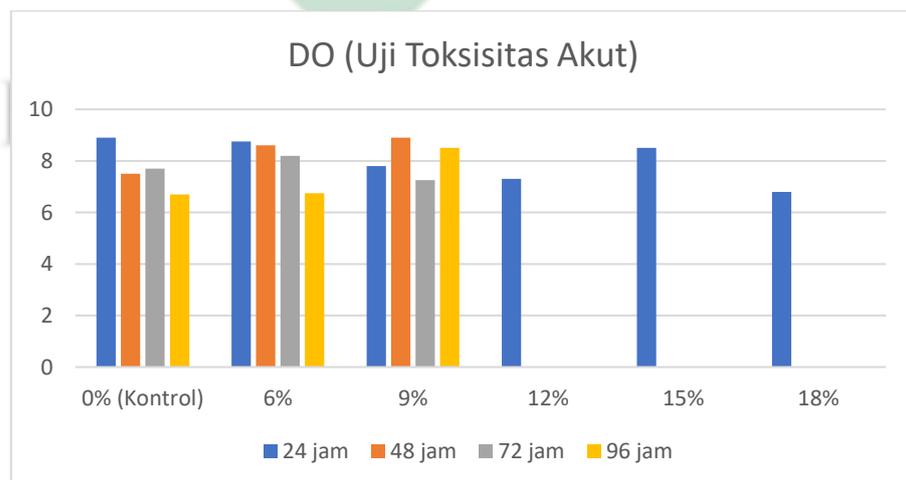


Gambar 4.16 Nilai Suhu pada Tahap uji toksisitas akut
Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

Gambar 4.16 di atas menunjukkan bahwa suhu berkisar antara 24 °C - 27 °C. Suhu pada konsentrasi 9% jam ke-48 terbilang cukup rendah yakni 24,75 °C, hal tersebut menyebabkan kematian pada ikan sebanyak 3 ekor. Oleh karena itu, suhu menyebabkan kematian pada ikan pada tahap uji toksisitas akut pada jam ke-48.

c. DO

Nilai DO berbanding terbalik dengan nilai suhu, apabila suhu tinggi maka nilai DO akan rendah. Nilai DO yang optimum bagi kehidupan ikan adalah tidak kurang dari 5 mg/L. Berikut merupakan nilai DO pada tahap uji toksisitas akut pada Gambar 4.12.



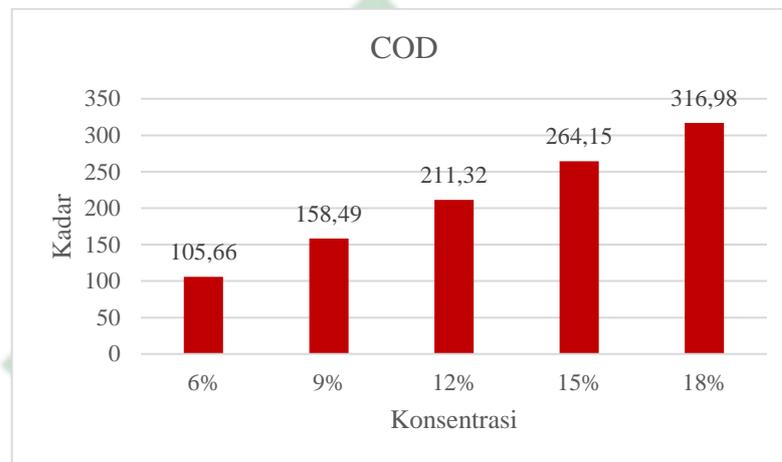
Gambar 4.17 Nilai DO pada Tahap Uji toksisitas akut
Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

Berdasarkan Gambar di atas, nilai DO tidak ada yang kurang dari 5 mg/L. Hal tersebut menandakan bahwa kematian ikan pada tahap ini bukan dikarenakan oleh kekurangan oksigen terlarut.

2. Faktor Fisik Kimia Toksik (Limbah Laundry)

a. COD

Berikut merupakan grafik kadar COD setelah dilakukan pengenceran pada Gambar 4.18.



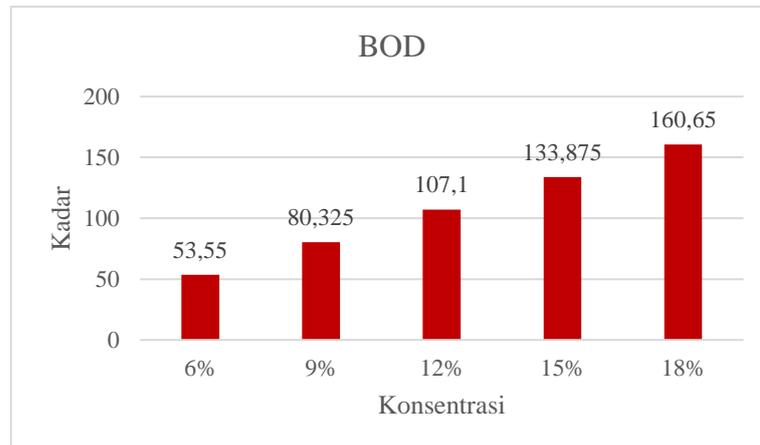
Gambar 4. 18 Grafik Kadar COD Pada Tahap Uji Toksisitas Akut
Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

Limbah laundry mengandung kadar COD yang tinggi, hal tersebut berarti bahwa total bahan organik yang ada dalam limbah tersebut juga tinggi. Berdasarkan Gambar 4.18 di atas, nilai COD awal atau tanpa diberi air pengencer PDAM pada tahap ini sebesar 1761 mg/L. Nilai tersebut melebihi baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014, yang mana batas maksimal COD untuk air limbah sebesar 100 mg/L. Namun pada tahap ini dilakukan perhitungan pengenceran sesuai dengan konsentrasi limbah yang telah ditentukan seperti pada Tabel 4.6. Untuk kadar COD pada konsentrasi 6% adalah 105,66 mg/L, konsentrasi 9% sebesar 158,49 mg/L, konsentrasi 12% sebesar 211,32 mg/L, konsentrasi 15% sebesar 264,15 mg/L dan konsentrasi 18% sebesar 316,98 mg/L. Nilai-nilai COD pada tiap konsentrasi tersebut

melebihi baku mutu yang telah ditentukan, sehingga kematian ikan pada tahap ini dikarenakan nilai COD yang terlalu tinggi.

b. BOD

Berikut merupakan grafik kadar BOD setelah dilakukan pengenceran pada Gambar 4.19.



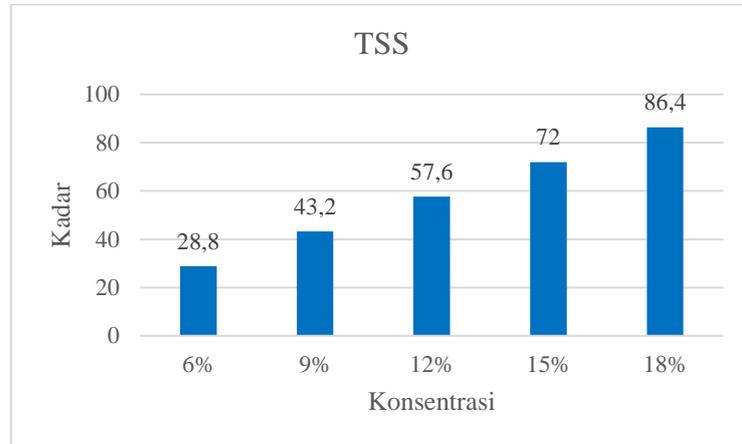
Gambar 4. 19 Grafik Kadar BOD Pada Tahap Uji Toksisitas Akut

Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

Selain COD, terdapat pula BOD yang mana berarti jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik. Menurut (Atima, 2015) nilai BOD bisa sama dengan nilai COD, tetapi nilai BOD tidak bisa lebih besar dari COD. Berdasarkan Gambar 4.19 di atas, nilai BOD awal adalah 892,5 mg/L. Nilai tersebut juga melebihi baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014, yang mana batas maksimal BOD adalah 50 mg/L. Namun dalam tahap ini dilakukan pengenceran seperti halnya COD. Pengenceran disesuaikan dengan konsentrasi yang dipilih yakni 6% sebesar 53,55 mg/L, 9% sebesar 80,325 mg/L, 12% sebesar 107,1 mg/L, 15% sebesar 133,875 mg/L, dan 18% sebesar 160,65 mg/L. Dari beberapa konsentrasi tersebut, kadar BOD seluruhnya masih di atas standar maksimal. Oleh karena itu, biota uji yang mati bisa juga disebabkan oleh kadar BOD yang terlalu tinggi.

c. TSS

Berikut merupakan grafik kadar TSS setelah dilakukan pengenceran pada Gambar 4.20



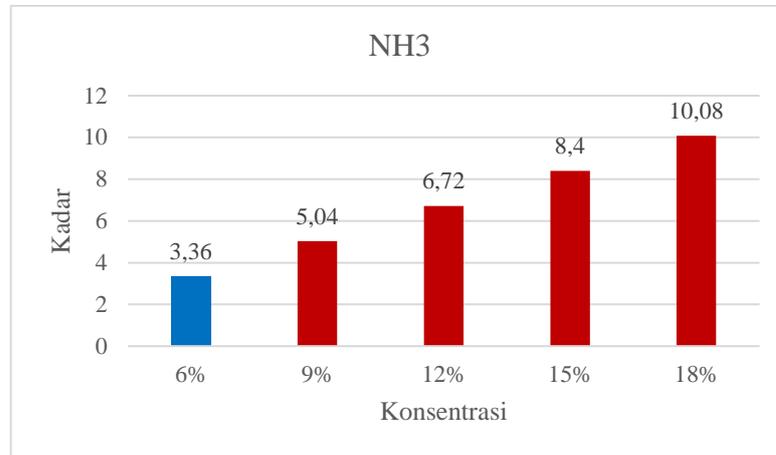
Gambar 4. 20 Grafik Kadar TSS Pada Tahap Uji Toksisitas Akut

Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

Total Suspended Solid (TSS) menyebabkan kekeruhan pada air akibat padatan yang tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap. TSS terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, seperti lumpur, lemak, sel-sel mikroorganisme yang terdapat dalam limbah laundry (Hak dkk., 2019). Pada tahap ini nilai TSS yang diperoleh sebesar 480 mg/L. Hal tersebut juga melebihi standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014, yang mana batas maksimal dari TSS adalah 200 mg/L. Namun pada tahap ini nilai TSS disesuaikan dengan pengenceran tiap konsentrasi sebagai berikut. Untuk konsentrasi 6% sebesar 28,8 mg/L, konsentrasi 9% sebesar 43,2 mg/L, konsentrasi 12% sebesar 57,6 mg/L, konsentrasi 15% sebesar 72 mg/L, konsentrasi 18% sebesar 86,4 mg/L. Nilai setelah pengenceran tersebut masih aman menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014. Sehingga kemungkinan kematian ikan dalam tahap ini bukan dikarenakan TSS.

d. NH_3

Berikut merupakan grafik kadar NH_3 setelah dilakukan pengenceran pada Gambar 4.21

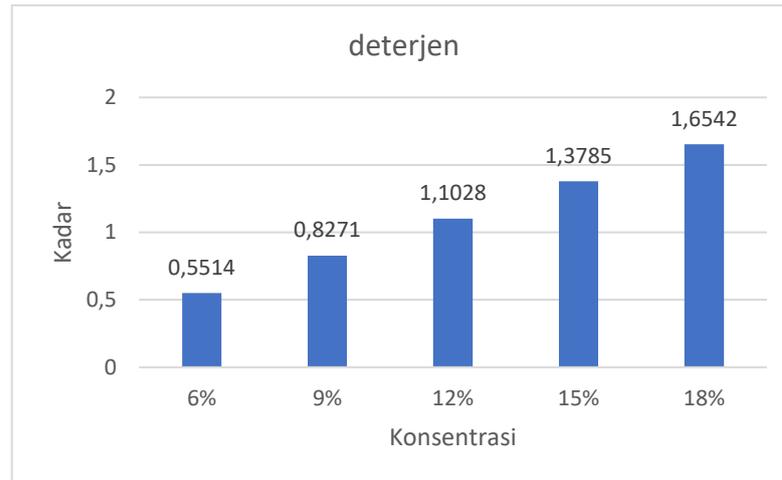


Gambar 4. 21 Grafik Kadar NH_3 Pada Tahap Uji Toksisitas Akut
Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

Salah satu kandungan limbah laundry adalah amonia. Dimana kadar amonia yang tinggi dalam badan air mengindikasi adanya pencemaran yang salah satunya disebabkan oleh limbah laundry. Baku mutu NH_3 pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 sebesar 5 mg/L. Pada tahap ini, hasil NH_3 pada limbah laundry sebesar 56 mg/L sebelum dilakukan pengenceran. Setelah itu, dilakukan pengenceran sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan sebagai berikut 6% sebesar 3,36 mg/L, pada konsentrasi 9% sebesar 5,04 mg/L, konsentrasi 12% sebesar 6,72 mg/L, pada konsentrasi 15% sebesar 8,4 mg/L, dan pada konsentrasi 18% sebesar 10,08 mg/L. Pada pengenceran tersebut, nilai NH_3 yang di bawah baku mutu pada konsentrasi 6%. Sedangkan pada konsentrasi 9%, 12%, 15%, dan 18% nilai NH_3 di atas baku mutu. Sehingga kematian ikan pada konsentrasi 9%-18% bisa jadi karena nilai NH_3 yang tinggi.

e. Deterjen

Berikut merupakan grafik kadar NH_3 setelah dilakukan pengenceran pada Gambar 4.22



Gambar 4. 22 Grafik Kadar Deterjen Pada Tahap Uji Toksisitas Akut
Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

Konsentrasi deterjen yang tinggi dapat mengganggu keberlangsungan hidup biota di perairan, seperti rusaknya organ tubuh biota perairan dan menyebabkan sulitnya oksigen yang masuk menuju perairan sehingga semakin lama ikan akan kehabisan oksigen dan mengalami kematian (Magfirah dkk., 2015). Dalam tahap uji toksisitas akut ini, konsentrasi deterjen sebelum dilakukan pengenceran sebesar 9,19 mg/L. Namun setelah diencerkan dengan air PDAM, kandungan deterjen pada tiap konsentrasi berbeda-beda. Pada konsentrasi 6% sebesar 0,55 mg/L, konsentrasi 9% sebesar 0,82 mg/L, pada konsentrasi 12% sebesar 1,10 mg/L, pada konsentrasi 15% sebesar 1,37 mg/L dan pada konsentrasi 18% sebesar 1,65 mg/L. Namun batas maksimum deterjen pada perairan belum ada di Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014, sehingga belum bisa dianalisis pada konsentrasi berapa deterjen tersebut melebihi baku mutu.

4.4 Perhitungan LC₅₀ 96 Jam

Perhitungan LC₅₀ 96 jam pada penelitian kali ini sebagai berikut:

1. Data yang didapatkan pada tahap uji toksisitas akut digunakan untuk menghitung persentase kematian ikan. Rumus persentase kematian ikan sebagai berikut:

$$R = \frac{\sum \text{mortalitas}}{\sum \text{biota}} \times 100\%$$

Contoh perhitungan:

Konsentrasi limbah laundry 6% yang mematikan biota uji sebanyak 5 ekor.

$$\begin{aligned} R &= \frac{\sum \text{mortalitas}}{\sum \text{biota}} \times 100\% \\ &= \frac{5}{10} \times 100\% \\ &= 50\% \end{aligned}$$

2. Mencari nilai probit pada tabel *transformation of percentage to probits* dari data persentase kematian biota uji. Berikut tabel *transformation of percentage to probits* pada Tabel 4.6

Tabel 4. 4 Transformation of Percentage to Probits

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,55	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,8	4,82	4,85	4,87	4,9	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,66	7,75	7,88	8,09

Sumber: (Finney, 1952)

Contoh:

Konsentrasi 6% yang mematikan biota uji sebanyak 50%. Sehingga nilai probit yang dipakai adalah 5,00.

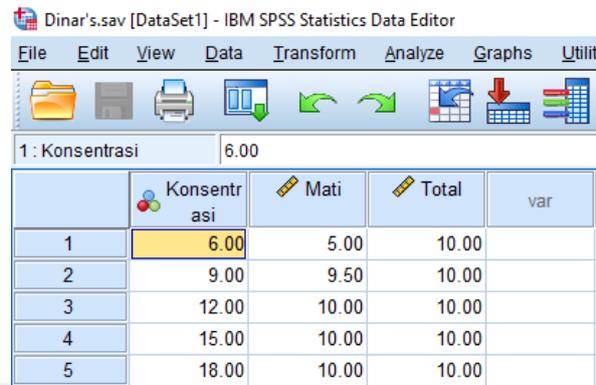
3. Membuat tabel analisis probit seperti pada Tabel 4.8 di bawah ini.

Tabel 4. 5 Tabel Analisis Probit

Konsentrasi	Probit	Mati (%)	Mati	Total
6	5	50%	5	10
9	6,64	95%	9,5	10
12	8,09	100%	10	10
15	8,09	100%	10	10
18	8,09	100%	10	10

Sumber: (Hasil Analisis, 2022)

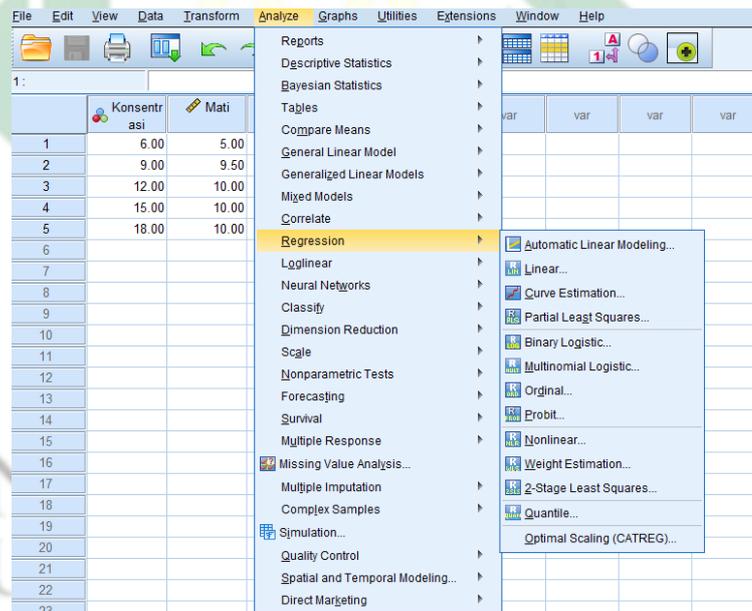
4. Memasukkan data konsentrasi, kematian, dan total biota uji ke dalam SPSS. Berikut data yang dimasukkan ke dalam SPSS pada Gambar 4. 13



	Konsentrasi	Mati	Total	var
1	6.00	5.00	10.00	
2	9.00	9.50	10.00	
3	12.00	10.00	10.00	
4	15.00	10.00	10.00	
5	18.00	10.00	10.00	

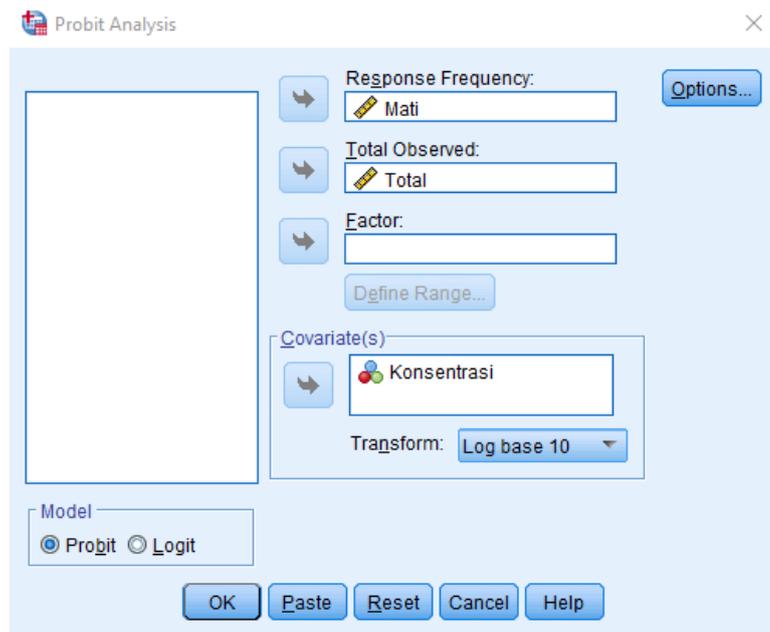
Gambar 4. 23 Data Konsentrasi, Mati, dan Total Pada SPSS
Sumber: (Dokumentasi Pribadi, 2022)

5. Setelah itu menjalankan SPSS dengan klik “Analyze” lalu klik “Regression” lalu klik “Probit” seperti pada Gambar 4.14 di bawah ini.



Gambar 4. 24 Menjalankan SPSS Analisis, Regression, Probit
Sumber: (Dokumentasi Pribadi, 2022)

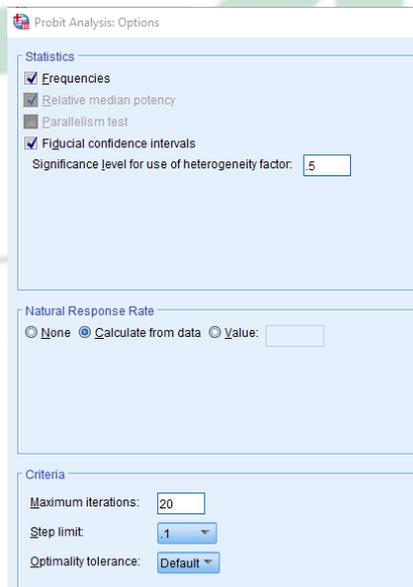
6. Setelah itu akan muncul dialog box *Probit Analysis* seperti pada Gambar di bawah ini. Selanjutnya pada opsi *Response Frequency* dimasukkan data “Mati”, pada opsi *Total Observed* dimasukkan data “Total”, dan opsi *Covariate* dimasukkan data “Konsentrasi”. Untuk *Transform* diubah menjadi “Log base 10”.



Gambar 4. 25 Menjalankan SPSS pada dialog box *Probit Analysis*

Sumber: (Dokumentasi Pribadi, 2022)

7. Setelah itu klik tanda *Options* pada dialog box *probit analysis* seperti pada Gambar 4. Di bawah ini. Kemudian pada opsi *Significance level for use of heterogeneity factor* diubah menjadi 0,5. Lalu *Natural response rate* diubah menjadi *calculate from data*.



Gambar 4. 26 Menjalankan SPSS Pada *Probit Analysis Options*

Sumber: (Dokumentasi Pribadi, 2022)

8. Setelah itu, klik *Continue* dan klik *OK*. Lalu akan muncul dialog box seperti pada Gambar 4.17 di bawah ini.

Confidence Limits							
Probability	95% Confidence Limits for Konsentrasi			95% Confidence Limits for log(Konsentrasi) ^a			
	Estimate	Lower Bound	Upper Bound	Estimate	Lower Bound	Upper Bound	
.070	4.941	.	.	.694	.	.	
.080	5.012	.	.	.700	.	.	
.090	5.077	.	.	.706	.	.	
.100	5.137	.	.	.711	.	.	
.150	5.395	.	.	.732	.	.	
.200	5.609	.	.	.749	.	.	
.250	5.800	.	.	.763	.	.	
.300	5.976	.	.	.776	.	.	
.350	6.145	.	.	.789	.	.	
.400	6.309	.	.	.800	.	.	
.450	6.472	.	.	.811	.	.	
.500	6.637	.	.	.822	.	.	
.550	6.805	.	.	.833	.	.	
.600	6.981	.	.	.844	.	.	
.650	7.168	.	.	.855	.	.	
.700	7.370	.	.	.867	.	.	
.750	7.594	.	.	.880	.	.	
.800	7.852	.	.	.895	.	.	
.850	8.164	.	.	.912	.	.	
.900	8.574	.	.	.933	.	.	

Gambar 4. 27 Nilai LC50 pada SPSS
 Sumber: (Dokumentasi Pribadi, 2022)

Dari Gambar 4.27 terlihat bahwa nilai LC50 pada SPSS ini sebesar 6,637 sehingga untuk nilai uji toksisitas akut adalah 6,6%. Untuk mengetahui tingkat toksisitas menurut US EPA Chemical Hazard Classification And Labeling: Comparison Of OPP Requirements And The GHS ,perlu diubah menjadi satuan mg/L. Oleh karena itu 6,6% dikonversi ke mg/L menjadi 66.000 ppm. Nilai tersebut menurut Tabel 2.3 US EPA Chemical Hazard Classification And Labeling: Comparison Of OPP Requirements And The GHS masih tergolong aman atau tidak toksik bagi lingkungan. Namun apabila limbah laundry terus menerus dibuang secara langsung ke perairan, akan mengakibatkan kerusakan pada ekosistem perairan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan oleh peneliti di atas, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Uji toksisitas akut limbah laundry terhadap ikan mujair (*Oreochromis sp.*) memiliki nilai LC₅₀ yakni 6%. Kematian pada ikan mujair bukan disebabkan oleh parameter pH, suhu, dan DO tetapi dikarenakan tingginya kandungan limbah laundry. Parameter tingginya limbah yang diuji meliputi BOD, COD, TSS, NH₃ dan deterjen.
2. Nilai LC₅₀ 6% termasuk dalam kategori limbah yang tidak toksik menurut US EPA Chemical Hazard Classification And Labeling: Comparison Of OPP Requirements And The GHS. Karena nilai LC₅₀ pada penelitian ini sebesar 6,637 mg/L atau dapat dikatakan tidak berbahaya. Namun apabila limbah laundry dibuang secara terus menerus tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu akan mengakibatkan tingginya kandungan limbah laundry pada badan air yang menyebabkan kerusakan pada ekosistem perairan.

5.2 Saran

Adapun saran-saran untuk penelitian berikutnya sebagai berikut.

1. Perlu dilakukukan pengenceran sebelum limbah laundry masuk atau dibuang ke badan air karena limbah laundry ini termasuk ke dalam kategori toksik bagi ekosistem di perairan.
2. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut tentang paparan limbah yang masuk ke dalam tubuh hewan uji.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Y. T., & J. A. R., N. R. (2018). Ikan Patin (Pangasius Sp) Untuk Uji Toksisitas Akut Air Lindi. *Jurnal Envirotek*, 9(1).
<https://doi.org/10.33005/Envirotek.V9i1.1050>
- Andria, A. F., & Rahmaningsih, S. (2018). Kajian Teknis Faktor Abiotik Pada Embung Bekas Galian Tanah Liat Pt. Semen Indonesia Tbk. Untuk Pemanfaatan Budidaya Ikan Dengan Teknologi Kja <I>[Technical Study Of Abiotic Factors In Clay Embankment Used At Pt. Semen Indonesia Tbk For Utilization Of Fish Cultivation With Kja Technology]<I>. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 10(2), 95–105.
<https://doi.org/10.20473/Jipk.V10i2.9825>
- Anggraini, D. A., Effendi, H., & Krisanti, M. (2019). Uji Toksisitas Akut (Lc50) Limbah Pengeboran Minyak Bumi Terhadap Daphnia Magna. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal Of Environmental Sustainability Management)*, 272–284.
<https://doi.org/10.36813/Jplb.3.1.272-284>
- Atima, W. (2015). Bod Dan Cod Sebagai Parameter Pencemaran Air Dan Baku Mutu Air Limbah. *Biosel: Biology Science And Education*, 4(1), 83.
<https://doi.org/10.33477/Bs.V4i1.532>
- A'yun, Q. A. (2015). *Penurunan Konsentrasi Ammonium (Nh4) Pada Limbah Laundry Dengan Tumbuhan Cattail (Typha Angustifolia) Dan Kayu Apu (Pistia Stratiotes)*.
- Budiawan. (2008). *Peran Toksikologi Forensik Dalam Mengungkap Kasus Keracunan Dan Pencemaran Lingkungan*.
- Dewata, I., & Danhas, Y. H. (2021). *Toksikologi Lingkungan*.
- Ferro, J. P., Ferrari, L., & Eissa, B. L. (2021). Acute Toxicity Of Cadmium To Freshwater Fishes And Its Relationship With Body Size And Respiratory

- Strategy. *Comparative Biochemistry And Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 248, 109109. <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2021.109109>
- Genchi, G., Sinicropi, M. S., Lauria, G., Carocci, A., & Catalano, A. (2020). The Effects Of Cadmium Toxicity. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 17(11), 3782. <https://doi.org/10.3390/ijerph17113782>
- Hak, A., Kurniasih, Y., & Hatimah, H. (2019). Efektivitas Penggunaan Biji Kelor (Moringa Oleífera, Lam) Sebagai Koagulan Untuk Menurunkan Kadar Tds Dan Tss Dalam Limbah Laundry. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 6(2), 100. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v6i2.1604>
- Halmi, M. I. E., Rahim, Mohd. B. H. A., & Othman, A. R. (2018). Estimation Of Lc50 And Its Confidence Interval For The Effect Of Ferrous Sulphate On Catla Catla. *Journal Of Environmental Microbiology And Toxicology*, 6(1), 21–23. <https://doi.org/10.54987/jemat.v6i1.402>
- Hamiyati, I., Andriani, N., & Hindarti, D. (2021). *The Toxicity Test Of Cadmium (Cd) To Survivability Of Amphipod*. 2(1), 11.
- Haris, R. B. Kusuma, & Yusanti, I. A. (2018). Studi Parameter Fisika Kimia Airuntuk Keramba Jaring Apung Di Kecamatan Sirah Pulau Padang Kabupaten Ogan Komering Ilir Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan Dan Budidaya Perairan*, 13(2). <https://doi.org/10.31851/jipbp.v13i2.2434>
- Hassan Al-Taai, S. H. (2021). Water Pollution Its Causes And Effects. *Iop Conference Series: Earth And Environmental Science*, 790(1), 012026. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/790/1/012026>
- He, L., Xiao, K., Zhou, C., Li, G., Yang, H., Li, Z., & Cheng, J. (2019). *Insights Into Pesticides Toxicity Against Organism: Qstr Models On Daphnia Magna*.
- Hoffman, D. J. (Ed.). (2003). *Handbook Of Ecotoxicology* (2nd Ed). Lewis Publishers.

- Hutchison, M., Sarac, Z., & Norris, A. (2011). *The Potential For Mozambique Tilapia Oreochromis Mossambicus To Invade The Murray–Darling Basin And The Likely Impacts: A Review Of Existing Information*. Murray-Darling Basin Authority.
- J A R, N. R. (2020). Analisis Toksisitas Limbah Cair Batik Tulis Dan Bioconcentration Factor Ikan Sepat (*Trichogaster Tricopterus*). *Jurnal Envirotek*, 12(1), 19–26. <https://doi.org/10.33005/Envirotek.V12i1.44>
- Kiliç, Z. (2021). Su Kirliliği Nedenleri, Olumsuz Etkileri Ve Önleme Yöntemleri. *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. <https://doi.org/10.47769/Izufbed.862679>
- Kordi, M. G. H. (2010). *Panduan Lengkap Memelihara Ikan Air Tawar Di Kolam Terpal*. Andi.
- Kusuma, D. A., Fitria, L., & Kadaria, U. (2019). *Pengolahan Limbah Laundry Dengan Metode Moving Bed Biofilm Reactor (Mbbf)*. 02(1), 10.
- Leuwol, C. F., Lumban Batu, D. T. F., & Affandi, R. (2019). Acute Toxicity Test Of Carbamate Insecticide On Common Carp, *Cyprinus Carpio* Linnaeus, 1758. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(3), 191. <https://doi.org/10.32491/Jii.V18i3.340>
- Magfirah, M., Adhar, S., & Ezraneti, R. (2015). Efek Surfaktan Terhadap Pertumbuhan, Kelangsungan Hidup Dan Struktur Jaringan Insang Benih Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 2(2), 90. <https://doi.org/10.29103/Aa.V2i2.340>
- Megawati, I. A. (2017). *Uji Toksisitas Deterjen Terhadap Ikan Nila (Oreochromis Niloticus)*. 10.
- Mugirosani, T. (2011). *Uji Toksisitas Air Limbah Laundry Dengan Ikan Nila (Oreochromis Niloticus)*. 55.
- Mustapa, M. A., Tuloll, T. S., & Mooduto, A. M. (2018). Uji Toksisitas Akut Yang Diukur Dengan Penentuan Ld50 Ekstrak Etanol Bunga Cengkeh (*Syzygium Aromaticum* L.) Terhadap Mencit (*Mus Musculus*) Menggunakan Metode

- Thompson-Weil. *Frontiers: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 1. <https://doi.org/10.36412/Frontiers/001035e1/April201801.10>
- Mustofa, A., Hastuti, S., & Rachmawati, D. (2018). Pengaruh Periode Pemuaan Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*). *Pena Akuatika : Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 17(2). <https://doi.org/10.31941/Penaakuatika.V17i2.705>
- Noviana, I., & Prinajati, D. (2021). *Tingkat Toksisitas Limbah Laundry Terhadap Ikan Mas (Cyprinus Carpio)*.
- Novita, D., & Hasibuan, S. (2020). *Acute And Sublethal Toxicity Test Of Laundry*. 48(1), 10.
- Nugroho, S. Y., Sumiyati, S., & Hadiwidodo, M. (2013). *Penurunan Kadar Cod Dan Tss Pada Limbah Industri Pencucian Pakaian (Laundry) Dengan Teknologi Biofilm Menggunakan Media Filter Serat Plastik Dan Tembikar Dengan Susunan Random*. 6.
- Nurhayati, A., Ummah, Z. I., & Shobron, S. (2018). *Kerusakan Lingkungan Dalam Al-Qur'an*. 27.
- OECD. (1992). *Oecd Guideline For Testing Of Chemicals*. Council Of United Kingdom.
- Palilingan, S. C., Pungus, M., & Tumimomor, F. (2019). Penggunaan Kombinasi Adsorben Sebagai Media Filtrasi Dalam Menurunkan Kadar Fosfat Dan Amonia Air Limbah Laundry. *Fullerene Journal Of Chemistry*, 4(2), 48. <https://doi.org/10.37033/Fjc.V4i2.59>
- Pratiwi, N. F. (2020). *Convolutional Neural Network*. 73.
- Rachmah, Y. N. (2020). *Uji Toksisitas Akut Linear Alkylbenzene Sulfonate (Las) Dan Timbal (Pb) Terhadap Ikan Mas (Cyprinus Carpio L.)*.
- Rohmani, I. (2014). *Uji Toksisitas Akut Limbah Cair Pabrik*. 171.
- S, F. S., Firmansyah, Y. W., Widyantoro, W., Fuadi, M. F., Afrina, Y., & Hardiyanto, A. (2021). Dampak Pencemaran Sungai Di Indonesia Terhadap

Gangguan Kesehatan : Literature Review. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 13.

Saparinto, C. (2012). *Bududaya Ikan Kolam Terpal*. Niaga Swadaya.

Sari, A. H. W., Pi, S., Ulinuha, D., & Pi, S. (2015). *Uji Toksisitas Akut Detergen Yang Mengandung Bahan Aktif Las (Linear Alkil Benzena Sulfonat) Terhadap Benih Ikan Nila (Oreochromis Niloticus)*. 6.

Septiani, W. D., Slamet, A., & Hakim, J. A. R. (2014). *Pengaruh Konsentrasi Substrat Terhadap Laju Pertumbuhan Alga Dan Bakteri Heterotropik Pada Sistem Hrar*. 3(2), 6.

Sitorus, E., Sutrisno, E., Armus, R., Fatma, K. G. F., Parinduri, L., Marzuki, I., & Priastomo, Y. (2021). Yayasan Kita Menulis.

Stephenson, R. R. (1984). Evaluation Of A Rapid Range-Finding Test For Use In Acute Lethality Studies With Fish. Dalam *Environmental Pollution Series A, Ecological And Biological* (Vol. 35, Hlm. 75–81). <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0143147184901326>

Sudrajat, A. O. (2003). *Bidang Budidaya Ikan Program Keahlian Budidaya Ikan Air Tawar (Ikan Tetra)*.

Suja, S., & Williams, E. S. (2020). Poisonous Effects Of Carbamate Pesticide Sevin On Histopathological Changes Of *Channa Striata* (Bloch, 1793). *Nature Environment And Pollution Technology*, 19(5(Supp)), 1853–1859. <https://doi.org/10.46488/Nept.2020.V19i05.009>

Suyantri, E., Aunurohim, & Abdulgani, N. (2011). *Sintasan (Survival Rate) Ikan Mujair (Oreochromis Mossambicus) Secara In-Situ Di Kali Mas Surabaya*.

Suyasa, W. B. (2015). *Pencemaran Air Dan Pengolahan Air Limbah*. Udayana University Press.

Tinungki, G. M. (2010). *Aplikasi Model Regresi Logit Dan Probit Pada Data Kategorik*. 8.

- Tolistiawaty, I., Widjaja, J., & Sumolang, P. P. F. (2014). Gambaran Kesehatan Pada Mencit (*Mus Musculus*) Di Instalasi Hewan Coba. *Jurnal Vektor Penyakit*, 8(1), 6.
- Turk, S., Petrinić, I., & Simonič, M. (2005). Laundry Wastewater Treatment Using Coagulation And Membrane Filtration. *Resources, Conservation And Recycling*, 44(2), 185–196. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2004.11.002>
- Tyas, N. M., Batu, D. T. F. L., & Affandi, R. (2016). The Lethal Toxicity Test Of Cr6+ On (*Oreochromis Niloticus*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 21(2), 128–132. <https://doi.org/10.18343/jipi.21.2.128>
- USEPA. (2004). *Chemical Hazard Classification And Labeling : Comparison Of Opp Requirements And The Ghs*.
- Utomo, W. P., Nugraheni, Z. V., Rosyidah, A., Shafwah, O. M., Naashihah, L. K., Nurfitriani, N., & Ullfindrayani, I. F. (2018). Penurunan Kadar Surfaktan Anionik Dan Fosfat Dalam Air Limbah Laundry Di Kawasan Keputih, Surabaya Menggunakan Karbon Aktif. *Akta Kimia Indonesia*, 3(1), 127. <https://doi.org/10.12962/j25493736.v3i1.3528>
- Widyasaputri, E. (2012). *Analisis Mekanisme Corporate Governance Pada Perusahaan Yang Mengalami Kondisi Financial Distress*. 8.
- Wiyanti, R. I., & J. A. R., N. R. (2018). Uji Toksisitas Lindi Tpa Benowo Menggunakan *Ikantawes* (*Barbonymus Gonionotus*) Sebagai Biota Uji.
- Xing, Y., Wang, Z., Li, X., Hou, C., Chai, J., Li, X., Su, J., Gao, J., & Xu, H. (2022). A New Method For Predicting The Acute Toxicity Of Carbamate Pesticides Based On The Perspective Of Binding Information With Carrier Protein. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular And Biomolecular Spectroscopy*, 264, 120188. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2021.120188>
- Yulaipi, S., & Aunurohim. (2013). *Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) Dan Hubungannya Dengan Laju Pertumbuhan Ikan Mujair (*Oreochromis Mossambicus*)*.

Yulianto, & Amaloyah, N. (2017). *Bahan Ajar Kesehatan Lingkungan, Toksikologi Lingkungan*.

Zai, K. E. S. (2019). *Uji Toksisitas Akut (Lc50-96jam) Insektisida Klorpirifos*. 77.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A