

**UJI TOKSISITAS AKUT (LC<sub>50-96 JAM</sub>) DARI LIMBAH DETERJEN DENGAN  
BAHAN AKTIF SURFAKTAN *ALKYL BENZENE SULFONATE* (ABS)  
TERHADAP IKAN MAS (*Cyprinus carpio* Linn)  
PADA BAK-BAK PERCOBAAN**

**SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN**

Oleh :

**LELY RAHMADHANI**

**NIM. 125080100111051**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2016**

**UJI TOKSISITAS AKUT (LC<sub>50-96 JAM</sub>) DARI LIMBAH DETERJEN DENGAN  
BAHAN AKTIF SURFAKTAN *ALKYL BENZENE SULFONATE* (ABS)  
TERHADAP IKAN MAS (*Cyprinus carpio* Linn)  
PADA BAK-BAK PERCOBAAN**

**SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan  
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Brawijaya**

**Oleh :**

**LELY RAHMADHANI**

**NIM. 125080100111051**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2016**

SKRIPSI

UJI TOKSISITAS AKUT (LC<sub>50-96</sub> JAM) DARI LIMBAH DETERJEN DENGAN  
 BAHAN AKTIF SURFAKTAN ALKYL BENZENE SULFONATE (ABS)  
 TERHADAP IKAN MAS (*Cyprinus carpio* Linn)  
 PADA BAK-BAK PERCOBAAN

Oleh :

LELY RAHMADHANI  
 NIM. 125080100111051

telah dipertahankan di depan penguji  
 pada tanggal 3 Juni 2016  
 dan dinyatakan telah memenuhi syarat  
 SK Dekan No. : \_\_\_\_\_  
 Tanggal : \_\_\_\_\_

Dosen Penguji I



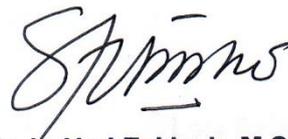
(Andi Kurniawan, S.Pi, M.Eng, D.Sc)  
 NIP. 19790331 200501 1 003  
 Tanggal: 10 JUN 2016

Menyetujui,  
 Dosen Pembimbing I



(Ir. Herwati Umi Subarijanti, MS)  
 NIP. 19520402 198003 2 001  
 Tanggal: 10 JUN 2016

Dosen Pembimbing II



(Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si)  
 NIP. 19610303 198602 2 001  
 Tanggal: 10 JUN 2016

Mengetahui,  
 Ketua Jurusan MSP



(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)  
 NIP. 19620805 198603 2 001  
 Tanggal: 10 JUN 2016



## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, Juni 2016

**Lely Rahmadhani**

## RINGKASAN

**LELY RAHMADHANI.** Skripsi tentang Uji Toksisitas Akut ( $LC_{50-96 \text{ jam}}$ ) Dari Limbah Deterjen Dengan Bahan Aktif Surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) Pada Bak-Bak Percobaan (di bawah bimbingan **Ir. Herwati Umi Subarjanti, MS** dan **Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si**)

---

Pencemaran di Indonesia sampai saat ini masih menjadi masalah utama karena perkembangan pembangunan yang begitu pesat tidak diimbangi dengan usaha pengelolaan kualitas lingkungan. Deterjen merupakan salah satu produk pembersih yang banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia yang berpotensi sebagai limbah cair domestik yang langsung di buang ke badan air. Deterjen tersusun atas bahan aktif berupa surfaktan yang merupakan bahan pembersih utama berkisar 20-30%, bahan pembangun berkisar 70-80% dan bahan tambahan sekitar 2-3%. Surfaktan yang umum digunakan dalam deterjen adalah jenis *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linier Alkyl Sulfonate* (LAS). Deterjen yang mengandung bahan aktif surfaktan ABS merupakan deterjen tergolong keras. Deterjen tersebut sukar dirusak oleh mikroorganisme sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Pembuangan limbah cair deterjen yang berlebihan dapat menjadi salah satu penyebab kematian organisme perairan sehingga perlu dilakukan penelitian uji toksisitas. Uji toksisitas merupakan suatu uji yang digunakan untuk mengetahui efek negatif suatu zat terhadap biota uji, hasil uji ini adalah  $LC_{50}$  yaitu nilai konsentrasi pemaparan zat toksik yang menyebabkan 50% biota uji mati.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui toksisitas akut  $LC_{50-96 \text{ jam}}$  dari limbah deterjen dengan bahan aktif surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan perubahan yang terjadi pada insang ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) serta untuk mengetahui kualitas air (suhu, pH, dan DO). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari – Februari 2016 di Laboratorium Reproduksi, Pembenihan dan Pemuliaan Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dan rancangan perlakuan disusun secara acak (*random*). Penelitian ini dilakukan dalam 2 tahap uji, yaitu uji pendahuluan dan uji sesungguhnya dengan rentang waktu pemaparan selama 96 jam. Dalam percobaan ini menggunakan 5 perlakuan, yaitu 1 kontrol dan 4 wadah dengan konsentrasi limbah deterjen yang berbeda. Pengulangan pada uji pendahuluan dilakukan 2 kali sedangkan pada uji sesungguhnya terdapat 3 kali ulangan. Konsentrasi limbah yang digunakan pada saat uji sesungguhnya yaitu 2,4%, 4,2%, 6,5% dan 8,7%. Data yang diperoleh selanjutnya dihitung melalui metode analisis probit untuk mendapatkan nilai  $LC_{50-96 \text{ jam}}$ .

Hasil uji mortalitas ikan mas terhadap paparan limbah cair deterjen pada bak percobaan selama 96 jam yaitu pada perlakuan kontrol (0%) mortalitas ikan mas 0%, pada konsentrasi 2,4% mortalitas 13,33%; 4,2% mortalitas 33,33%; 6,5% mortalitas 100%; dan 8,7% mortalitas 100%. Hasil perhitungan nilai  $LC_{50}$  dengan menggunakan analisis probit yaitu sebesar 3,56%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada konsentrasi tersebut, dapat menyebabkan kematian hewan uji hingga 50% dalam rentang waktu pemaparan 96 jam. Semakin banyak konsentrasi limbah deterjen yang diberikan, maka semakin tinggi pula nilai persentase mortalitas hewan uji.

Berdasarkan hasil analisis histopatologi insang ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn), menunjukkan bahwa pemberian deterjen dalam konsentrasi yang berbeda

memberikan tingkat perubahan/kerusakan struktural jaringan insang pada ikan mas. Pada konsentrasi 2,4% dan 4,2% menunjukkan kerusakan jaringan yang terjadi belum terlalu kompleks yaitu edema, fusi lamella dan curling. Sedangkan pada konsentrasi sebesar 6,5% dan 8,7% menunjukkan bahwa telah terjadi kerusakan jaringan insang yang cukup parah yang ditandai dengan adanya hiperplasia dan nekrosis.

Parameter kualitas air yang diukur pada penelitian ini yaitu suhu, pH dan DO. Pengukuran kualitas air ini dilakukan setiap 8 jam sekali dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh masukan limbah deterjen ke dalam media percobaan selama penelitian berlangsung. Berdasarkan data yang diperoleh, didapatkan hasil pengukuran kualitas air yaitu nilai rata-rata suhu 24 – 28°C, pH = 6 – 7 dan nilai DO 5,10 – 7,20 mg/l. Walaupun hasil pengukuran kualitas air yang didapatkan cenderung berfluktuatif, namun masih berada pada kisaran normal bagi kehidupan ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) sehingga tidak memberikan pengaruh yang cukup signifikan.

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa nilai LC<sub>50</sub> yang didapatkan dari hasil pemaparan deterjen terhadap ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) yaitu sebesar 3,56%. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian masukan limbah dengan nilai konsentrasi tersebut, dapat menyebabkan kematian hewan uji hingga 50% dalam rentang waktu pemaparan 96 jam. Dari hasil analisis histopatologi insang ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn), menunjukkan bahwa pemberian deterjen dalam konsentrasi yang berbeda memberikan tingkat perubahan/kerusakan struktural jaringan insang pada ikan mas. Dimana semakin tinggi konsentrasi limbah deterjen yang diberikan, gejala kerusakan jaringan yang ditemui juga semakin kompleks. Akibatnya, insang mengalami kerusakan yang parah dan kehilangan fungsi normalnya sehingga akan berdampak pada kematian. Hasil pengukuran kualitas air menunjukkan bahwa kondisi kualitas air pada bak-bak percobaan selama penelitian berlangsung masih berada dalam batas normal dan mampu mendukung kehidupan ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) secara umum.

Saran yang dapat diberikan yaitu berdasarkan penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan tentang seberapa dosis limbah deterjen yang digunakan tidak boleh melebihi dari nilai LC<sub>50</sub> yang didapatkan dari penelitian ini sehingga tidak berpotensi mencemari lingkungan perairan. Selain itu, perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai toksisitas berbagai macam jenis deterjen lainnya yang berada dipasaran terhadap kehidupan ikan maupun organisme lain yang berada diperairan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan penuh rasa syukur dan bangga, atas selesainya penelitian dan penulisan skripsi ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Ibu Ir. Herwati Umi Subarijanti, MS dan Ibu Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran serta kesabaran dalam membimbing penulis sehingga skripsi ini dapat selesai.
2. Bapak Andi Kurniawan, S.Pi, M.Eng, D.Sc selaku dosen penguji yang telah berkenan hadir pada saat ujian skripsi, memberikan arahan serta saran kepada penulis
3. Orang tua Tercinta, Ibunda Sunarsih dan Ayahanda Supriadi, Adikku tersayang M. Dzaki Alvaro serta segenap keluarga besar, terimakasih atas do'a, dukungan kasih sayang dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
4. Seluruh staf Lab. Reproduksi, Pembenuhan dan Pemuliaan Ikan FPIK serta pihak UPBAT Punten yang telah membantu penulis dan berbagai fasilitas lain selama penelitian.
5. Untuk orang terkasih Royyan Firdaus yang telah memberikan perhatian dan dukungan dalam setiap perjuanganku.
6. Fatin, Melly, Adinda, Swindu, Panca, Nila, dan semua teman-teman MSP 2012 yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Malang, Juni 2016

Penulis

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkat, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini yang berjudul **“Uji Toksisitas Akut (LC<sub>50-96 jam</sub>) Dari Limbah Deterjen dengan Bahan Aktif Surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus Carpio* Linn) pada Bak-Bak Percobaan”** Laporan Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan dalam meraih gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangatlah diharapkan penulis dalam mencapai kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis mengharapkan semoga penelitian ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis dan pihak lain yang membutuhkan. Terima kasih.

Malang, Juni 2016

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>RINGKASAN</b> .....	i
<b>UCAPAN TERIMAKASIH</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ix
<b>1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Kegunaan Penelitian .....	6
1.5 Tempat dan Waktu Penelitian .....	7
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Deterjen .....	8
2.1.1 Definisi Deterjen .....	8
2.1.2 Bahan Aktif Surfaktan Deterjen .....	9
2.1.3 Karakteristik Limbah Cair Deterjen .....	11
2.1.4 Sumber Limbah Cair Deterjen .....	12
2.1.5 Dampak Pencemaran Limbah Deterjen .....	12
2.2 Toksikologi .....	14
2.2.1 Definisi Toksikologi .....	14
2.2.2 Uji Toksisitas .....	15
2.2.3 <i>Lethal Concentration (LC<sub>50</sub>)</i> .....	17
2.3 Histopatologi Insang Ikan Mas .....	18
2.4 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Mas ( <i>Cyprinus carpio</i> Linn) .....	21
2.4.1 Klasifikasi Ikan Mas .....	21
2.4.2 Morfologi dan Habitat Ikan Mas .....	21
2.5 Parameter Kualitas Air .....	23
2.5.1 Suhu .....	23
2.5.2 Nilai Keasaman (pH) .....	24
2.5.3 Oksigen Terlarut (DO) .....	24

### 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian .....	26
3.2 Alat dan Bahan .....	26
3.3 Metode Penelitian .....	26
3.4 Lokasi Pengambilan Sampel .....	27
3.5 Rancangan Penelitian .....	28
3.6 Tahapan Penelitian .....	30
3.6.1 Pengadaptasian Hewan Uji (Aklimatisasi) .....	30
3.6.2 Uji Pendahuluan.....	30
3.6.3 Uji Sesungguhnya .....	32
3.6.4 Analisis Data .....	33
3.7 Metode Pengukuran Parameter Kualitas Air .....	34
3.7.1 Suhu .....	34
3.7.2 Nilai Keasaman (pH) .....	34
3.7.3 Oksigen terlarut (DO) .....	35
3.7.4 Prosedur Pembuatan Preparat Insang Ikan Mas .....	35

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Toksisitas Akut Limbah Deterjen Bahan Aktif Surfaktan ABS Ikan Ikan Mas ( <i>Cyprinus carpio</i> Linn) .....	37
4.1.1 Hasil Uji Pendahuluan .....	37
4.1.2 Hasil Uji Sesungguhnya .....	38
4.2 Analisis Histopatologi Insang Ikan Mas .....	43
4.3 Hasil Analisis Limbah Cair Deterjen Laundry MEKARSARI .....	46
4.4 Parameter Kualitas Air .....	50
4.4.1 Suhu .....	50
4.4.2 Nilai Keasaman (pH) .....	52
4.4.3 Oksigen Terlarut (DO) .....	53

### 5. KESIMPULAN DAN SARAN

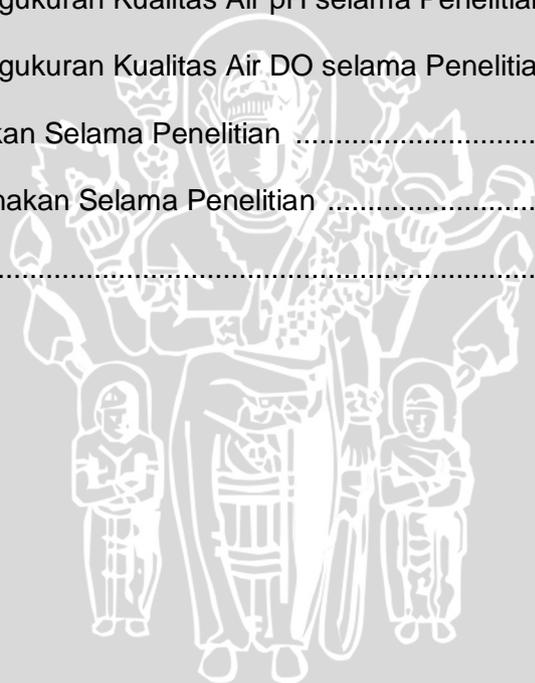
5.1 Kesimpulan .....	55
5.2 Saran .....	55

DAFTAR PUSTAKA .....	57
----------------------	----

LAMPIRAN .....	64
----------------	----

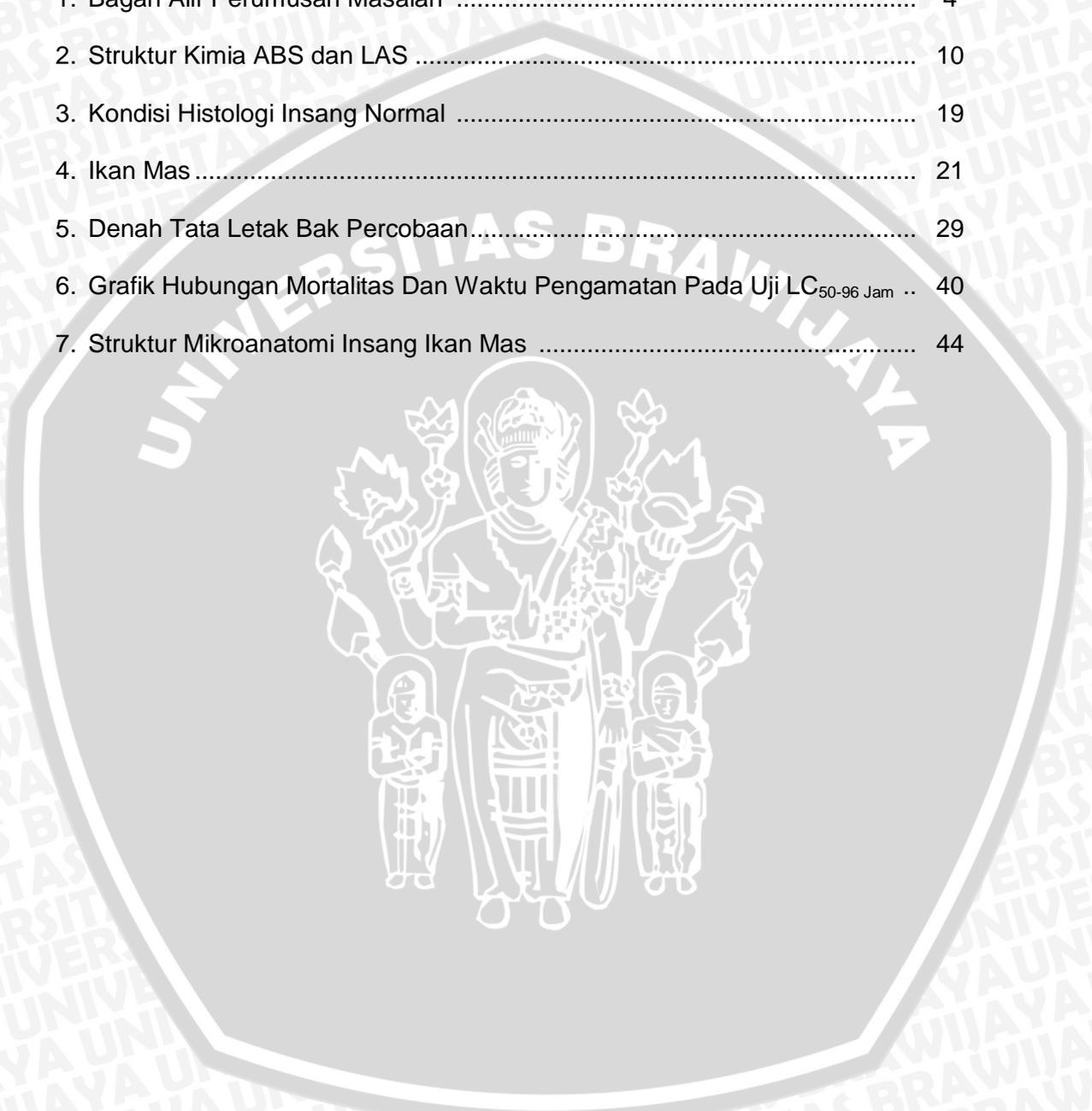
## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data Mortalitas Ikan Mas pada Uji Pendahuluan .....	37
2. Data Mortalitas Ikan Mas pada Uji Sesungguhnya .....	38
3. Kondisi Ikan Mas Secara Visual Pada Pada Uji Sesungguhnya .....	42
4. Hasil Analisis Limbah Cair Deterjen Dari Usaha <i>Laundry</i> MEKARSARI.....	46
5. Hasil Kisaran Pengukuran Kualitas Air .....	50
6. Hasil Kisaran Pengukuran Kualitas Air Suhu selama Penelitian .....	51
7. Hasil Kisaran Pengukuran Kualitas Air pH selama Penelitian .....	52
8. Hasil Kisaran Pengukuran Kualitas Air DO selama Penelitian .....	53
9. Alat yang Digunakan Selama Penelitian .....	64
10. Bahan yang Digunakan Selama Penelitian .....	65
11. Skala Rand .....	66



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Alir Perumusan Masalah .....	4
2. Struktur Kimia ABS dan LAS .....	10
3. Kondisi Histologi Insang Normal .....	19
4. Ikan Mas .....	21
5. Denah Tata Letak Bak Percobaan.....	29
6. Grafik Hubungan Mortalitas Dan Waktu Pengamatan Pada Uji LC <sub>50-96</sub> Jam ..	40
7. Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Mas .....	44



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan Penelitian .....	64
2. Tabel Skala Rand .....	66
3. Perhitungan Pengenceran Larutan Uji .....	67
4. Transformasi Nilai Probit .....	69
5. Mortalitas Ikan Mas Pada Uji Pendahuluan (Per Hari) .....	71
6. Mortalitas Ikan Mas Pada Uji Toksisitas Akut (LC <sub>50-96 jam</sub> ) (Per Hari) .....	73
7. Perhitungan LC <sub>50-96 jam</sub> (Analisis Probit) .....	75
8. Hasil Uji Laboratorium Terhadap Limbah <i>Laundry</i> MEKARSARI .....	76
9. Data Parameter Kualitas Air .....	77



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pencemaran di Indonesia sampai saat ini masih menjadi masalah utama karena perkembangan pembangunan yang begitu pesat tidak diimbangi dengan usaha pengelolaan kualitas lingkungan. Terjadinya pencemaran disebabkan karena limbah industri maupun domestik yang dibuang ke dalam perairan tanpa diolah terlebih dahulu atau diolah tetapi kadar polutannya masih di atas baku mutu yang ditetapkan. Salah satu limbah cair domestik yang langsung di buang ke badan air adalah air deterjen, dimana masyarakat menggunakan deterjen sebagai bahan pembersih di rumah tangga (Rosita, *et al.*, 2013). Menurut Hie (2010), deterjen merupakan salah satu produk pembersih yang banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia. Menurut data *Indonesian Commercial Newsletter*, total konsumsi deterjen untuk wilayah Indonesia pada tahun 2010 mencapai 449.100 ton dan diperkirakan akan terus meningkat sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk di Indonesia setiap tahun.

Jasa *laundry* merupakan salah satu usaha di bidang pencucian pakaian yang berpotensi untuk menghasilkan limbah cair deterjen dalam jumlah besar. Hal ini dapat dilihat dari perkembangan ekonomi yang sangat pesat, sehingga masyarakat cenderung memilih kegiatan kerumahtanggaan dengan hal – hal yang praktis, misalnya dalam pencucian baju diserahkan kepada usaha jasa pencucian baju atau *laundry* (Esmiralda, *et al.*, 2012). Pratiwi. *et al.* (2012), menyatakan bahwa kehadiran jasa *laundry* ini dapat membawa manfaat yang cukup besar bagi perekonomian dengan mengurangi jumlah pengangguran serta meningkatkan taraf hidup manusia. Namun air limbah *laundry* tersebut apabila dibuang ke badan air atau lingkungan terus menerus tanpa diolah terlebih dahulu maka dapat menimbulkan masalah pencemaran pada perairan.

Menurut Komarawidjaja (2004), deterjen merupakan bahan pencuci yang efektif karena didalamnya terkandung campuran berbagai bahan, yang digunakan untuk membantu pembersihan dan terbuat dari bahan-bahan turunan minyak bumi, bahan kimia seperti sulfur, natrium, kalium, ethylene, alkohol dll. Deterjen tersusun atas bahan aktif berupa surfaktan yang merupakan bahan pembersih utama, bahan pembangun dan bahan tambahan (Kenz, 1992 dalam Nugraha, 2001). Cordova (2008) menambahkan kandungan surfaktan dalam deterjen 20-30%, sedangkan 70-80% sisanya merupakan bahan pembentuk. Surfaktan yang umum digunakan dalam deterjen adalah jenis *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) yang memiliki rantai bercabang dan *Linier Alkyl Sulfonate* (LAS) yang memiliki rantai lurus.

*Alkyl Benzene Sulfonat* (ABS) merupakan salah satu jenis surfaktan anionik yang merupakan komponen utama pembentuk deterjen anionik yang bersifat sebagai zat aktif permukaan (*surface active agent*), yaitu zat yang menyebabkan turunnya tegangan permukaan air sehingga air dapat dengan mudah meresap ke dalam kain yang dicuci. Hampir semua deterjen yang digunakan di Indonesia mengandung ABS. Penggunaan ABS sebagai bahan aktif deterjen dikarenakan harganya yang relatif lebih murah dan kemampuannya yang tinggi dalam membersihkan kotoran (Purnomo, 1992). Deterjen yang mengandung ABS ternyata mempunyai kekurangan, yaitu bersifat tidak terbiodegradasi karena memiliki rantai alkil bercabang, yaitu tidak dapat diurai oleh mikroorganisme dan bentuknya tetap stabil dalam lingkungan sesuai bentuk aslinya, sehingga apabila terakumulasi dalam jumlah yang banyak dapat menyebabkan pencemaran di lingkungan perairan (Esmiralda, *et al.*, 2012).

Efek yang dapat ditimbulkan jika deterjen jenis *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dalam air sulit diuraikan antara lain terbentuknya film akan menyebabkan

menurunnya tingkat transfer oksigen ke dalam air dan pada konsentrasi yang melebihi ambang batas yang ditentukan dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang cukup serius bagi organisme perairan (Santi, 2009). Beberapa publikasi mengungkapkan bahwa keberadaan deterjen dalam suatu badan air dapat merusak insang sebagai organ pernafasan ikan akibat busanya yang menutupi permukaan perairan. Menurut Wong (2000), insang merupakan organ pertama yang berhubungan langsung dengan bahan toksik di dalam perairan, dengan permukaan yang luas dan terbuka, maka mengakibatkan bagian ini menjadi sasaran utama bagi bahan toksik yang ada di dalam perairan. Moyes (2006) menambahkan bahwa faktor yang menyebabkan respon histopatologi ikan adalah adanya zat penyebab iritasi yang terus menerus masuk ke dalam sel atau jaringan dan kemudian dapat mempengaruhi kehidupan organisme.

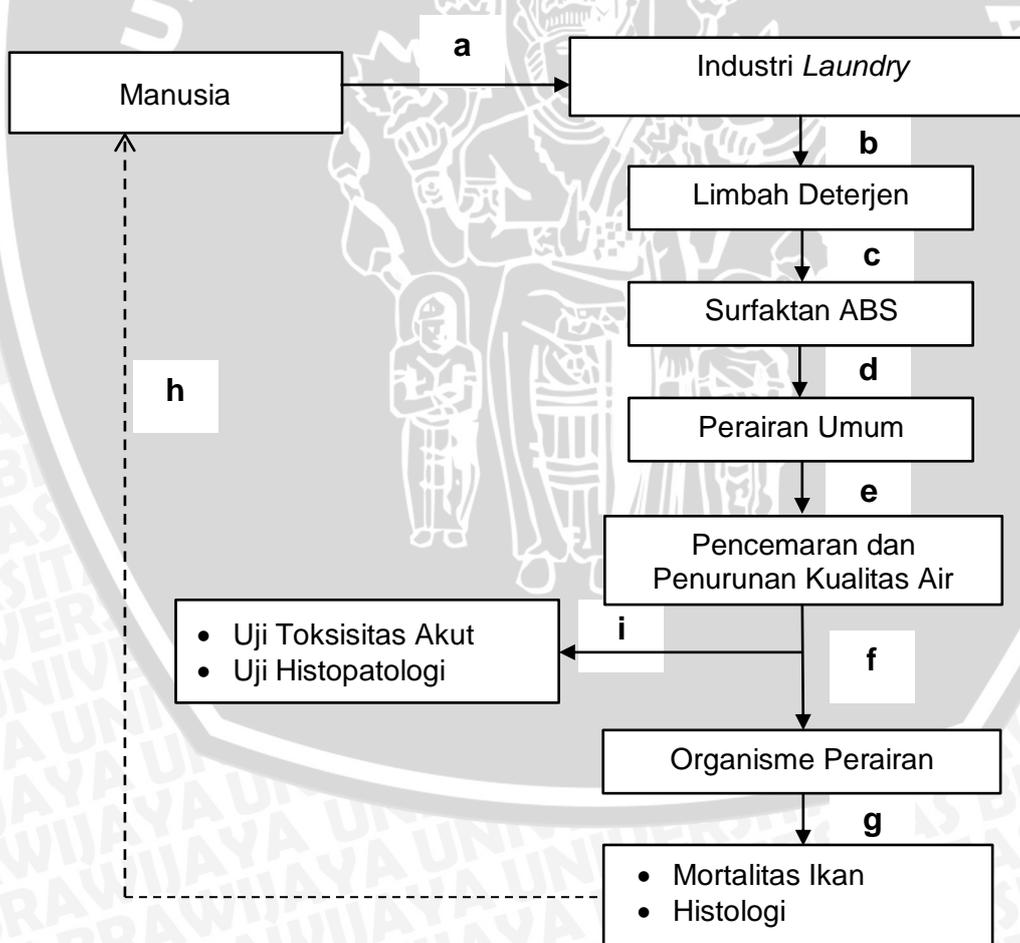
Limbah cair deterjen yang berasal dari jasa *laundry* yang dibuang ke perairan tanpa proses pengolahan terlebih dahulu dapat menjadi salah satu sumber pencemar yang menyebabkan kematian organisme perairan sehingga perlu dilakukan penelitian uji toksisitas. Uji toksisitas merupakan suatu uji yang digunakan untuk mengetahui efek negatif suatu zat terhadap biota uji, hasil uji ini adalah  $LC_{50}$  yaitu nilai konsentrasi pemaparan zat toksik yang menyebabkan 50% biota uji mati (Smith *et al.*, 2001). Uji toksisitas akut dengan menggunakan hewan uji merupakan salah satu bentuk penelitian toksikologi perairan yang berfungsi untuk mengetahui apakah air buangan atau badan perairan penerima mengandung senyawa toksik dalam konsentrasi yang menyebabkan toksisitas akut (Esmiralda, 2010).

Menurut Husni (2012), mengatakan bahwa salah satu organisme yang dapat digunakan sebagai indikator ekologis dan terstandar sebagai hewan uji adalah ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn). Ikan mas adalah salah satu jenis ikan yang memenuhi persyaratan tersebut karena ikan ini sangat peka, mudah

dipelihara, penyebarannya merata, mudah ditemukan, dan memenuhi syarat untuk uji toksisitas (Pratiwi, *et al.*, 2012). Uji toksisitas lebih ditekankan pada tingkat kematian ikan, sedangkan untuk kerusakan di level jaringan insang dilakukan dengan uji histopatologi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan pengamatan tentang uji toksisitas akut ( $LC_{50-96 \text{ jam}}$ ) dari limbah deterjen dengan bahan aktif surfaktan ABS (*Alkyl Benzene Sulfonat*) terhadap ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn).

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan dapat dirumuskan masalah pada Gambar 1 berikut ini :



**Gambar 1.** Bagan alir perumusan masalah

Keterangan:

- a. Beragam dan banyaknya aktivitas manusia untuk memenuhi kesejahteraan ekonomi, khususnya usaha di bidang industri *laundry*.
- b. Pada industri *laundry* ini dihasilkan limbah cair deterjen dalam skala besar.
- c. Salah satu surfaktan yang digunakan dalam deterjen saat ini adalah *alkyl benzene sulfonate* (ABS), yang termasuk dalam deterjen keras (*hard detergent*) dan sukar dirusak oleh mikroorganisme (*non biodegradable*)
- d. Penggunaan deterjen dengan bahan aktif surfatan ABS yang semakin meluas berdampak negatif terhadap akumulasi surfaktan pada badan-badan perairan. Limbah ini umumnya dibuang secara langsung ke perairan umum tanpa pengolahan terlebih dahulu.
- e. Limbah cair deterjen yang langsung dibuang ke perairan umum tersebut banyak mengandung bahan kimia berbahaya sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran dan penurunan kualitas perairan.
- f. Terjadinya pencemaran dan penurunan kualitas perairan ini tentu akan memberikan dampak pada organisme yang hidup di perairan tersebut
- g. Dampak yang timbul akibat air yang tercemar limbah deterjen antara lain baik terjadinya kerusakan pada jaringan dan organ tubuh ikan bahkan kematian atau mortalitas dari organisme tersebut.
- h. Semakin tinggi tingkat kematian dari organisme perairan akan menurunkan populasi ikan di perairan tersebut dan berdampak pada pemenuhan konsumsi ikan bagi manusia.
- i. Dari masalah tersebut maka perlu dilakukan uji toksisitas dan histopatologi untuk mengetahui pengaruh buangan limbah deterjen dengan bahan aktif ABS (*Alkyl Benzene Sulfonate*) terhadap perubahan/kerusakan struktural jaringan insang dan kematian ikan, khususnya ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn).

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian uji toksisitas akut ( $LC_{50}$ ) limbah deterjen dengan bahan aktif surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) terhadap ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) ini adalah :

1. Mengetahui nilai *Lethal Concentration* ( $LC_{50-96 \text{ jam}}$ ) dari limbah deterjen bahan aktif surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn).
2. Mengetahui kualitas air selama penelitian berlangsung antara lain suhu, nilai keasaman (pH) dan oksigen terlarut (DO).
3. Mengetahui perubahan atau kerusakan struktural jaringan insang ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) setelah terpapar oleh limbah deterjen dengan bahan aktif surfaktan ABS.

### 1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi secara detail mengenai bahaya limbah deterjen dengan bahan aktif surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) sebagai zat pencemar terhadap lingkungan perairan terhadap ikan mas. Adapun manfaat secara khusus yaitu sebagai berikut :

1. Mahasiswa

Dapat memberi informasi, menambah wawasan dan pengetahuan tentang efek toksik limbah deterjen dengan bahan aktif surfaktan ABS terhadap ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) dan menentukan nilai  $LC_{50-96 \text{ Jam}}$  dari limbah deterjen tersebut.

2. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan

Dapat digunakan sebagai informasi dalam bidang keilmuan yang berguna untuk penelitian lebih lanjut tentang pengaruh limbah deterjen dengan

bahan aktif surfaktan ABS terhadap perubahan atau kerusakan struktural jaringan insang ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) hingga menyebabkan kematian melalui uji toksisitas akut ( $LC_{50-96}$  Jam). Selain itu juga dapat digunakan sebagai kepustakaan yang bermanfaat untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan peningkatan pembekalan di bangku perkuliahan.

### 3. Lembaga Perguruan Tinggi

Sebagai informasi penting yang dapat digunakan sebagai bahan kepustakaan dan wawasan dasar untuk penelitian yang lebih lanjut.

### 4. Pemerintah

Dapat digunakan sebagai informasi dan bahan pertimbangan perumusan kebijakan dalam rangka pelestarian sumberdaya perairan.

## 1.5 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian mengenai uji toksisitas akut ( $LC_{50-96}$  Jam) dari limbah deterjen bahan aktif surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) terhadap ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) ini dilaksanakan pada bulan Januari – Februari 2016 dan bertempat di Laboratorium Reproduksi, Pembenihan dan Pemuliaan Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Deterjen

#### 2.1.1 Definisi Deterjen

Deterjen berasal dari bahasa latin *detergere* yang berarti membersihkan. Deterjen dalam arti luas merupakan bahan yang digunakan sebagai pembersih, termasuk sabun cuci piring alkali dan cairan pembersih yang mengandung senyawa petrokimia atau surfaktan sintetik lainnya (Darmawanti, 2002). Deterjen adalah bahan pembersih seperti halnya sabun, akan tetapi mempunyai kelebihan dapat bekerja pada air sadah dan dapat bekerja pada kondisi asam maupun basa (Sopiah, 2006). Connel dan Miller (1995) dalam Azizah (2010), menambahkan bahwa deterjen merupakan suatu bahan kimia organik sintesis yang dapat bereaksi dengan air dan menyebabkan pembentukan busa dan pengaruh lainnya yang memungkinkan untuk membersihkan atau mencuci baik dalam industri maupun untuk tujuan rumah tangga.

Deterjen dapat berbentuk cair (*liquid*), pasta, atau serbuk (*powder*) yang tersusun atas konstituen bahan aktif pada permukaannya dan berbagai macam bahan penyusun (Kent, 1992 dalam Nugraha, 2001). Deterjen tersusun atas beberapa komponen bahan, yaitu surfaktan (*surface active agents*), zat pembangun (*builders*), serta bahan-bahan tambahan (*additive substance*) (Connel dan Miller, 1995 dalam Santoso, 2010). Sopiah (2006) menambahkan bahwa komposisi kimia deterjen dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu zat aktif permukaan (surfaktan) berkisar 20 - 30%, bahan penguat (*builders*) berkisar 70 - 80% dan bahan-bahan lainnya (pemutih, pewangi, bahan penimbul busa) sekitar 2 - 8%, dimana surfaktan merupakan bahan pembersih utama dalam deterjen dan *builders* (bahan pembangun) berfungsi untuk meningkatkan daya bersih deterjen.

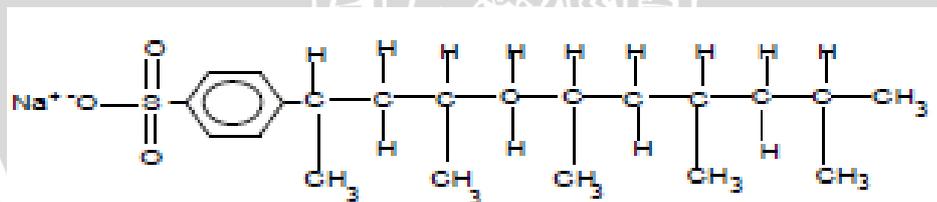
### 2.1.2 Bahan Aktif Surfaktan Deterjen

Surfaktan merupakan suatu bahan yang dapat menyebabkan turunnya tegangan permukaan cairan. Karena sifatnya yang dapat menurunkan tegangan permukaan cairan terutama air, sehingga menurunkan tegangan permukaan kotoran terhadap tegangan permukaan bahan yang dibersihkan. Selain sebagai bahan pembersih, surfaktan juga berfungsi sebagai bahan pengemulsi, demulsi, antifoam, penghasil busa, germisida, bahan pembasah dan pencelup serta banyak aplikasi lain (Kline, 1991 dalam Nuhraha, 2001). Molekul surfaktan bersifat bipolar, dimana salah satu ujung molekul bersifat nonpolar dan larut dalam kotoran (hidrofobik), ujung lainnya bersifat polar sehingga larut dalam air (hidrofilik) (Cordova, 2008). Rantai hidrofobik dan hidrofilik ini berfungsi seimbang, sehingga surfaktan bekerja dengan baik dalam perairan (Kent, 1992 dalam Darmawanti, 2002).

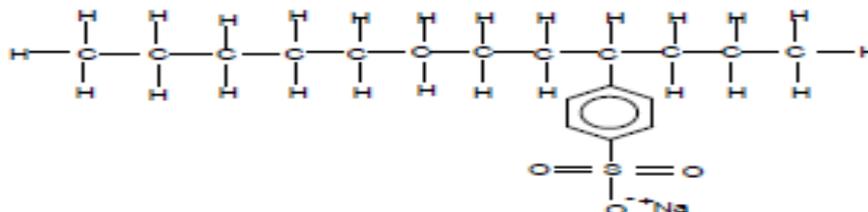
Abel (1974) mengelompokkan deterjen berdasarkan daya ionisasi surfaktan dalam air ke dalam tiga kelompok, yaitu anionik, non ionik dan kationik. Surfaktan anionik merupakan jenis surfaktan yang memiliki unsur utama ion natrium ( $\text{Na}^+$ ) dan alkil sulfat. Manahan (1994) dalam Cordova (2008) menambahkan surfaktan dengan alkil sulfat ini seperti ABS (*Alkyl Benzene Sulfonate*) dan LAS (*Linear Alkyl Sulfonates*). Surfaktan nonionik seperti, *nonyl phenol polyethoxyle*, memiliki sifat yang sama seperti surfaktan anionik, daya pembersihnya lebih baik. Surfaktan kationik merupakan surfaktan dengan bahan pembentuk utama garam ammonium hidroksida, surfaktan jenis ini memiliki keunggulan sebagai disinfektan medis dan laboratorium saat tidak ada air panas untuk menghilangkan bakteri patogen berbahaya. Tetapi karena dibutuhkan biaya produksi yang lebih besar untuk pembuatan surfaktan nonionik dan kationik, sehingga produsen deterjen lebih banyak memproduksi surfaktan anionik. Komarawidjaja (2004), mengatakan bahwa hampir semua jenis deterjen untuk

penggunaan rumah tangga termasuk kelompok deterjen anionik (>75%), sedangkan deterjen kationik lebih banyak dipakai oleh kegiatan industri, pertambangan dan perkapalan. Menurut Santoso (2010), total produksi surfaktan anionik menempati peringkat tertinggi yaitu sekitar 66% dari total produksi surfaktan dunia, sedangkan surfaktan non-ionik hanya 24%, dan kationik 9%.

Jenis surfaktan yang umumnya digunakan pada deterjen adalah tipe anionik dalam bentuk sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) dan sulfonat ( $\text{SO}_3^-$ ). Berdasarkan rumus bangun kimianya, deterjen golongan sulfonat dibedakan menjadi jenis bercabang terdiri dari; (1) deterjen keras (*hard detergent*) yaitu *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) bersifat *non-biodegradable* sehingga sukar diuraikan oleh mikroorganisme perairan; dan (2) deterjen lunak (*soft detergent*) yaitu *Linier Alkyl Sulfonate* (LAS) bersifat *biodegradable* yang berantai karbon panjang dan lurus, sehingga mudah diuraikan oleh mikroorganisme (Sopiah dan Chaerunisa, 2006). Struktur kimia *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linier Alkyl Sulfonate* (LAS) ditunjukkan pada Gambar 2.



*Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS)



*Linier Alkyl Sulfonate* (LAS)

**Gambar 2.** Struktur kimia *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linier Alkyl Sulfonate* (LAS) (Winarno, et al., 2006)

### 2.1.3 Karakteristik Limbah Cair Deterjen

Menurut Mahida (1984) dalam Prayitno (2006), limbah cair adalah sampah cair dari suatu lingkungan masyarakat dan terutama terdiri dari air yang telah dipergunakan dengan hampir 0,1%-nya berupa benda-benda padat yang terdiri dari zat organik dan anorganik. Limbah cair yang dihasilkan pada umumnya terbatas pada sampel cair yang karena alasan warna, isinya yang padat, kandungan anorganik atau organik, kadar garam, keasaman dan sifat-sifat khas mereka yang dapat menimbulkan masalah pencemaran air.

Deterjen merupakan salah satu produk komersial yang digunakan untuk menghilangkan kotoran pada pencucian pakaian di industri *laundry* maupun rumah tangga. Limbah deterjen industri *laundry* ini akan menyebabkan turunnya kualitas bahan baku mutu perairan (Yuliani, *et. al.*, 2015). Menurut Suparjo (2010), limbah deterjen yang kerap di buang ke perairan dan tanpa pengolahan dengan baik akan berakibat terakumulasinya surfaktan pada badan perairan yang akan menimbulkan masalah pendangkalan perairan akibat dari menumpuknya sedimentasi di perairan dan terhambatnya transfer oksigen. Hal tersebut menyebabkan proses penguraian secara aerobik menjadi terganggu dan berdampak pada laju biodegradasi berjalan sangat lambat, selain itu kandungan oksigen terlarut dalam perairan tersebut akan menjadi rendah.

Suastuti *et al.* (2015), menyatakan bahwa kandungan surfaktan dalam air limbah akan mempengaruhi nilai BOD dan COD dari limbah tersebut, apabila kandungan surfaktan dalam air limbah tinggi maka nilai BOD dan COD pada limbah tersebut juga semakin tinggi karena senyawa organik yang terkandung dalam limbah tersebut juga tinggi. Karakteristik limbah cair *laundry* yang diukur dalam penelitian ini terdiri atas TSS, BOD, COD, fosfat, MBAS (deterjen), dan pH. Hasil pengukuran yang didapat dibandingkan dengan Keputusan Peraturan

Gubernur Jatim No.52 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya.

#### 2.1.4 Sumber Limbah Cair Deterjen

Limbah cair dapat digolongkan ke dalam dua bagian menurut sumber pencemarnya, yaitu limbah cair industri dan limbah cair domestik atau rumah tangga (Setyorini, 2014). Menurut Halang (2004), air limbah rumah tangga merupakan sumber yang banyak ditemukan di lingkungan. Salah satu komponennya yang dapat berdampak buruk bagi lingkungan berasal dari deterjen karena manusia pasti menggunakan deterjen setiap harinya sebagai bahan pembersih di rumah tangga.

Salah satu sumber pencemar yang sangat potensial dan menimbulkan dampak penting bagi lingkungan yaitu limbah *laundry*. Sumber limbah cair *laundry* dihasilkan dari sisa proses pencucian baju sehingga mengakibatkan kekeruhan dan menghalangi sinar matahari masuk ke dalam air (Stefhany *et. al*, 2013). Menurut Astuti dan Mersi (2015) usaha *laundry* dalam prosesnya menggunakan deterjen dan sabun sebagai bahan pencuci. Akan tetapi deterjen lebih sering digunakan daripada sabun karena deterjen dapat menghasilkan busa yang lebih banyak dibandingkan dengan sabun yang menurut kebanyakan orang banyaknya busa mampu menghilangkan kotoran yang berada di pakaian mereka.

#### 2.1.5 Dampak Pencemaran Limbah Deterjen

Pencemaran lingkungan perairan dapat disebabkan oleh berbagai kegiatan masyarakat yang membuang limbah ke dalam perairan tanpa melakukan pengolahan terlebih dahulu. Misalnya limbah domestik, limbah industri, limbah perkotaan, dan limbah rumah tangga, salah satu limbah yang dibuang adalah

deterjen. Sumber utama air limbah rumah tangga masyarakat Indonesia berasal dari buangan ratusan ribu ton deterjen yang mengandung fosfor serta bahan organik lainnya ke saluran air, yang akibatnya juga mencemarkan perairan (Megawati *et al.*, 2015). Air limbah deterjen yang dibuang ke perairan tanpa pengelolaan terlebih dahulu dapat menimbulkan gangguan baik terhadap lingkungan maupun terhadap kehidupan organisme perairan yang ada. Adapun dampak dari pencemaran limbah deterjen antara lain yaitu:

a. Gangguan Terhadap Lingkungan Sekitar

Penggunaan deterjen yang meningkat akan berdampak negatif terhadap akumulasi surfaktan pada badan-badan perairan (Chaerunisa dan Sopiah, 2006). Beberapa pengaruh limbah deterjen terhadap lingkungan antara lain gangguan terhadap estetika oleh adanya busa putih di permukaan perairan, penurunan kadar oksigen terlarut perairan, kombinasi antara polyphospat dengan surfaktan dalam deterjen dapat mempertinggi kandungan fosfat dalam air. Kandungan fosfat yang tinggi dapat merangsang tumbuhnya gulma air (Bourdeau dan Treshow, 1978 *dalam* Yuliani *et al.*, 2015). Peningkatan gulma air akan menyebabkan peningkatan penguraian fosfat, dan penghambatan pertukaran oksigen dalam air, sehingga kadar oksigen terlarut dalam air amat rendah (mikroaerofil). Hal ini dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi yang dapat menimbulkan warna pada air (Sitorus, 1997).

b. Gangguan Terhadap Kehidupan Organisme Perairan

Pengamatan mengenai pengaruh deterjen terhadap organisme perairan telah dilakukan oleh banyak peneliti. Suwarno (1987) *dalam* Darmono (2003), menyatakan bahwa deterjen merupakan racun yang kuat bagi ikan dan mampu merubah lingkungan perairan menjadi kurang layak bagi organisme perairan. Kerusakan organ pada ikan yang cukup nyata akibat dari deterjen adalah iritasi permukaan insang sehingga menyebabkan gangguan pernafasan. Darmawanti

(2002), menambahkan bahwa pengaruh adanya surfaktan bagi organisme diantaranya dapat menurunkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan mas, serta mengurangi daya tarik terhadap pakan (pelet) dalam hal rasa dan bau sehingga menghambat proses penyerapan makanan dalam sistem pencernaan.

### c. Gangguan Terhadap Kesehatan

Deterjen dibuat dari bahan kimia yang bersifat keras dan lunak. Keras-lunaknya deterjen tergantung pada pH, gugus fungsi bahan kimia penyusun deterjen dan panjang rantai gugus alkil. Deterjen pHnya sangat basa (9,5 - 12), bersifat korosif, iritasi pada kulit (Sopiah dan Chaerunisah, 2006). ABS juga dapat mengganggu kesehatan hewan dan manusia, yaitu menyebabkan iritasi pada kulit dan mata, kerusakan pada hati dan ginjal. Pada manusia, konsentrasi 0,1- 10% SLS (*sodium lauryl sulfate*) dari gugus *alkyl benzene sulfonat* dapat menyebabkan iritasi kulit. Sebuah riset menunjukkan bahwa SLS dapat memasuki dan meninggalkan residu di jantung, hati, paru-paru, dan otak melalui kontak dari kulit. Selain itu, SLS juga dapat menurunkan sistem kekebalan tubuh terutama di daerah sekitar kulit karena adanya denaturasi protein (NHIC, 2003 dalam Berlianti, 2005).

## 2.2 Toksikologi

### 2.2.1 Definisi Toksikologi

Toksikologi merupakan ilmu tentang berbahayanya zat kimia didalam mekanisme biologi. Dimana hal ini telah berkembang menjadi tiga bagian pokok yaitu toksikologi lingkungan, ekonomi (segi manfaatnya), dan kehakiman (forensik), dimana masing-masing memiliki kualifikasi akademi atau tujuan penelitian dan berbagai tipe ahli toksikologinya (Loomis, 1978 dalam Ramdhini, 2010). Sedangkan toksikologi menurut Sulistyowati (2008) didefinisikan sebagai ilmu tentang aksi berbahaya suatu zat kimia didalam jaringan biologi. Definisi ini

mengandung makna bahwa didalam tubuh dalam kondisi tertentu zat kimia ini dapat berinteraksi dengan jaringan tubuh, sehingga mengakibatkan timbulnya efek berbahaya atau toksik dengan wujud dan sifat tertentu.

Uji toksisitas merupakan bagian dari bidang toksikologi yaitu ilmu mengenai aksi berbahaya suatu zat kimia, atau mekanisme biologi tertentu. Setiap zat kimia pada kondisi tertentu mampu menimbulkan suatu tipe efek atas jaringan biologi, oleh karena itu uji toksikologi merupakan uji yang menentukan kondisi yang dapat menimbulkan efek biologi. Bahan yang dapat menyebabkan kerusakan atau kematian pada sistem biologi disebut sebagai racun. Bahan-bahan tersebut dapat berasal dari sumber alam maupun sintesis (Loomis, 1978 dalam Ramdhini, 2010). Oleh sebab itu, pendekatan toksikologi seharusnya dilakukan untuk mengetahui berbagai efek zat kimia dari berbagai sistem biologi, dengan menekankan pada mekanisme efek berbahayanya suatu zat kimia dan mengetahui dimana efek berbahaya itu terjadi (Wirasuta dan Niruri, 2006).

Penelitian toksikologi dalam perairan dapat dilakukan untuk mengidentifikasi atau mengetahui apakah suatu perairan mengandung senyawa toksik dalam konsentrasi tertentu yang menyebabkan toksisitas akut atau toksisitas kronis. Penelitian ini juga dapat digunakan untuk menentukan toksisitas suatu senyawa. Uji toksisitas ini dapat dilakukan baik dilaboratorium maupun di tempat (*on site*) dengan ijin dari yang berwenang (EPA, 1992).

### 2.2.2 Uji Toksisitas

Menurut Halang (2004), toksisitas adalah sifat relatif toksikan berkaitan dengan potensinya mengakibatkan efek negatif bagi makhluk hidup. Toksisitas dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain komposisi dan jenis toksikan, konsentrasi toksikan, durasi dan frekuensi pemaparan, sifat lingkungan, dan spesies biota penerima. Amiria (2008), menjelaskan bahwa toksisitas

didefinisikan sebagai segala hal yang memiliki efek berbahaya dari zat kimia atau obat pada organisme target. Oleh karena itu uji toksisitas diperlukan untuk mengetahui tingkat toksis suatu senyawa tertentu di dalam perairan.

Menurut Guthrie dan Perry (1980), beberapa istilah yang digunakan untuk menggambarkan dampak yang diakibatkan dari toksikan yaitu :

- a. *Akut* : merupakan respon terhadap stimulus yang menimbulkan efek parah dan terjadi secara cepat dan singkat. Pada ikan dan organisme air biasanya pengujian dilakukan dalam waktu 4 hari (96 jam), pada hewan mamalia dilakukan dalam waktu 24 jam sampai 2 minggu. Jumlah mortalitas pada hewan uji biasanya digunakan untuk menentukan seberapa besar pengaruh bahan toksik tersebut.
- b. *Sub akut* : merupakan respon terhadap stimulus yang kurang parah jika dibandingkan dengan respon akut. Perlu waktu yang lebih lama sehingga menjadi kronis.
- c. *Kronis* : merupakan respon terhadap stimulus yang terjadi secara terus menerus dalam waktu yang lama, yaitu sekitar 1%-10% dari total waktu hidup organisme. Untuk tujuan *biossay* uji kronis untuk organisme air, spesies tes diteliti pada seluruh siklus hidupnya untuk menentukan efek terhadap pertumbuhan, reproduksi dan perkembangan.
- d. *Lethal* : merupakan respon suatu stimulus dari konsentrasi yang menyebabkan mortalitas secara langsung.
- e. *Sub lethal* : merupakan respon suatu stimulus dari konsentrasi dibawah level lethal.

Uji toksisitas merupakan uji hayati yang berguna untuk menentukan tingkat toksisitas dari suatu zat atau bahan pencemar dan digunakan juga untuk pemantauan rutin suatu limbah. Uji toksisitas akut dengan menggunakan hewan uji merupakan salah satu bentuk penelitian toksikologi perairan yang berfungsi

untuk mengetahui apakah *effluent* atau badan perairan penerima mengandung senyawa toksik dalam konsentrasi yang menyebabkan toksisitas akut (Husni dan Esmiralda, 2012). Menurut Megawati *et al.* (2015), pada uji toksisitas akut ( $LC_{50}$ ), hewan uji yang biasa digunakan yaitu ikan. Ikan dipilih karena lebih mudah dalam menunjukkan reaksi terhadap perubahan fisika dan kimia air. Ikan merupakan organisme perairan yang paling mudah diamati pada saat perairan mendapatkan tekanan berupa limbah atau polutan baik yang berasal dari industri maupun limbah rumah tangga. Hasil uji ini adalah  $LC_{50}$  yaitu nilai konsentrasi pemaparan zat toksik yang menyebabkan 50% biota uji mati.

### 2.2.3 Lethal Concentration ( $LC_{50-96}$ Jam)

Menurut Stark dan Banks (2001), metode  $LC_{50}$  adalah perkiraan statistik konsentrasi dalam suatu media seperti air, yang membunuh 50% populasi organisme yang diujikan. Metode ini merupakan langkah alternatif dalam mengukur sejauh mana suatu zat polutan dapat mematikan organisme. Arifuddin, (2013) menyatakan bahwa tingkat toksisitas suatu ekstrak berdasarkan  $LC_{50}$ , yaitu kategori sangat tinggi / *highly toxic* apabila mampu membunuh 50% larva pada konsentrasi 1 – 10  $\mu\text{g/ml}$ , sedang / *medium toxic* pada konsentrasi 10 – 100  $\mu\text{g/ml}$ , dan rendah / *low toxic* pada konsentrasi 100 – 1000  $\mu\text{g/ml}$ .

Menurut Rumampuk *et al.* (2010), daya racun (toksisitas) bahan uji yang terkandung dalam organisme uji dihitung berdasarkan nilai Median *Lethal Concentration* ( $LC_{50}$ ). Organisme uji dimasukan ke dalam setiap wadah percobaan dan bahan uji dengan konsentrasi yang telah ditentukan, setiap perlakuan dilakukan tiga kali ulangan. Pengamatan dilakukan pada jam ke- 6, 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, dan 96 yang mati dicatat. Organisme uji diamati pada tiap konsentrasi dan dihitung secara kumulatif dalam tiap jam. Syakti *et al.* (2012), menambahkan bahwa pada uji toksisitas akut diawali dengan penentuan kisaran

konsentrasi (*range finding test*) yang menyebabkan kematian 0-100% organisme uji pada uji pendahuluan. Konsentrasi terkecil dimana hampir semua hewan uji telah mati setelah waktu uji 24 jam merupakan nilai ambang atas, dinyatakan dengan huruf N sedangkan konsentrasi terbesar dimana semua atau hampir semua hewan uji masih hidup setelah waktu uji 48 jam merupakan nilai ambang bawah biasanya dinyatakan dengan huruf n.

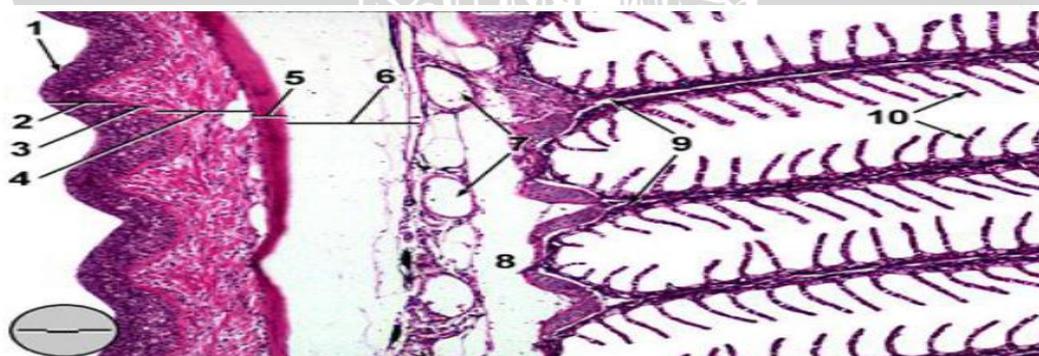
Megawati *et al.* (2015), mengatakan bahwa penelitian pengujian tingkat toksik suatu bahan biasanya dinyatakan dalam *Lethal Dose-50* ( $LD_{50}$ ) untuk bahan yang bersifat padat, sedangkan uji toksisitas dengan menggunakan bahan toksik cair yang mengukur besarnya dosis atau konsentrasi sehingga dapat membunuh 50 % hewan uji disebut dengan *Lethal Concentration-50* ( $LC_{50}$ ). Setyorini (2014), menambahkan bahwa dosis respon yaitu saat konsentrasi atau dosis tertentu memberikan pengaruh kepada hewan uji berupa tanda/perilaku yang berbeda pada keadaan normal, dosis respon biasanya ditunjukkan dalam bentuk kurva. Sedangkan menurut Rudiyaniti dan Astri (2009), penentuan nilai  $LC_{50}$  dari data dapat dilakukan menggunakan analisis metode probit, yaitu perhitungan secara manual dan menggunakan *software EPA Probit Analysis Version 1.5*.

### 2.3 Histopatologi Insang Ikan Mas

Histologi berasal dari bahasa Latin yaitu *histo* dan *logos* yang memiliki arti jaringan dan ilmu. Sehingga histologi dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari struktur jaringan sehat pada suatu organisme. Sedangkan ilmu yang mempelajari struktur jaringan abnormal atau rusak pada suatu organisme disebut histopatologi. Jaringan merupakan sekumpulan sel yang bentuk dan fungsinya sama. Jenis-jenis jaringan dasar adalah jaringan epitel, otot, tulang, darah, syaraf, lemak dan jaringan ikat (Prasetyo, 2011 dalam Tasykal 2015). Analisis

histopatologi dapat digunakan sebagai *biomarker* untuk mengetahui kondisi kesehatan ikan melalui perubahan struktur yang terjadi pada organ-organ yang menjadi sasaran utama dari bahan pencemar seperti insang, hati, ginjal dan sebagainya (Alifia dan Djawad, 2000).

Insang sebagai alat pernafasan ikan merupakan organ pertama yang berhubungan langsung dengan bahan toksik di dalam perairan, dengan permukaan yang luas dan terbuka, maka mengakibatkan bagian ini menjadi sasaran utama bagi bahan toksik yang ada di dalam perairan (Wong, 2000). Insang selain sebagai alat pernafasan ikan, juga digunakan sebagai alat pengatur tekanan antara air dan cairan dalam tubuh ikan (osmoregulasi). Oleh sebab itu, insang merupakan organ yang penting pada ikan dan sangat peka terhadap pengaruh toksisitas limbah. Faktor yang menyebabkan respon histopatologi ikan adalah adanya zat penyebab iritasi yang terus menerus masuk ke dalam sel atau jaringan dan kemudian dapat mempengaruhi kehidupan organisme (Moyes, 2006). Kondisi histologi insang normal dijelaskan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Kondisi histologi insang normal potongan saggittal *arcus brachialis Pipephales promelas* 100x 1. Tapis insang; 2. Epitel mukosa; 3. Membrane dasar; 4. Submukosa; 5. Tulang; 6. Jaringan adiposa; 7. Arteriol insang aferen; 9. Lamella primer; 10. Lamella sekunder. Sumber: University of Florida dalam Tasykal (2015)

Toksisitas bahan pencemar yang melukai insang dan struktur jaringan luar lainnya, dapat menimbulkan kematian terhadap ikan yang disebabkan oleh

proses *anoxemia* yaitu, terhambatnya fungsi pernafasan yakni sirkulasi dan ekskresi dari insang (Tasykal, 2015). Untuk menentukan tingkat pengaruh pencemaran di lingkungan akuatik, kerusakan insang dapat dikategorikan berdasarkan tingkat perubahan-perubahan anatomi lamela sekunder dan filamen Insang (Nurchayatun, 2007).

Untuk menentukan tingkat pengaruh pencemaran di lingkungan akuatik, kerusakan insang dapat dikategorikan berdasarkan tingkatan perubahan-perubahan anatomi lamella sekunder dan filamen insang. Kerusakan insang dari tingkat ringan hingga berat dirumuskan berdasarkan metode Tandjung (1982) dalam Susannah (2011) adalah sebagai berikut :

- a. Edema pada lamella menunjukkan telah terjadi kontaminasi tetapi belum ada pencemaran. Edema merupakan pembengkakan sel atau penimbunan cairan secara berlebihan di dalam jaringan tubuh. Edema dapat menyebabkan terjadinya fusi lamella yaitu pada lamella sekunder.
- b. Hyperplasia pada pangkal lamella. Hyperplasia adalah pembentukan jaringan secara berlebihan karena bertambahnya jumlah sel. Hal ini merupakan gejala dari adanya pencemaran. Hyperplasia sendiri dapat disebabkan karena edema yang berlebihan sehingga menyebabkan sel darah merah keluar dari kapilernya dan sel akan lepas dari penyokongnya.
- c. Fusi dua lamella (pencemaran tingkat awal). Fusi lamella diakibatkan oleh pembengkakan sel-sel insang. Akibat dari adanya fusi lamella sekunder adalah terganggunya fungsi lamella sekunder dalam proses pengambilan oksigen.
- d. Hyperplasia hampir pada seluruh lamella sekunder, menandakan telah terjadi pencemaran.
- e. Rusaknya atau hilangnya struktur filamen insang (pencemaran berat).

## 2.4 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn)

### 2.4.1 Klasifikasi Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn)

Klasifikasi ikan mas dimaksudkan untuk memasukkan ikan mas dalam kelompok hewan berdasarkan bentuk tubuh dan sifat - sifat aslinya. Cara pengelompokan hewan demikian dipelajari dalam cabang ilmu biologi yang disebut taksonomi hewan. Menurut Saanin (1984) dalam Mones (2008), ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Animalia  
Phyllum : Chordata  
Class : Osteichthyes  
Ordo : Cypriniformes  
Family : Cypridae  
Genus : Cyprinus  
Species : *Cyprinus carpio* L.



**Gambar 4.** Ikan Mas (Google Images, 2016)

### 2.4.2 Morfologi dan Habitat Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn)

Tubuh ikan mas digolongkan menjadi tiga bagian yaitu kepala, badan dan ekor. Pada kepala terdapat alat-alat seperti sepasang mata, sepasang cekung hidung yang tidak berhubungan dengan rongga mulut, celah-celah insang, sepasang tutup insang, alat pendengaran dan keseimbangan yang tampak dari luar (Cahyono, 2000). Ciri ciri morfologi yang telah banyak dikenali masyarakat di Indonesia adalah badan ikan mas berbentuk memanjang dan sedikit pipih ke samping (*compresed*). Mulut ikan mas terletak di ujung tengah (terminal) dan dapat disembulkan (protaktil), dibagian mulut terdapat dua pasang sungut, didalam mulut terdapat gigi kerongkongan yang terdiri atas tiga baris berbentuk geraham (Narantaka, 2012).

Secara umum permukaan tubuh ikan mas tertutup sisik, sisik ikan mas relatif besar dan digolongkan sisik tipe sikloid. Selain itu tubuh ikan mas juga dilengkapi dengan sirip. Sirip punggung (dorsal) berukuran relatif panjang dengan bagian belakang berjari-jari keras dan sirip terakhir yaitu sirip ketiga dan keempat bergerigi. Letak permukaan sirip punggung berseberangan dengan permukaan sirip perut (ventral), sedangkan sirip anus yang terakhir bergerigi. Linea lateralis (gurat sisi) terletak di pertengahan tubuh, melintang dari tutup insang sampai ke ujung belakang pangkal ekor (Suseno, 1994).

Ikan mas hidup pada kolam-kolam air tawar dan danau-danau serta perairan umum lainnya. Meskipun tergolong ikan air tawar, ikan mas kadang-kadang ditemukan di perairan payau atau muara sungai yang bersalinitas  $< 0,5$  ppt. Dalam perkembangannya ikan ini sangat peka terhadap perubahan kualitas lingkungan (Huet, 1971 dalam Susanto, 2008). Kondisi optimal untuk pertumbuhan ikan mas yaitu pada ketinggian antara 150-1.000 meter di atas permukaan laut, suhu air antara  $20^{\circ} - 25^{\circ}\text{C}$  dan pH air antara 7-8 (Santoso 1999). Ikan mas termasuk jenis ikan yang bersifat termofil karena mampu menyesuaikan diri dengan suhu lingkungan yang tinggi. Ikan mas masih dapat tumbuh pada suhu  $35^{\circ}\text{C}$ . Ikan mas dapat hidup dengan kandungan oksigen air kurang dari 4 mg/L, kandungan nitrit kurang dari 0,1 mg/L, kandungan nitrat kurang dari 0,25 mg/L serta kandungan amonia kurang dari 0,6 mg/L. Ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) dapat digunakan sebagai hewan uji hayati karena sangat peka terhadap perubahan lingkungan pada umur lebih kurang tiga bulan dengan ukuran 8-12 cm (Boyd 1991). Di alam, danau atau sungai, ikan mas hidup menepi sambil mengincar makanan berupa binatang-binatang kecil yang biasanya hidup dilapisan lumpur tepi danau atau sungai (Susanto, 2008).

## 2.5 Parameter Kualitas Air

Kualitas air didefinisikan sebagai kelayakan suatu perairan untuk menunjang kehidupan dan pertumbuhan organisme akuatik yang nilainya dinyatakan dalam kisaran tertentu (Boyd, 1991). Adapun beberapa parameter kualitas air yang mempengaruhi kehidupan organisme perairan antara lain suhu, nilai keasaman (pH) dan oksigen terlarut (DO).

### 2.5.1 Suhu

Suhu air merupakan variabel lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan, reproduksi, dan kelarutan gas-gas pada lingkungan perairan. Suhu juga berpengaruh terhadap nafsu makan organisme perairan (Wardoyo, 1975 dalam Mukti, 2006). Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme, karena itu penyebaran organisme baik di lautan maupun di perairan air tawar dibatasi oleh suhu perairan tersebut. Secara umum laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu, dapat menekan kehidupan hewan budidaya bahkan menyebabkan kematian bila peningkatan suhu sampai ekstrim (drastis) (Kordi, 2007).

Kecepatan respirasi dan metabolisme organisme air juga memperlihatkan peningkatan dengan naiknya suhu yang selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen. Peningkatan 10°C suhu perairan dapat meningkatkan konsumsi oksigen sekitar 2-3 kali lipat. Peningkatan suhu ini diikuti dengan menurunnya kadar oksigen terlarut dalam perairan, sehingga keberadaan oksigen di perairan kadangkala tidak mampu memenuhi kebutuhan oksigen untuk organisme akuatik dalam hal ini melakukan proses metabolisme dan respirasi (Effendi, 2003).

Ikan mas termasuk hewan berdarah dingin, sehingga suhu tubuhnya tergantung pada suhu air sebagai lingkungan hidupnya. Ikan mas dapat hidup

pada kisaran suhu 0-35°C, tetapi pada suhu yang terlalu ekstrem (misalnya 0°C) ikan akan berhenti makan dan sistem kekebalan tubuhnya akan hilang. Sedangkan suhu yang ideal untuk ikan mas adalah 15-25°C (Santoso, 1999).

### 2.5.2 Nilai Keasaman (pH)

Nilai keasaman (pH) adalah ukuran untuk menentukan sifat asam dan basa. Perubahan nilai keasaman di suatu air sangat berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, maupun biologi dari organisme yang hidup di dalamnya. Derajat keasaman diduga sangat berpengaruh terhadap daya racun bahan pencemaran dan kelarutan beberapa gas, serta menentukan bentuk zat didalam air (Azwir, 2006). Keberadaan unsur hara di laut secara tidak langsung dapat dipengaruhi oleh perubahan pH. Nilai pH yang tinggi akan meningkatkan persentase dari amonia yang tidak terionisasi dan meningkatkan kecepatan pengendapan fosfat di perairan (Boyd, 1990 *dalam* Elfinurfajri, 2009).

Sebagian besar ikan dapat beradaptasi dengan baik pada lingkungan perairan yang mempunyai nilai keasaman (pH) berkisar antara 5-9 (Afrianto dan Liviawaty, 1992). Menurut Hikmat (2002), pH yang ideal untuk ikan mas agar tumbuh sehat yaitu berkisar 6,5-8,5. Pada malam hari biota dalam air akan melakukan proses respirasi dan menghasilkan carbon monoksida (CO) yang dapat menurunkan pH, sedangkan pada siang hari alga akan melakukan fotosintesis yang akan menghasilkan oksigen dan menetralkan pH air oleh karena itu pH air pada pagi hari cenderung rendah sedangkan pada siang hari pH cenderung lebih stabil

### 2.5.3 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi

untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan. Oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut (Salmin, 2000).

Kandungan oksigen terlarut (DO) minimum adalah 2 ppm dalam keadaan normal dan tidak tercemar oleh senyawa beracun (toksik). Kandungan oksigen terlarut minimum ini sudah cukup mendukung kehidupan organisme. Idealnya, kandungan oksigen terlarut tidak boleh kurang dari 1,7 ppm selama waktu 8 jam dengan sedikitnya pada tingkat kejenuhan sebesar 70 % (Huet, 1970 dalam Salmin, 2005). Oksigen terlarut (DO) yang optimal untuk kelangsungan hidup ikan mas berkisar antara 3,40 – 5,19 mg/ L, sedangkan DO yang dapat mematikan ikan mas adalah 1,5 -2,0 (Rudiyanti dan Astri, 2009).



### 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah limbah cair deterjen merk Rinso anti noda dengan bahan aktif ABS yang didapatkan dari limbah usaha *laundry* MEKARSARI dan hewan uji Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) dengan ukuran 5-7 cm diperoleh dari Unit Pengelola Budidaya Air Tawar Punten, Kota Batu, Malang. Dalam penelitian parameter kualitas air yang diukur yaitu suhu, nilai keasaman (pH) dan oksigen terlarut (DO) serta analisis kandungan limbah *laundry* meliputi BOD<sub>5</sub>, COD, TSS, Fosfat, Nitrat serta Deterjen.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian uji toksisitas akut (LC<sub>50-96 Jam</sub>) dari limbah deterjen dengan bahan aktif surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) ini disajikan dalam **Lampiran 1**.

#### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen, yaitu mengadakan observasi di bawah kondisi buatan (*artificial condition*), dimana kondisi tersebut diatur oleh peneliti dengan tujuan untuk melihat suatu hasil yang menggambarkan hubungan variabel-variabel yang diteliti (Nazir, 2005). Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan dua macam, yaitu pengambilan data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dengan cara mencatat hasil observasi serta partisipasi aktif, sedangkan data sekunder yaitu data atau informasi yang dikumpulkan dan

dilaporkan oleh seseorang untuk suatu tujuan tertentu maupun sebagai pengetahuan ilmiah.

### 1) Data Primer

Menurut Narimawati (2008), yang dimaksud data primer adalah data yang diperoleh dari sumber aslinya atau yang biasa disebut sumber pertama. Data primer tidak tersedia dalam bentuk kompilasi maupun dalam bentuk file-file. Data primer pada penelitian ini ialah menggunakan metode observasi. Menurut Usman dan Akbar (2008), observasi merupakan pengamatan dan pencatatan yang sistematis terhadap gejala-gejala yang dapat diteliti. Observasi dapat dilakukan dengan mengamati obyek secara langsung maupun tidak langsung dan melihat dari dekat keadaan obyek yang sedang diteliti.

Dalam menggunakan teknik observasi yang terpenting ialah mengandalkan pengamatan dan ingatan peneliti. Adapun kegiatan observasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengamatan terhadap aktivitas dan gerak ikan, mortalitas ikan, perubahan histopatologi insang ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) yang telah terpapar limbah deterjen, serta pengecekan dan pengamatan langsung terhadap perubahan parameter kualitas air pada bak-bak percobaan, seperti suhu, nilai keasaman (pH), dan oksigen terlarut (DO).

### 2) Data sekunder

Data sekunder adalah sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data. Data sekunder ini merupakan data yang sifatnya mendukung keperluan data primer seperti buku literatur dan bacaan (Sugiyono, 2008). Data sekunder yang ada dalam penelitian ini diperoleh dari buku, jurnal, laporan penelitian, artikel, *browsing* internet dan sumber kepustakaan lain yang digunakan untuk melengkapi laporan.

### 3.4 Lokasi Pengambilan Sampel

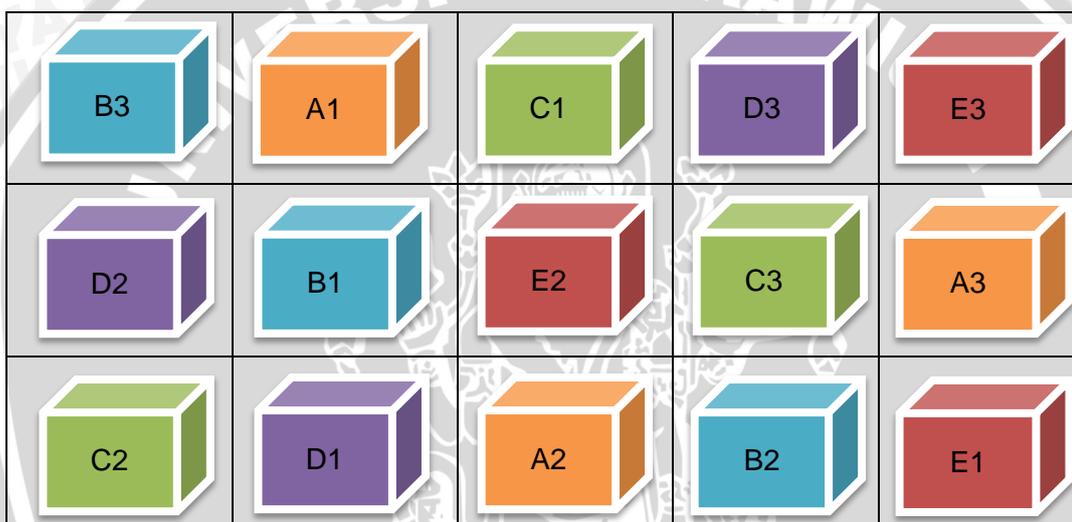
Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair deterjen yang diambil dari air buangan pertama *laundry* pada proses pencucian baju yang masih banyak mengandung deterjen. Lokasi pengambilan sampel limbah cair deterjen ini diperoleh dari usaha *Laundry* MEKARSARI bertempat di Jalan Kertosentono, No.2, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang. Sedangkan benih ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) yang masih berukuran 5-7 cm diperoleh dari Unit Pengelola Budidaya Air Tawar Punten, Kota Batu, Malang.

### 3.5 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen dan rancangan perlakuan disusun secara acak (*random*). Menurut Ulfatin (2004), penelitian eksperimen adalah suatu penelitian yang didalamnya ditemukan minimal satu variabel yang dimanipulasi untuk mempelajari hubungan sebab-akibat. Tujuan dari penelitian eksperimen adalah untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimen dan menyediakan kontrol untuk penelitian. Data yang diambil dalam pelaksanaan penelitian uji toksisitas limbah deterjen dengan bahan aktif surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) dengan cara observasi langsung.

Percobaan dilakukan menurut EPA (2002) dan EPA (1996) untuk uji toksikologi. Ikan mas yang digunakan berupa benih yang berukuran 5-7 cm berumur kurang lebih dari 3 bulan karena sangat peka terhadap faktor lingkungan. Dalam percobaan ini diberikan 5 perlakuan, yaitu 4 wadah dengan konsentrasi paparan limbah deterjen dengan bahan aktif surfaktan ABS yang berbeda dan 1 wadah sebagai kontrol, dengan masing-masing terdapat 3 kali pengulangan sehingga terbentuk 15 unit percobaan. Penentuan letak bak-bak

percobaan dilakukan secara *random* dengan pengacakan secara menyeluruh melalui metode pengundian. Setyorini (2014) menjelaskan tata letak percobaan dilakukan secara acak (*random*). Pengacakan dilakukan agar analisis data yang dilakukan menjadi sah. Adapun beberapa metode yang digunakan antara lain (a) diundi (lotere), (b) daftar angka acak atau dengan (c) menggunakan *software*. Adapun denah-denah percobaan yang dilakukan sebagai berikut dengan menggunakan pengundian (lotere). Adapun denah bak percobaan yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5. Sebagai berikut:



**Gambar 5.** Denah tata letak bak percobaan

Keterangan : A, B, C, D, E adalah perlakuan  
1, 2, dan 3 adalah ulangan

Dimana :

A = Konsentrasi Limbah Deterjen 0 % (Kontrol)

B = Konsentrasi Limbah Deterjen 2,4%

C = Konsentrasi Limbah Deterjen 4,2%

D = Konsentrasi Limbah Deterjen 6,5%

E = Konsentrasi Limbah Deterjen 8,7%

Penelitian ini menggunakan 5 perlakuan, yaitu perlakuan A = kontrol (tanpa limbah deterjen), dan perlakuan B, C, D dan E = dengan konsentrasi toksikan (limbah deterjen yang berbeda - beda) yaitu : 2,4%, 4,2%, 6,5% dan 8,7%.

Masing–masing perlakuan terdiri dari 3 ulangan. Konsentrasi limbah deterjen yang digunakan untuk uji pendahuluan ini sesuai dengan skala logaritmik pada Tabel Rand dengan kelipatan angka 10.

### 3.6 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam 2 tahap uji, yaitu uji pendahuluan (*Range Finding Test*) dan uji sesungguhnya (*Definitive Test*). Uji pendahuluan bertujuan untuk menentukan batas ambang atas dan batas ambang bawah konsentrasi limbah deterjen sebagai acuan penentuan dosis pada uji sesungguhnya. Dalam percobaan uji sesungguhnya dilakukan 5 perlakuan, yaitu 1 kontrol dan 4 wadah dengan konsentrasi limbah deterjen yang berbeda dan terdapat 3 kali ulangan. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan yaitu :

#### 3.6.1 Pengadaptasian Hewan Uji (Aklimatisasi)

Aklimatisasi hewan uji yang pertama dilakukan dengan menyiapkan bak-bak percobaan berkapasitas 16 liter yang kemudian diisi air sebanyak 10 liter dan dibiarkan selama sehari agar kotoran mengendap lalu disipon. Kemudian dimasukkan ikan sebanyak 10 ekor yang mempunyai ukuran, berat, umur dan kondisi fisiologis yang relatif sama. Tahap pemeliharaan hewan uji, dimana ikan mas yang digunakan sebagai hewan uji dipelihara selama  $\pm 7$  hari untuk mengkondisikan hewan uji pada kultur media air dan memberikan waktu hewan uji beradaptasi dengan lingkungan yang baru. Selama aklimatisasi ikan uji diberi pakan berupa pelet dua kali sehari yaitu pagi pada pukul 08.00 WIB dan sore pada pukul 16.00 WIB. Pakan diberikan sebanyak 3% dari berat tubuh ikan. Selama aklimatisasi, mortalitas hewan uji tidak boleh lebih dari 3% selama 48 jam, apabila melebihi 3% maka kelompok hewan uji tidak dapat digunakan untuk penelitian. Dan sebaliknya, apabila mortalitas tidak lebih dari 3% maka kelompok

hewan uji dapat digunakan. Sehari sebelum pengujian ikan di puasakan terlebih dahulu (Kusriani *et al.*, 2012).

### 3.6.2 Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan dilakukan untuk menentukan batas kisaran kritis (*critical range test*) yang menjadi dasar dari penentuan konsentrasi untuk menentukan ambang batas atas ( $LC_{100-24 \text{ jam}}$ ) dan ambang batas bawah ( $LC_{0-48 \text{ jam}}$ ), yang digunakan dalam uji lanjutan. Konsentrasi ambang batas atas adalah konsentrasi terendah dari bahan uji yang dapat menyebabkan semua ikan uji mati pada periode waktu pemaparan 24 jam. Sedangkan konsentrasi ambang batas bawah adalah konsentrasi tertinggi dari bahan uji yang dapat menyebabkan semua ikan uji hidup setelah pemaparan 48 jam (Siregar, *et al.*, 2013). Uji ini dilakukan dengan menggunakan 5 perlakuan, terdiri dari 1 kontrol dan 4 konsentrasi toksikan limbah deterjen cair yang berbeda - beda yaitu : 0,1%, 1%, 10%, dan 100%. Masing-masing konsentrasi terdiri dari dua ulangan. Adapun prosedur dalam uji pendahuluan adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan bak-bak percobaan dan diisi air tawar dengan kapasitas 10 liter sebagai media hidup ikan serta diberi aerasi sebagai suplai oksigen.
- Memasukkan hewan uji ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) yang berukuran 5 - 7 cm dengan umur kurang dari 3 bulan sejumlah 10 ekor pada masing-masing bak percobaan.
- Memasukkan bahan pencemar berupa limbah deterjen dengan beberapa variasi konsentrasi (**Lampiran 3**), yaitu :
  - Konsentrasi 0% ( 10 liter air tawar )
  - Konsentrasi 0,1% ( 0,01 liter limbah deterjen + 9,99 liter air )
  - Konsentrasi 1% ( 0,1 liter limbah deterjen + 9,9 liter air )

- Konsentrasi 10% ( 1 liter limbah deterjen + 9 liter air )
  - Konsentrasi 100% ( 10 liter air limbah deterjen )
- Mengamati hewan uji setiap 8 jam sekali untuk mengetahui jumlah mortalitas pada hewan uji. Hewan uji yang mati pada pengamatan segera dihitung dan dikeluarkan dari media percobaan.
  - Mencatat hasil pengamatan mortalitas ikan pada masing-masing konsentrasi untuk penentuan konsentrasi ambang atas dan ambang bawah pada uji sesungguhnya.

### 3.6.3 Uji Sesungguhnya

Uji sesungguhnya dilakukan pada limbah deterjen dengan variasi konsentrasi yang berada pada rentang nilai  $LC_{50-96 \text{ Jam}}$  yang didapatkan dari uji pendahuluan yaitu 2,4%, 4,2%, 6,5% dan 8,7% sesuai dengan Tabel Rand (**Lampiran 2**). Adapun tahapan dalam uji sesungguhnya adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan bak-bak percobaan dan diisi air tawar dengan kapasitas 10 liter sebagai media hidup ikan serta diberi aerasi sebagai suplai oksigen.
- Memasukkan ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) kedalam media sebanyak 10 ekor pada setiap bak percobaan.
- Memasukkan bahan pencemar berupa limbah deterjen dengan beberapa variasi konsentrasi yaitu 2,4%, 4,2%, 6,5% dan 8,7% (**Lampiran 3**).
- Mengamati tingkah laku hewan uji dan tingkat mortalitas yang terjadi pada masing-masing konsentrasi
- Mengukur kualitas air (Suhu, pH, dan DO) setiap 8 jam sekali.
- Menghitung nilai mortalitas dengan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ Mortalitas} = \frac{\text{Jumlah ikan yang mati}}{\text{Jumlah total ikan}} \times 100\%$$

- Menentukan nilai  $LC_{50-96 \text{ Jam}}$  dengan menggunakan analisis Probit.

### 3.6.4 Analisis Data

Metode yang digunakan untuk analisis data hasil pengujian toksisitas untuk menentukan  $LC_{50-96 \text{ Jam}}$  dilakukan dengan metode analisis probit dan regresi linier dengan program *Microsoft excel* (Finney, 1971 dalam Berlianti, 2005). Analisis probit merupakan analisis yang menggunakan prosedur transformasi statistik dari prosentase data kematian bioindikator (Ikan Mas) ke dalam variasi yang disebut probit, yang selanjutnya beserta data konsentrasi pencemar (limbah deterjen) digunakan untuk menentukan  $LC_{50}$  berdasarkan persamaan regresi linier (Pratiwi, 2004). Demikian yang dijelaskan oleh Wardlaw (1985) dalam Romziah (2012), bahwa urutan langkah-langkah dalam melakukan analisis Probit nilai  $LC_{50-96 \text{ Jam}}$  adalah sebagai berikut:

- Membuat Tabel Probit.
- Memasukkan nilai konsentrasi perlakuan (%).
- Memasukkan nilai log 10 konsentrasi perlakuan.
- Memasukkan jumlah sampel atau organisme uji yang digunakan.
- Memasukkan jumlah kematian hewan uji pada setiap konsentrasi perlakuan.
- Menghitung presentase jumlah kematian ( $M_{\text{obs}}$ ).
- Menghitung nilai koreksi kematian dengan rumus Abbot's:

$$\text{Koreksi Kematian (\%)} = \frac{M_{\text{obs}} - M_{\text{cont}}}{100 - M_{\text{cont}}}$$

- Mentransformasi nilai koreksi kematian ke dalam Tabel transformasi Probit (**Lampiran 4**), namun hanya tiga konsentrasi terbawah yang digunakan dalam penentuan nilai  $LC_{50-96 \text{ Jam}}$ .
- Membuat Grafik regresi untuk nilai  $LC_{50-96 \text{ Jam}}$ , sumbu Y merupakan nilai transformasi Probit, sedangkan sumbu X nilai log 10 konsentrasi perlakuan.

Nilai antilog X merupakan nilai hasil  $LC_{50-96}$  Jam. Selanjutnya dari Grafik tersebut ditentukan rumus regresi yaitu:

$$y = ax + b$$

### 3.7 Metode Pengukuran Parameter Kualitas Air

#### 3.7.1 Suhu

Pengukuran Suhu dalam penelitian ini menggunakan DO meter. Prosedur kerja suhu menurut Hermawati, *et al.* (2009), adalah sebagai berikut :

- Mengkalibrasi alat sensor pada DO-meter dengan menggunakan *aquadest*.
- Memasukkan sensor DO meter ke dalam sampel yang akan diuji.
- Tunggu hingga muncul tulisan READY untuk pertama kali.
- Mencatat hasil penelitian sebagai °C.

#### 3.7.2 Nilai Keasaman (pH)

Pengukuran nilai keasaman (pH) dilakukan dengan menggunakan pH-meter. Prosedur kerja nilai keasaman menurut SNI, (2004) adalah sebagai berikut:

- Mengkalibrasi menggunakan aquades sebelum pH-meter digunakan, kemudian keringkan dengan kertas yang lembut atau tissue.
- Merendam pen (elektroda) kedalam contoh selama kurang lebih 1 menit, kemudian keringkan dengan kertas yang lembut atau tissue.
- Merendam pen (elektroda) kembali kedalam contoh tersebut sampai pHmeter menunjukkan pembacaan angka yang tetap.
- Mencatat hasil pengamatan.

### 3.7.3 Oksigen Terlarut (DO)

Pengukuran oksigen terlarut dalam penelitian ini menggunakan DO meter.

Prosedur kerja oksigen terlarut menurut Hermawati, *et al.* (2009), adalah sebagai berikut :

- a. Mengkalibrasi alat sensor pada DO-meter dengan menggunakan *aquadest*.
- b. Memasukkan sensor DO meter ke dalam sampel yang akan diuji.
- c. Tunggu hingga muncul tulisan READY untuk pertama kali.
- d. Mencatat hasil penelitian sebagai mg/l.

### 3.7.4 Prosedur Pembuatan Preparat Insang Ikan Mas

Adapun prosedur penelitian histopatologi insang ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) menurut IAPI, (2008) antara lain yaitu:

- a) Pemotongan *Gross*
  - Mengambil jaringan insang.
  - Memasukkan ke dalam larutan fiksatif (formalin 10%) dengan rasio sampel dan pengawet 1:10 selama 18 - 24 jam.
  - Mengangkat insang yang sudah terendam, lalu ditaruh pada basket (keranjang jaringan) dan disesuaikan dengan kode perlakuan.
  - Mencuci dengan air mengalir.
- b) Proses *Embedding* (Penanaman)
  - Melakukan penanaman dalam paraffin dengan alat *Tissue Embedding Centre*.
  - Mengambil contoh organ insang dan meletakkan dalam blok paraffin yang berisi paraffin cair, proses ini berlangsung pada tempat yang alasnya panas (*hot plate*) pada suhu 65 °C.

- Mendinginkan dengan cara mengapungkan ke atas permukaan air sampai paraffin membeku atau memasukkan dalam *frezer* selama 5-10 menit.

c) *Slicing* (Penyayatan)

- Meletakkan contoh organ insang yang sudah membeku pada *block holder*.
- Menyayat dengan ketebalan 4-5  $\mu\text{m}$  dengan menggunakan alat *microtome*.
- Mengambil sayatan yang berbentuk pita dengan menggunakan kuas kecil, lalu menaruhnya pada *waterbath* 30°C.
- Mengambil hasil potongan jaringan dan meletakkan pada *object glass* dan dipanaskan dengan alat pemanas (*hot plate*) pada suhu 60°C selama 15 menit.

d) *Staining* (Pewarnaan)

- Memasukkan ke dalam xylol I, xylol II, alkohol absolut, alkohol 95% dan alkohol 85% masing-masing selama dua menit.
- Mencuci dengan air kran selama 1 menit kemudian merendam pada larutan pewarna Haematoxilin selama 8 menit
- Mencuci dengan air kran selama 30 detik kemudian memasukkan ke lithium carbonat selama 15-30 detik
- Mencuci dengan air kran selama 2 menit dan memasukkan ke eosin selama 2-3 menit.
- Mencilupkan ke dalam alkohol 85%, alkohol 95%, alkohol absolut, xylol I dan xylol II masing-masing 2 menit.
- Mengeringkan preparat dan menutup dengan *cover glass* yang diberi perekat.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Uji Toksisitas Akut Limbah Deterjen Bahan Aktif Surfaktan ABS terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn)

###### 4.1.1 Hasil Uji Pendahuluan

Data mortalitas ikan mas pada uji pendahuluan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Data Mortalitas Ikan Mas pada Uji Pendahuluan

Konsentrasi (%)	Ulangan	Jumlah Ikan (ekor)	Jumlah Mortalitas Ikan (ekor/jam)				Total Mortalitas Ikan (ekor)	% Mortalitas
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam		
0 (kontrol)	1	10	0	0	0	0	0	0%
	2	10	0	0	0	0	0	0%
0,1	1	10	0	0	0	0	0	0%
	2	10	0	0	0	0	0	0%
1*	1	10	0	0	1	1	2	20%
	2	10	0	0	0	2	2	20%
10**	1	10	10	-	-	-	10	100%
	2	10	10	-	-	-	10	100%
100	1	10	10	-	-	-	10	100%
	2	10	10	-	-	-	10	100%

Keterangan : \* = ambang batas bawah  
\*\* = ambang batas atas

Hasil dari uji pendahuluan yang diperoleh berdasarkan Tabel 1 yaitu, pada konsentrasi 0%, dan 0,1% tidak terjadi mortalitas selama pemaparan 96 jam. Sedangkan pada konsentrasi 1% terjadi mortalitas sebesar 20%, dan pada konsentrasi tertinggi 10% dan 100% tingkat mortalitas ikan terjadi pada jam ke-24 sebesar 100%. Hasil dari uji pendahuluan ini dapat dilihat selengkapnya pada **Lampiran 5**. Menurut Rudiyantri dan Astri (2009), penentuan konsentrasi ambang atas ialah bila terjadi kematian 100% dalam waktu 24 jam ( $LC_{100-24jam}$ ) dan konsentrasi ambang bawah ialah bila terjadi kematian 0% dalam waktu 48 jam ( $LC_{0-48jam}$ ). Pada konsentrasi 10% tingkat mortalitas ikan mas dalam waktu 24 jam ialah 100% dan pada konsentrasi 1% tingkat mortalitas dalam waktu 48

jam ialah 0%. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa ambang atas konsentrasi limbah deterjen dengan bahan aktif surfaktan ABS pada ikan mas berada pada konsentrasi 10% dan ambang bawah pada konsentrasi 1%. Husni (2012), menambahkan bahwa uji pendahuluan dilakukan untuk menentukan batas kisaran kritis (*critical range test*) yang menjadi dasar dari penentuan konsentrasi yang digunakan dalam uji lanjutan atau uji toksisitas sesungguhnya, yaitu konsentrasi tertinggi yang menyebabkan kematian mendekati 50% dan konsentrasi terkecil yang menyebabkan kematian mendekati 50%. Sehingga dari hasil uji pendahuluan, maka dapat ditentukan kisaran konsentrasi yang digunakan untuk uji Sesungguhnya berdasarkan skala logaritmik yang terdapat pada Tabel Rand yaitu konsentrasi 2,4%, 4,2%, 6,5% dan 8,7%.

#### 4.1.2 Hasil Uji Sesungguhnya

Data mortalitas ikan mas pada uji sesungguhnya dapat dilihat pada **Tabel 2**.

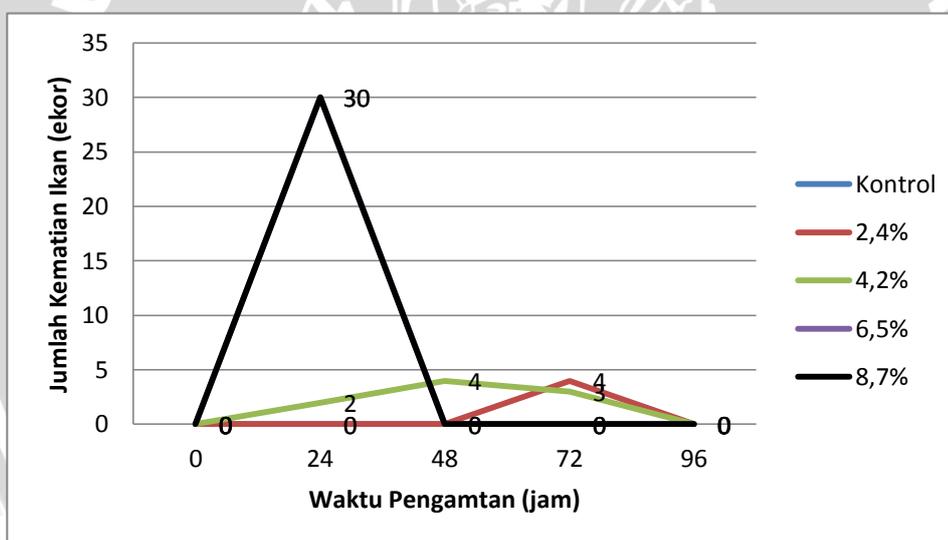
**Tabel 2.** Data Hasil Mortalitas Ikan Mas pada Uji Sesungguhnya

Konsentrasi (%)	Ulangan	Jumlah Ikan (ekor)	Mortalitas Ikan Uji (Ekor/Jam)				Σ Total Mortalitas (Ekor)	% Mortalitas
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam		
0	1	10	0	0	0	0	0	0%
	2	10	0	0	0	0	0	0%
	3	10	0	0	0	0	0	0%
2,4	1	10	0	0	1	0	1	20%
	2	10	0	0	1	0	1	10%
	3	10	0	0	2	0	2	20%
4,2	1	10	0	1	2	0	3	30%
	2	10	1	2	1	0	4	40%
	3	10	1	2	0	0	3	30%
6,5	1	10	10	-	-	-	10	100%
	2	10	10	-	-	-	10	100%
	3	10	10	-	-	-	10	100%
8,7	1	10	10	-	-	-	10	100%
	2	10	10	-	-	-	10	100%
	3	10	10	-	-	-	10	100%

Berdasarkan hasil dari uji sesungguhnya pada Tabel 2, menunjukkan tingkat mortalitas ikan mas pada konsentrasi limbah deterjen dengan bahan aktif surfaktan ABS yang berbeda selama pemaparan 96 jam. Dimana pada konsentrasi 0% (kontrol) tidak terjadi mortalitas ikan sampai pengamatan 96 jam. Sedangkan pada konsentrasi 2,4% terjadi mortalitas ikan pada pengamatan ke 72 jam sebanyak 4 ekor dan pada pengamatan ke 96 jam tidak terjadi mortalitas ikan. Hasil rata-rata jumlah mortalitas ikan dengan konsentrasi 2,4% yang didapatkan dari ketiga ulangan yaitu sebesar 13,33%. Pada konsentrasi 4,2% tingkat mortalitas ikan terjadi pada jam ke-24 sebanyak 2 ekor, jam ke-48 sebanyak 5 ekor, jam ke-72 sebanyak 3 ekor dan pada ke-96 jam ikan masih bertahan hidup. Nilai rata-rata mortalitas ikan pada konsentrasi 4,2% dari ketiga ulangan tersebut sebesar 33,33%. Sedangkan pada konsentrasi 6,5% dan 8,7%, ikan mulai mengalami mortalitas pada jam ke-24 sebanyak 30 ekor dengan nilai prosentase 100%. Hasil dari uji sesungguhnya ini dapat dilihat selengkapnya pada **Lampiran 6**.

Hasil pengamatan tingkat mortalitas ikan mas yang telah terpapar limbah deterjen dengan konsentrasi yang berbeda-beda menunjukkan bahwa larutan limbah deterjen cair yang dimasukkan ke dalam bak percobaan memberikan pengaruh negatif terhadap biota uji, hal ini terbukti dari banyaknya biota uji yang mati yang terpapar oleh limbah deterjen. Semakin banyak konsentrasi limbah deterjen yang diberikan, maka nilai prosentase mortalitas hewan uji juga akan meningkat dan begitu pula sebaliknya. Siregar *et al.* (2013), menyatakan bahwa kematian ikan dapat disebabkan karena surfaktan yang menyebabkan keracunan deterjen pada ikan sehingga akan cepat mengalami kematian dan memberikan respon perubahan tingkah laku sebelum kematian dengan memperlihatkan ciri-ciri hilangnya keseimbangan, berenang tidak teratur dan pernafasan terganggu. Selain itu, kematian ikan uji tadi juga berkaitan dengan adanya busa

diper permukaan media uji. Dimana, pada konsentrasi tertinggi lebih banyak ditemukan busa diper permukaan air daripada konsentrasi dibawahnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Suastuti (2010), bahwa senyawa ABS memiliki kemampuan untuk menghasilkan busa. Senyawa ini sulit terurai secara alamiah dalam air, sehingga senyawa ini dapat mencemari perairan. Salah satu dampak yang terjadi adalah timbulnya busa di permukaan perairan sehingga dapat mengganggu pelarutan oksigen dalam air. Oleh karena itu, biota di dalam air mengalami kekurangan oksigen sehingga proses respirasi biota terganggu yang dapat menyebabkan kematian pada biota yang hidup di dalam perairan tersebut. Adapun hubungan antara jumlah mortalitas dan waktu pengamatan dari data mortalitas ikan mas yang telah diperoleh dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Grafik Hubungan Mortalitas Dan Waktu Pengamatan Pada Uji LC<sub>50-96</sub> Jam

Hasil pengamatan pada Gambar 6 menunjukkan tingkat mortalitas tertinggi pada perlakuan dengan limbah deterjen bahan aktif surfaktan ABS terhadap ikan mas terjadi pada konsentrasi 6,5 % dan 8,7 % yaitu sebesar 100 % pada jam ke 24, sedangkan mortalitas terendah terdapat pada konsentrasi 2,4 %. Menurut Siregar *et al.* (2013), kematian ikan disebabkan karena bahan aktif surfaktan

yang menyebabkan keracunan pada ikan sehingga akan cepat mengalami kematian dan memberikan respon perubahan tingkah laku sebelum kematian dengan memperlihatkan ciri-ciri hilangnya keseimbangan, berenang tidak teratur dan pernafasan terganggu.

Data mortalitas ikan mas selanjutnya dianalisis menggunakan analisis probit untuk menentukan nilai  $LC_{50-96 \text{ Jam}}$  (**Lampiran 7**). Dari hasil perhitungan tersebut, maka didapatkan nilai  $LC_{50-96 \text{ Jam}}$  dari limbah deterjen dengan bahan aktif surfaktan ABS terhadap ikan mas sebesar 3,56%. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian masukan limbah dengan nilai konsentrasi tersebut, dapat menyebabkan kematian hewan uji hingga 50% dalam rentang waktu paparan 96 jam.

Berdasarkan penelitian ini diketahui bahwa limbah deterjen dengan bahan aktif surfaktan ABS merupakan zat toksikan yang mempunyai efek akut terhadap suatu biota yang hidup di perairan, karena menurut Mangkoedihardjo (1999) dalam Halang (2004), mengatakan bahwa suatu zat toksikan efeknya terhadap organisme bersifat akut apabila zat toksikan efeknya terhadap organisme bersifat akut apabila zat tersebut mampu mematikan dalam jangka waktu tidak lebih dari 14 hari. Hal ini sesuai dengan pendapat Rand (2008), bahwa pengaruh dari bahan toksik terhadap suatu organisme akuatik akan terlihat dalam waktu paparan yang berbeda. Koesumadinata dan Sutrisno (1997) dalam Syafridiman (2010), juga mengatakan bahwa kerentanan organisme terhadap bahan toksik berbeda-beda. Dapat digolongkan berdasarkan konsentrasi dari bahan toksik itu sendiri, berdasarkan spesies dan juga ukuran organismenya.

Pemberian limbah deterjen pada bak-bak percobaan mengakibatkan ikan uji mengalami perubahan tingkah laku. Kondisi ikan saat dilakukan uji mengalami perbedaan tingkah laku pada masing-masing konsentrasi. Kondisi fisiologi hewan uji pada saat uji toksisitas dilihat secara visual disajikan dalam **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Kondisi ikan Mas secara visual pada pada uji sesungguhnya

Konsentrasi Limbah Deterjen	Kondisi Ikan Mas ( <i>Cyprinus carpio</i> Linn)
0 (Kontrol)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ikan berenang normal dan aktif</li> <li>- Kondisi ikan tetap hidup 100% hingga pengamatan 96 jam</li> </ul>
2,4 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gerakan ikan masih berenang aktif hingga pengamatan 48 jam, tetapi pada jam ke-72 ada beberapa ikan yang sudah mulai pasif dan terjadi kematian ikan</li> <li>- Pada jam ke-96 pergerakan berenang ikan mulai kurang aktif tetapi tidak ada ikan yang mati</li> </ul>
4,2 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ikan cenderung lebih aktif bergerak di dasar sampai permukaan dengan gerakan tidak teratur dan mendekati sumber aerasi</li> <li>- Terjadi mortalitas ikan pada jam ke-24 sampai 72 jam dengan mortalitas tertinggi pada pengamatan 48 jam</li> <li>- Pergerakannya mulai melambat dan lebih sering mendekati ke sumber aerasi</li> </ul>
6,5 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gerakan ikan sudah mulai kehilangan keseimbangan yang ditandai posisi renang yang tidak menentu, ada yang miring dan bahkan terbalik</li> <li>- Terdapat lendir pada bagian luar insang dan seluruh permukaan tubuh</li> <li>- Kondisi media uji berbusa</li> <li>- Ikan mengalami kematian 100% pada 24 jam</li> </ul>
8,7 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gerakan ikan tidak beraturan, menabrak dinding dan beberapa ikan ada yang melompat ke atas permukaan</li> <li>- Tubuh ikan berwarna pucat dan berlendir</li> <li>- Kondisi air media menjadi keruh dan berbusa</li> <li>- Pada pengamatan 24 jam ikan sudah mengalami kematian sebanyak 100%</li> </ul>

Hasil pengamatan secara visual selama penelitian pada Tabel 3 terlihat bahwa ikan uji mengalami perubahan tingkah laku yang disebabkan karena adanya pengaruh dari bahan aktif surfaktan ABS yang terdapat dalam limbah deterjen. Secara umum ikan mas yang terpapar oleh limbah deterjen menunjukkan adanya tingkah laku yang abnormal seperti pernafasan yang cepat dengan meningkatnya bukaan operkulum, gerak refleks dan berenang lambat, berenang dipermukaan untuk mengambil oksigen lebih dan bergerak cepat tak terarah pada perairan.

Sudarmo (1992) dalam Rudiyaniti dan Astri (2009) menyatakan ikan yang terkena racun bahan pencemar dapat diketahui dengan gerakan hiperaktif,

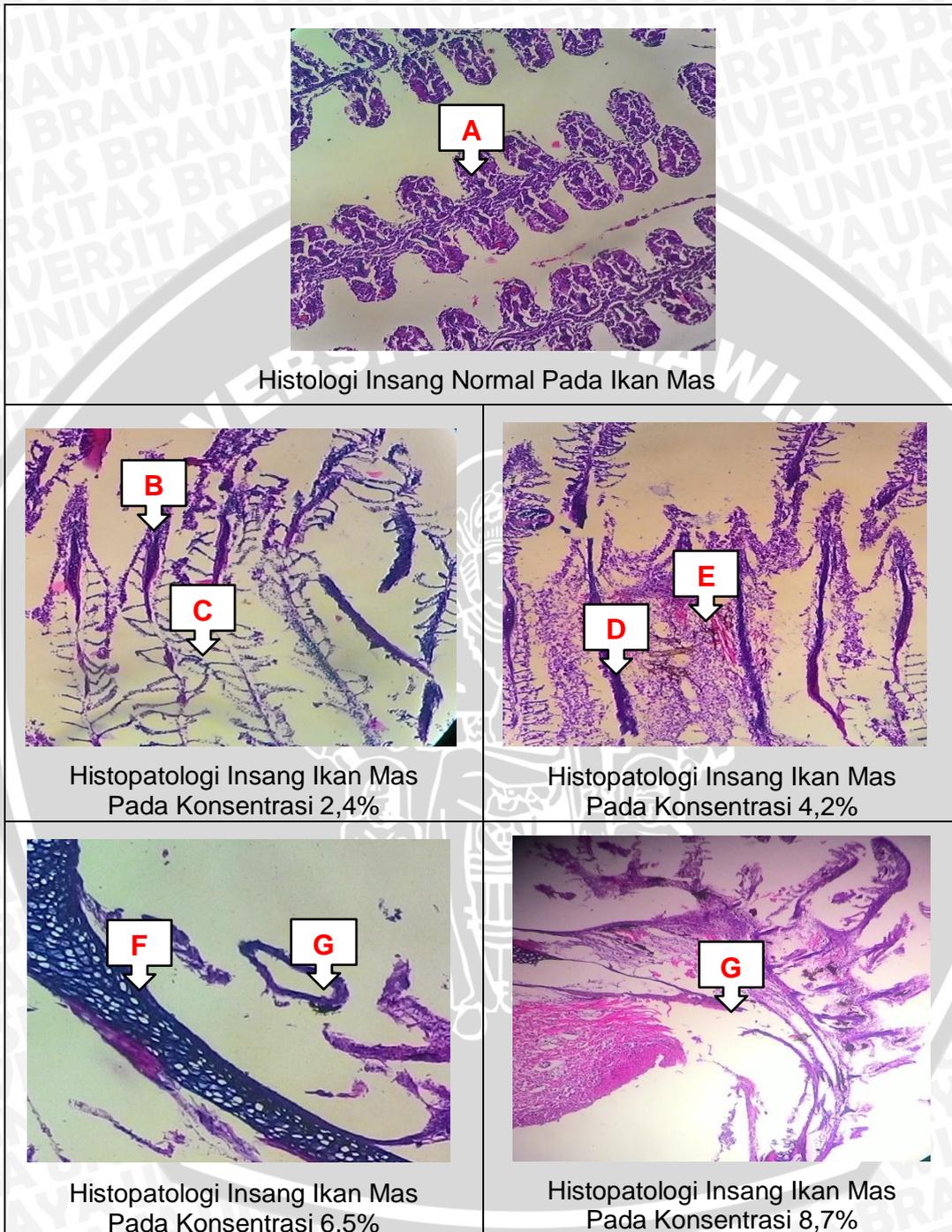
menggelepar, lumpuh dan kemudian mati. Secara klinis hewan yang terkontaminasi racun memperlihatkan gejala stress bila dibandingkan dengan kontrol, ditandai dengan menurunnya nafsu makan, gerakan kurang stabil, dan cenderung berada di dasar. Hal ini diduga sebagai suatu cara untuk memperkecil proses biokimia dalam tubuh yang teracuni, sehingga efek lethal yang terjadi lebih lambat. Sedangkan menurut Hassan *et al.* (2015), perilaku ikan bertambah agresif dengan meningkatnya konsentrasi bahan pencemar yang diberikan seperti berenang tidak menentu dan lebih sering bergerak di bagian bawah. Tanda-tanda ini menunjukkan adanya gangguan akibat racun dan ikan berupaya untuk mempertahankan hidupnya dari stress lingkungan.

#### 4.2 Analisis Histopatologi Insang Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn)

Pada penelitian ini, ikan yang mati akibat pemaparan limbah deterjen juga mengalami kerusakan yang cukup serius pada bagian insangnya. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya kondisi insang yang rusak pada saat kematian. Kerusakan jaringan terjadi karena adanya reaksi zat toksikan di perairan yang melakukan kontak langsung dengan ikan melalui organ insang pada saat respirasi.

Hasil analisis histopatologi insang ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) yang terpapar oleh limbah deterjen pada Gambar 7, menunjukkan terjadinya perubahan atau kerusakan pada struktur jaringan insang ikan mas. Kerusakan yang ditimbulkan yaitu edema, fusi lamella dan *curling* pada tingkatan ringan, sedangkan kerusakan tingkat sedang ditandai dengan adanya hiperplasia, dan kerusakan tingkat berat ditandai dengan adanya nekrosis. 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. Analisis histopatologi insang ikan mas yang terpapar oleh limbah deterjen disajikan pada Gambar 7



**Gambar 7.** Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Mas. Perbesaran 40X10. Pewarnaan *Hematoxylin-Eosin*. Keterangan: A (Insang Normal); B (Edema/Penebalan Lamela Primer); C (*Curling*); D (Pembendungan Lamella Primer); E (Hemorage/Pendarahan); F (Hyperplasia); dan G (Nekrosis)

Histologi insang ikan Mas pada perlakuan kontrol pada Gambar 7 menunjukkan bahwa kondisi insang berbentuk normal, struktur insang masih lengkap, lamella primer maupun lamella sekunder tidak mengalami kerusakan. Namun, pada konsentrasi 2,4% dan 4,2% mulai menunjukkan tanda kerusakan jaringan insang yang terjadi tetapi belum terlalu kompleks. Pada konsentrasi kerusakan yang terjadi berupa edema, fusi lamella dan *curling*. Susanto (2008), menyatakan bahwa beberapa kejadian patologis yang banyak ditemukan pada pengamatan histopatologi insang ikan yaitu penebalan lamella primer. Penebalan ini membuat lamella primer tampak seperti pemukul *base ball*. Beberapa kausa yang menyebabkan penebalan lamella primer antara lain trauma fisik, parasit dan zat kimia.

Pada konsentrasi 6,5% terjadi kerusakan insang ikan mas tingkat sedang berupa hiperplasia. Menurut Laksman (2003), hiperplasia adalah pembentukan jaringan secara berlebihan karena bertambahnya jumlah sel. Hiperplasia merupakan gejala pencemaran yang diakibatkan oleh edema yang berlebihan sehingga sel darah merah keluar dari kapilernya dan sel akan mengalami lepas-lepas dari penyokongnya. Yusana (2011) menambahkan bahwa hiperplasia pada insang diduga diakibatkan 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<sub>2</sub> terhambat dan mengakibatkan tidak adanya pengikatan O<sub>2</sub>.

Kerusakan insang ikan mas tingkat berat pada pemaparan limbah deterjen terjadi pada konsentrasi tertinggi yaitu 8,7% dimana insang ikan mas mengalami nekrosis yang ditandai dengan rusaknya atau hilangnya struktur filament insang. Nekrosis terjadi karena hiperplasia dan fusi lamella sekunder yang berlebihan, sehingga jaringan insang tidak berbentuk utuh lagi. Hal ini disebabkan oleh

konsentrasi limbah deterjen di air terlalu tinggi dan terjadi penyerapan zat toksikan secara terus-menerus ke dalam jaringan insang. Pada kejadian ini lamela mengalami kerusakan parah dan termasuk dalam kategori pencemaran berat. Menurut Rannika *et al.* (2013), nekrosis adalah kematian sel yang terjadi karena hiperplasia dan fusi lamella sekunder yang berlebihan, sehingga jaringan insang tidak berbentuk utuh lagi atau dengan kata lain nekrosis terjadi diiringi dengan kematian suatu biota. Suparjo (2010) menambahkan bahwa kerusakan-kerusakan pada lamela ini akibat dari limbah deterjen dapat mengganggu proses pertukaran gas-gas respiratorik sehingga ikan mengalami kesulitan pernapasan. Ketidaknormalan tersebut mungkin dapat menyebabkan kematian ikan Mas secara kronis.

#### 4.3 Hasil Analisis Limbah Cair Deterjen Laundry MEKARSARI

Hasil analisis oleh Laboratorium Lingkungan Perum Jasa Tirta 1 Malang pada limbah cair deterjen yang diperoleh dari usaha Laundry MEKARSARI disajikan pada Tabel 4 sebagai berikut :

**Tabel 4.** Hasil Analisis Laboratorium Terhadap Limbah Cair Deterjen Dari Usaha Laundry MEKARSARI

Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Hasil Pengujian
BOD <sub>5</sub>	mg/L	75	861,9
COD	mg/L	180	2280
TSS	mg/L	60	113,8
MBAS (Deterjen)	mg/L	3	3,990
Fosfat (sebagai PO <sub>4</sub> )	mg/L	2	2,666
pH	-	6,0 – 9,0	7,7

Sumber : Laboratorium Lingkungan Perum Jasa Tirta 1 Malang

\* Peraturan Gubernur Jawa Timur No.52 Tahun 2014

Melalui data pada Tabel 4 terlihat bahwa kadar limbah deterjen dari usaha *laundry* MEKARSARI secara umum melampaui baku mutu untuk kegiatan industri *laundry* menurut Peraturan Gubernur Jatim No.52 Tahun 2014 (**Lampiran 8**). Hal ini dapat dilihat dari hasil analisis uji laboratorium yang menyatakan bahwa kadar BOD<sub>5</sub>, COD, TSS, deterjen serta fosfat yang telah diuji memiliki nilai yang melampaui ambang baku mutu yang berlaku. Sedangkan pH masih dibawah baku mutu. Berdasarkan karakteristik limbah deterjen tersebut menunjukkan hampir semua parameter memiliki nilai konsentrasi yang tinggi dan melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Apabila limbah ini dibuang secara langsung ke perairan umum, maka dapat memberikan pengaruh negatif bagi ekosistem perairan maupun terhadap organisme yang hidup di dalamnya.

BOD (*Biological Oxygen Demand*) merupakan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh bakteri pengurai untuk menguraikan bahan pencemar organik dalam air, sedangkan COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis maupun yang sukar didegradasi secara biologis menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O (Yudo, 2010). Berdasarkan dari hasil pengujian laboratorium, didapatkan nilai BOD<sub>5</sub> yaitu 861,9 mg/l dan COD 2280 mg/l. Secara umum nilai COD yang diperoleh dari hasil pengukuran lebih besar dari nilai BOD karena jumlah senyawa kimia yang bisa dioksidasi secara kimiawi lebih besar dibandingkan oksidasi secara biologis. Nilai BOD<sub>5</sub> dan COD yang terlampau tinggi ini diduga berasal dari adanya bahan buangan zat kimia berupa deterjen yang berlebihan di dalam air ditandai dengan timbulnya buih atau busa sabun pada permukaan air. Kandungan bahan kimia dalam air limbah dapat mengancam keberadaan mikroorganisme pengurai. Jika mikroorganisme pengurai ini mati, maka proses degradasi bahan organik dalam air limbah ini akan terganggu (Widyaningsih, 2011). Selain dapat menyebabkan

terjadinya defisit oksigen dalam suatu perairan, dengan semakin tinggi kadar BOD maupun COD mengindikasikan terjadinya pencemaran. Hal ini sesuai dengan pendapat Mujosemedi (1985) bahwa apabila nilai kebutuhan oksigen biologis suatu perairan tinggi, berarti kandungan bahan pencemar organik terlarut dan kebutuhan oksigen untuk proses oksidasi oleh mikroorganisme tinggi pula.

Pengujian kadar TSS yang terkandung dalam limbah *laundry* didapatkan nilai yang melebihi baku mutu yaitu sebesar 113,8 mg/L. Dimana TSS adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung. Pada limbah pencucian baju pada umumnya banyak mengandung *suspended solid* (zat padat tersuspensi). Adanya zat padat tersuspensi disebabkan adanya butiran-butiran padatan limbah *laundry* atau partikel pada bahan-bahan yang dicuci terlepas dan melayang-layang dalam air. Selain itu, adanya busa yang berada di permukaan air dapat menghalangi cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan sehingga dapat mengurangi kemampuan alga dan tumbuhan air lainnya untuk berfotosintesis dan menghasilkan oksigen. Nilai TSS yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan partikel-partikel ini akan menempel pada insang ikan dan menyebabkan terganggunya sistem respirasi sehingga proses metabolisme tubuh ikan juga terhambat karena kurangnya suplai oksigen yang dibutuhkan. Hal ini didukung oleh pendapat Effendi (2003), bahwa TSS dalam jumlah yang berlebih dapat menyebabkan penyumbatan insang ikan atau selaput pernapasan lainnya, serta kurangnya asupan oksigen karena terlapisi oleh padatan.

Analisis penentuan kadar surfaktan anionik yang diperoleh dengan menggunakan metode MBAS (*Methylen Blue Active Surfactant*) menunjukkan nilai konsentrasi deterjen dalam air limbah *laundry* sebesar 3,990 mg/l. Nilai tersebut masih melebihi kriteria baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan

Gubernur Jawa Timur No.52 Tahun 2014 dimana kadar surfaktan dalam MBAS maksimum 3 mg/l. Surfaktan merupakan bahan organik yang berperan sebagai bahan aktif pada deterjen. Jenis surfaktan yang digunakan pada limbah *laundry* ini adalah *Alkyl Benzene Sulfonat* (ABS) yang merupakan deterjen tergolong keras. Deterjen tersebut sukar dirusak oleh mikroorganisme (*non biodegradable*) sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan akibat busa yang ditimbulkan. Namun, selain ABS pada deterjen juga terdapat beberapa komponen lain diantaranya adalah fosfat yang berfungsi sebagai *builder* (bahan pendukung).

Berdasarkan dari hasil pengujian laboratorium, didapatkan nilai fosfat yaitu 2,666 mg/l. Dengan demikian, nilai fosfat yang terkandung dalam limbah *laundry* masih termasuk melebihi ambang batas baku mutu yang telah ditetapkan. Menurut Kurniati (2008), limbah cair *laundry* yang dihasilkan oleh deterjen mengandung fosfat berasal dari *sodium tripolyphospat* (STPP) yang dalam deterjen berfungsi sebagai *builder* yang merupakan unsur terpenting kedua setelah surfaktan karena kemampuannya menonaktifkan mineral kesadahan dalam air sehingga deterjen dapat bekerja secara optimal. EPA (2002), menyatakan bahwa apabila kandungan fosfat dalam air limbah *laundry* berlebih dan langsung dibuang ke perairan umum, dapat menyebabkan eutrofikasi dimana badan air menjadi kaya akan nutrisi terlarut, menurunnya kandungan oksigen terlarut dan kemampuan daya dukung badan air terhadap biota air.

Nilai pH merupakan ukuran dari konsentrasi ion hidrogen positif yang menunjukkan suasana air. Berdasarkan hasil pengukuran pH pada limbah cair *laundry* didapatkan nilai pH yaitu 7,7. Nilai pH ini masih dibawah baku mutu yang dipersyaratkan untuk kategori limbah cair industri deterjen dan termasuk dalam pH netral, sehingga masih layak digunakan untuk pertumbuhan organisme air.

#### 4.4 Parameter Kualitas Air

Perubahan kualitas air sangat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan organisme air. Menurut Effendi (2003) salah satu tujuan pemantauan kualitas air untuk mengetahui sebab akibat antara perubahan variabel-variabel ekologi perairan dengan parameter fisika dan kimia. Parameter kualitas air diamati selama penelitian berlangsung meliputi suhu, nilai keasaman (pH), dan oksigen terlarut (DO). Hasil pengukuran parameter kualitas air (suhu, pH, dan DO) pada pengamatan harian setiap 8 jam sekali dapat dilihat pada **Lampiran 9**. Pengukuran ini bertujuan untuk menghindari adanya kematian hewan uji yang disebabkan oleh faktor kualitas air. Hasil kisaran pengukuran parameter kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil Kisaran Pengukuran Kualitas Air

Parameter Kualitas Air	Nilai Kisaran Kualitas Air	Standar
Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	24 - 28	25 – 30 (SNI, 2000)
pH	6 - 7	6,5 – 8,5 (SNI, 2000)
DO (mg/l)	5,10 – 7,20	> 4 (SNI, 2000)

##### 4.4.1 Suhu

Suhu merupakan faktor fisika yang sangat berpengaruh terhadap kondisi air di perairan dimana suatu unsur yang terkandung didalamnya akan menentukan massa jenis air, mempercepat reaksi kimia air, densitas air, kejenuhan air dan mempengaruhi jumlah oksigen terlarut didalam air (Sipahutar *et al.*, 2013). Hal ini didukung dengan pendapat Effendi (2003) bahwa peningkatan  $10^{\circ}\text{C}$  suhu perairan dapat meningkatkan konsumsi oksigen sekitar 2-3 kali lipat. Peningkatan suhu ini diikuti dengan menurunnya kadar oksigen terlarut dalam perairan, sehingga keberadaan oksigen di perairan kadangkala tidak mampu memenuhi kebutuhan oksigen untuk organisme akuatik dalam hal

ini melakukan proses metabolisme dan respirasi. Hasil dari pengukuran parameter suhu disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil Kisaran Pengukuran Kualitas Air Suhu selama Penelitian

Konsentrasi (%)	Nilai Kisaran Suhu (°C)			
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4
0 (Kontrol)	23,9 – 27,7	24,7 – 27,9	24,5 – 27,7	24,5 – 27,6
2,4	24 – 27,6	24,7 – 27,9	24,6 – 27,7	24,6 – 27,5
4,2	24 – 27,7	25 – 27,9	24,7 – 27,6	24,7 – 27,7
6,5	24 – 27,8	24,9 – 28	24,7 – 27,8	24,7 – 27,8
8,7	24 – 27,9	25 – 28	24,7 – 27,8	24,7 – 27,8

Berdasarkan hasil pengukuran parameter kualitas air Tabel 6, suhu yang diperoleh pada saat penelitian yaitu berkisar antara 24 – 28°C. Dari hasil pengukuran kualitas air tersebut, menunjukkan bahwa adanya paparan limbah deterjen dengan berbagai konsentrasi tidak berpengaruh terhadap suhu air, karena fluktuasi nilai suhu air terlihat sama pada semua konsentrasi. Walaupun terjadi peningkatan suhu pada uji ini, namun masih merupakan kisaran suhu yang baik untuk pertumbuhan ikan karena menurut Nugroho (2006) mengatakan bahwa suhu optimal untuk ikan berkisar antara 20 – 28°C. Sedangkan menurut Narantaka (2012) *dalam* suhu air yang ideal untuk tempat hidup ikan mas adalah terletak pada kisaran antara 25 – 30°C, dan pertumbuhan akan menurun apabila suhu rendah di bawah 13°C. Pertumbuhan akan menurun dengan cepat dan akan berhenti makan pada suhu di bawah 5°C.

Suhu memiliki peran yang sangat penting terhadap kelangsungan hidup organisme perairan, khususnya terhadap pertumbuhan ikan. Hal ini sesuai dengan pendapat Supiyati (2012) yang menjelaskan bahwa suhu juga merupakan suatu hal yang sangat penting dalam perairan, dimana peranan suhu

di perairan dapat berpengaruh terhadap kehidupan dan juga pertumbuhan biota air. Afrianto dan Liviawaty, (1992) menambahkan bahwa perubahan suhu yang terlalu drastis dapat menimbulkan gangguan terhadap laju respirasi, aktivitas jantung, aktivitas metabolisme dan aktivitas lainnya dan jika suhu terlalu tinggi ikan akan kekurangan oksigen dan sistem enzim tidak dapat berfungsi dengan baik yang dapat menyebabkan timbulnya stress.

#### 4.4.2 Nilai Keasaman (pH)

Nilai keasaman air merupakan tingkat konsentrasi ion hydrogen yang ada dalam perairan. Kisaran nilai keasaman yang cocok untuk kehidupan ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn) adalah berkisar antara 6 – 9. Kondisi nilai keasaman yang menyebabkan ikan mas pada titik kematian terjadi pada nilai keasaman 4 untuk asam dan 11 untuk basa (Husni, 2012). Menurut SNI (2000), bahwa kisaran nilai keasaman yang baik untuk kehidupan ikan mas yaitu berkisar antara 6,5 – 8,5. Hasil dari pengukuran nilai keasaman dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Hasil Kisaran Pengukuran Kualitas Air pH selama Penelitian

Konsentrasi (%)	Nilai Kisaran pH			
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4
0 (Kontrol)	7,01 – 7,23	6,71 – 7,12	6,93 – 7,25	6,99 – 7,25
2,4	7,05 – 7,27	7,22 – 7,34	7,12 – 7,33	7,21 – 7,35
4,2	7,25 – 7,33	7,28 – 7,39	7,25 – 7,35	7,25 – 7,38
6,5	7,29 – 7,30	7,32 – 7,39	7,28 – 7,35	7,26 – 7,38
8,7	7,31 – 7,33	7,31 – 7,39	7,29 – 7,35	7,30 – 7,35

Berdasarkan pengukuran parameter kualitas air pada Tabel 7, nilai pH yang diperoleh pada saat penelitian adalah sekitar 6 - 7 yang berarti pH air dalam keadaan netral. Hal ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Santoso (2010), bahwa dalam penelitiannya uji toksisitas deterjen terhadap ikan nila

dimana nilai pH yang didapatkan pada setiap perlakuan adalah sekitar 6 - 7. Sehingga, kisaran pH pada penelitian ini dinilai masih layak untuk kelangsungan hidup ikan mas sesuai dengan pendapat Goodyear (1984) dalam Nugraha (2001), perairan dengan kisaran nilai pH 6 – 9 masih dapat menunjang untuk kehidupan ikan secara normal.

#### 4.4.3 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut (DO) dibutuhkan untuk proses respirasi, metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian akan menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan. Oksigen terlarut (DO) juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik (Salmin, 2005). Menurut Effendi (2003) menyatakan bahwa dimana jika perairan terpapar oleh limbah dengan kadar yang cukup tinggi maka kadar oksigen terlarut di perairan akan cepat mengalami pengurangan. Perairan dengan kadar oksigen terlarut yang rendah maka akan berbahaya bagi organisme perairan. Berikut adalah hasil pengukuran kualitas air berupa DO dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Hasil Kisaran Pengukuran Kualitas Air DO selama Penelitian

Konsentrasi (%)	Nilai Kisaran DO			
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4
0 (Kontrol)	6,70 – 7,10	6,65 – 7,15	7,00 – 7,20	6,34 – 7,03
2,4	6,35 – 7,04	5,75 – 6,63	5,79 – 6,50	5,58 – 6,49
4,2	5,67 – 6,73	5,25 – 6,70	5,32 – 6,63	5,20 – 6,56
6,5	5,26 – 6,78	5,29 – 6,73	5,36 – 6,59	5,12 – 6,45
8,7	5,10 – 6,50	5,15 – 6,59	5,10 – 6,47	5,12 – 6,34

Berdasarkan pengukuran parameter kualitas air Tabel 8, oksigen terlarut (DO) yang diperoleh pada saat penelitian yaitu berkisar antara 5,10 – 7,20 mg/l.

Dimana hasil dari pengukuran oksigen terlarut (DO) tersebut menunjukkan kandungan oksigen terlarut cenderung menurun seiring dengan adanya peningkatan konsentrasi limbah deterjen. Penurunan DO tersebut selain akibat tegangan permukaan deterjen yang menghalangi penetrasi oksigen dari udara ke dalam media uji, juga ikan-ikan uji dalam perairan menggunakan oksigen untuk respirasi sehingga persediaan oksigen dalam media uji semakin lama semakin sedikit. Namun, penyebab utama kematian ikan uji bukan berkurangnya oksigen akibat respirasi ikan, melainkan adanya limbah deterjen dalam media uji. Hal ini diperjelas oleh Wardhana (1995) dalam Halang (2004) bahwa bahan buangan organik dapat bereaksi dengan oksigen terlarut mengikuti reaksi oksidasi biasa, semakin banyak bahan buangan organik di air, semakin sedikit sisa kandungan oksigen terlarut. Sehingga konsentrasi limbah deterjen yang tinggi pada penelitian ini menyebabkan rendahnya oksigen terlarut di dalam air. Walaupun terjadi penurunan DO pada uji ini, namun masih merupakan kisaran DO yang normal untuk kelangsungan hidup ikan mas disebabkan karena adanya aerasi dalam media uji. Amri dan Khairuman (2002) menyatakan bahwa kandungan oksigen yang baik untuk ikan mas adalah berkisar 5-7 ppm pada kondisi tersebut mas akan merasa cukup mendapatkan oksigen sehingga mas dapat bergerak santai, tidak gelisah dan responsif terhadap pakan. Jika oksigen kurang dari 5 ppm akan menyebabkan ikan sulit bernafas, tidak mau makan dan mengakibatkan ikan menjadi kurus dan sakit.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian mengenai uji toksisitas akut ( $LC_{50-96 \text{ Jam}}$ ) limbah deterjen dengan bahan aktif surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) terhadap ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai  $LC_{50-96 \text{ Jam}}$  dari pemaparan limbah deterjen dengan bahan aktif surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) terhadap ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) yaitu sebesar 3,56%.
2. Hasil pengukuran kualitas air menunjukkan bahwa kondisi kualitas air (Suhu, pH dan DO) pada bak-bak percobaan selama penelitian berlangsung masih berada dalam batas normal dan mampu mendukung kehidupan ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) secara umum. Adapun hasil pengukuran kualitas air yang didapatkan selama penelitian yaitu nilai suhu berkisar antara 24 – 28°C, nilai pH 6 – 7, dan oksigen terlarut (DO) sebesar 5,10 – 7,20 mg/l. Sehingga dapat ditafsirkan bahwa dalam hal ini, kualitas air berupa Suhu, pH dan DO bukan penyebab utama kematian ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn).
3. Hasil analisis histopatologi insang ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn), pada konsentrasi 2,4% dan 4,2% menunjukkan kerusakan jaringan yang terjadi belum terlalu kompleks yaitu edema, fusi lamella dan *curling*. Sedangkan pada konsentrasi sebesar 6,5% dan 8,7% menunjukkan bahwa telah terjadi kerusakan jaringan insang yang cukup parah yang ditandai dengan adanya hiperplasia dan nekrosis.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai uji toksisitas akut ( $LC_{50-96 \text{ Jam}}$ ) limbah deterjen dengan bahan aktif surfaktan *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) terhadap ikan mas ini sebaiknya dapat dijadikan acuan dalam menentukan batas dosis penggunaan limbah deterjen yang digunakan tidak boleh melebihi dari nilai  $LC_{50}$  sehingga tidak berpotensi mencemari lingkungan perairan. Selain itu, perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai toksisitas berbagai macam jenis deterjen lainnya yang berada dipasaran terhadap kehidupan ikan maupun organisme lain yang berada di perairan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abel, P.D. 1974. *Toxicity of Syntethic Detergent To Fish Aquatic Invertabrates*. *Jurnal Fish Biol.* 6 : 279-298.
- Aini, N. 2013. Uji Toksisitas Deterjen Cair Terhadap Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila (*Orheochromis niloticus*). Skripsi. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Afrianto, E., dan Liviawaty, E. 1992. Pengendalian Hama dan Penyakit Ikan. Cetakan Pertama. Penerbit Kanisius : Yogyakarta.
- Alifia, F dan Djawad. M.I 2000. Kondisi Histologi *Branchia* dan Organ Dalam Juvenil Ikan Bandeng (*Chanos chanos Forskall*) Yang Tercemar Logam Timbal. *Journal Science and Technology.* 1 (2) : 51-58.
- Amiria, F.D. 2008. Uji Toksisitas Akut Bahan Obat Herbal "X" Dtinjau Dari Nilai LD<sub>50</sub> Serta Fungsi Hati Dan Ginjal Pada Mencit Putih. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia.
- Amri dan Khairuman. 2000. Menanggulangi Penyakit pada Ikan Mas dan Koi. Jakarta.
- Arifuddin, M. 2013. Sitotoksitas Bahan Aktif Lamun Dari Kepulauan Spermonde Kota Makassar Terhadap *Artemia Salina*. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Astuti, S.W dan Mersi, S.S. 2015. Pengolahan Limbah *Laundry* Menggunakan Metode *Biosand Filter* Untuk Mendegradasi Fosfat. *Jurnal Teknik Kimia.* 4 (2) : 53-58.
- Azizah, S. N. 2010. Ketahanan Tiga Strain Udang Galah *Macrobrachium Rosenbergii* Terhadap Surfaktan Deterjen *Alkyl Sulfate*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Azwir. 2006. Analisa Pencemaran Air Sungai Tapung Kiri Oleh Limbah Industri Kelapa Sawit PT. Papatra Masterindo Kabupaten Kampar. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Berlianti, 2005. Daya Racun Surfaktan Deterjen *Alkyl Sulfate* Terhadap Post Larva Udang Windu *Penaeus monodon* Fabr. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Boyd, C.E. 1991. *Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming*. Proyek Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Jakarta.
- Cahyono, B. 2000. Budidaya Ikan Air Tawar : Ikan Gurami, Ikan Nila, Ikan Mas. Penerbit Kanisius : Yogyakarta.

- Cordova, M. R. 2008. Kajian Air Limbah Domestik Di Perumnas Bantar Kemang, Kota Bogor dan Pengaruhnya pada Sungai Ciliwung. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Darmawanti, A.V.S.P. 2002. Pengaruh Surfaktan Deterjen *Linier Alkylbenzene Sulfonate* Terhadap Larva Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus* Sauvage). Skripsi. Fakultas Perikanan. IPB. Bogor.
- Darmono, A. 2003. Pengaruh Surfaktan *Alkyl Sulfate (AS)* Terhadap Embrio Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*). Skripsi. Departemen Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan. Kanisius: Yogyakarta.
- Elfinurfajri, F. 2009. Struktur Komunitas Fitoplankton Serta Keterkaitannya Dengan Kualitas Perairan di Lingkungan Tambak Udang Intensif. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Esmiralda, 2010. Uji Toksisitas Akut Limbah Cair Industri Biodiesel Hasil Biodegradasi Secara Aerob Skala Laboratorium. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 1 (33) : 73-76.
- EPA. 1992. *Methods for Measuring The Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater Organisms 14th edition*. Weber, C. I, Editor, USEPA: Ohio.
- \_\_\_\_\_. 2002. *Method for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organisms*. Edisi 4. Washington DC.
- Google Images. 2015. Gambar Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn).
- Guthrie, E. F., dan J. J. Perry. 1980. *Introduction To Enviromental Toxicology. Interdepartemental Program In Toxicology*. New York
- Halang, B. 2004. Toksisitas Air Limbah Deterjen Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *BIOSCIENTIAE*. 1 (1) : 39 – 49.
- Hassan M., S. Norhan N. A., M. Daud H., Chong J. L., A. H. Shah M. M. Dan Karim N. U. 2015. *Behavioral And Histopathological Changes Of Common Carp (Cyprinus carpio) Exposed To Paraquat*. *Journal of Fisheries Livestock Production*. 3 (2): 131-133.
- Hermawati, A., R. Kusdarwati, S. Sigit dan A. S. Mubarak. 2009. Pengaruh Konsentrasi Kadmium terhadap Perubahan Warna Dan persentase Jenis Kelamin Jantan Anakan *Daphnia magna*. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 1 (1) : 43-50.
- Hie, B. 2010. Adsorpsi Surfaktan Kationik. Skripsi. Universitas Indonesia. Jakarta.

- Himat, K. 2002. Mas Siikan Panjang Umur. Agromedia. Jakarta.
- Husni. H dan Esmiralda. 2012. Uji Toksisitas Akut Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Lin). Skripsi. Universitas Andalas. Padang.
- IAPI. 2008. Himpunan Dokter Spesialis Patologi Indonesia. Pedoman Penanganan Bahan Pemeriksaan untuk Hispatologi. Jakarta.
- Immanuel, R. V. 2012. Toksisitas Tiga Macam Deterjen Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.). Skripsi. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Komarawidjaja, W. 2004. Kontribusi Limbah deterjen Terhadap Status Kehidupan Perairan di DAS Citarum Hulu. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 5 (3) : 193-197.
- Kordi.M.G.H. dan A.B.Tancung. 2007. Pengelolaan Kualitas Air. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kurniati, Elly. 2008. Penurunan Konsentrasi *Detergent* Pada Limbah Industri *Laundry* Dengan Metode Pengendapan Menggunakan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. Vol. 1 No. 1.
- Kusriani., P. Widjanarko., N. Rohmawati. 2012. Uji Pengaruh Sublethal Pestisida Diazinon 60 EC Terhadap Rasio Konversi Pakan (FCR) Dan Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.). *Jurnal Penelitian Perikanan*. 1 (1) : 36-42
- Laksman H.T. 2003. *Kamus Kedokteran*. Jakarta: Djambatan.
- Megawati, I.A, Andi Z, dan Winny R.A. 2015. Uji Toksisitas Deterjen Terhadap Ikan Nila (*Orheochromis niloticus*). Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan. UMRH. Riau.
- Mones, R. A. 2008. Gambaran Darah Pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) Strain Majalaya Yang Berasal Dari Daerah Ciampea Bogor. Skripsi. Fakultas Kedokteran Hewan. IPB. Bogor.
- Moyes, C. D., Patricia M, and Schulte. 2006. *Principles of Animal Physiology*. Pearson Benjamin Cummings.
- Mujosemedi. 1985. Beberapa Aspek Pencemaran Limbah Pabrik PT. Batik Keris Di Perairan Sungai Premulung Surakarta. Skripsi. Fakultas Biologi UGM. Yogyakarta.
- Mukti, A. 2006. Pengaruh Sub-Kronik *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS) Terhadap Stadia Post Larva Udang Vannamei *Litopenaeus vannamei*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Narantaka, A.M.M. 2012. Pembenihan Ikan Mas. Javalitera. Yogyakarta.
- Narimawati, U. 2008. Metodologi Penelitian Kualitatif Dan Kuantitatif. Teori dan Aplikasi. Agung Media : Bandung.
- Nazir. 2005. Metode Penelitian. Penerbit Ghalia Indonesia. Bogor.

- Nugraha, D.M. 2001. Pengaruh Surfaktan Deterjen *Alkyl Sulfate* (AS) Terhadap Larva-Juvenil Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn). Skripsi. IPB. Bogor
- Nugroho, A. 2006. Bioindikator Kualitas Air. Universitas Trisakti. Jakarta.
- Pratiwi, Y. 2004. Uji Toksisitas Dan Pengaruh Patologi Air Lindi Dari Tempat Pembuangan Akhir Sampah Piyungan Bantul Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L) Serta Penurunan Toksisitasnya Dengan PAC, Tesis Ilmu Lingkungan. Universitas Gadjah Mada.
- Pratiwi, Y., Sri, S., dan Winda, F.W. 2012. Uji Toksisitas Limbah Cair *Laundry* Sebelum Dan Sesudah Diolah Dengan Tawas Dan Karbon Aktif Terhadap Bioindikator (*Cyprinus carpio* L). *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi* (SNAST). 298-306.
- Prayitno, H. 2006. Pengaruh Pasokan Limbah Cair Tekstil PT. Batik Keris Sukoharjo Terhadap Perubahan Suhu, pH, DO, BOD, NO<sub>3</sub>, Ca, Mg dan Plankton di Sungai Premulung Surakarta. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Purnomo, B. 1992. Efek Toksik Deterjen. Fakultas Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- 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 : Surakarta.
- Rand, G, M. 1980. *Introduction to Environmental Toxicology*. New York. Elsevier
- Romziah, R. 2012. Studi Toksisitas Akut Timbel (Pb) Terhadap Kijing Taiwan (*Anodonta woodina*). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya, Malang.
- Rosita, E. Winny R.M dan Andi Z. 2013. Efektivitas Fitoremediasi Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica* Forsk) Terhadap Penyerapan Orthopospat Pada Detergen Ditinjau Dari Detensi Waktu Dan Konsentrasi Orthopospat. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitass Maritim Raja Ali Haji.
- Rudiyanti, S. dan Astri D. E. 2009. Pertumbuhan Dan *Survival Rate* Ikan Mas (*Cyprinus Carpio* Linn) Pada Berbagai Konsentrasi Pestisida *Regent* 0,3. *Jurnal Saintek Perikanan*. 5 (1): 39 – 47.
- Rumampuk, N. D., S. Tilaar dan S. Wullur. 2010. Median Lethal Consentration (LC-50) Insektisida Diklorometan pada Nener Bandeng (*Chanos-chanos forks*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*.6 (2) :87-92.
- Salmin, 2000. Kadar Oksigen Terlarut Di Perairan Sungai Dadap, Goba, Muara Karang Dan Teluk Banten. *Oseana*. (3) : 21 - 26.
- \_\_\_\_\_. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*. 30 (3) : 21 – 26.

- Santoso B. 1999. Ikan Mas: Mengungkap Teknik Pemeliharaan: Berbagai Metode pada Berbagai Tempat untuk Hasil Terbaik. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Santoso. L. 2010. Kajian Toksisitas dan Bioakumulasi Surfaktan Deterjen LAS Pada Udang Galah. Tesis. IPB. Bogor.
- Santi, S. S. 2009. Penurunan Kosentrasi Surfaktan pada Limbah Detergen dengan Proses Photokatalitik Sinar UV. *Jurnal Teknik Kimia*. 4 (1) : 260-264.
- Setyorini, A. 2014. Uji Toksisitas Akut LC<sub>50</sub> Limbah Cair Dari Industri Tahu Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Pada Bak- Bak Percobaan. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sipahutar, L. W., Dwinna A., Winaruddin., Nazaruddin. 2013. Gambaran Histopatologi Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Dipelihara Dalam Temperatur Air Di Atas Normal. *Jurnal Medika*, ISSN : 0853-1943.
- Siregar, S. N, Irwanmay, dan Rusdi L. 2013. Uji Toksisitas Pelembut Pakaian Terhadap Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.). Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sitorus, H. (1997). Uji Hayati Toksisitas Deterjen Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio*, L). *Jurnal Visi*. 5 (2) : 44-62.
- Smith , A. H., Odenyo, A. A., Osuji P. O., Walig, M. A., Kandil, F. E., Seiger, D. S and Mackie, R. J. 2001. *Evaluation of Toxicity of Acacia angustissima in Rat Bioassay*. *Anim Feed Sci Tech*. Vol. 91, hal :41-58.
- SNI. 2000. Produksi Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) Strain Majalaya Kelas Pembesaran di Karamba Jaring Apung.
- \_\_\_\_\_. 2004. Air dan air limbah-Bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) Dengan Menggunakan pH Meter. SNI 06-6989.11-2004.
- Sopiah, R. N dan Chaerunisah. 2006. Laju Degradasi Surfaktan *Liniear Alkylbenzena Sulfonate* (LAS) Pada Limbah Deterjen Secara Anaerob pada Reaktor Lekat Dan Bermedia Sarang Tawon. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 7 (3) : 243-250.
- Stark, D.J dan J.E. Banks. 2001. "Selective" Pesticides: are They Less Hazardous to the Environment. *Bioscience*. 51 (11) : 980-982.
- Stefhany, C.A, Mumu, S dan Kancitra, P. 2013. Fitoremediasi Phospat dengan menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Pada Limbah Cair Industri Kecil Pencucian Pakaian (Laundry). *Jurnal Institut Teknologi Nasional*. No. 1 Vol. 1.
- Suastuti, D.A. 2010. Efektifitas Penurunan Kadar *Deodesil Benzene Sulphonate* Yang Diolah Dengan Limbah Aktif. *Jurnal Kimia*. 1907- 9850.

\_\_\_\_\_, Nengah S, dan Nanik A. 2015. Efektivitas Penurunan Kadar Surfaktan *Linier Alkil Sulfonat* (LAS) Dan COD Dari Limbah Cair Domestik dengan Metode Lumpur Aktif. *Jurnal Kimia*. 9 (1) : 86 – 92.

Sugiyono. 2008. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D. Penerbit Alfabeta: Bandung.

Sulistyowati, E. 2008. Diktat Toksikologi. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.

Suparjo, M. N. 2010. Kerusakan Jaringan Insang Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus* L) akibat Deterjen. *Jurnal Saintek Perikanan*. 5 (2) : 1-7.

Supiyati., Halauddin., Gandika, A. 2012. Karakteristik dan Kualitas Air Di Muara Sungai Hitam Provinsi Bengkulu dengan *Software* Som Toolbox 2. *Jurnal Ilmu Fisika Indonesia*. Vol. 1, No. 2.

Susanah, U. A. 2011. Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Bandeng Di Tambak Wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Semarang. Skripsi. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang.

Susanto, D. 2008. Gambaran Histopatologi Organ Insang, Otot Dan Usus Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Di Desa Cibanteng. Skripsi. Fakultas Kedokteran Hewan. IPB. Bogor.

Suseno, D. 1994. Pengelolaan Usaha Pembenihan ikan Mas. Penebar Swadaya, Depok.

Syakti, D.A., N.V. Hidayati, dan A.S. Siregar. 2012. Agen Pencemaran Laut. IPB Press. Bogor.

Syafriadiman. 2010. Toksisitas Limbah Cair Minyak Kelapa Sawit dan Uji Sub Lethal terhadap Ikan Nila (*Oreochromis* sp.). Berkala Perikanan Terubuk. 3 (1) : 95-106).

Tasykal, A. R. 2015. Gambaran Histopatologi Organ Hati dan Insang Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) yang Terkontaminasi Logam Timbel (Pb) di Kecamatan Labakkang Kabupaten Pangkep. Fakultas Kedokteran. Universitas Hasanudin. Makassar.

Ulfatin, N. 2004. Penelitian Kuantitatif. Malang

Usman, H dan Akbar, P.S. 2008. Metode Penelitian Sosial. PT. Bumi Aksara. Jakarta.

Widyaningsih, Vini. 2011. Pengolahan Limbah Cair Kantin Yongma FISIP UI. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. Depok.

Winarno, E.K, Winarti, A dan Agustin S. 2006. *Distribution of Surfactant and Phenol in Coastal Waters of Jakarta Gulf*. *Indo. J. Chem*. 6 (3) : 251 – 255.

Wirasuta, I. M. A. G. dan R. Niruri. 2006. Toksikologi Umum (Buku Ajar). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Udayana: Denpasar.

Wong, Chris K dan M.H. Wong. 2000. *Morphological and Biochemical Changes in the Gills of Tilapia (Oreochromis mossambicus) to Ambient Cadmium Exposure. Aquatic Toxicology* 48: 517–527.

Yudo, S. 2010. Kondisi Kualitas Air Sungai Ciliwung di Wilayah DKI Jakarta Ditinjau dari Parameter Organik, Amoniak, Fosfat, Deterjen dan Bakteri *Coli. Jurnal Air Indonesia*. 6 (1) : 34 – 42.

Yuliani, R.E, Elly, P dan Yuni, P. 2015. Pengaruh Limbah Deterjen Industri Laundry Terhadap Mortalitas dan Indeks Fisiologi Ikan Nila. FKIP. Universitas Muhammadiyah Malang.

Yusana, W. W. 2011. Struktur Mikroanatomi Insang dan Hati Ikan Komet Di Balai Benih Ikan Siwarak akibat Limbah Obyek Wisata Kolam Renang. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang.



## LAMPIRAN

## Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian

Tabel 9. Alat yang Digunakan Selama Penelitian

NO	Nama Alat	Fungsi
1.	Toples kapasitas 16 L, diameter 29 cm, tinggi 28 cm	Sebagai wadah percobaan
2.	Seperangkat alat aerasi (Aerator, selang aerator dan batu aerasi)	Untuk memberi suplai oksigen dalam air
3.	Kertas Label	Untuk menandai toples yang digunakan penelitian
4.	DO meter	Untuk mengukur oksigen terlarut
5.	pH meter	Untuk mengukur pH air
6.	Beaker glass 1000 ml	Sebagai wadah takaran limbah deterjen yang akan diberikan pada toples percobaan.
7.	Beaker glass 250 ml	Sebagai wadah takaran limbah deterjen yang akan diberikan pada toples percobaan.
8.	<i>Sectio set</i>	Sebagai alat bantu untuk mengambil organ insang ikan mas
9.	Botol film	Sebagai wadah sampel insang ikan mas yang akan diuji histopatologinya
10.	Seser	Sebagai alat bantu untuk mengambil ikan yang mati
11.	Nampan	Sebagai wadah untuk alat dan bahan yang digunakan

**Tabel 10.** Bahan yang Digunakan Selama Penelitian

NO	Nama Bahan	Fungsi
1.	Ikan mas ( <i>Cyprinus carpio</i> Linn)	Sebagai hewan uji yang akan dianalisis tingkat LC <sub>50</sub> terhadap masukan limbah cair deterjen
2.	Limbah deterjen	Sebagai bahan uji untuk perlakuan toksisitas
3.	Air Tawar	Sebagai media hidup hewan uji (ikan) dalam toples
4.	Alkohol 96 %	Untuk membersihkan toples setelah dilakukan percobaan
5.	Pakan Ikan PF 800	Sebagai pakan hewan uji disesuaikan dengan umur ikan
6.	Aquadest	Untuk kalibrasi DO meter dan pH meter
7.	Formalin 10 %	Sebagai bahan utama dalam membuat preparasi sampel histopatologi insang ikan mas
8.	Kertas Label	Untuk memberi tanda pada objek pengamatan

**Lampiran 2. Tabel Skala Rand**

Skala konsentrasi yang dapat digunakan untuk menentukan variasi konsentrasi pada perlakuan suatu bioassay berdasarkan atas interval progressive bisection pada suatu skala logaritmik (Guthrie dan Perry, 1980).

**Tabel 11. Skala Rand**

Kolom				
1	2	3	4	5
10	-	-	-	-
-	-	-	-	<b>8.7</b>
-	-	-	7.5	-
-	-	-	-	<b>6.5</b>
-	-	5.6	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	<b>4.2</b>	-
-	-	-	-	3.7
-	3.2	-	-	-
-	-	-	-	2.8
-	-	-	<b>2.4</b>	-
-	-	-	-	2.1
-	-	1.8	-	-
-	-	-	-	1.55
-	-	-	1.35	-
-	-	-	-	1.15
1.0	-	-	-	-

### Lampiran 3. Perhitungan Pengenceran Larutan Uji

Rumus pengenceran adalah sebagai berikut :

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

Keterangan :

$V_1$  : volume atau jumlah limbah deterjen yang dibutuhkan

$N_1$  : konsentrasi limbah deterjen

$V_2$  : volume air yang digunakan

$N_2$  : konsentrasi perlakuan

Berikut ini adalah pengenceran untuk uji pendahuluan dan uji toksisitas akut:

#### 1. Pengenceran untuk uji pendahuluan

##### a. Konsentrasi 0 %

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 0}{100} = 0 \text{ ml}$$

##### b. Konsentrasi 0,1%

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 0,1}{100} = 10 \text{ ml}$$

##### c. Konsentrasi 1%

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 1}{100} = 100 \text{ ml}$$

##### d. Konsentrasi 10%

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

##### e. Konsentrasi 100 %

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 100}{100} = 10.000 \text{ ml}$$

**Lanjutan Lampiran 3. Pengenceran untuk uji toksisitas akut**

a. Konsentrasi 0 %

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 0}{100} = 0 \text{ ml}$$

b. Konsentrasi 2,4%

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 2,4}{100} = 240 \text{ ml}$$

c. Konsentrasi 4,2%

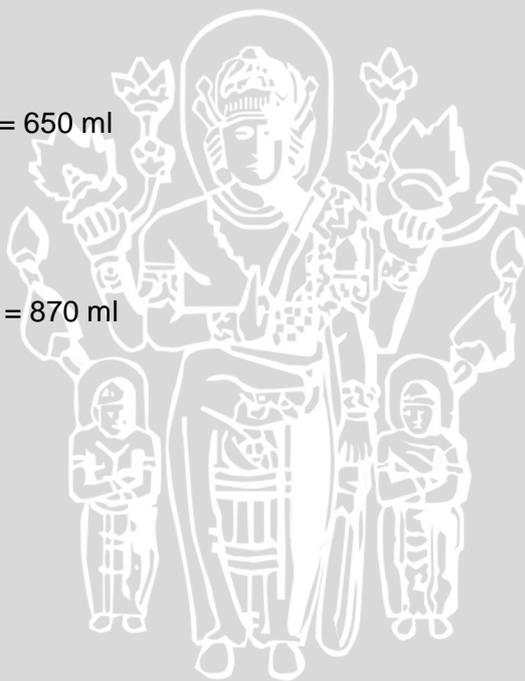
$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 4,2}{100} = 420 \text{ ml}$$

d. Konsentrasi 6,5%

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 6,5}{100} = 650 \text{ ml}$$

e. Konsentrasi 8,7%

$$V_1 = \frac{10.000 \text{ ml} \times 8,7}{100} = 870 \text{ ml}$$



Lampiran 4. Transformasi Nilai Probit

%	0	01	02	03	04	05	06	07	08	09
0		1 9098	2 1218	2 2522	2 3479	2 4242	2 4679	2 5427	2 5911	2 6344
1	2 6737	2 7096	2 7429	2 7738	2 8027	2 8299	2 8556	2 8799	2 9031	2 9251
2	2 9463	2 9665	2 9859	3 0046	3 0226	3 0400	3 0569	3 0732	3 089	3 1043
3	3 1192	3 1337	3 1478	3 1616	3 175	3 1881	3 2009	3 2134	3 2256	3 2376
4	3 2493	3 2608	3 2721	3 2831	3 294	3 3046	3 3151	3 3253	3 3354	3 3454
5	3 3551	3 3648	3 3742	3 3836	3 3928	3 4018	3 4107	3 4196	3 4282	3 4368
6	3 4452	3 4536	3 4618	3 4699	3 478	3 4859	3 4937	3 5051	3 5091	3 5167
7	3 5242	3 5315	3 5389	3 5462	3 5534	3 5605	3 5675	3 5745	3 5813	3 5882
8	3 5949	3 6016	3 6083	3 6148	3 6213	3 6278	3 6342	3 6405	3 6468	3 6531
9	3 6602	3 6654	3 6715	3 6775	3 6835	3 6894	3 6953	3 7012	3 707	3 7127
10	3 7184	3 7241	3 7298	3 7354	3 7409	3 7464	3 7519	3 7574	3 7628	3 7681
11	3 7735	3 7788	3 784	3 7893	3 7945	3 7996	3 8048	3 8099	3 815	3 82
12	3 825	3 83	3 835	3 8396	3 8448	3 8497	3 8545	3 8593	3 8641	3 8689
13	3 8736	3 8783	3 883	3 8877	3 8923	3 8969	3 9015	3 9061	3 9107	3 9152
14	3 9197	3 9242	3 9286	3 9331	3 9375	3 9419	3 9463	3 9506	3 955	3 9593
15	3 9636	3 9678	3 9721	3 9763	3 9805	3 9848	3 989	3 9931	3 9973	4 0014
16	4 0055	4 0096	4 0137	4 0178	4 0218	4 0259	4 0299	4 0339	4 0379	4 0419
17	4 0458	4 0496	4 0537	4 0576	4 0615	4 0654	4 0693	4 0731	4 077	4 0808
18	4 0846	4 0884	4 0922	4 096	4 0998	4 1035	4 1073	4 111	4 1147	4 1184
19	4 1221	4 1258	4 1295	4 1331	4 1367	4 1404	4 144	4 1475	4 1512	4 1548
20	4 1584	4 1619	4 1655	4 169	4 1726	4 1761	4 1796	4 1831	4 1866	4 1901
21	4 1936	4 197	4 2005	4 2039	4 2074	4 2108	4 2142	4 2176	4 221	4 2244
22	4 2278	4 2312	4 2345	4 2379	4 2412	4 2446	4 2479	4 2512	4 2546	4 2579
23	4 2612	4 2644	4 2677	4 271	4 2743	4 2775	4 2808	4 284	4 2872	4 2905
24	4 2937	4 2969	4 3001	4 3033	4 3065	4 3097	4 3129	4 316	4 3192	4 3224
25	4 3255	4 3287	4 3318	4 3349	4 338	4 3412	4 3443	4 3474	4 3505	4 3536
26	4 3567	4 3597	4 3628	4 3659	4 3689	4 372	4 375	4 3781	4 3811	4 3842
27	4 3872	4 3902	4 3932	4 3962	4 3992	4 4022	4 4052	4 4082	4 4112	4 4142
28	4 4172	4 4201	4 4231	4 426	4 429	4 4319	4 4349	4 4378	4 4406	4 4437
29	4 4466	4 4495	4 4524	4 4554	4 4583	4 4612	4 4641	4 467	4 4696	4 4727
30	4 4756	4 4785	4 4813	4 4842	4 4871	4 4899	4 4928	4 4956	4 4985	4 5013
31	4 5041	4 507	4 5098	4 5126	4 5155	4 5183	4 5211	4 5239	4 5267	4 5295
32	4 5323	4 5354	4 5379	4 5407	4 5436	4 5462	4 549	4 5518	4 5546	4 5573
33	4 5601	4 5628	4 5655	4 5684	4 5711	4 5738	4 5766	4 5793	4 5821	4 5848
34	4 5875	4 5903	4 593	4 5957	4 5984	4 6011	4 6039	4 6066	4 6093	4 612
35	4 6147	4 6174	4 6201	4 6228	4 6256	4 6281	4 6308	4 6336	4 6362	4 6389
36	4 6415	4 6442	4 6469	4 6496	4 6522	4 6549	4 6575	4 6602	4 6628	4 6655
37	4 6681	4 6708	4 6734	4 6761	4 6787	4 6814	4 684	4 6866	4 6893	4 6919
38	0 6945	4 6971	4 6998	4 7024	4 705	4 7075	4 7102	4 7129	4 7155	4 7181
39	4 7207	4 7233	4 7259	4 7285	4 7311	4 7337	4 7363	4 7389	4 7415	4 7441
40	4 7467	4 7492	4 7518	4 7544	4 757	4 7596	4 7622	4 7647	4 7673	4 7699
41	4 7725	4 775	4 7776	4 7802	4 7827	4 7853	4 7879	4 7904	4 793	4 7955
42	4 7981	4 8007	4 8032	4 8058	4 8083	4 8109	4 8134	4 816	4 8185	4 8211
43	4 8236	4 8262	4 8287	4 8313	4 8338	4 8363	4 8389	4 8414	4 844	4 8465
44	4 849	4 8516	4 8541	4 8566	4 8592	4 8617	4 8642	4 8668	4 8693	4 8718
45	4 8743	4 8769	4 8794	4 8819	4 8844	4 887	4 8895	4 892	4 8945	4 897
46	4 8996	4 9021	4 9045	4 9071	4 9096	4 9122	4 9147	4 9172	4 9197	4 9222
47	4 9247	4 9272	4 9298	4 9323	4 9348	4 9373	4 9398	4 9423	4 9448	4 9473
48	4 9498	4 9524	4 9549	4 9574	4 9599	4 9624	4 9649	4 9674	4 9699	4 9724
49	4 9749	4 9774	4 9799	4 9825	4 985	4 9875	4 99	4 9925	4 995	4 9975
50	50 000	5 0025	5 005	5 0075	5 01	5 0125	5 015	5 0175	50 201	5 0226
51	5 0251	5 0276	5 0301	5 0326	5 0351	5 0376	5 0401	5 0426	5 0451	5 0476
52	5 0502	5 0527	5 0552	5 0577	5 0602	5 0627	5 0652	5 0677	5 0702	5 0728
53	5 0753	5 0778	5 0803	5 0828	5 0853	5 0878	5 0904	5 0929	5 0954	5 0979
54	5 1004	5 103	5 1055	5 108	5 1105	5 113	5 1156	5 1181	5 1206	5 1231
55	5 1257	5 1282	5 1307	5 1332	5 1358	5 1383	5 1408	5 1434	5 1459	5 1484
56	5 151	5 1535	5 156	5 1586	5 1611	5 1637	5 1662	5 1689	5 1713	5 1738

57	5 1754	5 1789	5 1815	5 184	5 1866	5 1891	5 1917	5 1942	5 1966	5 1983
58	5 2019	5 2045	5 207	5 2096	5 2121	5 2147	5 2173	5 2198	5 2224	5 225
59	5 2275	5 2301	5 2327	5 2353	5 2378	5 2404	5 243	5 2456	5 2482	5 2508
60	5 2533	5 2559	5 2585	5 2611	5 2637	5 2666	5 2689	5 2715	5 2741	5 2767
61	5 2793	5 2819	5 2845	5 2871	5 2896	5 2924	5 295	5 2976	5 3002	5 3029
62	5 3056	5 3081	5 3107	5 3134	5 316	5 3186	5 3213	5 3239	5 3266	5 3292
63	5 3319	5 3345	5 3372	5 3398	5 3425	5 3451	5 3478	5 3505	5 3531	5 3558
64	5 3585	5 3611	5 3636	5 3663	5 3689	5 3719	5 3745	5 3772	5 3799	5 3826
65	5 3853	5 388	5 3907	5 3934	5 3961	5 3989	5 4015	5 4043	5 407	5 4097
66	5 4125	5 4152	5 4179	5 4207	5 4234	5 4261	5 4289	5 4316	5 4344	5 4372
67	5 4399	5 4427	5 4454	5 4482	5 451	5 4538	5 4565	5 4593	5 4621	5 4649
68	5 4677	5 4705	5 4733	5 4761	5 4789	5 4817	5 4845	5 4874	5 4902	5 493
69	5 4959	5 4987	5 5015	5 5044	5 5072	5 5101	5 5129	5 5158	5 5187	5 5215
70	5 5244	5 5273	5 5302	5 5331	5 5360	5 5388	5 5417	5 5446	5 5476	5 5505
71	5 5534	5 5563	5 5592	5 5622	5 5651	5 5681	5 571	5 574	5 5769	5 5799
72	5 5828	5 5858	5 5888	5 5918	5 5948	5 5978	5 6008	5 6038	5 6068	5 6098
73	5 6128	5 6158	5 6189	5 6219	5 625	5 628	5 6311	5 6341	5 6372	5 6403
74	5 6433	5 6464	5 6495	5 6526	5 6557	5 6588	5 662	5 6651	5 6682	5 6713
75	5 6745	5 6776	5 6806	5 684	5 6871	5 6903	5 6935	5 6967	5 6999	5 7031
76	5 7063	5 7096	5 7128	5 716	5 7192	5 7225	5 7257	5 729	5 7323	5 7356
77	5 7388	5 7421	5 7454	5 7488	5 7521	5 7554	5 7588	5 7621	5 7655	5 7688
78	5 7722	5 7756	5 779	5 7824	5 7858	5 7892	5 7926	5 7961	5 7995	5 803
79	5 8064	5 8099	5 8134	5 8169	5 8204	5 8238	5 8274	5 831	5 8345	5 8381
80	5 8416	5 8452	5 8488	5 8524	5 856	5 8596	5 8633	5 8669	5 8705	5 8742
81	5 8779	5 8816	5 8853	5 889	5 8927	5 8965	5 9002	5 904	5 9078	5 9116
82	5 9154	5 9192	5 923	5 9269	5 9307	5 9346	5 9385	5 9424	5 9463	5 9502
83	5 9542	5 9581	5 9621	5 9661	5 9701	5 9741	5 9782	5 9822	5 9863	5 9904
84	5 9945	5 9986	6 0027	6 0069	6 011	6 0152	6 0194	6 0237	6 0279	6 0322
85	6 0364	6 0407	6 045	6 0494	6 0537	6 0581	6 0625	6 0669	6 0714	6 0758
86	6 0803	6 0848	6 0893	6 0939	6 0985	6 1031	6 1077	6 1123	6 117	6 1217
87	6 1264	6 1311	6 1359	6 1407	6 1455	6 1503	6 1552	6 1601	6 165	6 17
88	6 175	6 18	6 185	6 1901	6 1952	6 2004	6 2055	6 2107	6 216	6 2212
89	6 2265	6 2319	6 2372	6 2426	6 2481	6 2536	6 2591	6 2646	6 2702	6 2759
90	6 2815	6 2873	6 293	6 2988	6 3047	6 3106	6 3165	6 3225	6 3285	6 3346
91	6 3408	6 3469	6 3532	6 3595	6 3658	6 3722	6 3787	6 3852	6 3917	6 3984
92	6 4051	6 4118	6 4187	6 4256	6 4325	6 4395	6 4466	6 4538	6 4611	6 4684
93	6 4758	6 4833	6 4909	6 4985	6 5063	6 5141	6 522	6 5301	6 5382	6 5464
94	6 5548	6 5632	6 5718	6 5805	6 5893	6 5982	6 6072	6 6164	6 6256	6 6352
95	6 6449	6 6546	6 6646	6 6747	6 6849	6 6954	6 706	6 7169	6 7279	6 7392
96	6 7507	6 7624	6 7744	6 7866	6 7991	6 8119	6 825	6 8384	6 8522	6 8663
97	6 8808	6 8957	6 911	6 9268	6 9431	6 96	6 9774	6 9954	7 0141	7 0335
98	7 2537	7 0749	7 0965	7 1201	7 1444	7 1707	7 1973	7 2262	7 2571	7 2904
99	7 3283	7 3656	7 4027	7 4571	7 512	7 5758	7 652	7 7478	7 8782	8 0302

**Lampiran 5. Mortalitas Ikan Mas Pada Uji Pendahuluan (Per Hari)**

Tabel Pengamatan Mortalitas Ikan Mas Pada Uji Pendahuluan ke-24 Jam

Konsentrasi	Ulangan ke-	$\Sigma$ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 24 jam			$\Sigma$ Ikan Yang mati	% Mortalitas
			Waktu Pengamatan (jam)				
			22.00	06.00	14.00		
0% (Kontrol)	1	10	0	0	0	0	0%
	2	10	0	0	0	0	0%
0,1%	1	10	0	0	0	0	0%
	2	10	0	0	0	0	0%
1%	1	10	0	0	0	0	0%
	2	10	0	0	0	0	0%
10%	1	10	10	-	-	10	100%
	2	10	10	-	-	10	100%
100%	1	10	10	-	-	10	100%
	2	10	10	-	-	10	100%

Tabel Pengamatan Mortalitas Ikan Mas Pada Uji Pendahuluan ke-48 Jam

Konsentrasi	Ulangan ke-	$\Sigma$ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 48 jam			$\Sigma$ Ikan Yang mati	% Mortalitas
			Waktu Pengamatan (jam)				
			22.00	06.00	14.00		
0% (Kontrol)	1	10	0	0	0	0	0%
	2	10	0	0	0	0	0%
0,1%	1	10	0	0	0	0	0%
	2	10	0	0	0	0	0%
1%	1	10	0	0	0	0	0%
	2	10	0	0	0	0	0%
10%	1	10	-	-	-	-	-
	2	10	-	-	-	-	-
100%	1	10	-	-	-	-	-
	2	10	-	-	-	-	-

Lanjutan Lampiran 5. Mortalitas Ikan Mas Pada Uji Pendahuluan (Per Hari)

Tabel Pengamatan Mortalitas Ikan Mas Pada Uji Pendahuluan ke-72 Jam

Konsentrasi	Ulangan ke-	$\Sigma$ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 72 jam			$\Sigma$ Ikan Yang mati	% Mortalitas
			Waktu Pengamatan (jam)				
			22.00	06.00	14.00		
0% (Kontrol)	1	10	0	0	0	0	0%
	2	10	0	0	0	0	0%
0,1%	1	10	0	0	0	0	0%
	2	10	0	0	0	0	0%
1%	1	10	0	0	1	1	10%
	2	10	0	0	0	0	0%
10%	1	10	-	-	-	-	-
	2	10	-	-	-	-	-
100%	1	10	-	-	-	-	-
	2	10	-	-	-	-	-

Tabel Pengamatan Mortalitas Ikan Mas Pada Uji Pendahuluan ke-96 Jam

Konsentrasi	Ulangan ke-	$\Sigma$ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 96 jam			$\Sigma$ Ikan Yang mati	% Mortalitas
			Waktu Pengamatan (jam)				
			22.00	06.00	14.00		
0% (Kontrol)	1	10	0	0	0	0	0%
	2	10	0	0	0	0	0%
0,1%	1	10	0	0	0	0	0%
	2	10	0	0	0	0	0%
1%	1	10	0	0	1	1	10%
	2	10	1	0	1	2	20%
10%	1	10	-	-	-	-	-
	2	10	-	-	-	-	-
100%	1	10	-	-	-	-	-
	2	10	-	-	-	-	-

**Lampiran 6. Mortalitas Ikan Mas Pada Uji Sesungguhnya ( $LC_{50}$ ) (Per Hari)**

Tabel Pengamatan Mortalitas Ikan Mas Pada Uji Sesungguhnya ke-24 Jam

Konsentrasi	Ulangan ke-	$\Sigma$ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 24 jam			$\Sigma$ Ikan Yang mati	Prosentase Mortalitas
			Waktu Pengamatan (jam)				
			22.00	06.00	14.00		
0% (Kontrol)	1	10	0	0	0	0	0%
	2	10	0	0	0	0	0%
	3	10	0	0	0	0	0%
2,4%	1	10	0	0	0	0	0%
	2	10	0	0	0	0	0%
	3	10	0	0	0	0	0%
4,2%	1	10	0	0	0	0	0%
	2	10	0	1	0	1	10%
	3	10	0	1	0	1	10%
6,5%	1	10	5	5	-	10	100%
	2	10	4	6	-	10	100%
	3	10	7	3	-	10	100%
8,7%	1	10	10	-	-	10	100%
	2	10	10	-	-	10	100%
	3	10	10	-	-	10	100%

Tabel Pengamatan Mortalitas Ikan Mas Pada Uji Sesungguhnya ke-24 Jam

Konsentrasi	Ulangan ke-	$\Sigma$ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 48 jam			$\Sigma$ Ikan Yang mati	Prosentase Mortalitas
			Waktu Pengamatan (jam)				
			22.00	06.00	14.00		
0% (Kontrol)	1	10	0	0	0	0	0%
	2	10	0	0	0	0	0%
	3	10	0	0	0	0	0%
2,4%	1	10	0	0	0	0	0%
	2	10	0	0	0	0	0%
	3	10	0	0	0	0	0%
4,2%	1	10	1	0	0	1	10%
	2	10	1	1	0	2	20%
	3	10	0	1	1	2	20%
6,5%	1	10	-	-	-	-	-
	2	10	-	-	-	-	-
	3	10	-	-	-	-	-
8,7%	1	10	-	-	-	-	-
	2	10	-	-	-	-	-
	3	10	-	-	-	-	-

**Lanjutan Lampiran 6. Mortalitas Ikan Mas Pada Uji Sesungguhnya (LC<sub>50</sub>)**

Tabel Pengamatan Mortalitas Ikan Mas Pada Uji Sesungguhnya ke-72 Jam

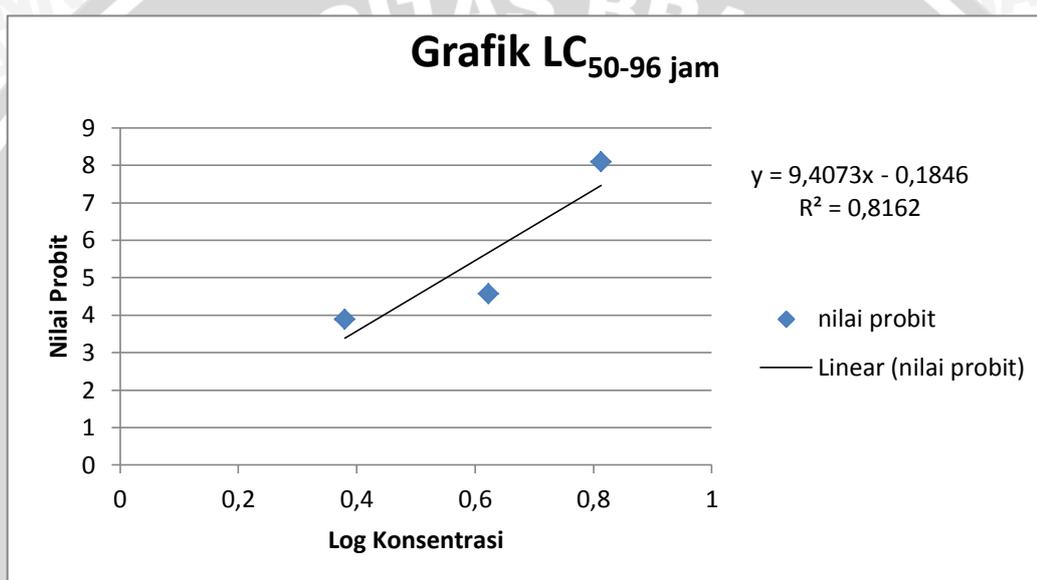
Konsentrasi	Ulangan ke-	Σ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 72 jam			Σ Ikan Yang mati	Prosentase Mortalitas
			Waktu Pengamatan (jam)				
			22.00	06.00	14.00		
0% (Kontrol)	1	10	0	0	0	0	0
	2	10	0	0	0	0	0
	3	10	0	0	0	0	0
2,4%	1	10	0	0	1	1	10%
	2	10	0	1	0	1	10%
	3	10	2	0	0	2	20%
4,2%	1	10	1	1	0	2	20%
	2	10	0	0	1	1	10%
	3	10	0	0	0	0	0%
6,5%	1	10	-	-	-	-	-
	2	10	-	-	-	-	-
	3	10	-	-	-	-	-
8,7%	1	10	-	-	-	-	-
	2	10	-	-	-	-	-
	3	10	-	-	-	-	-

Tabel Pengamatan Mortalitas Ikan Mas Pada Uji Sesungguhnya ke-96 Jam

Konsentrasi	Ulangan ke-	Σ Ikan yang Digunakan	Pengamatan 96 jam			Σ Ikan Yang mati	Prosentase Mortalitas
			Waktu Pengamatan (jam)				
			22.00	06.00	14.00		
0% (Kontrol)	1	10	0	0	0	0	0%
	2	10	0	0	0	0	0%
	3	10	0	0	0	0	0%
2,4%	1	10	0	0	0	0	0%
	2	10	0	0	0	0	0%
	3	10	0	0	0	0	0%
4,2%	1	10	0	0	0	0	0%
	2	10	0	0	0	0	0%
	3	10	0	0	0	0	0%
6,5%	1	10	-	-	-	-	-
	2	10	-	-	-	-	-
	3	10	-	-	-	-	-
8,7%	1	10	-	-	-	-	-
	2	10	-	-	-	-	-
	3	10	-	-	-	-	-

Lampiran 7. Perhitungan LC<sub>50-96 jam</sub> (Analisis Probit)

No	Konsentrasi	Log 10 Konsentrasi	Jumlah Ikan	Mortalitas	Mortalitas (%)	Probit
1	0%	-	30	0	0	-
2	2,4%	0,380	30	4	13,3	3,88
3	4,2%	0,623	30	10	33,3	4,56
4	6,5%	0,813	30	30	100	8,09
5	8,7%	0,939	30	30	100	8,09



Didapatkan rumus regresi sebagai berikut :

$$y = 9,4073x - 0,1846$$

Diasumsikan bahwa nilai probit adalah 5,

Maka :

$$y = 9,4073x - 0,1846$$

$$5 = 9,4073x - 0,1846$$

$$5 + 0,1846 = 9,4073x$$

$$5,1846 = 9,4073x$$

$$x = 0,551$$

Dihasilkan nilai LC<sub>50</sub> yaitu :

$$LC_{50-96 \text{ jam}} = \text{Antilog } x$$

$$= \text{Antilog } (0,551)$$

$$= 3,56\%$$

Sehingga, dapat disimpulkan bahwa dengan konsentrasi 3,56% dapat mematikan 50% hewan uji

Lampiran 8. Hasil Uji Laboratorium Terhadap Limbah Cair Deterjen dari Usaha Laundry MEKARSARI



**LABORATORIUM LINGKUNGAN**

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
 Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 333370  
 E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id



Nomor : 0882 S/LKA MLG/II/2016

Halaman  
Page 2 of 2

Kode Contoh Uji  
Sample Code Ext. 70 K/PC/II/2016/ 70

Metode Pengambilan Contoh Uji  
Sampling Method :-

Tempat Analisa  
Place of Analysis : Laboratorium Lingkungan PJT I Malang

Tanggal Analisa  
Testing Date(s) : 11 Februari - 24 Februari 2016

**HASIL ANALISA**  
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
<b>Air Limbah Laundry</b>					
1	pH	-	7,7	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	861,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	2280	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	113,8	APHA. 2540 D-2005	-
5	Nitrat (NO <sub>3</sub> )	mg/L	57,46	QI/LKA/65	-
6	Ortho Phospat (PO <sub>4</sub> )	mg/L	2,666	SNI 19-2483-1991	-
7	Deterjen (MBAS)	mg/L	3,990	QI/LKA/26 (Methilen Biru)	-



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I  
 This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation  
 This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

Lampiran 9. Data Parameter Kualitas Air Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

HARI	JAM	0%			2,4%			4,2%			6,5%			8,7%		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	22.00	25,7	25,7	25,6	25,8	25,8	25,5	25,7	25,7	25,7	25,7	25,8	25,6	25,9	25,7	25,5
	06.00	23,9	23,9	23,9	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	14.00	27,6	27,7	27	27,7	27,6	27,7	27,6	27,7	27,7	27,8	27,8	27,8	27,9	27,8	27,8
2	22.00	25	25,4	25,3	25,2	25,2	25,3	25,3	25,3	25,2	25,4	25,6	25,5	25,8	25,6	25,4
	06.00	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7	25	25	25	24,9	24,8	24,8	25	25	25
	14.00	27,6	27,5	27,4	27,6	27,9	27,8	27,8	27,9	27,9	28	27,9	28	28	28	28
3	22.00	26,3	26,4	26,3	26,3	26,3	26,4	26,5	26,6	26,5	26,6	26,6	26,6	26,7	26,7	26,6
	06.00	24,6	24,5	24,6	24,7	24,6	24,6	24,8	24,7	24,7	24,8	24,7	24,7	24,7	24,8	24,8
	14.00	27,6	27,7	27,6	27,7	27,7	27,7	27,4	27,5	27,6	27,8	27,7	27,7	27,8	27,8	27,7
4	22.00	26,2	26,4	26,4	26,5	26,3	26,4	26,5	26,6	26,7	26,7	26,8	26,9	26,9	26,8	26,7
	06.00	24,7	24,6	24,5	24,6	24,6	24,6	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7	24,8	24,7	24,7	24,8
	14.00	27,5	27,6	27,6	27,5	27,5	27,5	27,6	27,7	27,7	27,8	27,6	27,7	27,8	27,8	27,8

Lanjutan Lampiran 9. Data Parameter Kualitas Air Nilai pH

HARI	JAM	0%			2,4%			4,2%			6,5%			8,7%		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	22.00	7,01	7,04	7,03	7,05	7,12	7,10	7,29	7,24	7,25	7,29	7,29	7,30	7,31	7,32	7,31
	06.00	7,22	7,16	7,17	7,28	7,27	7,27	7,33	7,30	7,28	7,29	7,30	7,30	7,32	7,33	7,32
	14.00	7,22	7,22	7,23	7,24	7,22	7,23	7,25	7,26	7,25	7,29	7,32	7,29	7,33	7,31	7,32
2	22.00	6,71	6,92	6,87	7,22	7,23	7,25	7,35	7,30	7,39	7,32	7,34	7,33	7,31	7,29	7,31
	06.00	7,01	7,03	7,10	7,34	7,25	7,28	7,33	7,34	7,28	7,35	7,38	7,37	7,36	7,39	7,35
	14.00	6,99	7,11	7,12	7,24	7,26	7,27	7,24	7,26	7,26	7,38	7,39	7,32	7,33	7,34	7,36
3	22.00	7,11	6,98	7,03	7,26	7,12	7,26	7,35	7,33	7,32	7,34	7,28	7,33	7,35	7,35	7,29
	06.00	7,16	7,12	7,25	7,29	7,12	7,15	7,28	7,25	7,25	7,28	7,32	7,35	7,28	7,31	7,31
	14.00	7,14	6,93	7,25	7,29	7,33	7,23	7,28	7,28	7,26	7,29	7,29	7,30	7,33	7,34	7,35
4	22.00	7,16	7,16	7,21	7,21	7,34	7,25	7,29	7,25	7,26	7,32	7,31	7,26	7,32	7,34	7,30
	06.00	7,19	7,18	7,24	7,35	7,25	7,34	7,38	7,26	7,30	7,37	7,37	7,27	7,30	7,32	7,35
	14.00	6,99	7,14	7,25	7,25	7,33	7,33	7,37	7,29	7,31	7,38	7,37	7,38	7,33	7,34	7,35

Lanjutan Lampiran 9. Data Parameter Kualitas Air DO (mg/l)

HARI	JAM	0%			2,4%			4,2%			6,5%			8,7%		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	22.00	6,96	7,00	6,78	7,03	7,00	6,46	6,73	6,67	5,67	5,55	5,43	5,26	6,50	5,96	5,47
	06.00	7,10	6,70	6,98	6,96	6,78	6,35	6,56	6,63	5,78	6,78	6,05	5,43	6,35	5,67	5,45
	14.00	7,10	6,58	7,00	7,04	6,56	6,43	5,97	5,87	5,88	5,98	5,67	5,34	6,24	5,98	5,10
2	22.00	7,10	6,54	6,45	6,57	5,98	5,85	6,70	6,58	5,25	6,73	6,43	5,29	6,59	5,96	5,34
	06.00	7,15	6,65	6,56	6,63	5,75	5,75	6,59	6,27	5,67	6,74	5,87	5,67	6,24	5,56	5,15
	14.00	7,15	6,12	6,60	6,30	6,00	5,96	6,67	6,69	5,95	6,55	5,38	5,42	6,29	5,34	5,25
3	22.00	7,20	6,56	6,43	6,50	5,94	5,79	6,59	6,58	5,32	6,34	5,96	5,47	6,47	5,78	5,10
	06.00	7,15	6,98	7,00	6,49	5,99	5,81	6,63	6,56	5,49	6,24	5,79	5,36	6,29	5,89	5,10
	14.00	7,15	6,78	6,53	6,32	5,83	5,79	6,24	5,97	5,85	6,48	6,59	5,65	6,14	5,47	5,27
4	22.00	7,03	6,52	6,30	6,49	6,45	5,58	6,46	6,17	5,20	6,40	5,98	5,12	6,34	5,72	5,12
	06.00	6,89	7,00	6,34	6,38	6,00	5,58	6,39	6,00	5,78	6,39	6,00	5,24	5,67	5,47	5,19
	14.00	7,00	6,92	6,29	6,40	5,98	5,87	6,56	5,98	6,02	6,45	6,12	5,38	5,76	5,80	5,20

