

**UJI TOKSISITAS *Lethal Concentration* (LC<sub>50-96 JAM</sub>) SURFAKTAN  
*Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkyl-benzene Sulfonate* (LAS)  
TERHADAP IKAN GUPPY (*Poecilia reticulata*)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Melengkapi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik (S.T)  
pada Program Studi Teknik Lingkungan



**UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A**

**Disusun Oleh**

SHOFIA RIZKA JULIANTI

NIM. H75219031

**Dosen Pembimbing**

Widya Nilandita, M.KL.

Ir. Shinfy Wazna Auvaria, M.T.

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

**2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Nama : Shofia Rizka Julianti  
NIM : H75219031  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Angkatan : 2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul “**UJI TOKSISITAS *LETHAL CONCENTRATION* (LC<sub>50-96</sub> JAM) SURFAKTAN *ALKYL BENZENE SULFONATE* (ABS) DAN *LINEAR ALKYL-BENZENE SULFONATE* (LAS) TERHADAP IKAN GUPPY (*POECILIA RETICULATA*)**”. Apabila suatu saat nanti saya terbukti melakukan tindakan plagiat maka saya bersedia menerima sanksi yang diterapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 14 Juli 2023

Yang Menyatakan,



**Shofia Rizka Julianti**

NIM. H75219031



**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING  
SIDANG TUGAS AKHIR**

Nama : SHOFIA RIZKA JULIANTI  
NIM : H75219031  
Judul Tugas Akhir : UJI TOKSISITAS *Lethal Concentration* (LC<sub>50-96</sub> JAM)  
SURFAKTAN *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) DAN *Linear Alkyl-Benzene Sulfonate* (LAS) TERHADAP IKAN GUPPY  
(*Poecilia Reticulata*)

Telah disetujui untuk pendaftaran Sidang Tugas Akhir

Surabaya, 27 Juni 2023

Dosen Pembimbing 1

Widya Nilandita, M.KL

NIP. 198410072014032002

Dosen Pembimbing 2

Shinni Wazna Auvaria, M.T

NIP. 198603282015032001



**KEMENTERIAN AGAMA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031 - 8410298 Fax. 031 - 8413300  
E-Mail : [saintek@uinsby.ac.id](mailto:saintek@uinsby.ac.id) Website : [www.uinsby.ac.id](http://www.uinsby.ac.id)

**LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR**

Nama : Shofia Rizka Julianti  
NIM : H75219031  
Judul Tugas Akhir : Uji Toksisitas *Lethal Concentration* ( $LC_{50-96}$  JAM) Surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkyl-benzene Sulfonate* (LAS) Terhadap Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*)

Telah dipertahankan di depan tim penguji Skripsi

Di Surabaya, 3 Juli 2023

Mengesahkan,

Dewan Penguji

Penguji I

Widya Nilandita, M.KL  
NIP. 198410072014032002

Penguji II

Ir. Shinfi Wazna Auvaria, S.T., M.T.  
NIP. 198603282015032001

Penguji III

Sarita Oktorina, M.Kes  
NIP. 198710052014032003

Penguji IV

Ir. Teguh Taruna Utama, M.T.  
NUP. 201603319

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Ampel Surabaya



Abdul 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](mailto: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 : SHOFIA RIZKA JULIANTI  
NIM : H75219031  
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN  
E-mail address : [shofiarizkajulianti@gmail.com](mailto:shofiarizkajulianti@gmail.com)

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

Skripsi  Tesis  Desertasi  Lain-lain (.....)  
yang berjudul :

**UJI TOKSISITAS *LETHAL CONCENTRATION* ( $LC_{50-96}$  JAM) SURFAKTAN *ALKYL*  
*BENZENE SULFONATE* (ABS) DAN *LINEAR ALKYL-BENZENE SULFONATE* (LAS)  
TERHADAP IKAN GUPPY (*POECILIA RETICULATA*)**

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, 14 Juli 2023  
Penulis

(SHOFIA RIZKA JULIANTI)

## ABSTRAK

### UJI TOKSISITAS *LETHAL CONCENTRATION* (LC<sub>50-96 JAM</sub>) SURFAKTAN *ALKYL BENZENE SULFONATE* (ABS) DAN *LINEAR ALKYL-BENZENE SULFONATE* (LAS) TERHADAP IKAN GUPPY (*Poecilia reticulata*)

Surfaktan merupakan kandungan detergen yang dapat menyebabkan toksisitas terhadap organisme perairan melalui degradasi senyawa. Jenis surfaktan yang banyak diproduksi di seluruh dunia adalah *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkyl-benzene Sulfonate* (LAS). Surfaktan ABS dan LAS sulit diuraikan oleh mikroorganisme dan apabila terakumulasi dalam jumlah yang banyak dapat menyebabkan pencemaran perairan dengan skala besar. Dampak yang lebih buruk dari penggunaan ABS dan LAS adalah terjadinya kematian karena berhentinya fungsi kerja organ tubuh pada ikan akibat tidak terpenuhi oksigen pada proses respirasi dan kandungan pencemar tidak bisa ditolerir oleh tubuh ikan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai toksisitas LC<sub>50-96 Jam</sub> dan mengetahui klasifikasi toksisitas dari surfaktan ABS dan LAS terhadap Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*). Perlakuan pada biota uji dimulai dengan tahap aklimatisasi, tahap *range finding test* dan tahap uji toksisitas akut dengan variasi konsentrasi toksikan 0 mg/L; 0,2 mg/L; 0,4 mg/L; 0,6 mg/L; 0,8 mg/L; dan 1 mg/L dalam waktu paparan selama 96 jam. Nilai LC<sub>50</sub> dihitung menggunakan metode analisis probit dengan *software* SPSS. Hasil yang diperoleh dari uji toksisitas akut surfaktan ABS dan LAS terhadap Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) memiliki nilai LC<sub>50</sub> sebesar 0,596 mg/L dengan klasifikasi toksisitas dikategorikan dalam kelas III yang berarti awas.

**Kata Kunci:** Uji Toksisitas Akut, LC<sub>50</sub>, Surfaktan ABS, Surfaktan LAS, Ikan Guppy

## ABSTRACT

### ***ACUTE TOXICITY TEST LETHAL CONCENTRATION (LC<sub>50-96 JAM</sub>) SURFACTANT ALKYL BENZENE SULFONATE (ABS) AND LINEAR ALKYL-BENZENE SULFONATE (LAS) IN GUPPY FISH (*Poecilia reticulata*)***

*Surfactants are detergent ingredients that can cause toxicity to aquatic organisms through degradation of compounds. Types of surfactants that are widely produced throughout the world are Alkyl Benzene Sulfonate (ABS) and Linear Alkyl-benzene Sulfonate (LAS). When accumulated in large quantities, ABS and LAS surfactants are difficult to decompose by microorganisms and can cause large-scale water pollution. The worst impact of using ABS and LAS is death due to the cessation of organ function in fish due to insufficient oxygen in the respiration process, and the fish's body cannot tolerate the pollutant content. This study aims to determine the toxicity value of LC<sub>50-96 Hours</sub> and the classification of ABS and LAS surfactants for Guppy Fish (*Poecilia reticulata*). Treatment of the test biota began with the acclimatization stage, the range finding test stage and the acute toxicity test stage with variations in the concentration of poison 0 mg/L; 0.2mg/L; 0.4mg/L; 0.6mg/L; 0.8mg/L; and one mg/L within 96 hours of exposure. The LC<sub>50</sub> value was calculated using the probit analysis method with SPSS software. The results obtained from the acute toxicity test of ABS and LAS surfactants on Guppy Fish (*Poecilia reticulata*) had an LC<sub>50</sub> value of 0.596 mg/L with a classification in class III which means beware.*

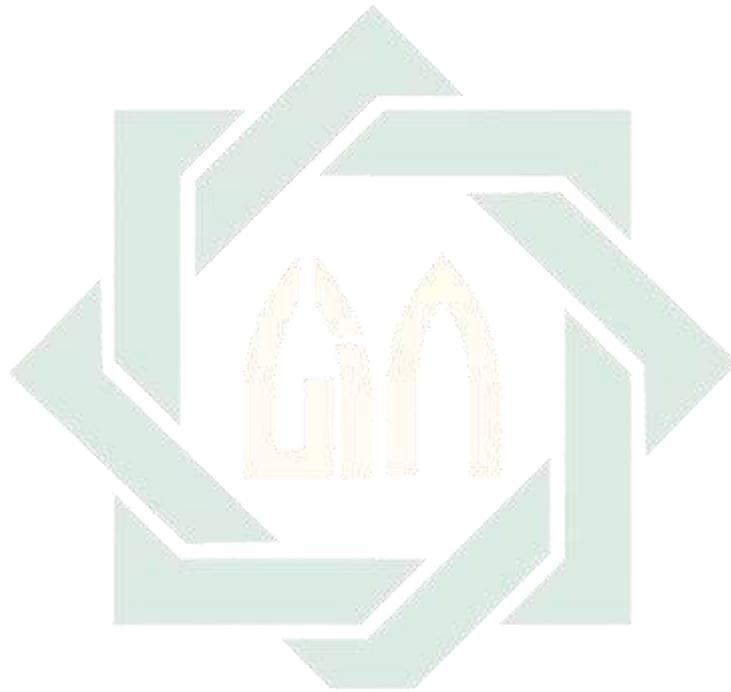
**Keywords:** *Acute Toxicity Test, LC<sub>50</sub>, ABS Surfactant, LAS Surfactant, Guppy Fish*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Batasan Masalah.....	4
1.3 Rumusan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1 Detergen .....	7
2.1.1 Definisi Detergen .....	7
2.1.2 Sumber Limbah Detergen .....	8
2.1.3 Dampak Pencemaran Limbah Detergen.....	9
2.2 <i>Alkyl Benzene Sulfonate</i> (ABS).....	9
2.3 <i>Linear Alkyl-benzene Sulfonate</i> (LAS).....	11
2.4 Toksikologi.....	12
2.4.1 Definisi Toksikologi.....	12
2.4.2 Toksikan.....	12
2.4.3 Uji Toksisitas.....	13
2.5 Biota Uji .....	14
2.5.1 Klasifikasi Biota Uji.....	15
2.5.2 Morfologi dan Habitat Biota Uji .....	16



<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>62</b>
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran.....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>63</b>



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Penelitian Terdahulu.....	21
<b>Tabel 3. 1</b> Kelayakan Ikan pada Tahap Aklimatisasi .....	30
<b>Tabel 3. 2</b> Variabel Penelitian .....	38
<b>Tabel 3. 3</b> Kriteria Toksisitas LC <sub>50</sub> Bahan Kimia terhadap Lingkungan .....	40
<b>Tabel 4. 1</b> Hasil Analisis Air Pengencer .....	41
<b>Tabel 4. 2</b> Nilai Parameter pH, Suhu dan DO pada Tahap Aklimatisasi .....	42
<b>Tabel 4. 3</b> Mortalitas Ikan pada Tahap Aklimatisasi.....	45
<b>Tabel 4. 4</b> Pengenceran Toksikan pada Tahap RFT .....	47
<b>Tabel 4. 5</b> Rata-rata Nilai Parameter pH, Suhu dan DO pada Tahap RFT.....	48
<b>Tabel 4. 6</b> Mortalitas Ikan pada Tahap RFT.....	49
<b>Tabel 4. 7</b> Pengenceran Toksikan pada Tahap ATT .....	52
<b>Tabel 4. 8</b> Rata-rata Nilai Parameter pH, Suhu dan DO pada Tahap ATT .....	52
<b>Tabel 4. 9</b> Mortalitas Ikan pada Tahap ATT .....	54
<b>Tabel 4. 10</b> Perbandingan Hasil LC <sub>50</sub> dengan Penelitian Terdahulu.....	60

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Struktur Senyawa <i>Alkyl Benzene Sulfonate</i> (ABS).....	10
<b>Gambar 2. 2</b> Struktur Senyawa <i>Linear Alkyl-benzene Sulfonate</i> (LAS) .....	11
<b>Gambar 2. 3</b> Ikan Guppy ( <i>Poecilia reticulata</i> ).....	15
<b>Gambar 3. 1</b> <i>Flowchart</i> Tahapan Penelitian.....	27
<b>Gambar 3. 2</b> <i>Flowchart</i> Kerangka Pikir Penelitian .....	28
<b>Gambar 3. 3</b> <i>Flowchart</i> Tahap Aklimatisasi .....	31
<b>Gambar 3. 4</b> Sketsa Reaktor Tahap Aklimatisasi.....	31
<b>Gambar 3. 5</b> Sketsa Reaktor Penelitian .....	32
<b>Gambar 3. 6</b> <i>Flowchart</i> Tahap Pelaksanaan RFT.....	33
<b>Gambar 3. 7</b> <i>Flowchart</i> Tahap Pelaksanaan ATT .....	35
<b>Gambar 3. 8</b> <i>Flowchart</i> Tahap Pembuatan Larutan Artifisial ABS .....	36
<b>Gambar 3. 9</b> <i>Flowchart</i> Tahap Pembuatan Larutan Artifisial LAS .....	36
<b>Gambar 3. 10</b> Sketsa Reaktor Uji .....	39
<b>Gambar 4. 1</b> Grafik Nilai pH pada Tahap Aklimatisasi .....	43
<b>Gambar 4. 2</b> Grafik Nilai Suhu pada Tahap Aklimatisasi.....	44
<b>Gambar 4. 3</b> Grafik Nilai DO pada Tahap Aklimatisasi .....	44
<b>Gambar 4. 4</b> Grafik Mortalitas Ikan pada Tahap Aklimatisasi.....	46
<b>Gambar 4. 5</b> Grafik Mortalitas Ikan pada Tahap RFT .....	50
<b>Gambar 4. 6</b> Grafik Mortalitas Ikan pada Tahap ATT.....	54
<b>Gambar 4. 7</b> Data Konsentrasi, Mati, dan Total pada SPSS .....	57
<b>Gambar 4. 8</b> Memulai Analisa Probit pada SPSS .....	57
<b>Gambar 4. 9</b> Mengatur Data pada SPSS.....	58
<b>Gambar 4. 10</b> Mengatur Data pada SPSS.....	58
<b>Gambar 4. 11</b> Nilai LC <sub>50</sub> pada SPSS .....	59

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Problematika lingkungan merupakan permasalahan global yang sifatnya serius dan kompleks. Salah satu permasalahan lingkungan di Indonesia adalah pencemaran air. Sumber air yang tercemar oleh bahan pencemar menyebabkan timbulnya permasalahan lingkungan (Kiliç, 2021). Faktor pencemaran dapat disebabkan oleh limbah industri maupun limbah domestik yang dibuang secara langsung ke badan air tanpa dilakukan pengolahan ataupun telah diolah namun kadar toksikannya masih di atas ambang baku mutu yang ditetapkan. Tindakan tersebut akan berakibat buruk terhadap manusia apabila jumlah buangan sudah terlampaui banyak sehingga alam tidak dapat lagi membersihkan keseluruhannya (proses *self purification* terlampaui) (Soemirat, 2018). Salah satu limbah cair domestik yang pasca penggunaannya langsung dibuang ke badan air tanpa dilakukan pengolahan adalah limbah detergen (Sugierster dkk., 2021).

Standar dunia modern menghasilkan pengembangan pasar berkelanjutan dari produk pembersih yang disebut detergen. Kandungan detergen telah mencemari perairan tawar dan mempengaruhi organisme air seperti zooplankton, fitoplankton dan ikan (Tomislav, 2010). *Surface Active Agent* (surfaktan) merupakan senyawa kimia yang digunakan dalam bidang pertanian, industri, komersial, dan rumah tangga sebagai pelarut lemak (Soemirat, 2018). Karena penerapannya yang luas, surfaktan tidak hanya ditemukan dalam air limbah tetapi juga ditemukan pada perairan alami dengan konsentrasi yang signifikan. Surfaktan menjadi racun bagi beberapa makhluk hidup dan mikroorganisme. Surfaktan dapat menyebabkan toksisitas terhadap organisme perairan melalui degradasi senyawa (Rahmadhani, 2016). Adsorpsi surfaktan menyebabkan depolarisasi membran sel sehingga menyebabkan efek akut dan kronis pada organisme (Ríos dkk., 2018).

Jenis surfaktan yang banyak diproduksi di seluruh dunia adalah *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkyl-benzene Sulfonate* (LAS). Kedua surfaktan tersebut mudah dijumpai dalam berbagai produk detergen komersial. Asosiasi Pengusaha Detergen Indonesia (APEDI) mengatakan bahwa perbandingan penggunaan surfaktan di Indonesia adalah 40% untuk ABS dan 60% untuk LAS. Senyawa ABS adalah senyawa organik dengan rantai hidrokarbon panjang dan bercabang dengan cincin *benzene* pada ujungnya, yang menyebabkan sulit diuraikan oleh mikroorganisme. Pemerintah Indonesia belum menetapkan peraturan mengenai larangan penggunaan ABS, sehingga ABS masih banyak diproduksi karena harganya yang lebih murah dan lebih stabil saat proses produksi (Purnomo, 1992). Sedangkan LAS merupakan surfaktan sintesis yang memiliki rantai yang lurus tanpa cabang (Octavia dkk., 2021). LAS merupakan detergen lunak (*soft detergent*) yang bersifat biodegradable sehingga mudah diuraikan oleh mikroorganisme (Sopiah, 2006). Surfaktan ABS maupun LAS tidak dapat diabaikan terus menerus memasuki badan air. Surfaktan ABS dan LAS sulit diuraikan oleh mikroorganisme, selain itu kedua surfaktan tersebut apabila terakumulasi dalam jumlah yang banyak dapat menyebabkan pencemaran perairan dengan skala besar (Hardini, dkk., 2012).

Dampak dari penggunaan surfaktan dengan bahan aktif *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkyl-benzene Sulfonate* (LAS) adalah terbentuknya film yang menyebabkan tingkat transfer oksigen dalam air menurun, sehingga pada saat konsentrasi toksikan melebihi ambang batas dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan organisme perairan yang sifatnya cukup serius untuk segera dilakukan penanganan (Santi, 2009). Akumulasi pencemaran yang semakin tinggi dapat menyebabkan semakin rendahnya suplai oksigen di dalam air, sehingga menimbulkan toksik atau racun dan mengganggu kehidupan organisme perairan khususnya pada ikan dan organisme air lainnya. Dampak yang lebih buruk dari penggunaan ABS dan LAS adalah terjadinya kematian karena berhentinya fungsi kerja organ tubuh pada ikan akibat tidak terpenuhi oksigen pada proses respirasi dan kandungan pencemar tidak bisa ditolerir oleh tubuh ikan (Muliari dkk., 2020).

Islam sebagai agama *rahmatan lil-'alamin* sangat memperhatikan penyelamatan dan pemeliharaan lingkungan serta melarang perbuatan kerusakan di muka bumi yang akibatnya bisa fatal bagi kehidupan manusia. Allah SWT berfirman dalam QS. Al-A'raf (7) ayat 56, sebagai berikut:

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

Artinya: “*Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.*” (QS. Al-A'raf : 56).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT memperhatikan kesejahteraan manusia di muka bumi ini. Berbagai hal yang dihadirkan secara langsung dapat dinikmati oleh manusia. Manusia diharapkan dapat bersyukur dan berdoa dengan penuh harap kepada Allah SWT dan senantiasa memelihara karunia-Nya dengan tidak berbuat kerusakan kepada bumi seisinya.

Pencemaran lingkungan perairan memerlukan evaluasi secara terus menerus. Identifikasi karakteristik akut sangat diperlukan pada toksisitas suatu limbah terhadap biota yang disebut dengan uji toksisitas, hal tersebut sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 85 tahun 1999 pasal 6. Biota uji yang digunakan adalah Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*), merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang direkomendasikan oleh OECD sebagai biota uji dalam uji toksisitas akut. Ikan Guppy merupakan jenis organisme yang dapat hidup dengan baik dan keberadaannya sangat melimpah pada perairan air tawar (Wulandari A., 2017). Ikan Guppy sering digunakan sebagai sampel organisme bidang ekologi dan studi perilaku karena dalam perawatannya tidak memerlukan perlakuan khusus dan sangat peka terhadap perubahan air di sekitarnya (Nurrachmi, 2020). Selain itu Ikan Guppy merupakan salah satu ikan hias yang mudah dibudidayakan, memiliki daya adaptasi tinggi dan bernilai ekonomis (Habibi, 2022).

Ekotoksitas merupakan salah satu aspek yang paling penting untuk penilaian dampak lingkungan dari senyawa. Studi ekotoksikologi diperlukan untuk mengetahui konsentrasi suatu zat yang aman bagi lingkungan. Uji toksisitas pada penelitian ini, digunakan untuk menetapkan potensi toksisitas bahan aktif *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkyl-benzene Sulfonate* (LAS) yang menyebabkan kematian organisme dalam hal ini adalah Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) dalam konsentrasi tertentu yang dinyatakan dalam LC<sub>50</sub>. Tujuan analisa tersebut adalah untuk mengetahui tingkat bahaya toksikan dari suatu limbah terhadap suatu biota dengan menganalisis resiko terhadap kandungan toksikan zat kimia pada lingkungan perairan (Mo, 2020).

## 1.2 Batasan Masalah

Adapun ruang lingkup atau batasan masalah dalam penelitian ini adalah, sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan dengan skala laboratorium pada Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Sunan Ampel Surabaya Kampus Gunung Anyar, Jl. Gunung Anyar, Kecamatan Gunung Anyar, Kota Surabaya.
2. Penelitian dilakukan menggunakan larutan artifisial surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkyl-benzene Sulfonate* (LAS) terhadap biota uji yakni Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*).
3. Parameter yang diujikan adalah pH, suhu dan Oksigen Terlarut (DO).
4. Dilakukan uji toksisitas akut (LC<sub>50-96 jam</sub>) dengan metode regresi probit, untuk mengamati 50% kematian biota uji yang disebabkan oleh efek toksik surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkyl-benzene Sulfonate* (LAS) dengan waktu pengamatan selama 96 jam.

## 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah, sebagai berikut:

1. Berapa nilai *Lethal Concentration* ( $LC_{50-96 \text{ jam}}$ ) dari surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkyl-benzene Sulfonate* (LAS) terhadap Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*)?
2. Bagaimana klasifikasi toksisitas dari surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkyl-benzene Sulfonate* (LAS) terhadap Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*)?

#### 1.4 Tujuan Penelitian

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

1. Menentukan nilai *Lethal Concentration* ( $LC_{50-96 \text{ jam}}$ ) dari surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkyl-benzene Sulfonate* (LAS) terhadap Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*).
2. Menganalisa klasifikasi toksisitas dari surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkyl-benzene Sulfonate* (LAS) terhadap Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*).

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah, sebagai berikut:

a. Bagi Akademisi

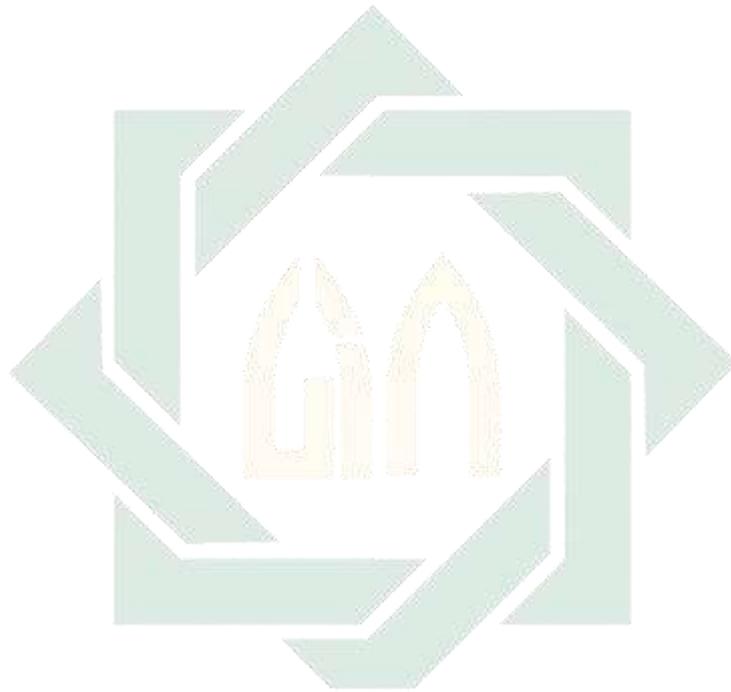
Memberikan informasi dan pengetahuan mengenai penentuan nilai *Lethal Concentration* ( $LC_{50-96 \text{ jam}}$ ) dari surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkyl-benzene Sulfonate* (LAS) terhadap Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*), dan dapat digunakan sebagai sumber literatur yang bermanfaat untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan peningkatan pembekalan untuk penelitian selanjutnya.

b. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi dan pengetahuan mengenai efek toksik surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkyl-benzene Sulfonate* (LAS) terhadap lingkungan, khususnya pada organisme perairan.

c. Bagi Pemerintah

Dapat digunakan sebagai informasi dan bahan evaluasi pada perumusan kebijakan pemerintah dalam rangka pelestarian lingkungan khususnya sumber daya perairan.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Detergen

#### 2.1.1 Definisi Detergen

Detergen atau dalam bahasa latin disebut *detergere* merupakan senyawa xenobiotik yang tersusun dari komponen-komponen dengan bahan aktif surfaktan. Detergen bereaksi dengan air dan menyebabkan pembentukan busa untuk membersihkan atau mencuci dalam kegiatan industri serta kegiatan domestik sebagai pembersih kotoran (Azizah, S. N., 2010). Detergen tersusun dari tiga komponen utama yaitu, surfaktan sebesar 20-30% (bahan dasar detergen), *builders* sebesar 70-80% (senyawa fosfat) dan bahan aditif yang relatif sedikit yaitu 2-8% (pemutih dan pewangi) (Apriyani, 2017).

Surfaktan digunakan untuk proses pembasaaan dan pengikat kotoran pada detergen, sehingga sifat suatu detergen dengan lainnya akan berbeda-beda tergantung jenis dari surfaktannya (Santi, 2009). Surfaktan memiliki dua gugus dalam satu molekul yang sama, yakni gugus hidrofilik dan hidrofobik yang berperan dalam fungsi pembersihan detergen (*cleaning action*) (Putri dkk., 2022). Total produksi *Surface Active Agent* (surfaktan) di dunia adalah 14,09 juta ton pada tahun 2017, dan diperkirakan akan terjadi peningkatan seiring dengan pertambahan jumlah penduduk Indonesia setiap tahunnya (Al-Asmakh dkk., 2020).

Berbagai jenis surfaktan banyak ditemukan pada produk detergen, sabun maupun bahan pengemulsi. Zat-zat aktif yang terdapat pada surfaktan memiliki konsentrasi tinggi jika dibandingkan permukaan larutan. Hal tersebut mengakibatkan tegangan permukaan surfaktan menurun, sehingga ketika surfaktan menurunkan tegangan larutan, partikel-partikel yang menempel pada objek yang dicuci akan hilang dan terlepas, kemudian mengapung dan larut dalam air (Maulidah, 2015).

Jenis surfaktan berdasarkan gugus hidrofiliknya adalah surfaktan anionik yang memiliki kepala bermuatan negatif dan larutannya bersifat basa atau netral. Surfaktan anionik dapat digunakan sebagai deterjen, agen berbusa, pengemulsi, dan stabilisator dalam berbagai aspek kimia lainnya (Yuan, *et al.*, 2014). Surfaktan anionik merupakan jenis surfaktan yang memiliki unsur utama ion natrium ( $\text{Na}^+$ ) dan alkil sulfat. Jenis surfaktan yang umumnya digunakan dalam detergen adalah tipe anionik dalam bentuk sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) dan sulfonat ( $\text{SO}_3^-$ ) yang paling umum digunakan. Contoh dari surfaktan anionik dengan kelompok sulfonat adalah *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkyl-benzene Sulfonate* (LAS) (Wulandari, *et al.*, 2022). ABS dan LAS adalah golongan surfaktan dengan muatan anionik terbukti banyak dipergunakan karena kemampuan *cleaning action* (Han & Jung, 2021). Hal tersebut sesuai dengan jumlah produksi surfaktan anionik yakni 66% dari total produksi surfaktan di seluruh dunia (Santoso, 2010).

### 2.1.2 Sumber Limbah Detergen

Menurut Peraturan Pemerintah Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, air limbah merupakan air sisa suatu usaha atau kegiatan yang berasal dari aktivitas sehari-hari manusia yang berhubungan dengan penggunaan air. Adapun berdasarkan sumbernya limbah cair digolongkan menjadi dua bagian, yaitu limbah cair yang berasal dari kegiatan industri dan limbah cair domestik atau yang berasal dari kegiatan manusia sehari-hari atau aktivitas rumah tangga (Setyorini, 2014).

Limbah detergen adalah salah satu dari banyaknya limbah cair yang terbukti menjadi pencemar dalam lingkungan perairan. Sumber utama limbah detergen berasal dari kegiatan domestik atau rumah tangga. Detergen memiliki peran yang sangat beragam dalam kegiatan rumah tangga karena selain digunakan untuk mencuci pakaian, detergen juga digunakan untuk mencuci peralatan rumah tangga, mencuci kendaraan, dan benda kotor lainnya (Suastuti, 2015). Detergen mempunyai sifat

membersihkan sehingga dapat menjadi solusi untuk menghilangkan kotoran. Kemampuan detergen dalam menghilangkan berbagai kotoran yang menempel pada kain atau objek lainnya tidak dapat diragukan kembali (Lusiana, 2011).

### 2.1.3 Dampak Pencemaran Limbah Detergen

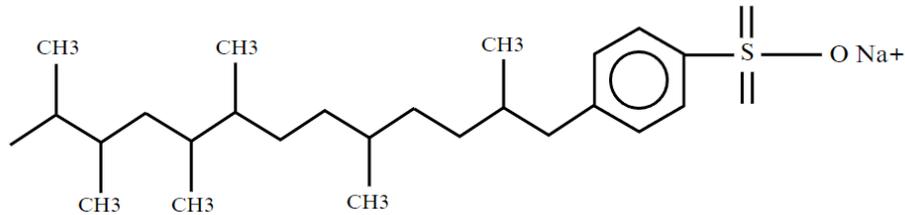
Limbah cair dengan kandungan detergen yang dibuang ke lingkungan dapat menaikkan pH air dan mengganggu organisme dalam air. Detergen di lingkungan berpindah dari satu tempat ke tempat lain oleh hujan, angin, evaporasi dan perantara lainnya. Zat aktif pada kandungan detergen dapat mengganggu kehidupan mikroorganisme air, bahkan terdapat bahan detergen yang bersifat tidak dapat didegradasi oleh mikroorganisme perairan. Detergen dalam air dapat menimbulkan busa yang akan menutupi permukaan air dan menghalangi sinar matahari masuk, hal tersebut dapat menghambat proses fotosintesis dan mengganggu siklus hidup biota air (Lusiana, 2011).

Surfaktan dapat menurunkan absorbs oksigen pada perairan. Sehingga, apabila terdapat kandungan detergen yang cukup tinggi dalam air akan menyebabkan pengurangan kadar oksigen yang tinggi. Surfaktan bersifat toksik apabila tertelan oleh organisme. Surfaktan yang terdapat dalam detergen juga akan membentuk *klorobenzena* pada proses kloronisasi pengolahan air minum PDAM. *Klorobenzena* merupakan senyawa kimia yang bersifat racun dan berbahaya bagi kesehatan (Maulidah, 2015).

## 2.2 Alkyl Benzene Sulfonate (ABS)

*Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) adalah golongan surfaktan anionik berbahan aktif detergen yang banyak digunakan karena memiliki kemampuan *cleaning action* tinggi (Han & Jung, 2021). ABS merupakan zat organik dengan rantai hidrokarbon yang panjang dan bercabang, serta pada ujungnya terdapat cincin benzene yang menyebabkan sulitnya mikroorganisme dalam menguraikannya. Lingkungan perairan apabila terkontaminasi dengan ABS

akan dipenuhi oleh busa-busa yang dapat menurunkan tegangan pada permukaan air serta bakteri-bakteri bermanfaat yang seharusnya ada di dalam lingkungan perairan akan hilang. Struktur ABS dilihat pada **Gambar 2.1**.



**Gambar 2. 1** Struktur Senyawa *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS)

Sumber: (Digambar ulang dari Sari, 2015)

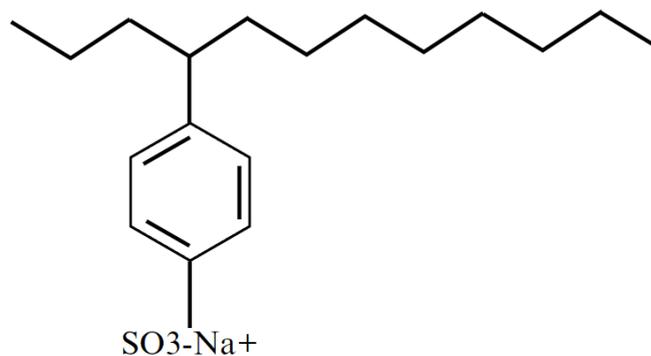
Senyawa surfaktan alkil sulfat digunakan untuk berbagai keperluan masyarakat seperti pada komposisi sampo, kosmetik, pembersih dan laundry (Sari, 2015). Namun ABS sangat tidak menguntungkan karena lambat terurai oleh bakteri pengurai. Hal tersebut disebabkan karena adanya rantai bercabang pada strukturnya. Dengan tidak terurainya secara biologi, lambat laun perairan yang terkontaminasi oleh ABS akan dipenuhi oleh busa dan menimbulkan efek yang tidak menguntungkan lainnya, seperti penurunan tegangan permukaan air, pemecahan kembali dari gumpalan (*flock*) koloid, pengemulsian lemak minyak dan pemusnahan bakteri yang berguna. ABS kemudian digantikan oleh surfaktan yang dapat dibiodegradasi, yang dikenal dengan LAS (Sari, 2015).

Penggunaan ABS sebagai bahan pembersih dalam detergen dapat digantikan dengan *Linear Alkyl-benzene Sulfonate* (LAS) yang lebih mudah terdegradasi. Namun pada kenyataannya penggunaan ABS masih banyak ditemukan pada produsen detergen dan digunakan dalam bahan pembersih detergen komersial karena harganya yang lebih ekonomis dari bahan aktif lainnya. Belum adanya larangan resmi dari pemerintah terkait penggunaan ABS dan banyaknya masyarakat yang belum menyadari mengenai dampak yang ditimbulkan oleh ABS dari limbah rumah tangga yang dihasilkan menyebabkan bahan aktif tersebut masih banyak digunakan oleh masyarakat (Kristianti, dkk., 2022).

### 2.3 *Linear Alkyl-benzene Sulfonate (LAS)*

Surfaktan *Linear Alkyl-benzene Sulfonate (LAS)* adalah golongan surfaktan anionik. LAS merupakan bahan pembersih utama yang digunakan pada berbagai jenis deterjen dan pembersih dengan konsentrasi hingga 25% pada produk konsumen, dan hingga 30% pada produk komersial yang secara mekanis disalurkan ke dalam larutan encer untuk pencuci piring (OECD SIDS, 2005). LAS mempunyai sifat yang lebih baik dari ABS karena rantai alkilnya tidak bercabang dan tidak mempunyai atom karbon tersier yang dapat mengganggu kemampuannya untuk terurai secara biologis. Sejak LAS menggantikan penggunaan ABS dalam deterjen, masalah-masalah yang timbul seperti penutupan permukaan air oleh gumpalan busa dapat dihilangkan dan toksisitasnya terhadap ikan diperairan telah banyak dikurangi (Sari, 2015).

LAS terurai di permukaan air selama 1-2 hari, pada sedimen terurai selama 1-3 hari, pada sistem laut dan muara terurai selama 5-10 hari (Daulay & Nurul, 2022). LAS tidak dapat terurai dalam kondisi anaerob (tidak ada udara), sehingga LAS tidak dapat terurai dengan kondisi sungai-sungai di Indonesia yang sebagian besar keruh (Maulidiah, 2015). LAS mudah terbiodegradasi oleh mikroorganisme air karena senyawa rantainya tidak bercabang serta tidak memiliki karbon tersier sehingga kemampuannya dalam penguraian secara biologis lebih mudah dilakukan oleh mikroorganisme air (Maulidiah, 2015).



**Gambar 2. 2** Struktur Senyawa *Linear Alkyl-benzene Sulfonate (LAS)*

Sumber: (Digambar ulang dari Sari, 2015)

Apabila suatu limbah telah tercemar oleh kandungan LAS maka dibutuhkan waktu selama 3 minggu pada proses penguraiannya dan membutuhkan sinar ultraviolet dalam upaya pengolahannya. Oleh karena itu, deterjen yang mengandung surfaktan LAS hanya diperuntukkan bagi negara dengan proses pengolahan limbah yang baik. LAS di Indonesia banyak diproduksi walaupun dengan pengolahan yang kurang atau tanpa adanya pengolahan (Hadi dkk., 2019).

## **2.4 Toksikologi**

### **2.4.1 Definisi Toksikologi**

Toksikologi berasal dari bahasa Yunani, yakni *toxicon* berarti racun dan *logos* berarti ilmu (Irianti, dkk., 2017). Toksikologi merupakan bidang keilmuan yang mempelajari dampak limbah yang tercemar ke dalam perairan, dan menimbulkan toksik terhadap organisme perairan yang hidup didalamnya untuk diketahui tingkat toksikan akibat zat kimia. Faktor pendukung tingkat toksisitas yakni jenis-jenis toksikan, lama waktu dan frekuensi paparan, variasi konsentrasi, keadaan lingkungan, serta biota yang diujikan (USEPA, 2002).

### **2.4.2 Toksikan**

Toksikan merupakan senyawa berdampak terhadap ekosistem perairan dan biota airnya. Seperti terjadinya kerusakan pada sistem organ dan jaringan, serta kerusakan pada fungsi struktur biologis organisme. Dampak yang ditimbulkan memiliki bersifat *reversible* artinya fungsi organ yang rusak tidak dapat kembali seperti semula (Megawati dkk., 2014). Zat-zat toksik dapat berupa fisik, kimia, maupun biologis. Selain itu zat-zat toksik juga berwujud padat, cair dan gas. Pengaruh toksikan terhadap organisme dapat tampak secara langsung terhadap tubuh dan secara tidak langsung melalui perubahan sifat fisik dan kimia perairan yang tidak sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan (Rohmani, 2014).

### 2.4.3 Uji Toksisitas

Toksisitas merupakan suatu sifat relatif dari zat kimia yang dapat berdampak negatif pada makhluk hidup baik secara langsung maupun tidak langsung. Uji toksisitas bertujuan untuk menentukan seberapa bahaya toksikan terhadap biota uji sehingga dapat mengganggu lingkungan perairan (Rachmah, 2020). Uji toksisitas adalah bidang ilmu toksikologi yang mengkaji aktivitas berbahaya senyawa kimia, sehingga dapat menimbulkan efek atas jaringan biologi (Ramdhini, 2010). Uji toksisitas terbagi menjadi 2 jenis, sebagai berikut:

#### 1. Toksisitas Akut

Toksisitas akut adalah kondisi suatu organisme mengalami kontak langsung dengan senyawa kimia dari pemaparan tunggal atau variasi paparan lainnya. Toksisitas terjadi pada kurun waktu yang singkat, biasanya hanya dalam hitungan jam atau hari. Toksisitas akut menggambarkan efek merugikan dari suatu zat yang dihasilkan (Ríos dkk., 2018). Kriteria yang biasa digunakan adalah kematian pada biota uji (Noviana & Prinajati, 2022). Toksisitas suatu senyawa diukur melalui uji toksisitas akut dengan konsentrasi letal ( $LC_{50}$ ).

$LC_{50}$  merupakan suatu konsentrasi yang dapat mematikan 50% organisme dengan kurun waktu yang singkat yakni antara satu sampai empat hari. Uji toksisitas akut diperlukan dalam penentuan toksisitas suatu senyawa. Adapun untuk keperluan dalam melakukan uji toksisitas dibutuhkan biota uji yang nantinya akan menunjukkan reaksi terhadap perubahan fisik air maupun senyawa pencemar dalam batas konsentrasi tertentu (Ihsan dkk., 2017).

#### 2. Toksisitas Kronis

Toksisitas kronis menyebabkan rusaknya organ dalam maupun organ luar pada organisme dengan cara pemaparan secara tunggal atau pemaparan yang berulang dalam periode waktu yang panjang. Uji toksisitas kronis merupakan suatu tes yang dirancang untuk mengukur efek racun terhadap spesies air yang signifikan dari siklus

hidup organisme (Noviana & Prinajati, 2022). Dalam uji toksisitas kronis, efek sampingnya adalah hasil paparan dalam jangka waktu yang panjang (Ríos dkk., 2018).

Efek yang ditimbulkan dari toksisitas kronis adalah (Hoffman, 2003), sebagai berikut:

- a. Efek lethal : gangguan pada saraf pusat dan kematian
- b. Efek sub lethal : penurunan jumlah darah, kerusakan hati, serta penurunan potensi berkembang biak.

## 2.5 Biota Uji

Biota uji adalah hewan yang dipelihara untuk kegiatan pembelajaran dan pengembangan berbagai macam bidang ilmu dengan skala laboratorium. Hewan yang digunakan sebagai biota uji adalah hewan yang memiliki kemampuan untuk memberikan reaksi imunitas yang baik dan memiliki kepekaan terhadap suatu toksikan atau penyakit (Tolistiawaty dkk., 2014). Ikan merupakan organisme yang peka terhadap perubahan lingkungan dan dapat menilai besarnya potensi resiko yang berkaitan dengan tingkat pencemaran di perairan tempatnya hidup (Puji Lestari dkk., 2018).

Pemilihan biota uji diharuskan sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Kriteria biota uji untuk uji toksisitas menurut APHA, 2005 adalah, sebagai berikut:

1. Biota uji merupakan organisme yang sensitif terhadap material beracun serta perubahan lingkungan sekitar.
2. Biota uji tersedia dalam jumlah yang melimpah dengan berbagai macam ukuran sepanjang tahun.
3. Biota uji dapat bertahan hidup atau beradaptasi dan dapat dipelihara dalam skala laboratorium.
4. Biota uji merupakan sumber daya yang bersifat ekonomis.

### 2.5.1 Klasifikasi Biota Uji

Biota uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*). Ikan Guppy dapat hidup bebas di perairan dan tersebar luas di daerah tropis. Ikan Guppy merupakan jenis ikan hias air tawar yang dibudidayakan untuk dinikmati keindahannya dan tidak membutuhkan tempat yang luas pada saat pemeliharannya. Ikan Guppy memiliki nilai ekonomis tinggi dan banyak diminati masyarakat karena memiliki variasi warna yang menarik (Nurrachmi, 2020). Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) mudah beradaptasi dan memiliki toleransi tinggi terhadap rentang temperatur dan salinitas sebuah perairan (Araujo, 2009 dalam Chairunnisa R.A., 2020).

Berikut merupakan klasifikasi dari Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*):

Phylum : Chordata  
Kelas : Actinopterygii  
Ordo : Cyprinodontiformes  
Sub Ordo : Poecilioidei  
Familia : Poeciliidae  
Genus : Poecilia  
Spesies : *Poecilia reticulata*



**Gambar 2. 3** Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*)

Sumber: (Soco, 2020)

### 2.5.2 Morfologi dan Habitat Biota Uji

Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) merupakan jenis ikan yang sangat populer di kalangan ikan hias. Ikan Guppy berasal dari Kepulauan Karibia dan Amerika Selatan yang juga dikenal sebagai *million fish* atau *rainbow fish*. Ikan Guppy masuk ke Indonesia pada awal tahun 1920-an sebagai ikan akuarium, kemudian lepas ke alam bebas dan berkembang biak dengan cepat.

Habitat asli Ikan Guppy adalah danau dan sungai yang berair tenang, selain itu dapat juga bertahan di air payau yang memiliki kadar garam tinggi. Ikan Guppy mudah berkembang biak sehingga dapat ditemukan di hampir seluruh perairan air tawar di Indonesia. Ikan Guppy yang telah di budidayakan oleh masyarakat tersebut ada yang lepas ke perairan umum seperti sungai, parit, danau, waduk dan lain-lain (Chairunnisa R.A., 2020).

Penampakan morfologi Ikan Guppy memiliki ciri-ciri yaitu, ikan berukuran kecil dengan bentuk tubuh memanjang silindris, bagian kepala kecil kemudian membesar di bagian tengah tubuh, lalu mengecil ke bagian ekor. Sirip ekor membesar dan membulat, berbentuk seperti kipas (Chairunnisa R.A., 2020). Ikan Guppy betina dan jantan sangat mudah dibedakan. Warna tubuh Ikan Guppy betina umumnya monoton, tubuh berwarna coklat muda dengan ekor berwarna kemerahan. Sedangkan Ikan Guppy jantan mempunyai pola warna yang beragam dan unik seperti pelangi. Perbedaan warna tersebut menyebabkan Ikan Guppy jantan lebih tinggi harganya dan sangat diminati oleh para akuakulturis (Sarida, dkk., 2010). Pertumbuhan maksimal yang dicapai ikan betina adalah 7 cm, sedangkan untuk ikan jantan sekitar 3,75 cm. Berdasarkan OECD, Ikan Guppy dapat bertahan hidup secara optimal dengan pH sebesar 6 – 8,5 dan suhu sebesar 21°C - 25 °C, sedangkan untuk oksigen terlarut (DO) adalah tidak kurang dari 5 mg/L (Rachmah, 2020).

## 2.6 Parameter Kualitas Air

Kualitas suatu perairan dapat diketahui dengan melakukan pengujian terhadap airnya. Pengelolaan kualitas air merupakan upaya pemeliharaan air sehingga akan tercapai kualitas air yang diinginkan dan usaha penjagaan agar kondisi air tetap dalam kondisi alamiahnya (Lusiana, 2011). Salah satu pengujian yang dilakukan adalah uji fisika. Parameter yang digunakan untuk mengetahui kualitas air dalam penelitian ini adalah, sebagai berikut:

### 2.6.1 Nilai Keasaman (pH)

Nilai keasaman atau derajat keasaman (pH) digunakan dalam penentuan asam atau basa suatu zat. Berubahnya nilai keasaman pada suatu perairan akan berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, maupun biologi dari organisme di dalamnya. Apabila nilai pH tinggi maka dapat terjadi peningkatan persentase amonia sehingga dapat meningkatkan percepatan pengendapan fosfat dalam perairan (Rahmadhani, 2016). Pengaruh pH pada kehidupan Ikan Guppy adalah 6 – 8,5 (OECD, 2019).

### 2.6.2 Suhu

Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme. Laju pertumbuhan organisme meningkat sejalan dengan kenaikan suhu. Hal tersebut dapat menekan kehidupan hewan budidaya bahkan menyebabkan kematian apabila terjadi peningkatan suhu sampai ekstrim (drastis) (Darwis dkk., 2019). Pengaruh suhu pada kehidupan Ikan Guppy berkisar antara 21°C - 25 °C (OECD, 2019).

### 2.6.3 Oksigen Terlarut (DO)

*Dissolved Oxygen* (DO) atau oksigen terlarut adalah zat penting untuk kehidupan organisme di perairan karena berperan penting dalam proses metabolisme serta respirasi. Sumber utama oksigen dalam perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut. Oksigen terlarut dapat menganalisis tingkat pencemaran suatu perairan (Haris & Yusanti, 2018). Pengaruh oksigen terlarut pada kehidupan Ikan Guppy adalah tidak kurang dari 5 mg/L (Rachmah, 2020).

## 2.7 Aklimatisasi

Aklimatisasi merupakan suatu proses penyesuaian diri biota uji terhadap kondisi lingkungan atau media yang baru, sehingga tidak menyebabkan stres bagi biota uji (Fithria dkk., 2018). Aklimatisasi pada biota uji bertujuan untuk memberikan waktu pada biota uji agar dapat beradaptasi dengan lingkungan baru dan dipindahkan secara bergantian dari 100% air pemeliharaan ke 100% air uji serta diamati kondisi kesehatan dari biota uji tersebut. Adapun syarat aklimatisasi adalah, sebagai berikut:

1. Aklimatisasi dilakukan selama  $\pm 7$  hari (Fithria dkk., 2018)
2. Dilakukan pengukuran pH, suhu, dan Oksigen Terlarut (DO) setiap harinya (Ihsan dkk., 2017)
3. Pada saat proses aklimatisasi, biota uji diberi pakan setiap hari dan dilakukan penyaluran aerasi yang cukup (Rohmani, 2014).

## 2.8 Range Finding Test

*Range Finding Test* (RFT) adalah sebuah tahapan yang dilakukan untuk mencari konsentrasi pencemar yang toleran terhadap biota uji (Berlianto, 2018). Tahap RFT juga disebut sebagai uji pendahuluan, yang bertujuan untuk mengetahui *critical range test* dalam menentukan variasi konsentrasi untuk ambang batas atas dan konsentrasi ambang batas bawah yang digunakan untuk uji toksisitas akut atau *acute toxicity test*. Konsentrasi ambang batas atas merupakan variasi konsentrasi paling rendah yang menyebabkan biota uji mengalami kematian 100%. Sementara untuk konsentrasi ambang batas bawah merupakan konsentrasi tertinggi yang menyebabkan biota uji mengalami kematian 0% (OECD, 2019).

Biota uji tidak diberi pakan selama tahap RFT untuk menghindari kematian akibat pencemaran makanan atau feses yang berlebihan. Dilakukan pengukuran parameter pH, suhu dan DO setiap harinya agar dapat diketahui bahwa parameter kehidupan biota tetap berada pada kisaran optimum. Sehingga kematian biota uji pada tahap RFT adalah benar-benar karena paparan toksikan, bukan karena keadaan lingkungan sekitar.

## **2.9 Acute Toxicity Test**

*Acute Toxicity Test* (ATT) merupakan suatu pengujian untuk mendeteksi gejala ketoksikan dalam waktu singkat setelah pemberian toksikan. Prinsip uji toksisitas akut yaitu menyediakan toksikan dalam beberapa konsentrasi tertentu dan diberikan kepada biota uji untuk dilakukan pengamatan gejala ketoksikan atau adanya kematian. Kemudian, hasil uji dapat digunakan sebagai petunjuk adanya toksisitas bila terjadi pemaparan pada manusia (BPOM RI, 2014). Perlakuan pada tahap ATT sama dengan tahap RFT, yakni biota uji tidak diberi pakan selama pemaparan toksikan berlangsung dan dilakukan pengukuran parameter pH, suhu dan DO setiap harinya agar dapat diketahui bahwa kematian biota uji benar-benar disebabkan oleh paparan toksikan dan bukan karena ketidakmampuan biota uji beradaptasi.

## **2.10 Analisis Regresi Probit**

Analisis regresi probit adalah analisis yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel dependen yang bersifat kualitatif dan variabel-variabel independen yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif (Wulandari, 2013). Analisis probit dalam toksikologi digunakan untuk mengetahui dan menentukan toksisitas relatif suatu zat kimia pada organisme dengan uji respons organisme pada variasi konsentrasi tertentu dan membandingkan konsentrasi tersebut hingga didapatkan hasilnya (Tyas dkk., 2016).

## **2.11 Integrasi Keislaman**

Interaksi manusia dengan lingkungan merupakan hal yang semestinya. Manusia memanfaatkan lingkungan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Manusia sangat tergantung atau tidak dapat mempertahankan eksistensinya tanpa adanya unsur-unsur alam. Manusia memerlukan udara untuk bernapas, memerlukan air untuk minum, dan memerlukan fauna dan flora untuk makanannya (Soemirat, 2018). Namun, seluruh komponen yang diambil oleh manusia dari lingkungan akan berakhir dengan dibuang dan dikembalikan kepada lingkungan. Kondisi lingkungan setelahnya akan memberi pengaruh kepada manusia itu sendiri.

Agama Islam adalah agama mayoritas masyarakat Indonesia yang seringkali dipisahkan dengan permasalahan lingkungan. Padahal di dalam ajaran Islam yang *rahmatan lil alaamiin*, Islam memperhatikan segala permasalahan dan keberlanjutan lingkungan. Islam berpandangan bahwa penataan lingkungan adalah tanggung jawab manusia sebagai khalifah Allah atau pemimpin di bumi. Manusia bertanggung jawab pada pengawasan, pemeliharaan, penataan, serta pengembangan lingkungan agar bermanfaat bagi manusia itu sendiri serta makhluk hidup lainnya.

Lingkungan sehat dapat menjadi peluang baik bagi kelangsungan hidup suatu ekosistem, sementara apabila lingkungan tercemar maka lingkungan tidak mampu menjadi penunjang kelangsungan hidup makhluk hidup. Mewujudkan lingkungan yang berdampak positif bagi kelangsungan hidup makhluk hidup menjadi sebuah keharusan bagi manusia sebagai khalifah Allah di muka bumi. Selayaknya dalam Q.S Al-Baqarah: 30, sebagai berikut:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَن 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.” (Q.S Al-Baqarah: 30)

Makna khalifah dalam Surat Al-Baqarah ayat 30 menurut M. Quraish Shihab, dijelaskan bahwa khalifah bermakna tanggung jawab. Seluruh manusia diciptakan untuk menjadi khalifah. Mereka memiliki tanggung jawab dalam memelihara segala yang ada di bumi ini. Atas anugerah dari Allah kepada manusia berupa akal, Ia menjadikan manusia sebagai seorang khalifah yang maslahat untuk bumi dan seisinya, termasuk dapat menjaga lingkungan sekitarnya (Shihab, 2002).



No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
5.	(Kristianti dkk., 2019)	Uji Toksisitas Surfaktan <i>Linear Alkilbenzene Sulfonate</i> (LAS) pada Insang dan Hati Benih Ikan Kerapu Bebek	Surfaktan LAS memberikan efek toksik terhadap benih Ikan Kerapu Bebek. Kadar surfaktan LAS yang mampu ditoleransi yaitu tidak lebih dari 0,253 mg/L.
6.	(Mo, 2020)	<i>Acute Toxicity of Detergent on Juveniles of African Catfish (Clarias gariepinus)</i>	Nilai LC <sub>50</sub> detergen terhadap Ikan Lele Jumbo adalah 37,65 mg/L. Kondisi ikan mengalami gangguan pernapasan hingga kematian.
7.	(Nurrachmi, 2020)	Uji Toksisitas Akut Insektisida Sipermetrin dan Lamda Sihalotrin pada Biota Uji Ikan Guppy ( <i>Poecilia reticulata</i> ) Dan Tumbuhan Kayu Apu ( <i>Pistia stratiotes</i> )	Nilai LC <sub>50</sub> insektisida sipermetrin terhadap ikan guppy adalah 0,4393 mg/L sedangkan insektisida lamda sihalotrin adalah 0,07118 mg/L. Nilai LC <sub>50</sub> insektisida sipermetrin terhadap tumbuhan kayu apu adalah 48,658 mg/L dan insektisida lamda sihalotrin 5,0237 mg/L.
8.	(Oghobase dkk., 2020)	<i>Assessment of The Toxicity Biochemical Effects of Detergent Processed Cassava of Wistar Rats</i>	Uji toksisitas akut dapat menunjukkan peningkatan mortalitas seiring dengan peningkatan konsentrasi detergen.
9.	(R.A Chairunnisa, 2020)	Biologi Reproduksi Ikan Guppy ( <i>Poecilia reticulata</i> ) dari Bendungan FPIK Universitas Riau	Jumlah Ikan Guppy dalam penelitian adalah 71 ekor yang terdiri dari 44 jantan dan 27 betina. Nisbah kelamin ikan guppy yaitu 1 : 0,61 dengan persentase (62% : 28%).



## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yakni mengadakan observasi dibawah kondisi buatan (*artificial condition*) yang mana peneliti mengatur kondisi untuk memberikan gambaran keterikatan antar variabel yang diteliti (Nazir, 2005). Penelitian dilakukan menggunakan larutan artifisial surfaktan ABS dan LAS. Biota uji yang digunakan adalah Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) yang diambil dari tempat budidaya Ikan Guppy di Jalan Buyut Ngusen RT. 3 RW. 3, Desa Keboan Anom, Kecamatan Gedangan, Kabupaten Sidoarjo. Parameter yang dianalisis meliputi pH, suhu dan Oksigen Terlarut (DO).

Perlakuan terhadap biota uji diawali dengan tahap aklimatisasi selama  $\pm 7$  hari. Dilakukan uji pendahuluan atau RFT selama 96 jam dengan variasi konsentrasi berdasarkan penelitian terdahulu oleh Kristianti dkk., (2019) yakni 0 mg/L; 0,01 mg/L; 0,1 mg/L; 1 mg/L; 10 mg/L; 100 mg/L. Pemilihan variasi konsentrasi disesuaikan dengan deret geometrik dan SNI 7554.2:2011 yang menyebutkan bahwa kisaran konsentrasi untuk surfaktan maksimal 100 mg/L. Dilakukan uji toksisitas akut atau ATT yang perlakuannya sama dengan tahap RFT namun dibedakan konsentrasinya dengan menentukan konsentrasi terkecil dari toksikan yang menyebabkan kematian 100% biota uji selama 96 jam pada tahap RFT. Terakhir, dilakukan perhitungan nilai  $LC_{50}$  menggunakan metode analisa probit dengan *software* IBM SPSS.

### 3.2 Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan Februari hingga Juli 2023. Selama rentang waktu tersebut, dilakukan studi literatur, pembuatan bahan uji larutan artifisial surfaktan ABS dan LAS, aklimatisasi, uji pendahuluan (*range finding test*), uji toksisitas akut (*acute toxicity test*), analisa dan pengolahan data, serta penyusunan laporan.

### 3.3 Lokasi Penelitian

Penelitian bertempat di Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Sunan Ampel Surabaya Kampus Gunung Anyar, Jalan Gunung Anyar, Kecamatan Gunung Anyar, Kota Surabaya.

### 3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut:

- a. Analisis pH, Suhu, dan Oksigen Terlarut (DO)
  - 1) Alat
    - a) pH meter
    - b) DO meter
- b. Uji Pendahuluan dan Uji Toksisitas
  - 1) Alat
    - a) Aquarium (25 cm x 25 cm x 20 cm)
    - b) Serangkaian alat aerator (pararel 13)
    - c) Labu ukur (10 ml, 100 ml, 1.000 ml)
    - d) Gelas ukur (10 ml, 100 ml, 1.000 ml)
    - e) Gelas beker (10 ml, 100 ml, 1.000 ml)
    - f) Mikropipet dan Tip
    - g) Pipet ukur (0,1 ml; 1 ml)
    - h) Corong pemisah
    - i) Jaring ikan
    - j) Penggaris
  - 2) Bahan
    - a) Surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS)
    - b) Surfaktan *Linear Alkyl-benzene Sulfonate* (LAS)
    - c) Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*)  $\pm 250$  ekor dengan kriteria:
      - (1) Panjang ikan 1 - 2 cm (OECD, 2019)
      - (2) Usia ikan 1 - 2 bulan (Hoffman, 2003)
    - d) Pakan ikan *Micro Guppy Feed* (MGF) Type: 0,4 – 0,7 mm
    - e) Air sambungan kran PDAM
    - f) Aquades

### 3.5 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah, sebagai berikut:

a. Variabel Bebas

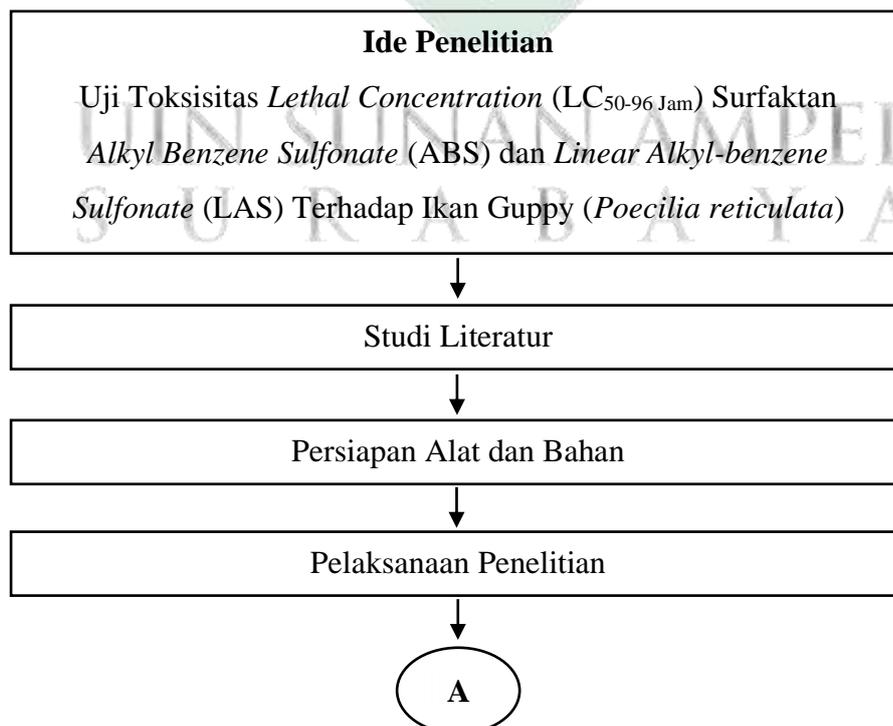
Variabel bebas atau *independent variabel* (x) merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel *dependen* (terikat) (Sugiyono, 2015). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah tingkat konsentrasi pada surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkyl-benzene Sulfonate* (LAS).

b. Variabel Terikat

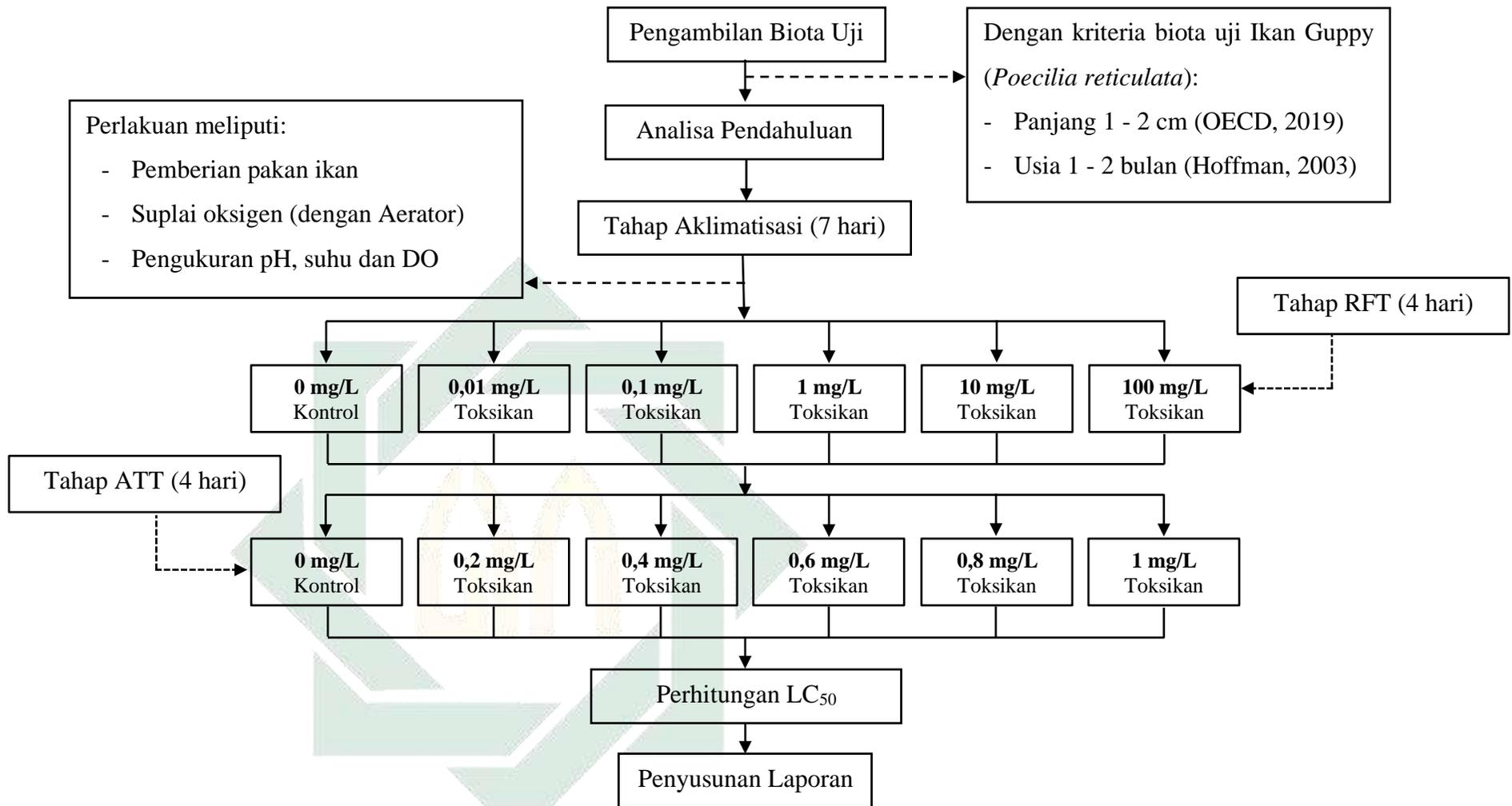
Variabel terikat atau *dependent variabel* (y) adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2015). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*).

### 3.6 Tahapan Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini adalah, sebagai berikut:







**Gambar 3. 2** Flowchart Kerangka Pikir Penelitian  
 Sumber: (Hasil Analisis, 2023)

### 3.8 Langkah Kerja Penelitian

Penjelasan mengenai langkah kerja penelitian adalah, sebagai berikut:

#### 3.8.1 Penentuan Lokasi dan Pengambilan Sampel

Penelitian ini menggunakan larutan artifisial surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkyl-benzene Sulfonate* (LAS) terhadap biota uji yakni Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*). Air pengencer yang digunakan berasal dari air sambungan kran PDAM yang berasal dari Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Sunan Ampel Surabaya Kampus Gunung Anyar, Jalan Gunung Anyar, Kecamatan Gunung Anyar, Kota Surabaya.

Lokasi pengambilan biota uji berasal dari tempat budidaya Ikan Guppy di Jalan Buyut Ngusen RT. 3 RW. 3, Desa Keboan Anom, Kecamatan Gedangan, Kabupaten Sidoarjo. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling* yang berarti proses pengambilan sampel dengan kriteria tertentu yakni untuk Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) memiliki panjang 1 - 2 cm (OECD, 2019) dan berumur 1 - 2 bulan (Hoffman, 2003).

#### 3.8.2 Analisa Pendahuluan

Analisa pendahuluan merupakan langkah yang bertujuan untuk menganalisa kandungan yang terdapat pada air pengencer dalam hal ini digunakan air sambungan kran PDAM yang berasal dari Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Sunan Ampel Surabaya Kampus Gunung Anyar, Jalan Gunung Anyar, Kecamatan Gunung Anyar, Kota Surabaya. Parameter kriteria air pengencer yang diperbolehkan untuk digunakan sebagai air pengencer dalam uji toksisitas adalah, sebagai berikut:

- pH : 6 – 8,5 (OECD, 2019)
- Suhu : 21°C – 25 °C (OECD, 2019)
- DO : > 5 mg/L (Rachmah, 2020)

### 3.8.3 Tahap Aklimatisasi

Tahap aklimatisasi dilakukan untuk menormalisasi biota uji pada media air baru dengan memberikan waktu biota uji untuk beradaptasi dengan lingkungan yang baru (Christin dkk., 2015). Pada saat pengambilan biota uji dari lokasi budidaya menuju laboratorium, biota uji mengalami guncangan, sehingga agar biota uji terhindar dari stres diperlukan waktu 1 hari untuk didiamkan sebelum dilakukan rangkaian penelitian (Rahmadhani, 2016). Perlakuan pada tahap aklimatisasi dilakukan selama  $\pm 7$  hari dan dilakukan pengukuran pH, suhu, dan oksigen terlarut (DO) setiap harinya (Ihsan dkk., 2017).

Biota uji diberi pakan setiap 1 hari sekali sebelum paparan dimulai dan dilakukan penyaluran aerasi yang cukup. Hal tersebut bertujuan untuk mempertahankan kadar oksigen yang terlarut (Rohmani, 2014). Karena apabila pakan diberikan secara berlebihan maka dapat menghasilkan residu atau limbah (OECD, 2019).

Digunakan air sambungan kran PDAM dalam pemeliharaannya karena disesuaikan dengan air pemeliharaan saat berada di pembudidaya. Air pengencer dari sambungan kran PDAM diharapkan bebas dari pencemaran serta lebih bersih sehingga biota uji dapat bertahan hidup. Selain itu pada saat dalam pembudidayaan, biota uji juga dirawat dengan menggunakan air sambungan kran PDAM.

Berikut merupakan kriteria kelayakan biota uji pada tahap aklimatisasi:

**Tabel 3. 1** Kelayakan Ikan pada Tahap Aklimatisasi

Jumlah Mati	Keterangan
< 5%	Layak
5 - 10%	Dilanjutkan selama 14 hari
> 10%	Tidak layak

Sumber: (OECD, 2019)

Tahap aklimatisasi adalah, sebagai berikut:

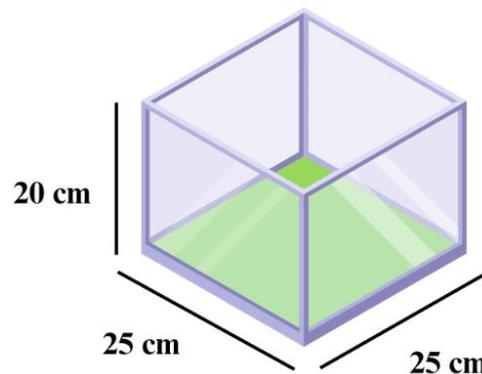


### 3.8.4 Tahap *Range Finding Test*

Tahap *range finding test* (RFT) atau disebut uji pendahuluan bertujuan untuk mengetahui kisaran konsentrasi zat kimia dalam waktu paparan selama 96 jam dan mengamati konsentrasi yang menyebabkan 100% biota uji mengalami kematian dan 0% biota uji hidup (Kartikasari dkk., 2022). Jumlah konsentrasi yang digunakan minimal 5 konsentrasi dengan rentang variasi mengikuti deret geometrik (USEPA, 2002). Syarat-syarat yang ditentukan pada pelaksanaan tahap RFT adalah, sebagai berikut:

- a. Perlakuan dilakukan selama 96 jam (4 hari) (OECD, 2019)
- b. Jumlah variasi konsentrasi adalah 5 konsentrasi secara duplo dan 1 kontrol (Ihsan dkk., 2017).
- c. Reaktor perlakuan berukuran 25 cm x 25 cm x 20 cm dan dilengkapi set aerator lengkap (Kartikasari dkk., 2022)
- d. Setiap reaktor diisi dengan biota uji sebanyak 10 ekor (OECD, 2019)
- e. Biota uji tidak diberi pakan agar tidak mengeluarkan kotoran sehingga menimbulkan adanya parasit (Kartikasari dkk., 2022)

Gambaran sketsa reaktor yang digunakan pada penelitian ini adalah, sebagai berikut:



**Gambar 3. 5** Sketsa Reaktor Penelitian

Sumber: (Hasil Analisis, 2023)

Tahap pelaksanaan uji pendahuluan atau *range finding test* (RFT) adalah, sebagai berikut:

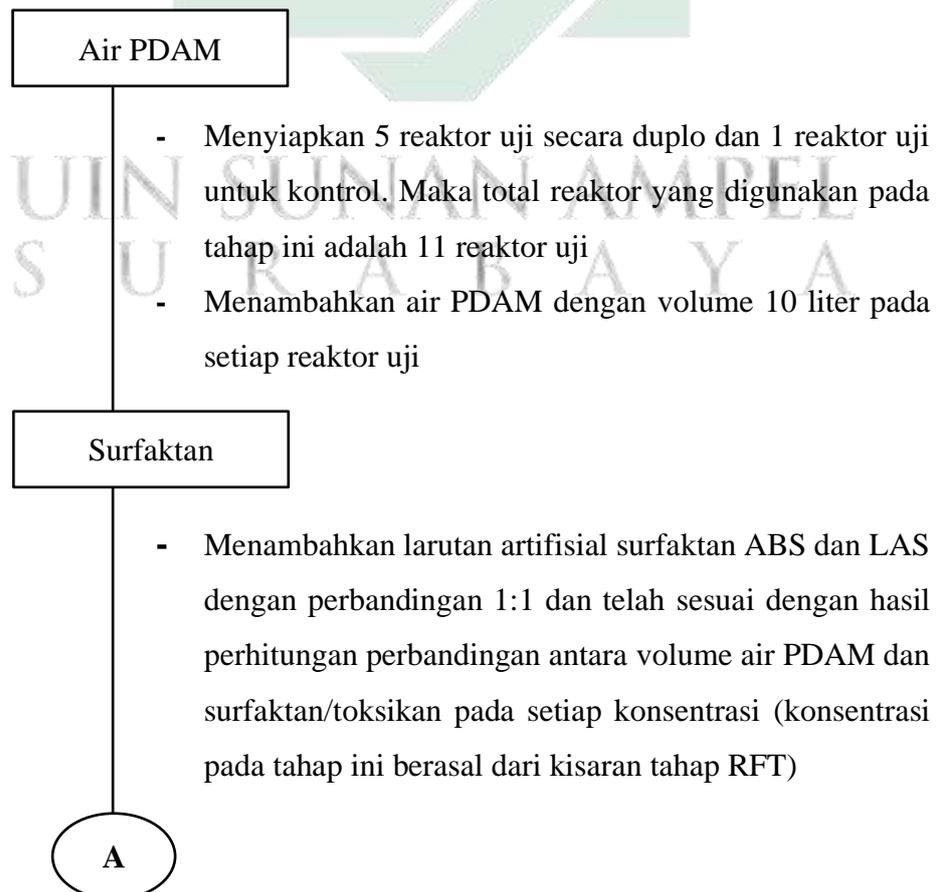


### 3.8.5 Tahap *Acute Toxicity Test*

Tahap *acute toxicity test* (ATT) atau uji toksisitas akut bertujuan untuk menentukan batas konsentrasi toksikan yang menimbulkan efek kematian biota dalam waktu singkat pada kisaran 50%. Tahap ini hampir sama dengan tahap RFT, perbedaannya hanya pada konsentrasinya yang berasal dari kisaran tahap RFT dengan rentang yang telah dipersempit (Nurrachmi, 2020). Konsentrasi ambang atas ditentukan berdasarkan konsentrasi minimum yang dapat menyebabkan kematian 100% biota uji. Sedangkan konsentrasi batas bawah ditentukan berdasarkan konsentrasi maksimum yang dapat menyebabkan kematian 0% biota uji (OECD, 2019). Rumus perhitungan yang digunakan untuk menentukan persentase kematian biota uji adalah, sebagai berikut (Rachmah, 2020):

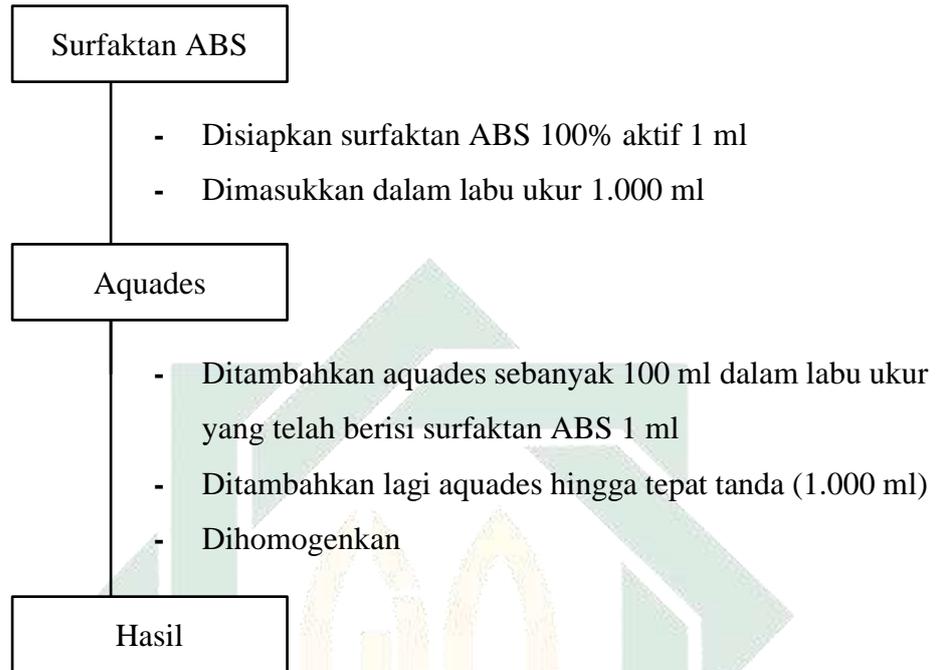
$$\% \text{ kematian} = \frac{\sum \text{Mortalitas Biota Uji}}{\sum \text{Biota Uji}} \times 100\%$$

Tahap pelaksanaan Uji Toksisitas Akut atau *Acute Toxicity Test* (ATT) adalah, sebagai berikut:





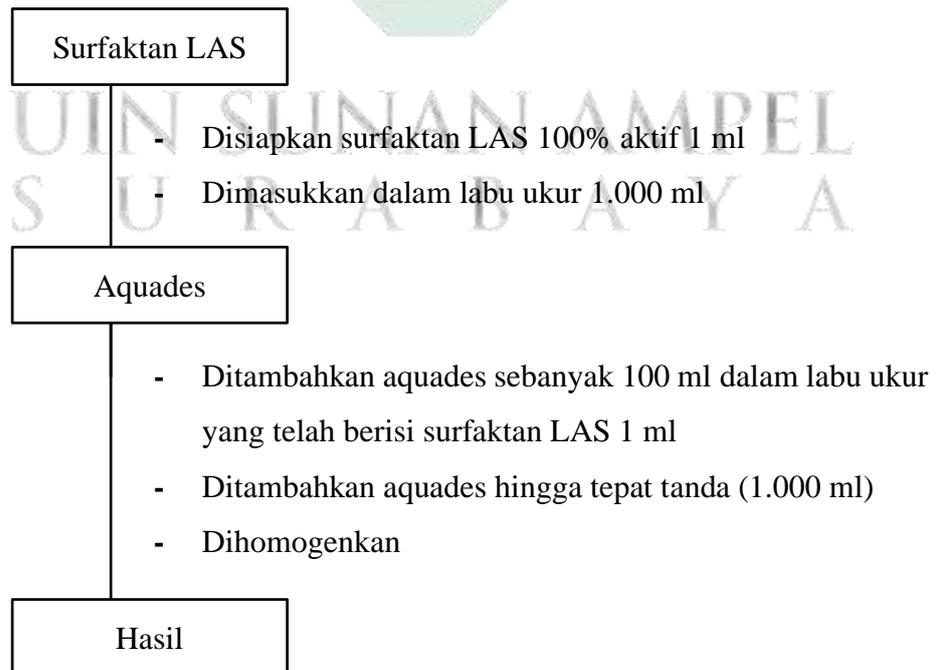
Tahap pembuatan larutan artifisial ABS, sebagai berikut:



**Gambar 3. 8** Flowchart Tahap Pembuatan Larutan Artifisial ABS

Sumber: (Hasil Analisis, 2023)

Tahap pembuatan larutan artifisial LAS, sebagai berikut:



**Gambar 3. 9** Flowchart Tahap Pembuatan Larutan Artifisial LAS

Sumber: (Hasil Analisis, 2023)

Pengenceran pada kelompok perlakuan yang telah ditentukan dapat dihitung menggunakan rumus pengenceran, sebagai berikut :

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

Keterangan:

$V_1$  = Volume larutan yang dibutuhkan

$N_1$  = Konsentrasi limbah

$V_2$  = Volume air yang dibutuhkan

$N_2$  = Konsentrasi perlakuan

Volume air total = 10.000 ml (10 liter)

Konsentrasi larutan induk = 1.000 mg/L

1) Konsentrasi 0 mg/L

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 0 \text{ mg/l}}{1.000 \text{ mg/l}} = 0 \text{ ml}$$

2) Konsentrasi 0,01 mg/L

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 0,01 \text{ mg/l}}{1.000 \text{ mg/l}} = 0,1 \text{ ml}$$

3) Konsentrasi 0,1 mg/L

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 0,1 \text{ mg/l}}{1.000 \text{ mg/l}} = 1 \text{ ml}$$

4) Konsentrasi 1 mg/L

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 1 \text{ mg/l}}{1.000 \text{ mg/l}} = 10 \text{ ml}$$

5) Konsentrasi 10 mg/L

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 10 \text{ mg/l}}{1.000 \text{ mg/l}} = 100 \text{ ml}$$

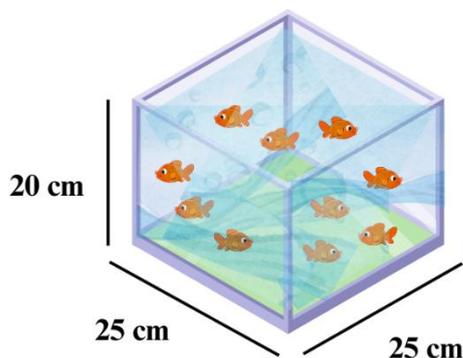
6) Konsentrasi 100 mg/L

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 100 \text{ mg/l}}{1.000 \text{ mg/l}} = 1.000 \text{ ml}$$

Sebagai contoh dilakukan perhitungan pada kelompok perlakuan konsentrasi 100 mg/L dengan hasil perhitungan volume larutan yang dibutuhkan adalah 1.000 ml. Variasi konsentrasi yang digunakan merupakan perbandingan 1 : 1 antara surfaktan ABS dan LAS, sehingga data perhitungan pengenceran konsentrasi 100 mg/L, sebagai berikut:



Sketsa reaktor uji saat air PDAM, biota uji, dan larutan uji telah dimasukkan dalam reaktor adalah, sebagai berikut:



**Gambar 3. 10** Sketsa Reaktor Uji  
Sumber: (Hasil Analisis, 2023)

### 3.10 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode analisis data yaitu analisis probit. Metode analisis probit merupakan salah satu metode yang digunakan dalam menganalisa data pengujian untuk menentukan  $LC_{50-96}$  jam suatu toksikan menggunakan *software* SPSS. Analisis probit digunakan untuk melihat hubungan antara variabel dependen yang bersifat kualitatif dan variabel independen yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif. Analisis probit dalam toksikologi digunakan untuk menentukan toksisitas relatif suatu zat kimia terhadap organisme. Dilakukan pengujian respons suatu organisme terhadap bahan kimia dengan beberapa konsentrasi berbeda dan kemudian membandingkan konsentrasi hingga diperoleh hasilnya (Leuwol dkk., 2019).

Data yang diperlukan pada analisis data nilai uji toksisitas dengan metode analisis probit adalah, sebagai berikut:

- a. Konsentrasi toksikan
- b. Mortalitas biota uji
- c. Jumlah biota uji

Analisis data menggunakan *software* IBM SPSS dapat dilakukan melalui langkah-langkah, sebagai berikut:



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisa Pendahuluan

Analisa pendahuluan dimaksudkan sebagai langkah untuk menganalisa kandungan yang terdapat pada air pengencer dalam hal ini digunakan air sambungan kran PDAM yang tersambung pada Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Sunan Ampel Surabaya Kampus Gunung Anyar, Jalan Gunung Anyar, Kecamatan Gunung Anyar, Kota Surabaya. Hasil analisa air pengencer adalah, sebagai berikut:

**Tabel 4. 1** Hasil Analisis Air Pengencer

Parameter	Satuan	Hasil Analisis	Kriteria Kelayakan
pH	-	7,7	6 – 8,5 (*)
Suhu	°C	22,5	21 – 25 °C (*)
DO	mg/L	6,92	> 5 mg/L (**)

Sumber: (Hasil Analisis, 2023); (\*) (OECD, 2019); (\*\*) (Rachmah, 2020)

Berdasarkan hasil analisis, dapat dipastikan bahwa air pengencer yang berasal dari air sambungan kran PDAM yang berada di Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Sunan Ampel Surabaya Kampus Gunung Anyar adalah layak untuk digunakan karena berada dalam ambang batas yang ditentukan.

### 4.2 Tahap Aklimatisasi

Proses transportasi biota uji dari pembudidaya menuju laboratorium tidak menutup kemungkinan adanya indikasi biota uji mengalami stres. Diperlukan proses adaptasi biota uji selama 7 hari di lingkungan baru sebelum dilakukan pengujian, yang disebut dengan tahap aklimatisasi. Tahap aklimatisasi bertujuan agar biota uji dapat segera pulih selama proses transportasi dan beradaptasi dengan lingkungan baru yang ada di laboratorium. Sehingga pada saat pengujian biota uji diketahui benar-benar mati karena adanya zat toksikan yang dipaparkan, bukan karena ketidakmampuan biota uji dalam beradaptasi pada lingkungan baru.











### 4.3 Tahap *Range Finding Test*

Sebelum biota uji sampai pada tahap uji toksisitas, dilakukan uji dengan variasi konsentrasi toksikan dalam rentang lebar yang disebut uji pendahuluan (*range finding test*). Tahap ini dimulai pada tanggal 11 - 14 April 2023. Jumlah biota uji untuk setiap reaktor adalah 10 ekor ikan (OECD, 1992) dan dilakukan secara duplo. Biota uji ditempatkan di dalam bak uji (reaktor kaca) yang telah ditambahkan toksikan dengan konsentrasi tertentu dan tidak diganti selama 96 jam. Konsentrasi toksikan yang digunakan adalah 0,01 mg/L, 0,1 mg/L, 1 mg/L, 10 mg/L, 100 mg/L dan 0 mg/L sebagai kontrol. Pengurasan dan pemberian pakan pada ikan tidak dilakukan untuk memastikan biota uji benar-benar mati karena zat toksikan yang dipaparkan. Apabila biota uji mengalami kematian harus segera diambil agar tidak mempengaruhi kandungan air toksikan serta biota uji lain (Nurrachmi, 2020).

Penelitian ini menggunakan surfaktan ABS dan LAS sebagai toksikan. Variasi konsentrasi yang digunakan merupakan perbandingan 1 : 1 antara surfaktan ABS dan LAS yang diencerkan dengan air sambungan kran PDAM sebanyak 10 liter. Hasil perhitungan pengenceran surfaktan ABS dan LAS pada tahap *range finding test* dapat dilihat pada **Tabel 4.4**, berikut:

**Tabel 4. 4** Pengenceran Toksikan pada Tahap RFT

Konsentrasi Toksikan (mg/L)	Volume Toksikan yang Dibutuhkan (ml)		Volume Toksikan (ml)	Volume Air PDAM (ml)	Volume Air Total (ml)
	ABS	LAS			
0	0	0	0	10.000	10.000
0,01	0,05	0,05	0,1	9.999,9	10.000
0,1	0,5	0,5	1	9.999	10.000
1	5	5	10	9.990	10.000
10	50	50	100	9.900	10.000
100	500	500	1.000	9.000	10.000

Sumber: (Hasil Analisis, 2023)







Berdasarkan hasil pengamatan, dapat disimpulkan bahwa kematian ikan yang terjadi selama pengujian bukan disebabkan oleh kondisi lingkungan uji, melainkan karena paparan toksikan yakni surfaktan ABS dan LAS. Setelah terpapar oleh toksikan, pergerakan ikan mulai melambat. Berbeda pada saat tahap aklimatisasi yang mana pergerakan ikan sangat lincah. Selain itu ikan mengalami perubahan warna menjadi pucat dan mengeluarkan lendir.

Setelah diketahui data mortalitas ikan, selanjutnya dapat ditentukan ambang batas atas dan ambang batas bawah untuk digunakan dalam mempersempit konsentrasi pada tahap *acute toxicity test*. Sehingga dari tahap *range finding test* yang telah dilakukan, dapat ditentukan ambang batas atas konsentrasi toksikan surfaktan ABS dan LAS pada Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) berada pada konsentrasi 1 mg/L dan ambang batas bawah konsentrasi toksikan berada pada konsentrasi 0,1 mg/L.

#### **4.4 Tahap *Acute Toxicity Test***

Tahap *acute toxicity test* atau uji toksisitas akut dilakukan untuk menentukan batas konsentrasi toksikan yang menimbulkan efek kematian biota dalam waktu singkat pada kisaran 50%. Variasi konsentrasi yang digunakan adalah variasi konsentrasi yang telah dipersempit diantara ambang batas atas dan ambang batas bawah pada tahap *range finding test*. Digunakan variasi konsentrasi 0,2 mg/L; 0,4 mg/L; 0,6 mg/L; 0,8 mg/L, 1 mg/L dan 0 mg/L sebagai kontrol yang digunakan sebagai pembandingan dari variasi konsentrasi yang dipaparkan toksikan. Penentuan variasi konsentrasi telah sesuai dengan deret geometrik dan jumlah konsentrasi yang digunakan minimal 5 konsentrasi (USEPA, 2002). Pada tahap ini tidak dilakukan pengurusan dan pemberian pakan pada ikan dan tetap dilakukan pengukuran parameter pH, suhu dan DO setiap harinya untuk memastikan biota uji benar-benar mati karena zat toksikan yang dipaparkan. Bukan karena sisa pakan yang dapat mengakibatkan timbulnya sumber penyakit atau tidak sesuainya biota uji terhadap kondisi lingkungan percobaan.



Berdasarkan hasil penelitian, diketahui nilai pH mengalami peningkatan. Peningkatan nilai pH karena proses aerasi pada ikan yang menyebabkan karbon dioksida terurai dan kandungan toksikan yang bersifat basa. Sehingga pada setiap tingkatan konsentrasi nilai pH cenderung mengalami kenaikan. Namun hal tersebut bukan menjadi penyebab utama kematian ikan. Nilai pH diketahui masih layak untuk kelangsungan hidup biota uji dalam kondisi baik dengan nilai pH 6 – 8,5 (OECD, 2019).

Hasil pengukuran parameter suhu diketahui memiliki nilai yang relatif stabil untuk seluruh variasi konsentrasinya. Nilai tersebut telah sesuai dengan OECD yang menyatakan bahwa biota uji dapat bertahan hidup dalam kondisi baik dengan suhu sebesar 21 - 25°C. Adanya paparan toksikan dengan berbagai variasi konsentrasi tidak berpengaruh terhadap suhu air, karena fluktuasi atau naik turunnya suhu air memiliki nilai yang stabil pada setiap konsentrasinya (Rahmadhani, 2016).

Hasil pengukuran parameter DO diketahui mengalami penurunan setiap harinya. Toksikan yang dipaparkan mengandung surfaktan sehingga menimbulkan busa dan dapat mengganggu pelarutan oksigen dalam air. Busa timbul karena terjadi pengurangan tegangan permukaan antara cairan dan udara yang menyebabkan deformasi cairan (Ríos dkk., 2018). Ditemukan busa yang lebih banyak pada konsentrasi tertinggi. Sehingga pada setiap tingkatan konsentrasi, diketahui nilai DO cenderung mengalami penurunan. Namun penyebab utama kematian ikan bukan karena berkurangnya oksigen, melainkan karena adanya paparan toksikan pada biota uji. Nilai DO pada tahap ini diketahui masih layak untuk kelangsungan hidup biota uji karena adanya suplai oksigen melalui aerator. Kisaran optimum biota uji dapat bertahan hidup adalah dengan DO sebesar  $> 5$  mg/L (Rachmah, 2020).

Kondisi dan respon biota uji pada setiap reaktor juga diamati. Respon biota uji yang masih hidup dapat dilihat dari pergerakan tubuhnya meskipun lambat. Sedangkan biota uji yang mati dapat dilihat dari tubuhnya yang tidak bergerak dan mengapung di permukaan air. Data kematian atau mortalitas ikan pada tahap *acute toxicity test* dapat dilihat pada **Tabel 4.9** berikut:



surfaktan ABS dan LAS dengan konsentrasi sebesar 0,2 mg/L mematikan ikan sebanyak 50% dengan total kematian ikan 5 ekor, konsentrasi 0,4 mg/L mematikan ikan sebanyak 60% dengan total kematian ikan 6 ekor, konsentrasi 0,6 mg/L mematikan ikan sebanyak 80% dengan total kematian ikan 8 ekor, konsentrasi 0,8 mg/L dan konsentrasi 1 mg/L mematikan ikan sebesar 100% dengan total kematian ikan 10 ekor dalam waktu yang berbeda-beda. Sehingga dapat diketahui bahwa kematian ikan 50% terletak pada konsentrasi 0,2 mg/L. Dampak biota uji yang terpapar toksikan mengalami hilangnya keseimbangan, gerakan tidak terkendali, serta kesehatan menurun. Apabila kesehatan biota uji menurun dapat terjadi stress pada biota uji yang mengganggu sistem imunitas, sehingga berdampak negatif terhadap kelangsungan hidup (Edelynna et al., 2012). Kematian ikan ditandai dengan kondisi ikan yang tidak bergerak, mengapung di atas permukaan air, serta ikan mengalami perubahan warna menjadi pucat dan mengeluarkan lendir.

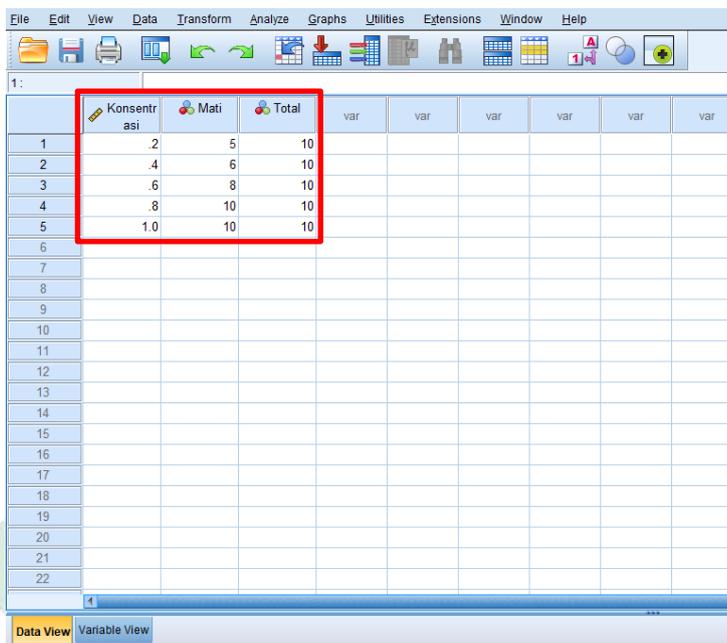
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Kristianti, dkk (2019) mengenai uji toksisitas Surfaktan *Linear Alkilbenzene Sulfonate* (LAS) pada insang dan hati benih Ikan Kerapu Bebek, menunjukkan bahwa paparan LAS menyebabkan terjadinya kerusakan histologis pada insang berupa Pitellamela Sekunder Vakuolalisasi. Kerusakan tersebut terjadi karena ikan kekurangan oksigen sehingga menyebabkan benih ikan susah bernafas dan ditandai dengan terbentuknya vakuola atau organel sitoplasma pada lamella sekunder. Kerusakan pada insang yang terjadi beriringan dengan semakin tingginya konsentrasi surfaktan yang dipaparkan. Peningkatan surfaktan LAS pada insang terjadi akibat intensitas masuknya surfaktan LAS secara terus menerus ke dalam tubuh ikan. Mubin (2017) mengatakan bahwa sesuatu yang mengandung surfaktan LAS sangat beracun bagi biota perairan. Hal ini terlihat melalui gangguan pada insang yang mengalami luka dan perubahan warna tubuh ikan menjadi pucat. Menurut Agustriani, dkk (2017), surfaktan diabsorpsi secara bersamaan dengan oksigen oleh insang yang kemudian dialirkan ke seluruh tubuh melalui sistem transportasi tubuh ikan.

Sementara berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rahmadhani (2016) mengenai uji toksisitas akut ( $LC_{50-96Jam}$ ) deterjen *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) terhadap Ikan Mas (*Cyprinus Carpio L.*), menunjukkan bahwa terjadi kerusakan jaringan pada ikan karena adanya reaksi zat toksikan di perairan yang melakukan kontak langsung dengan ikan melalui organ insang pada saat proses respirasi. Kerusakan jaringan terjadi karena adanya reaksi dengan zat toksikan atau merupakan efek dari sebuah respon adaptif untuk mencegah masuknya polutan yang akan masuk kedalam permukaan insang. Paparan deterjen *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) menyebabkan terjadinya kerusakan insang tingkat sedang berupa *hyperplasia*. Menurut Yusana (2011) *hyperplasia* pada insang terjadi karena adanya kontak dengan surfaktan. Kontak tersebut mengakibatkan insang mengalami iritasi dan mengeluarkan lendir sebagai pelindung terhadap toksikan, tetapi lendir yang dihasilkan justru menutup permukaan lamella insang sehingga pertukaran dengan  $CO_2$  terhambat dan mengakibatkan tidak adanya pengikatan  $O_2$  (Rahmadhani, 2016).

#### 4.5 Perhitungan $LC_{50-96 Jam}$

$LC_{50-96 Jam}$  merupakan konsentrasi dari suatu senyawa di dalam air yang menyebabkan 50% kematian pada biota uji tertentu dengan waktu paparan selama 96 jam (Jelita, dkk., 2020). Nilai  $LC_{50}$  digunakan untuk menentukan efek toksik suatu senyawa terhadap biota uji sehingga dapat diketahui tingkat bahaya senyawa tersebut. Berdasarkan USEPA Tahun 2004 nilai  $LC_{50} \leq 0,05$  mg/L dikategorikan berbahaya bagi lingkungan, nilai  $LC_{50} > 0,05$  mg/L  $\leq 0,5$  mg/L berarti peringatan, nilai  $LC_{50} > 0,5$  mg/L  $\leq 2$  mg/L berarti awas dan nilai  $LC_{50} > 2$  mg/L menggunakan pelabelan kategori awas. Data yang telah diperoleh pada tahap *acute toxicity test*, selanjutnya dilakukan perhitungan  $LC_{50}$  menggunakan metode analisis regresi probit (Faradisha dkk., 2015) sehingga dapat ditentukan toksisitas relatif suatu senyawa terhadap organisme hidup. Langkah perhitungan nilai  $LC_{50}$  surfaktan ABS dan LAS terhadap Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) menggunakan *software* SPSS adalah, sebagai berikut:

1. Masukkan data pada *software* SPSS seperti konsentrasi toksikan, mortalitas dan jumlah biota uji, seperti pada **Gambar 4.7** berikut:

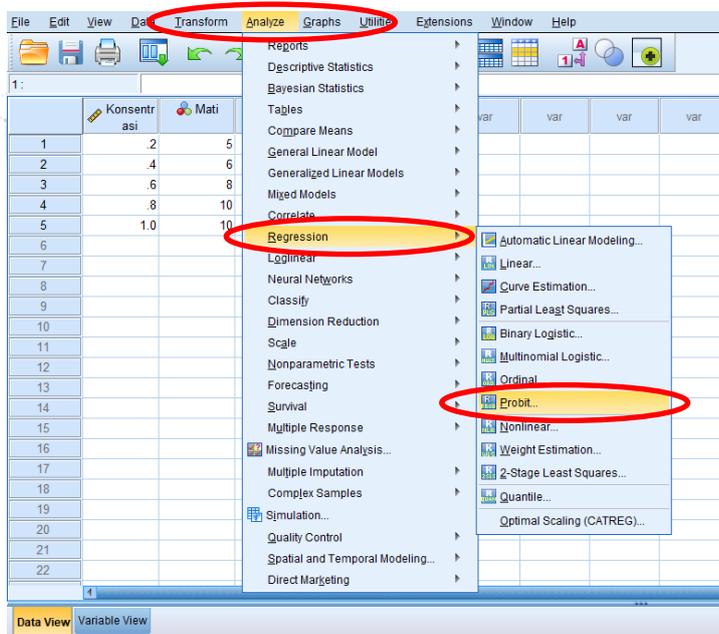


	Konsentrasi	Mati	Total	var	var	var	var	var	var
1	.2	5	10						
2	.4	6	10						
3	.6	8	10						
4	.8	10	10						
5	1.0	10	10						
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									

**Gambar 4.7** Data Konsentrasi, Mati, dan Total pada SPSS

Sumber: (Hasil Analisis, 2023)

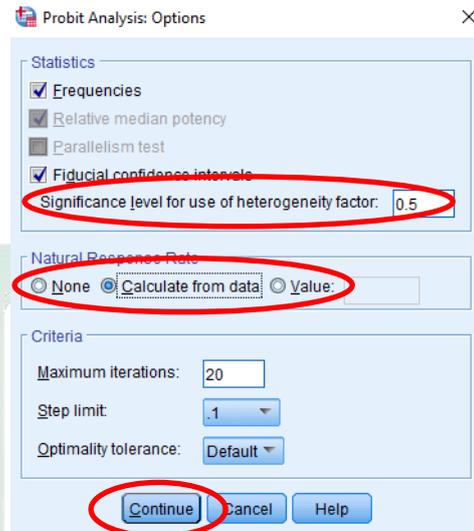
2. Mulai melakukan analisa probit dengan memilih tab “*Analyze*”, klik “*Regression*” dan pilih “*Probit*”, seperti pada **Gambar 4.8** berikut:



**Gambar 4.8** Memulai Analisa Probit pada SPSS

Sumber: (Hasil Analisis, 2023)

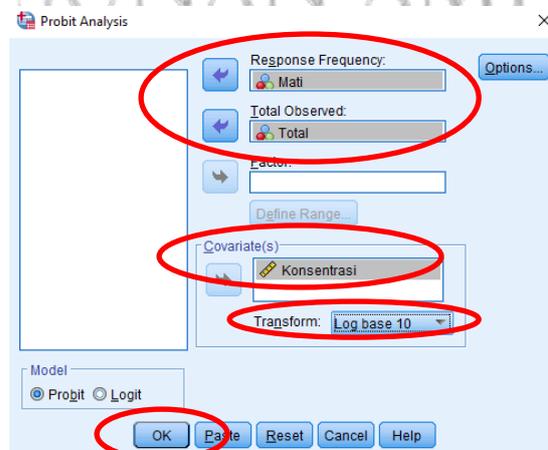
3. Atur data pada dialog box *Probit Analysis* dengan klik *Option*, mengubah *Significance level* → 0,5; *Natural response* → *calculate from data*; dan klik *continue* seperti pada **Gambar 4.9** berikut:



**Gambar 4.9** Mengatur Data pada SPSS

Sumber: (Hasil Analisis, 2023)

4. Selanjutnya atur data pada dialog box *Probit Analysis* di tampilan awal, dimasukkan data *Response Frequency* → “Mati”, *Total Observed* → “Total”, *Covariate* → “Konsentrasi”, *Transform* → “Logbase 10” dan klik Ok, seperti pada **Gambar 4.10** berikut:



**Gambar 4.10** Mengatur Data pada SPSS

Sumber: (Hasil Analisis, 2023)





Sehingga dalam penelitian ini dapat ditentukan bahwa surfaktan ABS dan LAS merupakan toksikan yang mempunyai efek awas terhadap biota uji Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) yang hidup di perairan dengan paparan toksikan tersebut. Surfaktan ABS dan LAS sulit diuraikan oleh mikroorganisme. Apabila kedua surfaktan tersebut terakumulasi dalam jumlah yang banyak secara terus menerus dapat menyebabkan pencemaran pada perairan dengan skala yang besar (Hardini, dkk., 2012).

Islam telah memberikan peringatan-peringatan mengenai perbuatan yang menimbulkan kerusakan di muka bumi melalui ayat-ayat Al-Qur'an. Sebagai khalifah di muka bumi ini, menjadi suatu kewajiban dan tanggung jawab manusia terhadap lingkungan yang patut disyukuri dan dilindungi. Allah SWT berfirman dalam Q.S Al-Baqarah ayat 12 sebagai berikut:

أَلَا إِنَّهُمْ هُمُ الْمُفْسِدُونَ وَلَكِن لَّا يَشْعُرُونَ

Artinya: *“Ingatlah, sesungguhnya mereka itulah orang-orang yang membuat kerusakan, tetapi mereka tidak sadar.”* (Q.S Al-Baqarah: 12)

Menurut Quraish Shihab dalam Tafsir Al-Misbah, ayat di atas menjelaskan bahwa sesungguhnya manusia telah berbuat kerusakan di bumi tetapi mereka tidak menyadarinya karena rasa bangga atas diri sendiri, juga akibat buruk yang akan menimpa mereka oleh sebab kemunafikan. Sebagai khalifah harus mematuhi apa yang telah diperintahkan oleh Allah SWT Meskipun sudah ditegaskan bahwa merusak isi bumi dilarang, ternyata masih banyak yang melakukan kerusakan tersebut tanpa menyadarinya apa yang dilakukan bahkan ada yang sudah tau tetapi tidak memperdulikannya. Islam mengajarkan kita menjaga alam dan ekisitemnya untuk mematuhi fungsi sebagaimana mestinya, akan tetapi kebanyakan manusia cenderung melampaui batas dalam memanfaatkan potensi alam yang secara berlebihan yang dapat mengakibatkan kerusakan dan menuai bencana, maka dari itu kita wajib mengelola lingkungan dengan baik dan benar supaya tidak menjadikan kerusakan dan pencemaran pada lingkungan kita.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian mengenai uji toksisitas akut surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkyl-benzene Sulfonate* (LAS) terhadap Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*), dapat dihasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Uji toksisitas akut surfaktan ABS dan LAS terhadap Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) memiliki nilai LC<sub>50</sub> sebesar 0,596 mg/L.
2. Klasifikasi toksisitas dari surfaktan ABS dan LAS terhadap Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) yang memiliki nilai LC<sub>50</sub> sebesar 0,596 mg/L berdasarkan USEPA Tahun 2004 tentang *Chemical Hazard Classification and Labeling: Comparison of OPP Requirements and The GHS* dikategorikan dalam kelas III yang berarti awas.

#### **5.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan terkait dengan penelitian uji toksisitas akut surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkyl-benzene Sulfonate* (LAS) terhadap Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) adalah, sebagai berikut:

1. Melakukan penelitian lebih lanjut mengenai histopatologi biota uji seperti kerusakan pada insang, dan lain sebagainya.
2. Melakukan penelitian dengan menggunakan biota uji yang berbeda agar dapat diketahui tingkat toksisitasnya dan dapat dikendalikan penggunaannya.
3. Melakukan penelitian dengan menggunakan jenis surfaktan yang berbeda agar dapat diketahui tingkat toksisitasnya dan dapat dikendalikan penggunaannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustriani F, Purwiyanto, Sunaryo AI, Suteja Y. (2017). *Penilaian pengkayaan logam timbal (Pb) dan tingkat Kontaminasi air ballast di perairan tanjung api-api, sumatera selatan*. Prosiding seminar nasional hasil penelitian perikanan dan kelautan ke -VI, pp. 218–224.
- Al-Asmakh, M., Majdalawieh, A. F., Abdullah, A. M., Younes, N., Da'as, S. I., Radwan, A. B., Sliem, M. H., Ech-Cherif, H., Pintus, G., & Nasrallah, G. K. (2020). *AEO-7 surfactant is “super toxic” and induces severe cardiac, liver and locomotion damage in zebrafish embryos*. *Environmental Sciences Europe*, 32(1), 149.
- APHA. (2005). *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater. 21 th ed*. Washington DC: American Public Health.
- Apriyani, N. (2017). *Penurunan Kadar Surfaktan Dan Sulfat Dalam Limbah Laundry*. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, Volume 53, Nomor 9, (Hlm 1689–1699).
- Azizah, S. N. (2010). *Ketahanan Tiga Strain Udang Galah Macrobrachium Rosenbergii Terhadap Surfaktan Detergen Alkyl Sulfate*. Skripsi: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Bakhri, Syaiful. (2018). *Studi Toksisitas Akut Air Limbah Dan Anak Sungai Penerima Limbah Cair Pabrik Karet Terhadap Ikan Gupi (Poecilia Reticulate)*. Seminar Nasional Pelestarian Lingkungan (SENPLING).
- Berlianto, M. (2018). *Range Finding Test Chlorella vulgaris Microalgae In*. *Jurnal Purifikasi*, Vol. 18, No. 1: 1-10.
- Chairunnisa, R. A., & Efizon, D. (2020). *Biologi Reproduksi Ikan Guppy (Poecilia reticulata) dari Bendungan FPIK Universitas Riau*. *Jurnal Sumberdaya dan Lingkungan Akuatik*, 1(2), 103-113.
- Christin, F., Elystia, S., & Yenie, E. (2015). *Uji Toksisitas Akut Limbah Cair Tahu Terhadap Daphnia Magna Dengan Metode Renewal Test*. 2(2). *JOM FTEKNIK* Volume 2 No. 2.

- Darwis, D., Mudeng, J. D., & Londong, S. N. J. (2019). *Budidaya ikan mas (Cyprinus carpio) sistem akuaponik dengan padat penebaran berbeda*. e-Journal Budidaya Perairan, 7(2).
- Daulay, A. M., & Nurul, C. M. (2022). *Toxicity test of LC-50 (Lethal Concentration) surfactant LAS (Linear Alkylbenzene Sulfonate) against white snapper (Lates calcarifer) fingerlings on a laboratory scale*. Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal, 9:3: 133-138.
- Edelynna, A. M. ., Wirespathi, Raharjo, & Budijastuti, W. (2012). *Pengaruh Kromium Heksavalen (VI) Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Nila (Oreochromis niloticus)*. Lentera Bio, 1(2), 75–79.
- Faradisha, N., Elystia, S., & Yenie, E. (2015). *Uji Toksisitas Akut Effluent Pengolahan Lindi Tpa Muara Fajar Terhadap Ikan Mas (Cyprinus Carpio L) Dengan Metode Renewal Test*. 2(2). JOM FTEKNIK Volume 2 No. 2.
- Fithria, R. F., Wulandari, R. L., Hidayati, D. N., & Rejeki, L. (2018). *Toksisitas Akut Infusa Kulit Ari Kacang Tanah (Arachis hypogea L.) Pada Mencit BALB/ C*. JIFFK : Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik, 15(2), 62.
- Gheorghe, S., Lucaciu, I., Mitru, D., Ionescu, L., & Nita-Lazar, M. (2019). *Comparative toxicity effects of cleaning products on fish, algae and crustacea*. International Symposium “The Environmental and The Industry,” SIMI 2019, 160–165.
- Hadi, M. I., Agustina, E., Andiarna, F., & Munir, M. (2019). *Pengaruh Kompleks Linier Alkylbenzene Sulfonate (LAS) dan Kadmium (Cd) terhadap Peningkatan Akumulasi, Absorpsi, dan Toksisitas Kadmium (Cd) pada Ikan Mas (Cyprinus carpio L)*. Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan Vol. 4 No. 2 (28-35)
- Hardini, D. C., Dhahiyat, Y., & Afrianto, E. (2012). *Pengaruh Konsentrasi Pemaparan Surfaktan Alkyl Benzene Sulfonate Terhadap Toksisitas Dan Kerusakan Jaringan Ikan Nila*. Jurnal Perikanan Kelautan, 3(1).
- Haris, R. B. kusuma, & Yusanti, I. A. (2018). *Studi Parameter Fisika Kimia Air untuk Keramba Jaring Apung Di Kecamatan Sirah Pulau Padang Kabupaten Ogan Komering Ilir Provinsi Sumatera Selatan*. Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan, 13(2).

- Hoffman, D. J. (Ed.). (2003). *Handbook Of Ecotoxicology (2nd Ed)*. Lewis Publishers.
- Ihsan, T., Edwin, T., & Vitri, R. Y. (2017). *Analisis Lc50 Logam Pb, Co Dan Cr Terhadap Ikan Mas (Cyprinus carpio. L) Pada Limbah Cair Industri Percetakan Kota Padang*. *Jurnal Dampak*, 14(2), 98.
- Irianti, Tanti T., Sugiyanto, Kuswani, Sindu Nuranto. (2017). *Toksikologi Lingkungan*. Yogyakarta.
- Jelita, S. F., Setyowati, G. W., & Ferdinand, M. (2020). *Uji Toksisitas Infusa Acalypha siamensis Dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT)*. *Farmaka*, 18(1), 14-22.
- Kartikasari, N. A., Suprayogi, D., & Amrullah, A. (2022). *Analisis Toksisitas Akut LC50-96 Jam Limbah Laundry Terhadap Ikan Mujair (Oreochromis sp.)*. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(4).
- Kiliç, Z. (2021). *Su Kirliliği Nedenleri, Olumsuz Etkileri ve Önleme Yöntemleri*. İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.
- Kristianti, D., Paramitha, R., Agustriani, F., & Diansyah, G. (2019). *Uji Toksisitas Surfaktan Linear Alkilbenzene Sulfonate (LAS) Histologi Insang dan Hati Benih Ikan Kerapu Bebek (Cromileptes altivelis)*. *Jurnal Lahan Suboptimal : Journal of Suboptimal Lands*, 8(1), 107–116.
- Lesmana, D. S. (2002). *Agar Ikan Hias Cemerlang*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- 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.
- Maulidah. (2015). *Studi Adsorpsi Abs (Alkyl Benzene Sulphonate) Dari Limbah Rumah Tangga Desa Ngadirgo Menggunakan Arang Tempurung Kelapa (Coconut Shells)*. Fakultas Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
- Mo, A. (2020). *Acute toxicity of detergent on juveniles of African catfish (Clarias gariepinus)*. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*; 8(5).
- Moko, E. M., Rattu, F. E., Sakul, E. H., Naharia, O., Yalindua, A., & Rawung, L. D. (2021). *Ketahanan Hidup Bibit Ikan Mujair (Oreochromis mossambicus) Dan Nilai Parameter Kimiawi Lingkungan Pada Media Pemeliharaan*

- Bioflok Dengan Debris Daluga Sebagai Sumber Karbon*. Fullerene Journal of Chemistry, 6(1), 46.
- Mubin M. (2017). *Identifikasi Penurunan Kualitas Air Sungai Dan Rawa Akibat Pencemaran Limbah Cair Pertambangan Batubara (Studi Kasus Sungai Dan Rawa Kabupaten Muba Dan Lahat)*. Skripsi thesis, Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Muliari, M., Akmal, Y., Zulfahmi, I., Karja, N. W. K., Nisa, C., Mahyana, M., & Humairani, R. (2020). *Effect of exposure to palm oil mill effluent on reproductive impairment of male Nile Tilapia (Oreochromis niloticus , Linnaeus 1758)*. E3S Web of Conferences, 151, 01022.
- Nazir. (2005). *Metode Penelitian*. Penerbit Ghalia Indonesia: Bogor.
- Ningrum, N. (2017). *Pengaruh Penggunaan Metode Berbasis Pemecahan Masalah (Problem Solving) Terhadap Hasil Belajar Ekonomi Siswa Kelas X Semester Genap Man 1 Metro Tahun Pelajaran 2016/2017*. Promosi (*Jurnal Pendidikan Ekonomi*), 5(2).
- Noviana, L., & Prinajati, P., Dyah. (2022). *Analisis Toksisitas Limbah Laundry Menggunakan Ikan Mas (Cyprinus carpio)*. Arus Jurnal Sosial dan Humaniora, 1(3), 131–139.
- Nurrachmi, Dika. (2020). *Uji Toksisitas Akut Insektisida Sipermetrin Dan Lamda Sihalotrin Pada Biota Uji Ikan Guppy (Poecilia reticulata) Dan Tumbuhan Kayu Apu (Pistia stratiotes)*. Undergraduated Thesis. ITS. Surabaya.
- Octavia, N. D., Alim, F. W., Wulandari, W. S., Rahmadhana, N., Fitrihidajati, H., Rachmadiarti, F., & Putri, I. L. E. (2021). *Uji Toksisitas Ikan Lele (Clarias sp) Terhadap Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) Hasil Fitoremediasi Tumbuhan Hydrilla (Hydrilla verticillata)*. Prosiding SEMNAS BIO 2021 Universitas Negeri Padang ISSN : 2809-8447.
- OECD. (2019). *Test No. 203: Fish, Acute Toxicity Test*.
- OECD SIDS. (2005). *Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS)*.
- Oghobase, G. E., Aladesanmi, O. T., Akomolafe, R. O., Olukiran, O. S., Akano, P. O., & Eimunjeze, M. H. (2020). *Assessment of the toxicity and biochemical effects of detergent processed cassava on renal function of Wistar rats*. Toxicology Reports, 7, 1103–1111.

- Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2014 Tentang *Pedoman Uji Toksisitas Nonklinik Secara In Vivo*.
- Peraturan Pemerintah No. 85 tahun 1999 pasal 6. *Tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun*.
- Purnomo, B. (1992). *Efek Toksik Detergen*. Fakultas Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Putra, R., Siswansyah, P., Wahyuni, D. P., Enggarwati, I. D., Utami, I. I., Fitrihidajati, H., Rachmadiarti, F., & Eka, I. L. (2021). *Uji Toksisitas Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) Hasil Fitoremediasi Tumbuhan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) terhadap Mortalitas*. Prosiding SEMNAS BIO, 1112–1122.
- Putri, V. D. W., Desrina, D., Sarjito, S., & Haditomo, A. H. C. (2022). *Pengaruh Perbedaan Periode Paparan Detergen Terhadap Histopatologi Insang Benih Ikan Nila (Oreochromis niloticus)*. Sains Akuakultur Tropis, 6(2), 255–265.
- Rachmah, Y. N. (2020). *Uji Toksisitas Akut Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) Dan Timbal (Pb) Terhadap Ikan Mas (Cyprinus Carpio L.)*. Skripsi: UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Rahmadhani, L. (2016). *Uji Toksisitas Akut (Lc50-96 Jam) Dari Limbah Deterjen Dengan Bahan Aktif Surfaktan Alkyl Benzene Sulfonate (ABS) Terhadap Ikan Mas (Cyprinus Carpio Linn) Pada Bak-Bak Percobaan*. Skripsi: Universitas Brawijaya.
- Ramdhini, R.N. (2010). *Uji Toksisitas Terhadap artemia salina Dan Toksisitas Akut Komponen Bioaktif pandanus conoideus var. Conoideus lam. sebagai Kandidat Antikanker*. Skripsi: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret.
- Ríos, F., Fernández-Arteaga, A., Lechuga, M., & Fernández-Serrano, M. (2018). *Ecotoxicological Characterization of Surfactants and Mixtures of Them. Toxicity and Biodegradation Testing* (hlm. 311–330). Springer New York.
- Rohmani, I. (2014). *Uji Toksisitas Akut Limbah Cair Pabrik*. Skripsi: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.



