

**UJI TOKSISITAS AKUT *LINEAR ALKYL*BENZENE SULFONATE (LAS)  
DAN KROM (Cr) TERHADAP IKAN ZEBRA (*Danio rerio*)**

**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**

LINDA DWI KUSMAWATI

NIM. 09020520036

**Dosen Pembimbing**

Dedy Suprayogi, M.KL.

Abdul Hakim, M.T.

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

**2024**

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Nama : Linda Dwi Kusmawati  
NIM : 09020520036  
Program Studi : Teknik Lingkungan

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul “UJI TOKSISITAS AKUT *LINEAR ALKYL*BENZENE SULFONATE (LAS) DAN KROM (Cr) TERHADAP IKAN ZEBRA (*Danio rerio*)”. Apabila suatu saat nanti saya terbukti melakukan kegiatan plagiat maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar benarnya.

Surabaya, 24 Juni 2024

Yang Menyatakan

**LINDA DWI KUSMAWATI**

**NIM 09020520036**

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir Oleh:

Nama : Linda Dwi Kusmawati

NIM : 09020520036

Judul Tugas Akhir : Uji Toksisitas Akut *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS)  
dan Krom (Cr) terhadap Ikan Zebra (*Danio rerio*)

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan,

Surabaya, 12 Juni 2024

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Dedy Suprayogi, M.KL.  
NIP. 198512112014031002



Abdul Hakim, M.T.  
NIP. 198008062014031002

## HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG AKHIR

Nama : Linda Dwi Kusmawati  
NIM : 09020520036  
Judul Tugas Akhir : Uji Toksisitas Akut *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS)  
dan Krom (Cr) terhadap Ikan Zebra (*Danio rerio*)

Telah dipertahankan di depan tim penguji tugas akhir  
Surabaya, 12 Juni 2024

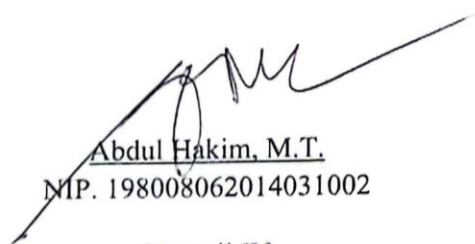
Mengesahkan  
Tim Penguji

Penguji I



Dedy Suprayogi, M.K.L.  
NIP. 198512112014031002

Penguji II



Abdul Hakim, M.T.  
NIP. 198008062014031002

Penguji III



Sarita Oktorina, M.Kes.  
NIP. 198710052014032003

Penguji IV



Amrullah, M.Ag.  
NIP. 197309032006041001

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd.  
NIP. 196507312000031002



LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : LINDA DWI KUSMAWATI  
NIM : 09020520036  
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN  
E-mail address : lindadwi662@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 *LINEAR ALKYL*BENZENE SULFONATE (LAS)  
DAN KROM (Cr) TERHADAP IKAN ZEBRA (*Danio rerio*)**

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 25 Juni 2024

Penulis



(LINDA DWI KUSMAWATI)

## ABSTRAK

### Uji Toksisitas Akut *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS) dan Krom (Cr) terhadap Ikan Zebra (*Danio rerio*)

Peningkatan jumlah penduduk menjadi salah satu penyebab kontaminasi air. Dampak dari peningkatan tersebut mengakibatkan tingginya penggunaan surfaktan *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS). Selain itu, terjadi peningkatan limbah industri logam berat seperti kromium yang menyebabkan kerusakan ekosistem perairan. Tujuan penelitian ini bertujuan untuk menilai tingkat toksisitas akut dan menganalisa klasifikasi dari *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS) dan logam berat Kromium (Cr) yang mampu menyebabkan terjadinya kematian pada ikan zebra (*Danio rerio*). Tahapan yang dilakukan meliputi tahap aklimatisasi, tahap *Range Finding Test* (RFT), dan tahap *Acute Toxicity Test* (ATT). Konsentrasi yang digunakan dalam tahap *Acute Toxicity Test* (ATT) atau uji toksisitas akut diantaranya 0 mg/L (kontrol), 6,4 mg/L, 9,0 mg/L, 12,5 mg/L, 17,6 mg/L, dan 25,6 mg/L. Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimental dengan metode analisis yang digunakan yaitu analisis probit untuk menentukan nilai  $LC_{50}$ . Hasil uji toksisitas akut *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS) dan logam berat Kromium (Cr) diperoleh nilai  $LC_{50}$  sebesar 9,075 mg/L. Menurut USEPA Tahun 2004 mengenai *Chemical Hazard Classification and Labeling: Comparison of OPP Requirements and The GHS*, hasil nilai  $LC_{50}$  diklasifikasikan dalam kategori IV, yang menunjukkan bahwa nilai  $LC_{50}$  *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS) dan logam berat Kromium (Cr) relatif tidak berbahaya.

*Kata Kunci: Ikan Zebra,  $LC_{50}$ , Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) dan logam berat Kromium (Cr), Uji Toksisitas Akut*

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## **ABSTRACT**

### ***Acute Toxicity Test of Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) and Chromium (Cr) on Zebra Fish (Danio rerio)***

*The increase in population is one of the causes of water contamination. The impact of this increase has resulted in the high use of Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) surfactants. In addition, there is an increase in industrial waste of heavy metals such as chromium which causes damage to aquatic ecosystems. The purpose of this study aims to assess the level of acute toxicity and analyze the classification of Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) and heavy metal Chromium (Cr) that can cause death in zebra fish (Danio rerio). The stages carried out include the acclimatization stage, the Range Finding Test (RFT) stage, and the Acute Toxicity Test (ATT) stage. The concentrations used in the Acute Toxicity Test (ATT) stage included 0 mg/L (control), 6.4 mg/L, 9.0 mg/L, 12.5 mg/L, 17.6 mg/L, and 25.6 mg/L. This research is included in experimental research with the analytical method used is probit analysis to determine the  $LC_{50}$  value. The results of the Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) Acute Toxicity Test (ATT) and heavy metal Chromium (Cr) obtained an  $LC_{50}$  value of 9.075 mg/L. According to the USEPA in 2004 regarding Chemical Hazard Classification and Labeling: Comparison of OPP Requirements and The GHS, the  $LC_{50}$  value results are classified in category IV, which indicates that the  $LC_{50}$  values of Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) and heavy metal Chromium (Cr) are relatively harmless.*

*Keywords: Zebra fish,  $LC_{50}$ , Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) and heavy metal Chromium (Cr), Acute Toxicity Test*

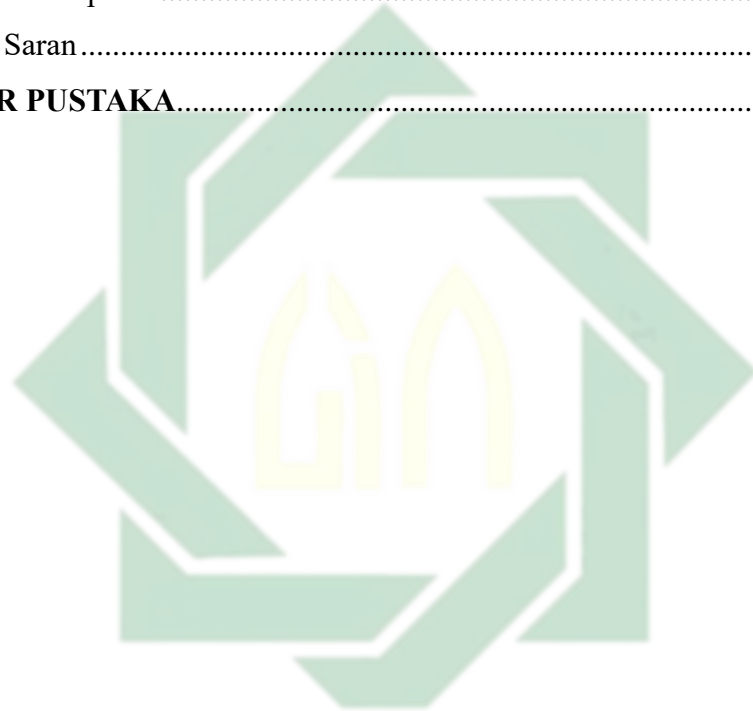
UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG AKHIR</b> .....	iv
<b>LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS</b> .....	v
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	6
1.4. Manfaat Penelitian.....	6
1.5. Batasan Masalah.....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	8
2.1. Deterjen .....	8
2.1.1. Komponen Deterjen.....	9
2.2. <i>Linear Alkylbenzene Sulfonate</i> (LAS).....	10
2.3. Krom (Cr).....	11
2.3.1. Karakteristik Krom (Cr).....	12
2.3.2. Penggunaan Krom (Cr).....	12
2.3.3. Dampak Krom (Cr).....	13
2.4. Toksikologi.....	15
2.4.1. Toksikan.....	16

2.4.2.	Uji Toksisitas .....	17
2.5.	Biota Uji .....	18
2.5.1.	Klasifikasi Ikan Zebra ( <i>Danio rerio</i> ) .....	18
2.5.2.	Morfologi Ikan Zebra ( <i>Danio rerio</i> ) .....	20
2.5.3.	Habitat Ikan Zebra ( <i>Danio rerio</i> ).....	21
2.5.4.	Jenis-Jenis Ikan Zebra ( <i>Danio rerio</i> ) .....	21
2.6.	Parameter Kualitas Air .....	23
2.6.1.	Suhu .....	24
2.6.2.	pH .....	25
2.6.3.	Oksigen Terlarut (DO) .....	25
2.7.	Tahap Aklimatisasi .....	25
2.8.	Tahap <i>Range Finding Test</i> (RFT) .....	27
2.9.	Tahap <i>Acute Toxicity Test</i> (ATT) .....	28
2.10.	Analisis Regresi Probit .....	29
2.11.	Penelitian Terdahulu .....	29
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN</b> .....	<b>33</b>
3.1.	Jenis Penelitian .....	33
3.2.	Waktu Penelitian.....	33
3.3.	Lokasi Penelitian .....	33
3.4.	Alat dan Bahan Penelitian .....	34
3.5.	Variabel Penelitian.....	35
3.6.	Kerangka Pikir Penelitian.....	35
3.7.	Tahapan Penelitian.....	36
3.8.	Langkah Kerja Penelitian .....	38
3.8.1.	Penentuan Lokasi dan Pengambilan Sampel .....	38
3.8.2.	Analisa Pendahuluan.....	38
3.8.3.	Tahap Aklimatisasi.....	39
3.8.4.	Tahap <i>Range Finding Test</i> (RFT) .....	41
3.8.5.	Tahap <i>Acute Toxicity Test</i> (ATT).....	42
3.9.	Rancangan Percobaan.....	43
3.10.	Analisis Data.....	47

<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	49
4.1. Analisa Pendahuluan .....	49
4.2. Tahap Aklimatisasi .....	49
4.3. Tahap <i>Range Finding Test</i> (RFT) .....	55
4.4. Tahap <i>Acute Toxicity Test</i> (ATT) .....	61
4.5. Perhitungan Nilai LC <sub>50</sub> .....	68
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	72
5.1. Kesimpulan.....	72
5.2. Saran.....	72
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	73



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Contoh Toksikan dalam Ketiga Klasifikasi .....	17
<b>Tabel 2. 2</b> Klasifikasi Toksisitas Suatu Bahan Kimia terhadap Organisme Perairan .....	18
<b>Tabel 2. 3</b> Klasifikasi Jenis-Jenis Ikan Zebra .....	21
<b>Tabel 2. 4</b> Penelitian Terdahulu .....	29
<b>Tabel 3. 1</b> Kelompok Perlakuan Tahap <i>Range Finding Test</i> .....	43
<b>Tabel 4. 1</b> Hasil Analisa Air Pengencer .....	49
<b>Tabel 4. 2</b> Nilai Parameter pH, DO, Suhu, Pencahayaan, dan Mortalitas Biota Uji pada Tahap Aklimatisasi.....	50
<b>Tabel 4. 3</b> Jumlah Kematian Biota Uji Tiap Reaktor Selama Tahap <i>Range Finding Test</i> .....	56
<b>Tabel 4. 4</b> Jumlah Kematian Biota Uji Tiap Reaktor Selama Tahap <i>Acute Toxicity Test</i> .....	62
<b>Tabel 4. 5</b> Presentase Mortalitas Biota Uji .....	64
<b>Tabel 4. 6</b> Nilai $LC_{50}$ pada SPSS .....	70

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Struktur Molekul <i>Linear Alkylbenzene Sulfonate</i> (LAS).....	10
<b>Gambar 2. 2</b> Ikan Zebra ( <i>Danio rerio</i> ) .....	19
<b>Gambar 3. 1</b> <i>Flowchart</i> Kerangka Pikir Penelitian .....	36
<b>Gambar 3. 2</b> <i>Flowchart</i> Tahapan Penelitian .....	37
<b>Gambar 3. 3</b> <i>Flowchart</i> Tahap Aklimatisasi .....	40
<b>Gambar 3. 4</b> Sketsa Kolam Aklimatisasi .....	41
<b>Gambar 3. 5</b> Sketsa Reaktor Penelitian .....	42
<b>Gambar 3. 6</b> <i>Flowchart</i> Tahapan Pembuatan Larutan Artifisial LAS .....	43
<b>Gambar 3. 7</b> <i>Flowchart</i> Tahap Pembuatan Larutan Krom .....	44
<b>Gambar 3. 8</b> Sketsa Reaktor Uji .....	47
<b>Gambar 4. 1</b> Grafik Hasil Pengukuran Nilai pH pada Tahap Aklimatisasi .....	51
<b>Gambar 4. 2</b> Grafik Hasil Pengukuran Nilai DO pada Tahap Aklimatisasi .....	52
<b>Gambar 4. 3</b> Grafik Hasil Pengukuran Nilai Suhu pada Tahap Aklimatisasi .....	53
<b>Gambar 4. 4</b> Grafik Hasil Pengukuran Nilai Pencahayaan pada Tahap Aklimatisasi .....	54
<b>Gambar 4. 5</b> Grafik Hasil Jumlah Mortalitas Biota Uji pada Tahap Aklimatisasi .....	55
<b>Gambar 4. 6</b> Rata-Rata Mortalitas pada Tahap <i>Range Finding Test</i> .....	57
<b>Gambar 4. 7</b> Rata-Rata Nilai pH pada Tahap <i>Range Finding Test</i> .....	58
<b>Gambar 4. 8</b> Rata-Rata Nilai DO pada Tahap <i>Range Finding Test</i> .....	59
<b>Gambar 4. 9</b> Rata-Rata Nilai Suhu pada Tahap <i>Range Finding Test</i> .....	60
<b>Gambar 4. 10</b> Rata-Rata Nilai Pencahayaan pada Tahap <i>Range Finding Test</i> ....	61
<b>Gambar 4. 11</b> Rata-Rata Mortalitas pada Tahap <i>Acute Toxicity Test</i> .....	63
<b>Gambar 4. 12</b> Rata-Rata Nilai pH pada Tahap <i>Acute Toxicity Test</i> .....	64
<b>Gambar 4. 13</b> Rata-Rata Nilai DO pada Tahap <i>Acute Toxicity Test</i> .....	65
<b>Gambar 4. 14</b> Rata-Rata Nilai Suhu pada Tahap <i>Acute Toxicity Test</i> .....	66
<b>Gambar 4. 15</b> Rata-Rata Nilai Pencahayaan pada Tahap <i>Acute Toxicity Test</i> .....	67
<b>Gambar 4. 16</b> Data Konsentrasi, Mati, dan Total pada software SPSS .....	68
<b>Gambar 4. 17</b> Menjalankan Analyze, Regression, Probit pada software SPSS... ..	69
<b>Gambar 4. 18</b> Menjalankan dialog box Probit Analyze pada software SPSS .....	69
<b>Gambar 4. 19</b> Menjalankan Probit Analysis Options pada SPSS.....	70



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>LAMPIRAN A: PERHITUNGAN</b> .....	I-1
<b>Lampiran A. 1</b> Perhitungan Berapa gr Pakan Ikan per Hari.....	I-1
<b>Lampiran A. 2</b> Perhitungan Pengenceran pada Tahap <i>Range Finding Test</i> (RFT) .....	I-1
<b>Lampiran A. 3</b> Perhitungan Volume Toksikan pada Tahap <i>Acute Toxicity Test</i> (ATT).....	I-2
<b>Lampiran A. 4</b> Perhitungan Pengenceran pada Tahap <i>Acute Toxicity Test</i> (ATT) .....	I-3
<b>LAMPIRAN B: VALIDASI BIOTA UJI</b> .....	II-1
<b>Lampiran B. 1</b> Validasi Ikan Zebra ( <i>Danio rerio</i> ).....	II-1
<b>LAMPIRAN C: DOKUMENTASI PENELITIAN</b> .....	III-1
<b>Lampiran C. 1</b> Dokumentasi Analisa pH, DO, Suhu, dan Pencahayaan Air PDAM.....	III-1
<b>Lampiran C. 2</b> Dokumentasi Tahap Aklimatisasi.....	III-2
<b>Lampiran C. 3</b> Dokumentasi Tahap <i>Range Finding Test</i> (RFT).....	III-10
<b>Lampiran C. 4</b> Dokumentasi Tahap <i>Acute Toxicity Test</i> (ATT).....	III-28

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, H., Martini, L., Wibowo, S. A., Nugroho, & Lantip. (2018). Sebaran, Potensi Introduksi, dan Pengendalian Ikan Berbahaya/Invasif dan Berpotensi Invasif di Yogyakarta dan Sekitarnya. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 24, 61–72.
- Agriefishery. (2012). Ikan Zebra Danio (*Brachydanio rerio*). Zona Ikan. <https://zonaikan.wordpress.com/2012/08/08/ikan-zebra-danio-brachydanio-rerio/>
- Alves, A. C. F., Saiki, P. T. O., da Silva Brito, R., Scalize, P. S., & Rocha, T. L. (2022). How much are metals for next-generation clean technologies harmful to aquatic animal health? A study with cobalt and nickel effects in zebrafish (*Danio rerio*). *Journal of Hazardous Materials Advances*, 8(July), 100160. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2022.100160>
- Ansori, M. R. (2020). Perbandingan Uji Toksisitas Akut Sediaan Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (*Snedds*) Ekstrak Etanol Daun Pegagan (*Centella asiatica L.*) dengan Ekstrak Etanol Daun Pegagan pada Embrio Ikan Zebra (*Danio rerio*) (Vol. 2507, Issue February). Universitas Islam Indonesia.
- AR, N. R. J., Andini, N., & Yuliatin. (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>
- Assyifa, R. A. (2021). Analisis Logam Berat pada Kepiting Yuyu (*Parathelapsa convexa*), Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*), dan Ikan Cenang (*Gambusia affinis*) di Perairan Way Ratai, Kabupaten Pesawaran, Lampung dengan Metode ICP-OES.
- Asy'ari, A. S. (2017). *Air Perspektif Al-Qur'an*.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2022). Statistik Indonesia 2022. In *Statistik Indonesia 2022*. <https://www.bps.go.id/publication/2020/04/29/e9011b3155d45d70823c141f/statistik-indonesia-2020.html>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2023). Statistik Indonesia 2023. In *Statistik*

<https://www.bps.go.id/publication/2020/04/29/e9011b3155d45d70823c141f/statistik-indonesia-2020.html>

- Damayanti, A. (2022). Optimalisasi Penerapan Prosedur Operasional Standar Pemeliharaan Ikan Hias Laut Marine Ornamental Fish Untuk Ekspor di PT Banyu Biru Sentosa, Tangerang.
- Darmawan. (2019). Analisa Kandungan Logam Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) Pada Kreco (*Pila ampullacea*) di Sepanjang Sungai Rungkut Surabaya Muhammad. *Jurnal EnviScience (Environment Science)*, 3(2), 0–3.
- Daulay, A. M., Erniatia, 'Aklaa, C. M. N., Erlangga, & Imamshadiqina, D. (2021). Nilai Toksisitas LC-50 (Lethal Concentration) Surfaktan LAS (*Linear Alkilbenzene Sulfonate*) terhadap Benih Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*) skala laboratorium Toxicity. *Acta Aquatica*, 8(8), 98–102. <https://doi.org/10.29103/aa.v9i3.6780>
- Departemen Agama Republik Indonesia. (2019). *Al-Quran da Terjemah*.
- Department of Research Regulation. (2020). *Ministry of Public Health: Policy on Zebrafish Research*.
- Dwi Octavia, N., Weisda Alim, F., Safira Wulandari, W., Rahmadhana, N., Fitrihidajati, H., Rachmadiarti, F., & Eka {utri, I. L. (2021). Uji Toksisitas Ikan Lele (*Clarias sp*) terhadap *Linear Alkhlbenzene Sulfonate* (LAS) Hasil Fitoremediasi Tumbuhan Hydrilla (*Hydrilla verticillata*). *Prosiding SEMNAS BIO 2021*, 1226–1236.
- Elvania, N. C. (2022). Upaya Pengendalian Pencemaran Air Sungai Kalitidu di Desa Jelu, Kecamatan Kalitidu, Kabupaten Bojonegoro. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(1), 17–23. <https://doi.org/10.33084/mitl.v7i1.3351>
- European Zebrafish Resource Centre. (2016). *International Zebrafish and Medaka Course (IZMC)*. Heidelberg University, 1–77.
- Gouda, A. M. R., Hagra, A. E., Okbah, M. A., & El-Gammal, M. I. (2022). Influence of the *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS) on hematological and biochemical parameters of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(2), 1006–1013. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.09.074>

- Husein, S., Nanda, N., Saputri, A., & Ulfa, A. M. (2023). Uji Toksisitas Akut Limbah Antibiotik Streptomycin dan Tetrasiklin Hcl terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio L.*). *Indonesian Nursing Journal of Education an Clinic*, 3(4), 234–241.
- Iffi Rizkiya, Yuniarti Dwi Astuti, Nabila Dhiya Ulhaq, Kania Dewi Rafa, Dela Putri Amalia, & Dyah Perwitasari. (2023). Toksisitas Letal (LC<sub>50</sub>) Zat Surfaktan *Linear Alkylbenzene Sulfonate* terhadap Ikan Cere (*Gambusia affinis*). *Jurnal Sumberdaya Hayati*, 9(2), 55–62. <https://doi.org/10.29244/jsdh.9.2.55-62>
- Ihsan, T., Edwin, T., & Vitri, R. Y. (2017). Analisis LC<sub>50</sub> Logam Pb, Co dan Cr terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio. L*) pada Limbah Cair Industri Percetakan Kota Padang. *Jurnal Dampak*, 14(2), 98. <https://doi.org/10.25077/dampak.14.2.98-103.2017>
- Imtiyaz, J. D., & Rachmadiarti, F. (2020). Kemampuan Tapak Dara Air (*Ludwigia adscendens*) sebagai Agen Fitoremediasi LAS Detergen. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 9(1), 51–57. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/index51>
- Julianti, S. R. (2023). 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*). In Digilib UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Kartikasari, N. A., Suprayogi, D., & Amrullah, A. (2022). Analisis Toksisitas Akut LC<sub>50-96</sub> Jam Limbah Laundri terhadap Ikan Mujair (*Oreochromis sp.*). *Jurnal Serambi Engineering*, 7(4), 4186–4194. <https://doi.org/10.32672/jse.v7i4.5104>
- Kasanoa. (2023). *Bisnis Laundry di Indonesia: Dinamika Pertumbuhan dan Potensi Pasar*. Medium.
- Keman, S. (2020). Pengantar Toksikologi Lingkungan. In *Airlangga University Press*.
- Kinanti, S. N. (2023). Uji Toksisitas Akut (LC<sub>50-96</sub> Jam) Limbah Cair Rumah Sakit X terhadap Ikan Zebra (*Danio rerio*). In Digilib UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Kirana, K. H., Novala, G. C., Fitriani, D., Agustine, E., Rahmaputri, M. D.,

- Fathurrohman, F., Rizkita, N. R., Andrianto, N., Juniarti, N., Julaiha, J., Zaenudinna, R. A., Nawawi, M. R., Menta, V. Z., & Mulyadi, Y. (2019). Identifikasi Kualitas Air Sungai Citarum Hulu. *Wahana Fisika*, 4(2), 120–128.
- 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.  
<https://doi.org/10.33230/jlso.8.1.2019.415>
- Larasati, N. N., Wulandari, S. Y., Maslukah, L., Zainuri, M., & Kunarso, K. (2021). Kandungan Pencemar Detejen dan Kualitas Air di Perairan Muara Sungai Tapak, Semarang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(1), 1–13.  
<https://doi.org/10.14710/ijoce.v3i1.9470>
- Lestari, D. A. (2018). Pengaruh Paparan Limbah Tembakau Puntung Rokok Dengan Waktu yang Berbeda terhadap Perkembangan Embrio Ikan Zebra (*Danio Rerio*). In (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya). (Vol. 21, Issue 1).
- Marzuki, I., Syahrir, M., Ramli, M., Harimuswarah, M. R., Artawan, I. P., & Iqbal, M. (2022). *Operasi dan Remediasi Lingkungan (Vol. 1)*. In Tohar Media. TOHAR MEDIA.
- Maulidia, B., Pramadita, S., & Jumiati, J. (2023). Uji Toksisitas Air Lindi (*Leachate*) Tpa Batu Layang, Kota Pontianak Terhadap Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Dengan Metode Uji Renewal Test. *Jurnal Reka Lingkungan*, 11(2), 162–172.  
<https://doi.org/10.26760/rekalingkungan.v11i2.162-172>
- Meilinda, R. (2020). Pengembangan Metode Uji Regenerasi Penyembuhan Luka Melalui Pengamatan Sirip Kaudal Ikan Zebra (*Danio rerio*). Universitas Islam Indonesia, 5–6.
- Mo, A., & Ochogwu, J. (2020). Acute Toxicity of Detergent on Juveniles of African Catfish (*Clarias gariepinus*). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 8(5), 38–43.
- Mustapa, M. A., Tuloli, T. S., & Mooduto, A. M. (2019). Uji Toksisitas Akut yang Diukur Dengan Penentuan LD<sub>50</sub> Ekstrak Etanol Bunga Cengkeh (*Syzygium*

- aromaticum L.*) terhadap Mencit (*Mus musculus*) Menggunakan Metode Thompson-Weil. *Rasmedia Grafika. Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.*
- Muzakki, A., Widyaningrum, I., & Aini, N. (2020). Toksisitas akut cadmium Chloride (CdCl<sub>2</sub>) pada dosis matc dan LC<sub>50</sub> terhadap Penurunan kecepatan berenang ikan zebra (*Danio rerio*) dewasa. *Jurnal Kedokteran Komunitas*, 8(2), 28–35. <http://riset.unisma.ac.id/index.php/jkkfk/article/view/7976>
- Nabila, S., Purnamasari, R., Agustina, E., & Irawanto, R. (2023). Pengaruh Paparan *Linear Alkylbenzene Sulfonates* (LAS) dan Logam Berat Tembaga (Cu) terhadap Pertumbuhan *Sagittaria lancifolia*. *Jurnal Jeumpa*, 10(1), 117–126. <https://doi.org/10.33059/jj.v10i1.7537>
- Negin, C., Ali, S., & Xie, Q. (2017). Most common surfactants employed in chemical enhanced oil recovery. *Petroleum*, 3(2), 197–211. <https://doi.org/10.1016/j.petlm.2016.11.007>
- Nur, R. N. F., & Purnomo, T. (2022). Efektivitas *Hydrilla verticillata* dan *Lemna minor* sebagai Fitoremediator LAS pada Deterjen Limbah Domestik. *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 11(2), 263–272. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v11n2.p263-272>
- Nurhayati, I., Vigiani, S., & Majid, D. (2020). Penurunan Kadar Besi (Fe), Kromium (Cr), COD dan BOD Limbah Cair Laboratorium dengan Pengenceran, Koagulasi dan Adsorpsi. *ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(1), 74–87.
- OECD. (2019). *Test No. 203: Fish, Acute Toxicity Test. 203.*
- Pangestika, N. W. (2022). *Ikuti 3 Tips Ini untuk Budidaya Ikan Zebra Pink.* PakToniDigital. <https://paktanidigital.com/artikel/ikuti-3-tips-ini-untuk-budidaya-ikan-zebra-pink/>
- Perry, Steve F., Ekker, M., Farrel, A. P. dan, & Brauner, C. J. (2010). *Zebrafish. In United States of America: Academic Press.*
- Pratama, S., Martino, Y. A., Purnomo, Y., Pratama, S., Martino, Y. A., & Purnomo, Y. (2020). Pernapasan dan Gambaran Histologi Lamela Insang Ikan Zebra (*Danio rerio*) Dewasa yang Dipapar Malathion Secara Kronik. *Jurnal Kedokteran Komunitas (Journal of Community Medicine)*, 1–10.



- Prihatanti, Y. I. (2020). Pengayaan Nutrisi *Artemia sp.* Melalui Penambahan Minyak Ikan Salmon, Minyak Cumi, dan Minyak Kedelai terhadap Pertumbuhan Rajungan (*Portunus Pelagicus*) Stadia Crablet. *Digilib UIN Sunan Ampel Surabaya*.
- Pritchard, V. L. (2001). *Behaviour and Morphology of the Zebrafish, Danio rerio. School of Biology: The University of Leeds*.
- Rachmah, Y. N. (2020). Uji Toksisitas Akut *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS) dan Timbal (Pb) terhadap Ikan Mas (*Cyprinus Carpio L.*). In *Digilib UIN Sunan Ampel Surabaya*.
- Rahayu, M., & Solihat, M. F. (2018). *Toksikologi Klinik*. In Kementrian Kesehatan Republik Indonesia.
- Rahayu, W., Hardi, E. H., & Saptiani, G. (2020). Pathogenicity of Bacteria Enterobacteriaceae on Zebrafish As Animal Model. *Jurnal Veteriner*, 21(4), 512–518. <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2020.21.4.512>
- Rahman, A., Sentosa, A. A., & Wrjaya, D. (2012). Sebaran ukuran dan kondisi ikan zebra *Amatitlania nigrofasciata* (Gunther, 1867) di Danau Beratan, Bali. *Jurnal Aktiologi Inndonesia*, 12(2).
- Restanti, A. D., Muryanto, B. S., Pramudita, D. A., Fadzilah, F. P. A., Zuani, P. A. K., Ohee, H. L., & Setyawan, A. D. (2023). Biodiversitas ikan hias dan status konservasinya di Kota Surakarta Jawa Tengah, Indonesia Ornamental fish biodiversity and conservation status in Surakarta City, Central Java, Indonesia. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 9, 97–106. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m090115>
- Rusli, Z., Sari, B. L., Wardatun, S., & Aristyo, W. (2020). Skrining Toksisitas Akut Beberapa Fraksi Buah Karonda (*Carissa carandas L.*) pada Embrio Zebrafish (*Danio rerio*). *Fitofarmaka Jurnal Ilmiah Farmasi*, 10(1), 42–53.
- Sánchez-Olivares, M. A., Gaytán-Oyarzun, J. C., Gordillo-Martínez, A. J., Prieto-García, F., & Cabrera-Cruz, R. B. E. (2021). Toxicity and teratogenicity in zebrafish *danio rerio* embryos exposed to chromium. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 49(2), 289–298. <https://doi.org/10.3856/vol49-issue2-fulltext-2561>
- Selan, F. T., Rozari, P. de, Nitbani, F. O., & Ola, P. D. (2020). Reduction of Anionic

- Surfactant in Deterjents From Domestic Waste Water Using Pumice and Sand as a Media in Constructed Wetland System. *Chemistry Notes*, 1(14), 36–45.
- Seth, A., Stemple, D. L., & Barroso, I. (2013). The emerging use of zebrafish to model metabolic disease. *DMM Disease Models and Mechanisms*, 6(5), 1080–1088. <https://doi.org/10.1242/dmm.011346>
- Silmi, A., & Dewi, Y. S. (2023). Fitoremediasi Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) pada Variasi Parameter Fosfat pada Limbah Laundry. *Jurnal Techlink*, 7(01), 22–30. <https://doi.org/10.59134/jtnk.v7i01.318>
- Situmorang, M. (2017). *Kimia Lingkungan*. In Rajawali Press. Rajawali Press.
- Soegianto, A. (2023). *Dampak Logam Berat terhadap Biologi Ikan*. In Penerbit NEM.
- Sopiah, R. N., & Chaerunisah. (2006). Laju Degradasi Surfaktan *Linear Alkil Benzena Sulfonat* (LAS) pada Limbah Deterjen Secara Anaerob pada Reaktor Lekat Diam Bermedia Sarang Tawon. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 7(3), 243–250.
- Suherman, S. D. (2022). Toksisitas Akut Limbah Cair Kelapa Sawit pada Ikan Zebra (*Brachydanio rerio*). *Doctoral Dissertation*, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
- Suprijandani, H., & Suryono., N. (2018). Rancang Bangun Reaktor Biofilter Modifikasi untuk Menurunkan Kadar Deterjen Limbah Rumah Tangga.
- Susanti, S. (2023). *Toksikologi Pangan*. In *Undip Press Semarang* (Issue July).
- Syahrizal, H., & Jailani, M. S. (2023). Jenis-Jenis Penelitian Dalam Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. *Jurnal QOSIM: Jurnal Pendidikan, Sosial & Humaniora*, 1(1), 13–23. <https://doi.org/10.61104/jq.v1i1.49>
- Tasmin, R., Rifa, M., Zarin, S. N., Hossain, M., & Rahim, M. A. (2023). Acute Toxicity of Two Detergents on the Juvenile Climbing Perch (*Anabas testudineus*) and Stinging Catfish (*Heteropneustes fossilis*). *51*(1), 31–41.
- Tyas, N. M., Batu, D. T. F. L., & Affandi, R. (2016). The lethal toxicity test of Cr<sup>6+</sup> on (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 21(2), 128–132. <https://doi.org/10.18343/jipi.21.2.128>
- Tyas, R. W. A. (2021). Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber Officinale Linn. Var Rubrum*) dan Bekatul Beras Merah (*Oryza Nivara*)



- terhadap Kadar Trigliserida Pada Ikan Zebra (*Danio Rerio*) Yang Diinduksi Pakan Tinggi Lemak. In *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*.
- US EPA. (2002). *Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organisms: Fifth Edition*. Epa/821/R02/012, October, 266. <http://www.epa.gov/waterscience/WET/disk1/ctm.pdf>
- US EPA. (2004). *Chemical Hazard Classification and Labeling : Comparison of Opp Requirements and the Ghs*.
- Utami, S. S. (2017). Analisis Resiko Kesehatan Lingkungan Krom (VI) pada Air Sumur di Sekitar Industri Batik UD Bintang Timur (Studi Kasus di Desa Sumberpakem Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember). *Repository Universitas Negeri Jember*, 1–102. [https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/83371%0Ahttps://repository.unej.ac.id/xmlui/bitstream/handle/123456789/83371/Siti Safarina Utami - 112110101010.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/83371%0Ahttps://repository.unej.ac.id/xmlui/bitstream/handle/123456789/83371/Siti%20Safarina%20Utami%20-%20112110101010.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- 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>
- Widyaningsih, T. (2023). Pengolahan Limbah Cair *Loundry* Dengan Menggunakan Bahan Koagulan Tawas Menjadi Air Bersih Dengan Biaya Rendah. *Jurnal Pendidikan Indonesia : Teori, Penelitian, Dan Inovasi*, 3(3), 1–13. <https://doi.org/10.59818/jpi.v3i3.495>
- Yanti Anita, F., & Simangunsong, D. (2022). Fitoremediasi Orthofosfat Dari Limbah Detergen. *Eureka Media Aksara Repository*, i–57.