

**PENGARUH MEDIA AIR LEDENG DAN AIR SUNGAI TERHADAP  
KELAINAN MORFOLOGI DAN FISILOGI ORGAN EMBRIO IKAN ZEBRA  
(*Brachydanio rerio*)**

**SKRIPSI**

Oleh :

**BERLYNA ARIADNE SUKOCO  
NIM. 155080101111005**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERIKANAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2019**

**PENGARUH MEDIA AIR LEDENG DAN AIR SUNGAI TERHADAP KELAINAN  
MORFOLOGI DAN FISILOGI ORGAN EMBRIO IKAN ZEBRA  
(*Brachydanio rerio*)**

**SKRIPSI**

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

Oleh :

**BERLYNA ARIADNE SUKOCO  
NIM. 155080101111005**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERIKANAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2019**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH MEDIA AIR LEDENG DAN AIR SUNGAI TERHADAP KELAINAN  
MORFOLOGI DAN FISILOGI ORGAN EMBRIO IKAN ZEBRA  
(*Brachydanio rerio*)**

Oleh :

**BERLYNA ARIADNE SUKOCO  
NIM. 155080101111005**



Tanggal : **03 JUL 2019**

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing,

**Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, Ph.D**  
NIP. 19610623 198703 2 003

Tanggal : **03 JUL 2019**



**LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI**

**Judul** : Pengaruh Media Air Ledeng Dan Air Sungai Terhadap Kelainan  
Morfologi Dan Fisiologi Organ Embrio Ikan Zebra  
(*Brachydanio rerio*)

**Nama** : Berlyna Ariadne Sukoco

**NIM** : 155080101111005

**Program Studi** : Manajemen Sumberdaya Perairan

**PENGUJI PEMBIMBING**

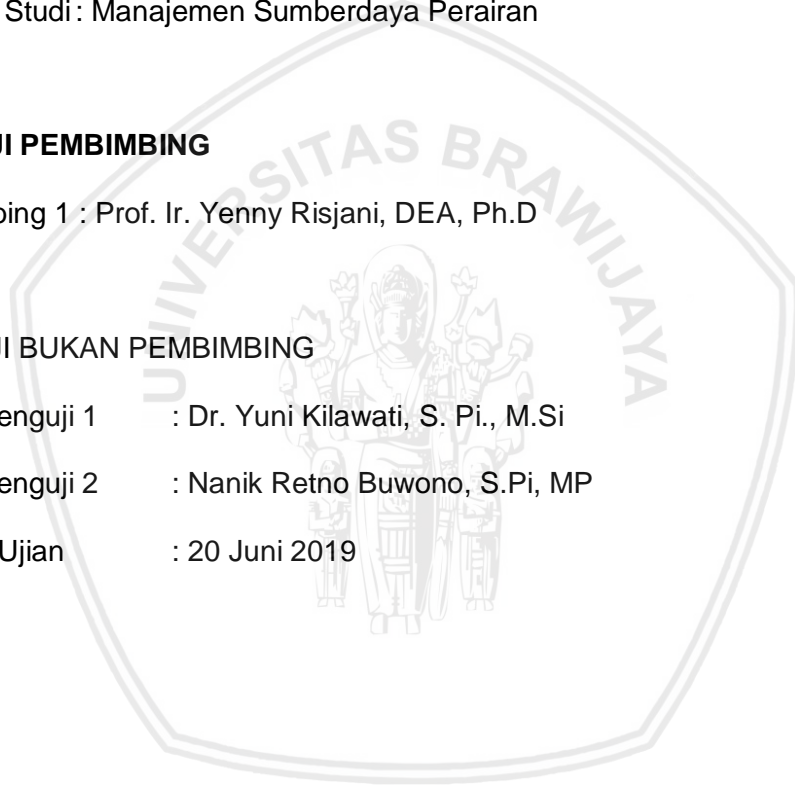
**Pembimbing 1** : Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, Ph.D

**PENGUJI BUKAN PEMBIMBING**

**Dosen Penguji 1** : Dr. Yuni Kilawati, S. Pi., M.Si

**Dosen Penguji 2** : Nanik Retno Buwono, S.Pi, MP

**Tanggal Ujian** : 20 Juni 2019



## PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Berlyna Ariadne Sukoco

NIM : 155080101111005

Prodi : Manajemen Sumberdaya Perairan

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan laporan skripsi saya ini merupakan hasil karya saya sendiri tanpa adanya karya yang pernah diterbitkan atau ditulis oleh orang lain, kecuali dalam naskah ini terdapat yang disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari mendapatkan bukti bahwasanya skripsi saya melakukan hasil penjiplakan (*plagiasi*) maka saya akan bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut dan menerima hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 26 April 2019

Mahasiswa

Berlyna Ariadne Sukoco  
NIM. 155080101111005

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW yang telah berkehendak atas segala kelancaran dan kemudahan yang diberikan dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Kedua orangtua penulis, Bapak Bambang Sukoco dan Ibu Tri Sis Setyowati. Serta Bapak William Bruce yang telah memberikan doa, dukungan dan materi sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.
3. Ibu Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, Ph. D selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, petunjuk dan pengarahan dalam penyusunan skripsi
4. Mbak Bonick Kartini yang selalu membantu dalam kepenulisan hingga memberikan motivasi kepada penulis untuk lulus tepat waktu.
5. Pak Udin, Pak Ribut, Mba Unil dan Bu Widya selaku laboran Laboratorium Sentral Ilmu Hayati yang membantu penulis dalam melaksanakan penelitian.
6. Tim sukses skripsi yaitu Rinentah, Fathiya, Astri Lorma, Sulton, Dzacky, Intan yang selalu setia kebersamai selama penelitian hingga penyelesaian skripsi.
7. Moudy, Febri, Gabriella, Alfitasari, Yuniyar dan Ifah yang telah membantu dan memberi dukungan dalam pelaksanaan dan pembuatan laporan.
8. Achmad Rizal Mustofa yang selalu bersedia memberi arahan, membantu penulis dalam melaksanakan penelitian serta tak henti menyemangati penulis untuk segera lulus.
9. Keluarga besar MSP UB 2015, yang senantiasa menemani dan mendampingi penulis dalam pengerjaan skripsi ini.

Malang, 27 April 2019

Penulis

## RINGKASAN

**Berlyna Ariadne. 2019.** Skripsi tentang Pengaruh Media Air Ledeng Dan Air Sungai Terhadap Kelainan Morfologi Dan Fisiologi Organ Embrio Ikan Zebra (*Brachydanio rerio*). (dibawah bimbingan **Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, Ph.D**)

---

Ikan zebra (*Brachydanio rerio*) merupakan ikan air tawar berukuran kurang lebih 30 mm, berasal dari India dan Bangladesh. Garis-garis pada ikan berfungsi untuk adaptasi terhadap lingkungannya melalui mekanisme kamuflase. Siklus hidup ikan zebra dibagi menjadi empat yaitu embrio, larva, anak-anak dan dewasa. Ikan zebra banyak dilakukan penelitian dalam bidang biomedis, hal ini dikarenakan ikan tersebut mudah berkembang biak, mudah dipelihara, embrionya transparan dan organogenesisnya cepat. Penggunaan media air ledeng dikarenakan air ledeng merupakan air bersih yang digunakan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari sedangkan air sungai menjadi tempat untuk membuang limbah hingga sampah rumah tangga. Penelitian ini perlu dilakukan untuk menganalisa pengaruh media air ledeng dan air sungai terhadap fisiologi dan morfologi embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) yang meliputi detak jantung, mortalitas, abnormalitas, malformasi, *survival rate* dan daya tetas.

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai April 2019 yang berlokasi di Laboratorium Reproduksi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan Laboratorium Sentral Ilmu Hayati (LSIH) Universitas Brawijaya, Malang

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode eksperimen. Metode eksperimen adalah suatu metode dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi agar menghasilkan penelitian yang dapat bermanfaat untuk jangka panjang. Pengambilan data pada penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan ANOVA, bila terjadi perbedaan signifikan dilanjutkan dengan menggunakan Tukey Test.

Penelitian ini menggunakan lima kali perlakuan dengan konsentrasi yang berbeda. Berdasarkan hasil penelitian perkembangan embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) setelah pemaparan air ledeng dan air sungai pada masing-masing perlakuan konsentrasi 0%, 25%, 35%, 45% dan 55% mempengaruhi perkembangan embrio. Pemaparan air ledeng menimbulkan mortalitas sebesar 34% sedangkan air sungai menimbulkan mortalitas sebesar 64,5%. Ikan zebra mengalami abnormalitas pada konsentrasi 45% air sungai, sedangkan pada media air ledeng tidak mengalami malformasi, telur menetas dengan sempurna. Tingkat daya tetas pada air sungai lebih cepat dibandingkan dengan air ledeng. Detak jantung pada air sungai mengalami penurunan yang signifikan hingga 88/*second*. Hasil analisis statistik menggunakan *one-way* ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Tukey menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi memberikan pengaruh yang berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap daya tetas, detak jantung (*heart beats*), mortalitas, abnormalitas, dan *survival rate*. Lamanya waktu pemaparan dapat mempengaruhi tingkat daya tetas, detak jantung, mortalitas dan *survival rate* embrio ikan zebra. Penggunaan media air sungai terhadap embrio menyebabkan kelainan pada bagian tulang belakang.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya lah penulis dapat menyelesaikan Usulan Skripsi yang berjudul “Pengaruh Media Air Ledeng dan Air Sungai Terhadap Kelainan Morfologi dan Fisiologi Organ Embrio Ikan Zebra (*Brachydanio rerio*)” sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

Penyusunan skripsi ini tentunya memiliki tidak sedikit hambatan yang penulis hadapi. Namun penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini berjalan dengan baik atas bantuan, dorongan dan bimbingan dari dosen pembimbing, orang tua maupun dosen – dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Oleh karena itu, penulis sangat bersedia menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan dalam penyusunan laporan selanjutnya sehingga tujuan yang diharapkan dapat tercapai.

Malang, 27 April 2019

Berlyna Ariadne Sukoco



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI .....	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
RINGKASAN .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Kegunaan .....	4
1.5 Tempat dan waktu.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Air Ledeng Dalam Perairan.....	6
2.2 Air Ledeng .....	7
2.2.1 Pengertian Air Ledeng .....	7
2.2.2 Kandungan Air Ledeng .....	8
2.3 Air Sungai.....	9
2.3.1 Pengertian Air Sungai .....	10
2.3.2 Baku Mutu Air Sungai .....	11
2.4 Ikan zebra ( <i>Brachydanio rerio</i> ).....	12
2.4.1 Klasifikasi Dan Morfologi.....	12
2.4.2 Embriogenesis Ikan Zebra ( <i>Brachydanio rerio</i> ).....	14
2.4.3 Ikan Zebra Sebagai Organisme Model.....	15
2.5 Uji Toksisitas .....	16
2.6 Penelitian Terdahulu .....	17
2.7 Parameter Kualitas Air .....	18
2.7.1 Suhu .....	19
2.7.2 Derajat Keasaman (pH) .....	20
2.7.3 Oksigen Terlarut ( <i>Dissolved Oxygen</i> ).....	20
3. METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Materi Penelitian.....	22

3.2	Alat dan bahan .....	22
3.2.1	Alat .....	22
3.2.2	Bahan .....	22
3.3	Metode dan Rancangan Penelitian .....	23
3.3.1	Metode Penelitian .....	23
3.3.2	Rancangan Penelitian .....	23
3.3.3	Lokasi Penelitian .....	24
3.3.4	Karakteristik Air Ledeng yang Digunakan Pada Penelitian .....	24
3.3.5	Karakteristik Air Sungai yang Digunakan Pada Penelitian .....	25
3.4	Sumber Data .....	25
3.4.1	Data Primer .....	26
3.4.2	Data Sekunder .....	26
3.5	Prosedur Penelitian .....	27
3.5.1	Pemeliharaan Hewan Uji .....	27
3.5.2	Pemijahan Ikan .....	28
3.5.3	Pembuatan Konsentrasi Perlakuan untuk Penelitian Utama .....	28
3.5.3	Pengukuran Daya Tetas ( <i>Hatching rate</i> ) .....	29
3.5.4	Pengamatan Frekuensi Detak Jantung ( <i>Heart beats</i> ) .....	29
3.5.5	Pengukuran Mortalitas Ikan Zebra ( <i>Brachydanio rerio</i> ) .....	30
3.5.6	Pengukuran Survival Rate Ikan Zebra ( <i>Brachydanio rerio</i> ) .....	30
3.5.7	Pengukuran Parameter Kualitas Air .....	31
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	33
4.1	Embriogenesis Ikan Zebra ( <i>Brachydanio rerio</i> ) .....	33
4.2	Pengaruh Air Ledeng dan Air Sungai terhadap Embrio Ikan Zebra .....	37
4.3	Tingkat Daya Tetas Ikan Zebra ( <i>Brachydanio rerio</i> ) .....	39
4.4	Pengaruh air ledeng dan air sungai terhadap frekuensi detak jantung) ...	42
4.5	Pengaruh air ledeng dan air sungai terhadap mortalitas ikan zebra .....	46
4.6	Pengaruh air ledeng dan air sungai terhadap <i>Survival Rate</i> .....	52
4.7	Pengaruh air sungai terhadap abnormalitas ikan zebra .....	56
4.8	Hasil Analisis Kualitas Air Ledeng dan Air Sungai .....	57
5.	KESIMPULAN DAN SARAN .....	62
5.1	Kesimpulan .....	62
5.2	Saran .....	62
	DAFTAR PUSTAKA .....	63
	LAMPIRAN .....	69

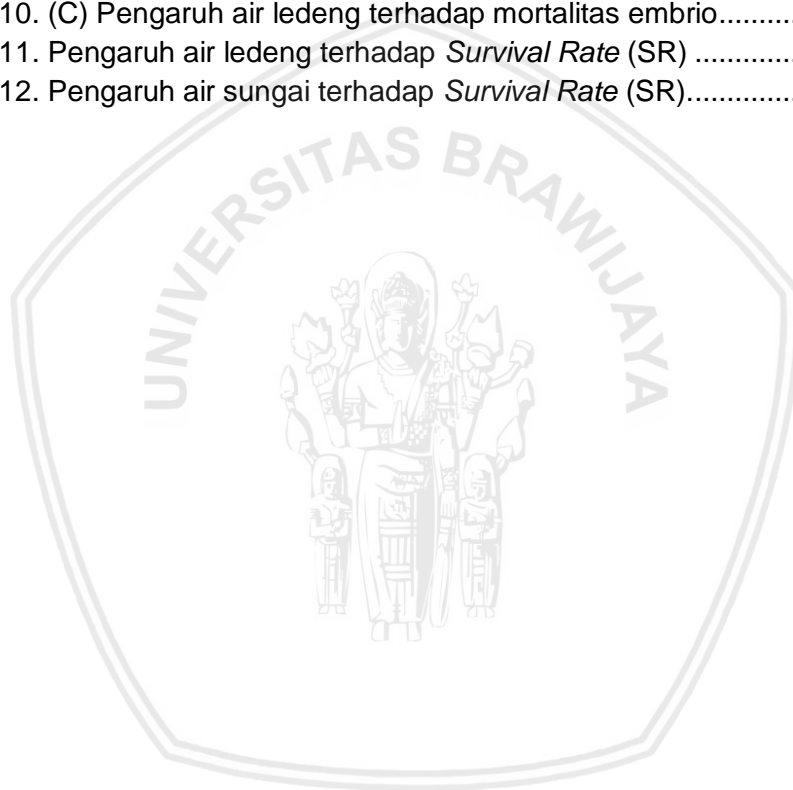
## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Roadmap Penelitian Embrio <i>Zebrafish</i> .....	17
Tabel 2. Pengaruh Media Air Ledeng Terhadap Mortalitas Ikan Zebra.....	29
Tabel 3. Pengaruh Media Air Sungai Terhadap Mortalitas Ikan Zebra .....	29
Tabel 4. Perkembangan embrio ikan zebra ( <i>Brachydanio rerio</i> ) .....	34
Tabel 5. Data Kualitas Air Ledeng .....	60
Tabel 6. Data Kualitas Air Sungai.....	60
Tabel 7. Data Kualitas Air pada Kontrol ( <i>Aquabidest</i> ).....	61



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1. (A) Ikan zebra ( <i>Brachydanio rerio</i> ) .....	13
Gambar 2. Tahap Perkembangan embrio <i>Brachydanio rerio</i> .....	15
Gambar 3. Perkembangan normal embrio ikan zebra .....	33
Gambar 4. Pengaruh air ledeng terhadap daya tetas ( <i>hatching rate</i> ). .....	40
Gambar 5. Pengaruh air sungai terhadap daya tetas ( <i>hatching rate</i> ). .....	41
Gambar 6. Pengaruh air ledeng terhadap frekuensi detak jantung .....	44
Gambar 7. Pengaruh air sungai terhadap frekuensi detak jantung. ....	45
Gambar 8. (A) Pengaruh air ledeng terhadap mortalitas telur .....	47
Gambar 9. (B) Pengaruh air ledeng terhadap mortalitas larva .....	49
Gambar 10. (C) Pengaruh air ledeng terhadap mortalitas embrio.....	52
Gambar 11. Pengaruh air ledeng terhadap <i>Survival Rate</i> (SR) .....	53
Gambar 12. Pengaruh air sungai terhadap <i>Survival Rate</i> (SR).....	55



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Kualitas Air Penelitian Pendahuluan .....	69
Lampiran 2. Perhitungan Pengenceran Larutan Uji .....	70
Lampiran 3. Data <i>Hatching Rate</i> Embrio <i>Zebrafish</i> yang dipapar air ledeng .....	72
Lampiran 4. Hasil Uji ANOVA dengan Uji Lanjutan Tukey Daya Tetas.....	73
Lampiran 5. Data <i>Hatching Rate</i> Embrio <i>Zebrafish</i> yang dipapar air sungai .....	78
Lampiran 6. Hasil Uji ANOVA dengan Uji Lanjutan Tukey Daya Tetas i.....	79
Lampiran 7. Data Hasil Detak Jantung Embrio <i>Zebrafish</i> .....	82
Lampiran 8. Hasil Uji ANOVA dengan Uji Lanjutan Tukey Detak Jantung .....	83
Lampiran 9. Data Hasil Detak Jantung Embrio <i>Zebrafish</i> .....	88
Lampiran 10. Hasil Uji ANOVA dengan Uji Lanjutan Tukey Detak Jantung .....	89
Lampiran 11. Data Hasil Mortalitas Embrio <i>Zebrafish</i> yang dipapar air ledeng ..	94
Lampiran 12. Hasil Uji ANOVA dengan Uji Lanjutan Tukey Mortalitas .....	95
Lampiran 13. Data Hasil Mortalitas Embrio <i>Zebrafish</i> yang dipapar air sungai	101
Lampiran 14. Hasil Uji ANOVA dengan Uji Lanjutan Tukey Mortalitas .....	102
Lampiran 15. Data Hasil <i>Survival Rate</i> (SR) Embrio <i>Zebrafish</i> .....	108
Lampiran 16. Hasil Uji ANOVA dengan Uji Lanjutan Tukey Mortalitas .....	109
Lampiran 17. Data Hasil <i>Survival Rate</i> (SR) Embrio <i>Zebrafish</i> .....	115
Lampiran 18. Hasil Uji ANOVA dengan Uji Lanjutan Tukey <i>Survival Rate</i> .....	116
Lampiran 19. Dokumentasi .....	122
Lampiran 20. Gambar morfologi dan fisiologi organ embrio ikan zebra .....	125
Lampiran 21. Gambar morfologi dan fisiologi organ embrio ikan zebra .....	126

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Air merupakan kebutuhan pokok manusia yang sangat penting, baik untuk minum, mandi maupun keperluan lainnya. Air memiliki peranan untuk mendukung kemakmuran dan kesejahteraan masyarakat. Tersedianya air yang memadai akan mendorong perkembangan di bidang pembangunan di masyarakat, serta mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dan taraf hidup. Keberadaan air bersih di daerah perkotaan menjadi sangat penting mengingat aktifitas kehidupan masyarakat kota yang sangat dinamis. Di dalam lingkungan alam, proses perubahan wujud, gerakan aliran air di permukaan tanah, di dalam tanah, dan di udara mengikuti suatu siklus keseimbangan dan dikenal dengan istilah siklus hidrologi (Kodoatie *et al.*, 2012). Untuk memenuhi kebutuhan air bersih tersebut penduduk perkotaan tidak dapat mengandalkan air dari sumber air langsung seperti air permukaan dan air hujan karena kedua sumber air tersebut sebagian besar telah tercemar baik secara langsung maupun tidak langsung dari aktivitas manusia itu sendiri.

Kualitas air mencakup keadaan fisik, kimia dan biologi yang dapat mempengaruhi ketersediaan air untuk kehidupan manusia, pertanian, industri, rekreasi dan pemanfaatan air lainnya. Syarat pemenuhan kebutuhan air bersih haruslah memenuhi dua syarat yaitu kuantitas dan kualitas (Depkes RI, 2005). Nugroho (2013) menyatakan bahwa untuk menghadapi permasalahan penyediaan air bersih maka di Indonesia memiliki salah satu perusahaan pengelola air ledeng di Indonesia yaitu Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Untuk itu Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) merupakan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) yang masuk dalam kategori penyelenggara pelayanan yang bersifat profit dengan tugasnya memberikan pelayanan air bersih kepada

masyarakat pada suatu daerah. Dalam penyelenggaraan pelayanan publik, diperlukan suatu standar pelayanan sebagai pedoman dan acuan penilaian kualitas pelayanan. Sumber air yang tercemar dan tidak layak semakin menambah beban pemerintah daerah dan Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) sebagai penyedia air bersih. Air bersih adalah salah satu jenis sumber daya berbasis air yang bermutu baik dan bisa dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi serta memenuhi kebutuhan aktivitas sehari-hari. Air ledeng merupakan air yang di produksi melalui proses penjernihan dan penyehatan sebelum dialirkan kepada konsumen melalui suatu instalasi berupa saluran air. Biasanya air ledeng ini bersumber dari air permukaan termasuk air waduk, air sungai dan air danau. Selain itu bersumber dari air dalam tanah yang berasal dari sumur artesis atau sumur yang dalam. Air ledeng ini dikelola oleh lembaga pemerintahan maupun swasta seperti Perusahaan Air Minum (PAM), Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), dan Badan Pengelola Air Minum (BPAM). Pengelolaan air bersih untuk keperluan sehari-hari merupakan suatu kebutuhan yang utama.

Sungai termasuk perairan terbuka yang mendapat pengaruh dari daratan di sekitarnya. Di Indonesia sungai merupakan perairan umum yang dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber air minum, irigasi, perikanan, industri, rekreasi, transportasi. Sungai metro merupakan anak sungai Brantas yang aliran sungainya melalui Kota Malang dan berakhir di Kecamatan Kepanjen Kabupaten Malang. Sungai Metro yang berada di Kelurahan Karang Besuki Kota Malang dimanfaatkan oleh masyarakat yang berada di sekitar sungai sebagai tempat pembuangan air limbah dari aktifitas rumah tangga seperti mandi, mencuci, aktifitas buang air besar dan pembuangan limbah rumah tangga (Bahriyah, 2018). Pembuangan limbah yang secara langsung ke lingkungan dapat menyebabkan pencemaran air. Limbah yang masuk ke air

lingkungan menyebabkan terjadinya penyimpangan dari keadaan normal air dan mengindikasikan suatu pencemaran.

Ikan zebra (*Brachydanio rerio*) merupakan ikan air tawar berukuran kurang lebih 30 mm, berasal dari India dan Bangladesh, banyak terdapat di sungai gangga dan merupakan ikan hias yang populer untuk dipelihara di akuarium. Embrio ikan zebra banyak digunakan sebagai model penelitian toksisitas bahan kimia karena embriogenesis yang cepat dan memiliki larva yang transparan (Govind *et al.*, 2012). Jantung pada ikan zebra merupakan organ yang pertama kali terbentuk dan memiliki kemiripan dengan embriogenesis jantung pada manusia. Dalam beberapa puluh tahun terakhir banyak sekali publikasi menggunakan ikan zebra dalam bidang biomedis, hal ini dikarenakan ikan tersebut mudah berkembang biak, embrionya transparan dan organogenesisnya cepat. Siklus hidup ikan zebra dibagi menjadi empat yaitu embrio, larva, anak-anak dan dewasa.

Air ledeng menjadi salah satu air bersih yang digunakan oleh masyarakat dalam memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari, sedangkan sungai menjadi tempat yang digunakan masyarakat untuk membuang limbah rumah tangga. Berdasarkan permasalahan yang ada pada air ledeng serta air sungai maka dalam skripsi ini penulis tertarik untuk mengambil judul "Pengaruh Media Air Ledeng Dan Air Sungai Terhadap Kelainan Morfologi Dan Fisiologi Organ Embrio Ikan Zebra (*Brachydanio Rerio*)".

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana air ledeng dapat mempengaruhi perkembangan organ embrio Ikan Zebra (*Brachydanio rerio*)?



2. Bagaimana air sungai dapat mempengaruhi perkembangan organ embrio Ikan Zebra (*Brachydanio rerio*)?
3. Bagaimana hasil detak jantung, mortalitas, abnormalitas, *survival rate* dan *hatching rate* embrio ikan Zebra (*Brachydanio rerio*) setelah pemaparan air ledeng dan air sungai ?

### 1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh media air ledeng dan air sungai terhadap fisiologi dan morfologi embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) yang meliputi detak jantung, mortalitas, malformasi, *survival rate* dan daya tetas. Penelitian ini diharapkan menjadi dasar acuan dalam mengevaluasi air ledeng dan air sungai pada lingkungan perairan.

### 1.4 Kegunaan

Penelitian pengaruh air ledeng dan air sungai terhadap kelainan morfologi dan fisiologi organ embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) memiliki beberapa kegunaan bagi peneliti, perguruan tinggi dan pemerintah yang diuraikan sebagai berikut :

#### 1. Bagi Peneliti

- Mengetahui pengaruh air ledeng dan air sungai terhadap kelainan morfologi dan fisiologi organ embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) sehingga hasil yang diperoleh dapat dijadikan informasi dan acuan bagi pembaca.
- Menambah pengalaman peneliti dalam penelitian.

#### 2. Bagi Perguruan Tinggi

- Dapat dijadikan bahan rujukan penelitian di Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.
- Sebagai langkah awal menentukan pengaruh air ledeng dan air sungai terhadap embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) sehingga selanjutnya

dapat dilakukan penelitian untuk pengaruh air ledeng dan air sungai lanjutan.

3. Bagi pemerintah

- Sebagai dasar acuan dalam membuat kebijakan penentuan ambang batas air ledeng dan air sungai serta dampaknya pada perairan.

### 1.5 Tempat dan waktu

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Sentral Ilmu Hayati (LSIH) Universitas Brawijaya dan Laboratorium Reproduksi Ikan Fakultas Perikanan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang pada bulan Januari – April 2019.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Air Ledeng Dalam Perairan

Seringkali masyarakat menggunakan air ledeng untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Namun tak banyak masyarakat yang mengetahui sejauh mana tingkat keamanan air tersebut. Sebab setiap daerah memiliki kondisi air ledeng yang berbeda. Hal itu terjadi karena pengelolaan air minum banyak dikelola oleh pemerintah sebagai Badan Usaha Milik Daerah (BUMD). Nugroho (2013) menyatakan bahwa air ledeng merupakan air yang di produksi melalui proses penjernihan dan penyehatan sebelum dialirkan kepada konsumen melalui suatu instalasi berupa saluran air. Biasanya air ledeng ini bersumber dari air permukaan termasuk air waduk, air sungai dan air danau. Selain itu bersumber dari air dalam tanah yang berasal dari sumur artesis atau sumur yang dalam. Air ledeng ini biasanya bersumber dari Lembaga pemerintahan maupun swasta seperti Perusahaan Air Minum (PAM), Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), dan Badan Pengelola Air Minum (BPAM). Kebanyakan air ledeng ini diklorinasi sebelum sampai ke konsumen. Menurutnya, klorinasi tidak bisa membunuh semua kuman. Sebagian kuman pembawa penyakit masih bisa mencemari permukaan air dan akhirnya mengalir ke air ledeng. Timbal dan tembaga juga bisa merusak melalui pipa yang berkarat.

Esma (2015) menyatakan bahwa salah satu perusahaan pengelola air ledeng di Indonesia yaitu Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) yang tergabung dalam Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) yang mengemban amanat dan peran strategis di daerah yang berfungsi melayani kebutuhan hajat hidup orang banyak dan sekaligus menggali dana masyarakat melalui perolehan keuntungan dari usahanya untuk digunakan kembali dalam membangun saran dan prasarana yang diperlukan masyarakat. Perusahaan

Daerah Air Minum (PDAM) dapat membantu memenuhi kebutuhan masyarakat, menunjang bagi perkembangan kelangsungan dunia usaha dan perkembangan ekonomi di daerah, percepatan pembangunan di daerah karena air bersih yang dihasilkan Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) merupakan barang yang penting yang menyangkut hajat hidup orang banyak.

## 2.2 Air Ledeng

### 2.2.1 Pengertian Air Ledeng

Di daerah perkotaan seperti Jakarta, Bandung maupun Surabaya, masyarakatnya akrab dengan istilah air ledeng. Para penduduk kota mengandalkan ketersediaan air bersih dari saluran-saluran pipa yang dikelola Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Istilah air ledeng akrab dalam pembicaraan dan telinga masyarakat kota, berbeda dengan masyarakat pedesaan yang mengandalkan air sungai dan air sumur. Kalaupun istilah air ledeng masuk di pedesaan merupakan pengaruh kota untuk menyebutkan air yang disalurkan melalui pipa-pipa ledeng. Asal muasal kata “air ledeng” berasal dari zaman kolonial Hindia Belanda. Pada tahun 1853 warga Belanda harus mendapatkan pasokan air dari usahanya sendiri. Antara tahun 1851-1853 pasokan air minum melalui saluran pipa yang disebut sebagai *water leiding* untuk kota Amsterdam menjadi pusat pertama di Belanda. Saluran air yang disebut juga *waterleiding* berkembang di negeri Belanda dan dijadikan contoh hingga dikembangkan di Indonesia. *Waterleiding* mengacu pada berbagai kegiatan dan bangunan yang berkaitan dengan penyaluran air, baik itu bangunan tower air yang disebut juga *water toren* serta saluran pipa yang mengalirkan ke pelanggan serta bangunan pendukung lainnya. Pada masa kolonial Hindia Belanda pada tahun 1920-an perusahaan air minum dikenal sebagai *waterleiding* (Muhajir, 2017). Selanjutnya pada masa pendudukan

Jepang disebut sebagai *Suido Syo* dan kemudian pada masa Kemerdekaan Republik Indonesia dikenal sebagai air ledeng. Kata *waterleiding* ini kemudian dikenal dengan istilah air ledeng. Sehingga air ledeng mengacu pada air yang disalurkan melalui pipa-pipa yang dilakukan oleh perusahaan air minum (Hadi, 2015).

Kualitas air yang sesuai dengan kebutuhan hidup ikan dapat menunjang kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan. Kondisi kualitas air yang baik akan menyebabkan fungsi fisiologis tubuh ikan berjalan dengan lancar (Panggabean, 2016). Penggunaan air bersih di perkotaan Indonesia berdasarkan keperluan rumah tangga, diperkirakan sebanyak 138,5 l/orang/hari dengan rincian untuk mandi, cuci dan kakus 12 liter, minum 2 liter, cuci pakaian 10,7 liter, kebersihan rumah 31,4 liter, tanaman 11,8 liter, cuci kendaraan 21,8 liter, wudhu 16,2 liter, lain-lain 33,3 liter. Syarat kualitas meliputi parameter fisik, kimia dan mikrobiologis yang memenuhi syarat kesehatan. Dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/Menkes/per/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air. Dari segi parameter fisika, air yang baik adalah air yang tidak berasa, berbau dan berwarna serta tidak berbahaya bagi kesehatan, antara lain derajat keasaman, bau, rasa, warna, kekeruhan, suhu dan jumlah zat terlarut (Gusril, 2016).

### **2.2.2 Kandungan Air Ledeng**

Zamaruddin (2018) menyatakan bahwa air merupakan sumber kehidupan. Air sangat dibutuhkan oleh manusia, hewan, tumbuhan dan makhluk hidup lainnya. Air ledeng yang baik adalah yang memenuhi persyaratan yang dikeluarkan pemerintah sesuai dengan PPRI No. 82 Tahun 2001 dan Menteri Kesehatan RI No.492/Menkes/Per/IV/2010 tanggal 20 April 2010 yaitu tidak berbau, tidak berwarna, tidak tercemar bakteri, pestisida dan bahan radioaktif (Mulyani, 2012).

Kualitas air yang baik tentunya dapat kita lihat dari nilai persyaratan yang diberikan atau ditunjukkan dalam tabel persyaratan untuk air minum. Jika nilai parameter air berada dibawah baku mutu persyaratan Menteri Kesehatan berarti air tersebut memenuhi standar untuk digunakan. pH air sebaiknya netral dengan kisaran 6,5 – 8,5 untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat dan korosi jaringan distribusi air. Bau air akan memberi petunjuk akan kualitas air. Rasa air yang bersih biasanya tidak memberikan rasa. Warna air sebaiknya tidak berwarna untuk mencegah keracunan dari berbagai zat kimia maupun mikroorganisme yang berwarna. Untuk standar air bersih diharapkan zat warna 50 TCU dan untuk standar air minum maksimum 15 TCU kandungan zat berwarna. Untuk kekeruhan air dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna atau rupa yang berlumpur dan kotor. Untuk standar air bersih kekeruhan yang diperbolehkan maksimum 25 NTU dan 5 NTU untuk standar air minum. Suhu air sebaiknya 10-25° C atau sejuk agar tidak terjadi pelarutan zat kimia yang ada pada saluran atau pipa yang dapat membahayakan kesehatan. Jumlah zat padat terlarut (TDS) biasanya terdiri dari zat organik, garam anorganik, dan gas terlarut. Bila TDS bertambah maka kesadahan akan naik pula (Gusril, 2016).

### **2.3 Air Sungai**

Peningkatan jumlah penduduk dan perkembangan suatu kota berakibat pula pada pola perubahan konsumsi masyarakat yang cukup tinggi dari tahun ke tahun, dengan luas lahan yang tetap akan mengakibatkan tekanan terhadap lingkungan semakin berat. Aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya yang berasal dari pertanian, industri dan kegiatan rumah tangga akan menghasilkan limbah yang dapat menurunkan kualitas air sungai.

Meningkatnya aktivitas manusia membuat perubahan tata guna lahan dan semakin beragamnya pola hidup masyarakat perkotaan yang menghasilkan limbah domestik menjadikan beban pencemar di sungai Metro semakin besar. Penurunan kualitas air terjadi akibat pembuangan limbah yang tidak terkendali dari aktivitas pembangunan di sepanjang sungai sehingga tidak sesuai dengan daya dukung sungai (Hamdani, 2016)

Sungai Metro merupakan anak sungai Brantas yang aliran sungainya melalui kota Malang dan berakhir di kecamatan Kepanjen. Sungai metro dimanfaatkan sebagai tempat pembuangan air limbah dari aktivitas rumah tangga. Pemanfaatan sungai sebagai tempat pembuangan air limbah yang dilakukan oleh masyarakat dapat menyebabkan penurunan kualitas air sungai (Mahyudin, 2015). Perubahan tata guna lahan ditandai dengan meningkatnya aktivitas domestik, pertanian dan industri akan mempengaruhi kualitas air sungai terutama limbah domestik.

### **2.3.1 Pengertian Air Sungai**

Kusuma (2014) menyatakan bahwa sungai merupakan perairan terbuka yang mengalir serta mendapat masukan dari semua buangan berbagai kegiatan manusia di daerah pemukiman, pertanian, dan industri di daerah sekitarnya. Masukan buangan ke dalam sungai akan mengakibatkan terjadinya perubahan faktor fisika, kimia, dan biologi di dalam perairan. Komponen biotik dapat memberikan gambaran mengenai kondisi fisika, kimia, dan biologi dari suatu perairan. Aktivitas manusia dan pertumbuhan industri menyebabkan sungai menjadi rentan terhadap pencemaran air. Air sungai termasuk ke dalam air permukaan yang banyak digunakan oleh masyarakat. Umumnya air sungai masih digunakan untuk mencuci, mandi, sumber air minum dan juga pengairan sawah. Sungai memiliki tiga bagian kondisi lingkungan yaitu hulu, hilir, dan

muara sungai. Ketiga kondisi tersebut memiliki perbedaan kualitas air. Penurunan kualitas air sungai lingkungan hidup perikanan berdampak pada penurunan produktivitas dan higienitas untuk perikanan karena tercemarnya air sungai akibat kandungan logam berat dalam jumlah yang berlebih. Meningkatnya kadar logam berat di sungai akan mengakibatkan proses metabolisme yang akan berubah menjadi racun bagi organisme tersebut (Jakfar, 2014).

### **2.3.2 Baku Mutu Air Sungai**

Baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditoleransi keberadaannya dalam air, sedangkan kelas air adalah peringkat kualitas air yang dinilai masih layak untuk dimanfaatkan bagi peruntukan tertentu. Klasifikasi dan kriteria mutu air mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yang menetapkan mutu air ke dalam empat kelas yaitu:

1. Kelas satu, peruntukannya dapat digunakan untuk baku mutu air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
2. Kelas dua, peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana kegiatan rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas tiga, peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.



4. Kelas empat, peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi tanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Pembagian kelas ini didasarkan pada tingkatan baiknya mutu air berdasarkan kemungkinan penggunaannya bagi suatu peruntukan air.

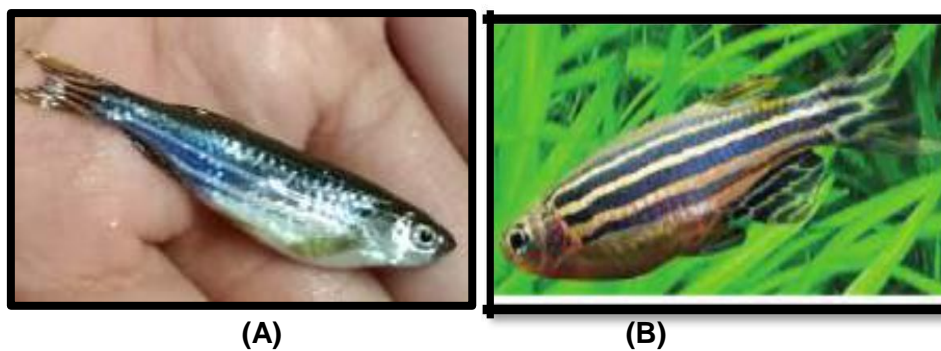
## 2.4 Ikan zebra (*Brachydanio rerio*)

### 2.4.1 Klasifikasi Dan Morfologi

William (2017) menyatakan bahwa ikan zebra (*Brachydanio rerio*) merupakan ikan air tawar berukuran kurang lebih 30 mm, berasal dari India dan Bangladesh, banyak terdapat di sungai gangga dan merupakan ikan hias yang populer untuk dipelihara di akuarium. *Brachydanio rerio* memiliki kurang lebih 45 spesies di dunia. Garis-garis sebagai corak yang ada pada tubuh ikan terdiri dari beberapa tipe sel pigmen. Garis berwarna biru hitam terdiri dari dua sel pigmen, yaitu melanofor dan iridiofor, sedangkan pada garis berwarna kuning perak terdiri dari sel pigmen xantofor dan iridiofor. Garis-garis pada ikan berfungsi untuk adaptasi terhadap lingkungannya melalui mekanisme kamuflase. Siklus hidup ikan zebra dibagi menjadi empat yaitu embrio, larva, anak-anak dan dewasa . Setelah fertilisasi terjadi perkembangan yang sangat cepat, yaitu dari embrio ke larva yang hanya membutuhkan waktu tiga hari.

Ikan zebra (*Branchydanio rerio*) seringkali ditemukan tumbuh dan berkembang pada perairan yang mengalir. Klasifikasi ikan zebra berdasarkan Eschmeyer (1997) adalah sebagai berikut :

Filum	: Chordata
Kelas	: Actynopterygii
Ordo	: Cypriniformes
Famili	: Cyprinidae
Genus	: Brachy danio
Spesies	: <i>Branchydanio rerio</i>



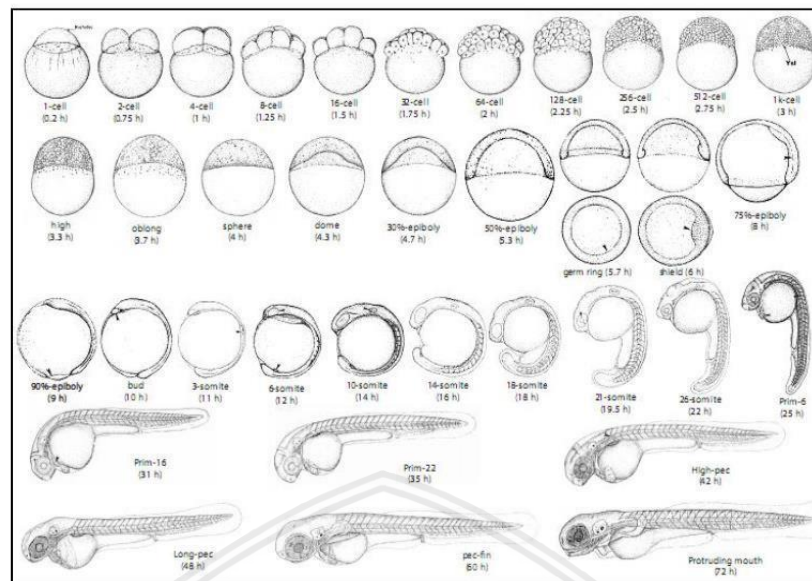
**Gambar 1.** (A) Ikan zebra (*Brachydanio rerio*) (Dokumentasi pribadi, 2019); (B) Ikan zebra (*Brachydanio rerio*) (Hamilton,1822)

Ikan zebra dapat hidup di suhu panas berkisar antara 24-35° C dengan pH mulai 6,6 – 8,2. Sedangkan jika di dalam laboratorium, ikan zebra dapat hidup dengan pH asam sekitar 4. Ikan zebra juga dapat mentoleransi perlakuan percobaan, seperti perubahan temperatur dan salinitas yang diberikan oleh peneliti. Ada beberapa keuntungan dalam menggunakan ikan zebra daripada spesies lainnya, termasuk kelimpahan gen, fekunditas yang tinggi, mudah dicari dan penggunaan selnya yang serupa dengan manusia. Ikan zebra memakan cacing dan crustacea kecil dan larva serangga sehingga dapat digunakan untuk mengendalikan nyamuk. Ikan zebra juga memiliki kemampuan dan naluri yang cukup bervariasi yaitu bisa merasakan sensasi rasa, sentuhan, keseimbangan, dan pola sirkadian yang menyerupai mamalia yaitu aktivitas yang dilakukan pada siang hari dan istirahat pada saat malam hari serta penurunan kecepatan makan, dan peningkatan keadaan sesuai dengan lingkungannya (Kwong, 2014). Ikan zebra (*Brachydanio rerio*) merupakan ikan hias air tawar yang memiliki beberapa varian yang dapat ditemui seperti berwarna hitam putih, pink, kuning, bersirip panjang, ataupun dengan pola mirip macan tutul. Ikan zebra jantan memiliki tubuh yang langsing, sedangkan betina memiliki perut yang lebih besar dan berwarna keputihan. Perut betina berukuran lebih besar karena berisi telur-telur calon individu baru,

pembuahan terjadi di luar tubuh betina (Strahle, 2018). Ikan zebra akan bertelur di pagi hari sesuai dengan kebiasaannya di alam. Satu ekor betina mampu bertelur dari 100 hingga 200 butir dalam sekali perkawinan. Telur tersebut akan menetas setelah 3 hari dan induk dapat dikawinkan lagi dalam interval satu minggu.

#### **2.4.2 Embriogenesis Ikan Zebra (*Brachydanio rerio*)**

Pembuahan adalah peristiwa penggabungan sel telur dan sperma sehingga terbentuklah zigot. Setelah pembuahan maka terjadilah perkembangan sel dari stadium zigot hingga stadium penetasan. Tanda-tanda telah terjadinya pembuahan yaitu terbentuknya ruang perivitelin, karena terjadinya penyerapan air setelah telur dikeluarkan dan berhubungan langsung dengan air yang mengakibatkan telur membengkak. Setelah pembuahan, embriogenesis akan berlangsung terus setiap waktu dan terjadi proses-proses cleavage, morulasi, blastulasi, gastrulasi dan organogenesis yang selanjutnya penetasan. Struktur tubuh dasar embrio ikan zebra terbentuk oleh tiga gerakan sel. Gerakan pertama, epiboly adalah refleksi dari pembelahan meroblastik telur yaitu untuk menyebarkan akumulasi blastomer, atau blastoderm, di atas sel kuning telur. Gastrulasi dimulai ketika sel kuning telur ditutupi oleh blastoderm dan ditandai dengan timbulnya dua gerakan sel tambahan, involusi dan konvergensi. Blastomer terjadi di sekitar batas blastoderm dan mengarah pada pembentukan lapisan sel bagian dalam, hipoblas, dimana struktur mesodermal dan endodermal tubuh diturunkan. Lapisan luar sel, atau epiblast akan memunculkan epidermis dan neuroectoderm. Bersamaan dengan epiboly dan involusi, sel-sel hipoblas dan epiblast bertemu ke sisi punggung embriou untuk primordium dari poros tubuh. Epiboly terjadi ketika sel kuning telur ditumbuhi oleh kedua lapisan sel, neuroectoderm mesendoderm dan atasnya telah selaras dalam posisi anteroposterior (Strahle, 2018).



**Gambar 2.** Tahap Perkembangan embrio *Brachydanio rerio* (Kimmel *et.al*, 1995)

### 2.4.3 Ikan Zebra Sebagai Organisme Model

Ikan zebra merupakan salah satu hewan yang sering digunakan sebagai model dalam penelitian biomedis. Ikan zebra ini memiliki beberapa keuntungan sebagai hewan uji coba, karena memiliki telur sekitar 200-300 butir/minggu, embrio berkembang di luar tubuh sehingga lebih mudah diamati, embrio bersifat transparan sehingga bisa dilihat organ yang terbentuk dengan jelas, perkembangan embrio tidak membutuhkan waktu yang lama sehingga menghemat waktu dalam penelitian, serta mudah dipelihara sehingga membutuhkan biaya yang lebih murah. Meskipun demikian ikan zebra memiliki beberapa kekurangan jika digunakan sebagai model hewan mamalia, diantaranya tidak memiliki beberapa organ yang dimiliki oleh hewan mamalia seperti paru-paru dan kelenjar ambing (Santoriello dan Li, 2012).

William (2017) menyatakan bahwa ikan zebra (*Brachydanio rerio*) merupakan ikan air tawar yang sering dipelihara di akuarium, beberapa tahun belakang ini mendapat perhatian yang sangat serius untuk dikembangkan sebagai model penelitian. Kelebihan dari ikan zebra dibandingkan dengan

model penelitian yang lain adalah ikan zebra mudah dipelihara, embrionya transparan, berkembang biak sangat banyak dan genetiknya mudah dimanipulasi. Penelitian yang menggunakan ikan zebra lebih banyak untuk penelitian mengenai embriologi, mekanisme penyakit, pengobatan untuk penyakit dan model penelitian fisiologi. Beberapa puluh tahun terakhir banyak sekali publikasi menggunakan ikan zebra dalam bidang biomedis, karena embrionya yang transparan, organogenesisnya cepat dan mudah dikembang biakkan.

## 2.5 Uji Toksisitas

Tahap ini dipergunakan untuk menentukan toksisitas air ledeng dan air sungai. Langkah yang dilakukan adalah sediakan sebanyak 6 cawan petri dan 300 ekor embrio uji, dibagi menjadi 6 perlakuan, setiap perlakuan diulang 3 kali, masing-masing perlakuan terdiri dari 20 ekor embrio. Kemudian masing-masing cawan petri diberi label. Pengamatan mortalitas hewan uji dilakukan pada periode waktu pemaparan 24, 48, 72 dan 96 jam. Hewan uji yang telah mati pada saat pengamatan dikeluarkan dari setiap cawan petri dan dicatat. Analisis probit adalah jenis regresi yang digunakan untuk menganalisis variabel respon binomial, umumnya digunakan dalam toksikologi untuk menentukan toksisitas relatif bahan kimia pada hewan hidup dengan cara menguji respons suatu organisme dengan berbagai konsentrasi bahan kimia dan kemudian membandingkan konsentrasi di mana respons terjadi. Metode Probit merupakan metode yang akurat untuk menghitung LC50 (Singh, 2017). Ikan yang telah terpapar zat toksik dapat diketahui dari tingkah laku ikan tersebut, yaitu dengan gerakan hiperaktif, menggelepar dan lumpuh. Hal ini diduga sebagai suatu cara untuk memperkecil proses biokimia dalam tubuh yang teracuni, sehingga efek letal yang telah terjadi lebih lambat (Shah, 2010).

## 2.6 Penelitian Terdahulu

Penulis menggunakan beberapa jurnal penelitian terdahulu sebagai salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian. Hal ini ditujukan agar dapat memperkaya teori dalam mengkaji penelitian. Penulis tidak menemukan penelitian terdahulu dengan judul yang sama dengan judul penelitian yang penulis sedang lakukan. Berikut merupakan beberapa penelitian terdahulu berupa jurnal yang terkait dengan penelitian ini :

**Tabel 1.** Roadmap Penelitian Embrio *Zebrafish*

No.	Penelitian / Tahun	Sampel	Keterangan	Efek
1.	Ali <i>et al.</i> , 2013	Air sungai	Pengujian kualitas air	Kondisi kualitas air Sungai Metro berada dibawah baku mutu sesuai peruntukannya karena tercemar limbah rumah tangga, industri, limbah pertanian.
2.	Parichy, D. M. <i>et al.</i> , 2009	Ikan Zebra	Perkembangan <i>Zebrafish</i> dengan kepadatan rendah, sedang dan tinggi	Kandung kemih, sirip median dan sirip perut, pigmen pola, pembentukan skala, lipatan sirip larva dan kerangka. Ukuran perkembangan yang lebih baik daripada usia.
3.	Kosmehl, T <i>et al.</i> , 2012	Ikan Zebra	18 sampel sedimen	Mekanisme biotest menunjukkan potensi bahaya dari ekstrak sedimen. Kontaminan untuk ekstrak sedimen dengan menggunakan gen biomarker klasik dengan menghubungkan analisis ekspresi. Namun, hanya sejumlah perubahan dalam ekspresi gen dapat dijelaskan oleh kimia analitik atau efek biologis karena besar gen yang diatur sulit untuk membedakan antara respons spesifik dan

				proses yang lebih umum seperti detoksifikasi.
4.	Chen, W. L. <i>et al.</i> , (2009)	<i>Zebrafish</i>	Konsentrasi logam berat (Zn, Cu, Cd Ni, Cr, As)	Tingkat kelangsungan hidup, kelainan, tingkat penetasan, dan denyut jantung embrio ikan zebra, dicatat selama 96 jam. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat (Zn, Cu, Cd, Ni, Cr, dan As) dan PAH berat molekul rendah (Fluorene) dalam sedimen di muara sungai melebihi kisaran efeknya yang sesuai dengan nilai rendah. Sungai dapat mempengaruhi efek teratogenik potensial terhadap biota. Sedimen dari hulu muara sungai mengandung efek toksik pada embrio ikan zebra.
5.	Egan <i>et al.</i> , (2009)	<i>Zebrafish</i>	"wild type" (sirip pendek), 3 strain mutan sirip panjang dan albino	Kohort ikan zebra yang terpapar dengan kafein menunjukkan kecemasan yang kuat, dibuktikan dengan latensi yang lebih tinggi dan pergerakan yang tidak menentu. Efek ansiogenik sejalan dengan respon manusia terhadap kafein.
6.	Kaufman <i>et al.</i> , (2009)	<i>Zebrafish</i>		Toksisitas sangat bergantung pada tahap embrio paparan pertama. Dimulai saat epiboly mencapai 50% pada waktu 24 hpf menghasilkan tingkat toksisitas 7% dan mulai terpapar pada 1-3 somit sampai 36 hpf menghasilkan tingkat toksisitas 3%.

## 2.7 Parameter Kualitas Air

Pengamatan kualitas air yang dilakukan pada penelitian yang berjudul "Pengaruh Media Air Ledeng dan Air Sungai Terhadap Kelainan Fisiologi dan

Morfologi Organ Embrio Ikan Zebra (*Brachydanio rerio*)” terdiri dari parameter fisika yang meliputi pengukuran suhu dan kecerahan, serta parameter kimia yang meliputi pengukuran pH dan Oksigen Terlarut.

### 2.7.1 Suhu

Suhu merupakan besaran fisika yang menyatakan jumlah bahan yang terkandung dalam suatu benda. Suhu merupakan salah satu parameter fisik yang penting. Hal ini disebabkan suhu secara langsung mempengaruhi proses fisiologi dan siklus reproduksi. Suhu juga mempengaruhi secara tidak langsung daya larut oksigen yang digunakan dalam proses respirasi organisme. Cheng *et al.*, (2011) menyatakan bahwa suhu dapat mempengaruhi struktur komunitas ikan di sungai. Kisaran temperatur yang baik bagi pertumbuhan ikan adalah antara 25 – 35° C. Suhu perairan pada siang hari meningkat hingga 31° C dan menurun pada saat malam hari hingga 26° C. Selain itu suhu adalah salah satu faktor yang mempengaruhi nafsu makan dan pertumbuhan badan ikan. Kondisi suhu sangat erat kaitannya dengan kecepatan arus sungai. Hal-hal yang dapat mempengaruhi ketinggian tempat, hujan, keterbukaan, sumber air, kecepatan arus dan suhu sekitar merupakan faktor utama yang mempengaruhi perubahan suhu perairan sungai.

Suhu diukur dengan menggunakan termometer Hg. Pengukuran suhu di perairan dilakukan dengan cara memasukkan thermometer Hg ke dalam kolam dengan cara dipegang pada bagian tali pengikatnya dan membelakangi sinar matahari. Hal ini dilakukan agar suhu tubuh tidak mempengaruhi hasil pengukuran suhu di dalam perairan. Ditunggu 2 sampai 3 menit hingga skala pada termometer menunjukkan angka suhu dan stabil pada angka tersebut. Kemudian catat hasil pengukuran suhu dalam perairan (Estradivari *et al.*, 2009). Tinggi rendah suhu air sungai dipengaruhi oleh suhu udara sekitarnya dan



intensitas paparan sinar matahari yang masuk ke badan air, intensitas sinar matahari dipengaruhi oleh penutupan awan, musim dan waktu dalam hari, semakin banyak intensitas sinar matahari yang mengenai badan air maka akan membuat suhu air sungai semakin tinggi (Agustiningsih, 2012).

### **2.7.2 Derajat Keasaman (pH)**

Pengukuran pH bukan hanya dapat dilakukan dalam laboratorium. pH dapat diukur dengan menggunakan metode perbedaan warna menggunakan kertas lakmus. Sebagian besar ikan, hidup dalam kisaran pH yang mendekati netralitas, daripada Ph yang memiliki paparan akut atau kronis terhadap air asam karena dapat mempengaruhi fisiologis ikan (Kwong, 2014). Pengukuran dilakukan dengan merendam kertas lakmus kedalam perairan yang akan diukur pH-nya. Setelah sekitar 2 menit ambil kertas lakmus dan cocokkan perbedaan warna dengan kotak standar pH. Dengan begitu hasil pH dapat diketahui. pH juga dapat diukur dengan pH meter. Pengukuran pH dilakukan secara temporal pada pagi, siang, dan sore hari. Prosedur awal yang dilakukan dalam pengukuran pH yaitu mengkalibrasi pH meter ke dalam perairan dan dilakukan dengan menggunakan larutan aquades untuk menetralkan pH pada pH meter. Langkah berikutnya masukkan pH meter ke dalam perairan kurang lebih selama 2 menit disertai dengan menekan tombol *hold* sampai menunjukkan angka yang stabil pada *display* pH meter tersebut.

### **2.7.3 Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*)**

Oksigen terlarut dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan pembiakan. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis. Oksigen terlarut merupakan oksigen dalam bentuk terlarut dalam air karena ikan tidak dapat mengambil oksigen dalam perairan secara difusi langsung dari udara.

Pada umumnya ikan kecil akan mengkonsumsi oksigen per berat badan lebih banyak dibandingkan dengan ikan besar dari satu spesies. Kadar oksigen terlarut yang rendah menyebabkan proses penguraian, reproduksi dan pertumbuhan di dalam kolam tidak berjalan dengan baik. Nilai minimum kadar oksigen terlarut untuk budidaya ikan adalah 3 ppm (Riadhi, 2017). Kebutuhan oksigen terlarut pada ikan dipengaruhi oleh umur aktivitas dan kondisi perairan. Kekurangan oksigen akan menyebabkan ikan kurang nafsu makan dan berkembangnya bakteri yang menyebabkan kematian pada ikan hingga dapat menyebabkan penurunan daya hidup ikan (Samsundari dan Ganjar, 2013).

Salah satu cara untuk mengukur kadar oksigen terlarut dalam perairan adalah dengan menggunakan DO meter. Hal pertama yang harus dilakukan dalam pengukuran oksigen terlarut menggunakan DO meter adalah mengkalibrasi DO meter tersebut di perairan yang ingin diukur. Tekan tombol panah atas dan bawah pada DO meter lakukan secara bersamaan dan lepaskan secara bersamaan, lalu tekan tombol *mode* hingga terlihat persen oksigen pada DO meter. Selanjutnya jika DO meter selesai dikalibrasi lakukan pengukuran oksigen terlarut dengan memasukkan nilai *probe* DO meter ke dalam perairan dan tunggu beberapa saat sampai nilai oksigen terlarut terlihat pada DO meter (Suprpto, 2011).

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini yaitu pengaruh media air ledeng dan air sungai terhadap morfologi yang berupa bentuk luar makhluk hidup dan fisiologi berupa fungsi makhluk hidup embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) yang meliputi mortalitas, perkembangan abnormal atau malformasi, daya tetas (*hatching rate*), *survival rate* dan detak jantung (*heart beats*). Parameter kualitas air yang diukur yaitu: suhu, *power of Hidrogen* (pH) dan *Dissolved Oxygen* (DO).

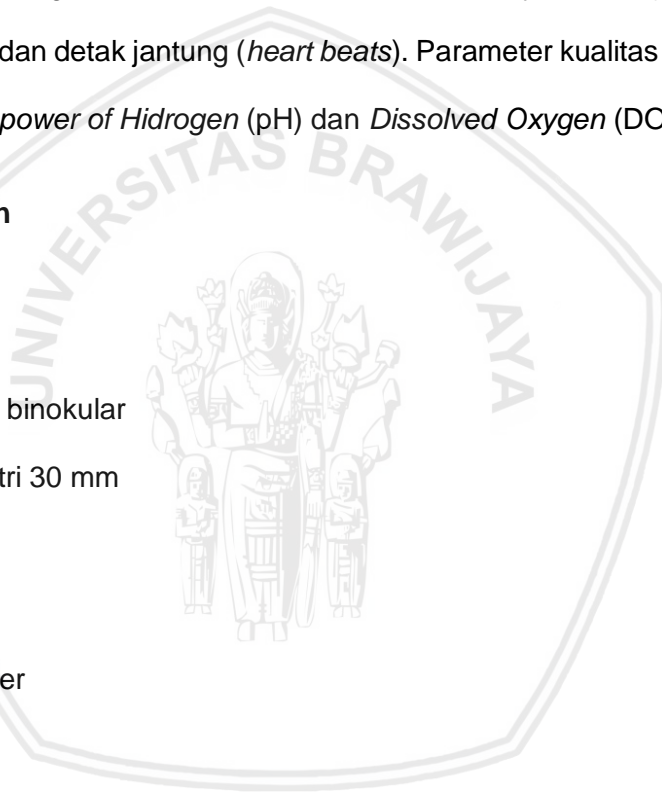
#### 3.2 Alat dan bahan

##### 3.2.1 Alat

1. Akuarium
2. Mikroskop binokular
3. Cawan petri 30 mm
4. Kamera
5. Aerator
6. Termometer
7. DO meter
8. pH meter
9. Pipet tetes
10. Object glass
11. Micropipet
12. *Hand tally counter*

##### 3.2.2 Bahan

1. Ikan zebra dewasa (*Brachydanio rerio*)



2. Embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*)
3. Air ledeng
4. *Methylen blue*
5. Air Sungai
6. Aquades
7. Aquabidest

### **3.3 Metode dan Rancangan Penelitian**

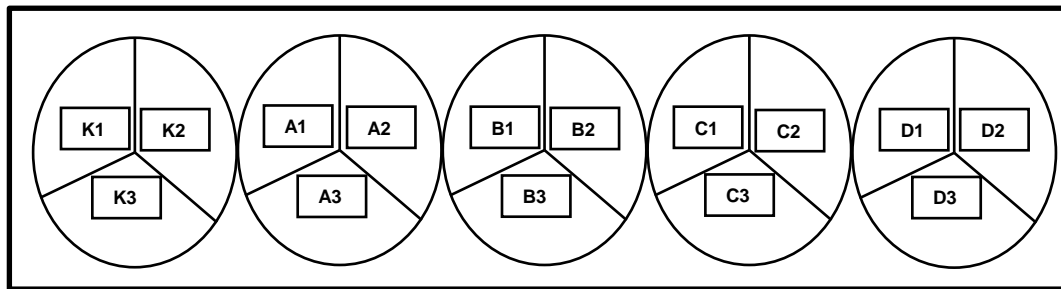
#### **3.3.1 Metode Penelitian**

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Sugiyono (2010) menyatakan bahwa metode eksperimen adalah suatu metode dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi agar menghasilkan penelitian yang dapat bermanfaat untuk jangka panjang yang dirancang secara khusus guna untuk membangkitkan data yang diperlukan untuk menjawab pertanyaan penelitian. Hal ini dilakukan agar dapat mengetahui kebenaran dan dapat menguji serta mengembangkannya menjadi suatu teori. Penelitian eksperimen terdapat variabel manipulasi yaitu konsentrasi air ledeng dan air sungai, variabel respon yaitu jumlah ikan yang mati dan variabel kontrol yaitu penggunaan volume air, ukuran akuarium, jumlah ikan zebra (*Brachydanio rerio*) yang dimasukkan ke dalam akuarium, umur ikan zebra serta lamanya waktu pengujian.

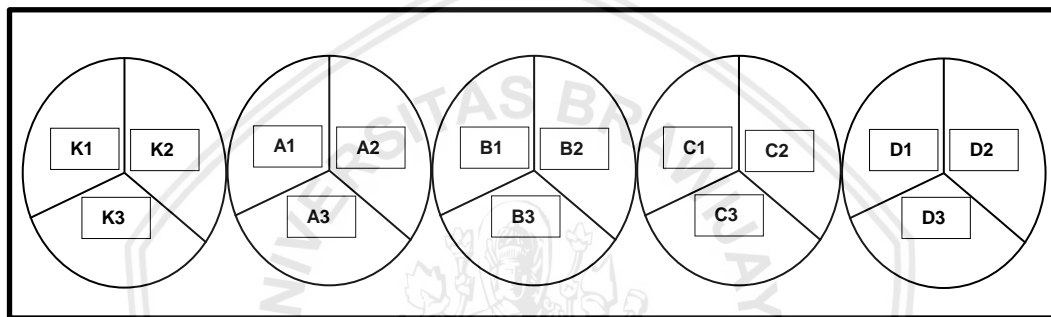
#### **3.3.2 Rancangan Penelitian**

Analisis data untuk pencarian dosis yang mematikan 50% hewan uji dengan air ledeng dan air sungai menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan pemberian air ledeng dan air sungai dengan konsentrasi yang berbeda. Setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak

3 kali. Perlakuan pada uji penentuan selang konsentrasi dengan menggunakan 4 perlakuan dan 1 kontrol.



(A)



(B)

**Gambar 2.** (A) Cawan petri air ledeng K1,2,3: kontrol ulangan ke-1, 2 dan 3. Cawan petri A, B, C, D 1,2,3: perlakuan uji ulangan ke- 1, 2 dan 3 dan (B) Cawan petri media air sungai K1, 2, 3; kontrol ulangan ke- 1, 2 dan 3. Cawan petri A, B, C, D 1, 2, 3; perlakuan uji ulangan ke- 1, 2 dan 3.

### 3.3.3 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium, yaitu pengamatan pengaruh media air ledeng dan air sungai terhadap kelainan morfologi dan fisiologi organ embrio (*Brachydanio rerio*) di Laboratorium Sentral Ilmu Hayati (LSIH) Universitas Brawijaya, Laboratorium Hidrobiologi Perairan dan Laboratorium Reproduksi Ikan (Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan), Malang.

### 3.3.4 Karakteristik Air Ledeng yang Digunakan Pada Penelitian

Air ledeng yang digunakan dalam penelitian ini merupakan air ledeng yang dihasilkan dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Malang. Menjaga kualitas air sangat erat kaitannya dengan program penurunan

kehilangan air, dibuktikan apabila kualitas air bersifat korosif atau menghasikan kerak maka perlu dilakukan penanganan lebih lanjut untuk menjadikan air tersebut menjadi netral. Kualitas air ledeng yang baik secara fisik yaitu berdasarkan rasa, bau, pH dan suhu (Montagna, 2011).

### **3.3.5 Karakteristik Air Sungai yang Digunakan Pada Penelitian**

Pemanfaatan sungai sebagai tempat pembuangan air limbah yang dilakukan oleh masyarakat dapat menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air sungai. Mahyudin (2015) menyatakan bahwa hasil analisis mutu air sungai pada aliran Sungai Metro dalam kondisi tercemar ringan, begitu juga hasil pemantauan kualitas air yang dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup sejak tahun 2012 – 2015 menunjukkan konsentrasi BOD, Phosphat dan nitrit telah melebihi baku mutu air, sehingga diindikasikan air sungai Metro telah mengalami pencemaran terutama disebabkan air limbah domestik, industri dan pertanian. Perubahan tata guna lahan ditandai dengan meningkatnya aktivitas domestik, pertanian dan industri akan mempengaruhi kualitas air sungai terutama limbah domestik. Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 61 Tahun 2010 tentang Penetapan kelas air pada air sungai, air sungai Brantas mulai dari Jembatan Pendem Kabupaten Malang sampai pertemuannya dengan sungai Widas menurut klasifikasi mutu air ditetapkan sebagai kelas II. Sungai Metro diklasifikasi mutu air kelas dua yang peruntukannya dapat digunakan untuk sarana rekreasi, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama.

### **3.4 Sumber Data**

Data adalah informasi atau keterangan mengenai sesuatu hal yang berkaitan dengan keperluan penelitian, penelitian dilakukan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan (Sugiyono, 2010). Teknik pengambilan

data yang digunakan dalam penelitian pengaruh air ledeng dan air sungai terhadap kelainan morfologi dan fisiologi organ embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) yaitu dengan mengambil dua macam data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapat dari observasi, wawancara, dan partisipasi aktif. Sedangkan data sekunder diperoleh dari studi pustaka yaitu dapat berasal dari buku, jurnal, laporan skripsi, dan lain sebagainya.

#### **3.4.1 Data Primer**

Khusumaningsih (2017) menyatakan bahwa data primer merupakan sumber data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber asli yang tidak melalui perantara. Data primer dapat berupa opini subyek orang secara individu ataupun kelompok, hasil observasi terhadap hasil pengujian. Data yang diperoleh lebih akurat, tetapi memerlukan waktu, tenaga dan biaya yang lebih besar. Pengambilan data primer dalam penelitian dilakukan dengan cara pencatatan hasil observasi, wawancara dan partisipasi aktif. Data primer di dapat dari sumber informan yaitu individu atau perseorangan seperti hasil wawancara yang dilakukan oleh peneliti. Pengambilan data primer ini meliputi semua yang berhubungan dengan kegiatan manajemen kualitas air pada embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) dengan mendapatkan data secara langsung melalui hasil partisipasi aktif, observasi, wawancara dan dokumentasi.

#### **3.4.2 Data Sekunder**

Songadji dan Sopiah (2010) menyatakan bahwa data sekunder merupakan sumber data penelitian yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara yang diperoleh dan dicatat oleh pihak lain. Data sekunder umumnya berupa bukti, catatan atau laporan historis yang telah tersusun dalam arsip (data dokumenter) yang dipublikasikan maupun tidak

dipublikasikan. Keuntungan dari penggunaan data sekunder adalah lebih hemat waktu dan hemat biaya bagi periset, periset hanya perlu pergi ke perpustakaan atau menjelajah internet untuk menentukan sumber yang sesuai.

Data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh orang yang melakukan penelitian dari sumber-sumber yang telah ada. Data ini digunakan untuk mendukung informasi primer yang telah diperoleh yaitu dari bahan pustaka, literatur, penelitian terdahulu, buku, dan lain sebagainya. Sedangkan Aedi (2010) menyatakan bahwa data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh peneliti berbagai sumber yang telah ada (peneliti sebagai tangan kedua).

### **3.5 Prosedur Penelitian**

#### **3.5.1 Pemeliharaan Hewan Uji**

Ikan zebra (*Brachydanio rerio*) dewasa diperoleh dari hasil pemeliharaan di Laboratorium Reproduksi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Induk ikan zebra dipelihara di akuarium volume 40-L. Temperatur suhu air di akuarium pemeliharaan dipertahankan pada suhu 26° C. Ikan diberi makan satu kali sehari dengan pakan cacing sutra (*Tubifex* sp.). Sebanyak 3 ekor induk betina dan 2 ekor induk jantan dicampur ke dalam akuarium pemijahan volume 3 liter. Berat ikan zebra (*Brachydanio rerio*) dewasa untuk pemijahan betina yaitu  $0,74 \pm 0,10$  dan jantan  $0,6 \pm 0,8$  g. Pemeliharaan hewan uji ini harus konstan secara berkelanjutan. pH air perawatan harus berada dalam kisaran 6,5 – 8,5 dan DO 6,8 mg/L. Saturasi oksigen di tangka perawatan harus dilakukan penyimpanan di atas 80%. Dalam kondisi optimum *zebrafish* betina dapat menghasilkan 300 telur/minggu sehingga sangat menguntungkan untuk dilakukan penelitian.



### 3.5.2 Pemijahan Ikan

Pemijahan ikan zebra membutuhkan pemilihan induk jantan dan betina yang berkualitas dengan perbandingan 1:1 dengan jumlah betina 18 dan jantan 16. Ikan zebra jantan memiliki warna yang lebih cerah dan lebih menarik dibandingkan betina. Namun betina biasanya memiliki ukuran tubuh yang relatif besar dibandingkan dengan jantan. Ikan zebra jantan dan betina ditempatkan di akuarium yang berbeda 4-5 jam sebelum pemijahan. Waktu yang tepat untuk pemijahan ikan dapat disinkronkan dengan bulan, matahari, makanan ataupun siklus pasang surut (Farmer, 2017). Setelah itu ikan zebra jantan dan betina dimasukkan ke dalam satu akuarium yang dilengkapi dengan aerator untuk mensuplai oksigen. Kemudian dipasang *spawning trap* untuk mencegah predasi telur indukan zebra dan sebagai stimulus pemijahan tanaman buatan yang dimasukkan ke dalam akuarium. Pada suhu 26° C telur yang dibuahi mengalami pembelahan pertama setelah sekitar 15 menit dan berturut-turut.

### 3.5.3 Pembuatan Konsentrasi Perlakuan untuk Penelitian Utama

Pemberian perlakuan dilakukan terlebih dahulu pada uji pendahuluan. Uji pendahuluan dilakukan guna untuk memperkirakan dosis air ledeng dan air sungai sesuai dosis yang diinginkan. Pada uji pendahuluan saya menggunakan dosis 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%. Pada uji penentuan selang konsentrasi menggunakan uji statis tanpa pergantian media uji. Selama uji berlangsung dilakukan pengamatan dan pencatatan mortalitas. Pada setiap pengujian dilakukan pencatatan data fisika dan kimia uji, yaitu pada awal pengujian (0 jam), selama pengujian (24 jam) dan pada akhir pengujian (48 jam).

Hasil dari uji pendahuluan terjadi tingkat mortalitas yang cukup tinggi sampai mencapai 50% pada waktu 72 jam. Pada dosis 25% air ledeng kematian embrio mencapai 50% sedangkan pada dosis 50% air sungai kematian embrio mencapai 60%. Oleh karena itu dosis perlakuan diturunkan

dibawah 75% yaitu dosis 25%, 35%, 45%, 55% dan kontrol.

**Tabel 2.** Pengaruh Media Air Ledeng Terhadap Mortalitas Ikan Zebra

NO.	DOSIS	JUMLAH EMBRIO	JAM				TOTAL
			12	24	48	72	
1.	Kontrol	20	1	-	-	-	1
2.	25%	20	5	1	-	6	12
3.	50%	20	6	-	-	3	9
4.	75%	20	3	2	-	2	7
5.	100%	20	3	-	-	3	6

**Tabel 3.** Pengaruh Media Air Sungai Terhadap Mortalitas Ikan Zebra

No	DOSIS	JUMLAH EMBRIO	JAM				TOTAL
			12	24	48	72	
1.	Kontrol	20	1	-	-	2	3
2.	25%	20	2	-	-	5	7
3.	50%	20	5	2	-	3	10
4.	75%	20	5	-	-	3	8
5.	100%	20	2	2	-	5	9

### 3.5.3 Pengukuran Daya Tetes (*Hatching rate*)

Pengukuran daya tetes dilakukan pada jam ke 48 setelah fertilisasi. Hal ini dikarenakan 48 *hpf* merupakan waktu yang dibutuhkan embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) mulai menetas (OECD, 2013). Embrio ikan zebra diamati pada kelompok kontrol, kelompok konsentrasi 25%, 35%, 45% dan 55%. Daya tetes dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Nirmala, 2009)

$$HR = \frac{\text{Jumlah telur yang menetas pada jam ke } - 48 \times 100\%}{\text{Jumlah telur awal}}$$

### 3.5.4 Pengamatan Frekuensi Detak Jantung (*Heart beats*)

Pengamatan dilakukan mulai 48 *hpf*, 72 *hpf* dan 96 *hpf* menggunakan mikroskop binokuler dengan perbesaran obyektif 40x dengan memposisikan

bagian lateral embrio pada gelas objek dan pengukuran dilakukan pada sisi lateral. Perhitungan frekuensi detak jantung ikan menggunakan *handtally counter* dan untuk waktu pengamatan menggunakan *stopwatch*. Frekuensi denyut jantung dihitung selama 15 detik pada air ledeng dan air sungai serta dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali.

### 3.5.5 Pengukuran Mortalitas Ikan Zebra (*Brachydanio rerio*)

Pengamatan untuk mortalitas dilakukan pada waktu 24 *hpf*, 48 *hpf*, 72 *hpf* dan 96 *hpf*. Pengamatan telur yang mengalami mortalitas dilihat dari warna telur yang berubah menjadi bening pucat (*bleaching*). Kemudian dicatat jumlah telur ikan yang mati setelah itu dihitung jumlah mortalitas dalam persen. Anggraini *et al.*, (2014) memaparkan untuk menghitung mortalitas ikan menggunakan rumus dibawah ini:

$$\text{Mortalitas} = \frac{(\text{No} - \text{Nt})}{\text{No}} \times 100\%$$

Keterangan :

No : Jumlah embrio ikan pada awal penelitian

Nt : Jumlah embrio ikan pada akhir penelitian

### 3.5.6 Pengukuran Survival Rate Ikan Zebra (*Brachydanio rerio*)

Pengamatan *survival rate* dilakukan pada waktu 24, 48, 72 dan 96 *hpf*. Kelangsungan hidup ikan uji diperoleh dengan mengikuti rumus Opasola (2013) di bawah ini :

$$\text{SR} = \frac{\text{Nt}}{\text{No}} \times 100$$

Keterangan :

SR : Kelangsungan hidup embrio ikan uji (%)

Nt : Jumlah embrio ikan pada akhir penelitian

No : Jumlah embrio ikan pada awal penelitian

### **3.5.7 Pengukuran Parameter Kualitas Air**

#### **3.5.7.1 pH meter (merk *Eutech*)**

Pengukuran pH dilakukan dalam laboratorium setelah proses pengambilan air sampel berupa air ledeng dan air sungai. Prosedur awal yang dilakukan dalam pengukuran pH yaitu:

1. Alat pH meter dikalibrasi dengan aquades setiap kali akan melakukan pengukuran untuk menetralkan pH pada pH meter.
2. Memasang elektroda dan thermometer
3. Menyalakan alat dengan menekan tombol ON
4. Mengkalibrasi dengan menekan Cal, memasukkan ke buffer 7, lalu menekan enter, dibilas dengan aquades dan dikeringkan dengan tisu. Kemudian memasukkan elektroda ke buffer 4, tekan enter, dibilas dengan aquades dan dikeringkan dengan tisu.
5. Menekan MEAS yang ada dalam menu
6. Memasukkan elektroda ke sampel, membaca hasil tulisan sampai READY stabil/ tidak berkedip. Kemudian mencatat hasilnya.
7. Membilas dengan elektroda dengan aquades dan dikeringkan dengan tisu
8. Mematikan alat dengan menekan OFF

#### **3.5.7.2 Dissolved Oxygen (SNI, 2005)**

Prosedur pengukuran suhu dengan menggunakan DO meter yaitu dengan cara:

1. Dikalibrasi probe pada DO meter dengan aquades sebelum digunakan
2. Dinyalakan DO meter dengan menekan tombol "ON/OFF", nilai DO terletak pada bagian atas layar sedangkan indikator suhu terletak pada bagian pojok kanan bawah dari layar

3. Dichelupkan probe pada DO meter di perairan sungai dan dibiarkan beberapa saat hingga nilainya stabil selama kurang lebih 1-2 menit. Diusahakan ujung probe DO meter tercelup semua
4. Dibaca nilai suhu ketika angka pada DO meter sudah stabil dan muncul "READY"
5. Ditekan tombol "HOLD" untuk mengunci nilai suhu yang terbaca dan setelah dibaca ditekan kembali tombol "HOLD"
6. Dilihat secara teliti skala yang tertera pada DO meter dan kemudian catat nilai suhu yang diperoleh

### **3.5.7.3 Suhu**

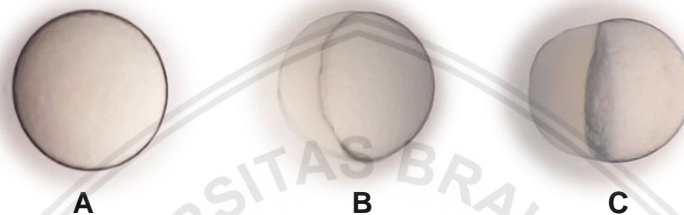
Pengukuran temperature digunakan untuk menetapkan suhu air dengan thermometer air raksa. Air raksa dalam thermometer akan memuai dengan Prosedur penggunaan thermometer berdasarkan SNI (2005) adalah sebagai berikut:

1. Termometer dicelupkan ke dalam air sampel yang akan diuji dan dibiarkan 2-5 menit sampai thermometer menunjukkan angka yang stabil
2. Mencatat pembacaan skala termometer

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Embriogenesis Ikan Zebra (*Brachydanio rerio*)

Proses embriogenesis ikan zebra (*Brachydanio rerio*) memiliki beberapa tahap diantaranya yaitu *zigot*, *cleavage*, *blastula*, *gastrula*, *segmentation*, *pharyngula* dan *hatching*. Berdasarkan hasil penelitian tahap embriogenesis ikan zebra dapat dilihat pada gambar berikut ini:









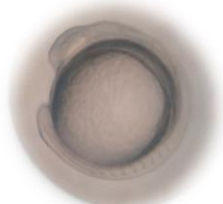

**Gambar 3.** Perkembangan normal embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)






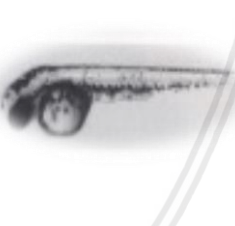
Keterangan gambar:

- A. Zigot (0 menit (01, hpf), perbesaran 100x)
- B. Cleavage (2 hpf, perbesaran 100x)
- C. Blastula (3 hpf, perbesaran 100x)

Perkembangan embrio dimulai dari periode zigot yang terjadi pada 0-50 menit setelah terjadinya fertilisasi, kemudian sitoplasma bergerak menuju animal pole membentuk blastodisc. Telur yang telah dibuahi mengalami pembelahan pertama (*diferensiasi*) pada tahap cleavage setelah sekitar 15 menit dan berturut-turut pembelahan membentuk 4, 8, 16 dan 32 sel blastomer masing-masing (Parichy *et al.*, 2009). Tahapan selanjutnya telur yang dibuahi dapat diidentifikasi dengan jelas dengan berkembangnya blastula menyerupai bola pada pembelahan 128 sel, selama periode ini embrio mengalami pembentukan epiboly yaitu penipisan dan penyebaran dari kedua yolk syntial layer dan blastoderm melewati yolk cell. Epiboly ini akan terus berlangsung sampai periode gastrula. Proses perkembangan embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) selama penelitian disajikan pada **tabel 4**.

**Tabel 4.** Perkembangan embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*)

Periode	Waktu	Gambar		Deskripsi
		(Dokumentasi pribadi, 2019)	(Kimmel <i>et al.</i> , 1995)	
Zigot	0-50 menit	 perkembangan 5 menit (0,08 hpf), perbesaran 100x		Tahap awal perkembangan embrio
Morula	50 menit - 2 jam 15 menit	 perkembangan 2 hpf, perbesaran 100x		Sel membelah menjadi 8, 16, 64
Blastula	2 jam 15 menit- 5 jam 15 menit	 perkembangan 3 hpf, perbesaran 100x		Mulai pembentukan <i>epiboly</i>
Gastrula	5 jam 15 menit- 10 jam 15 menit	 perkembangan 10 hpf, perbesaran 100x		<i>Epiboly</i> terbentuk lebih sempurna, kepala dan ekor sudah mulai terlihat

Periode	Waktu	Gambar		Deskripsi
		(Dokumentasi pribadi, 2019)	(Kimmel et al., 1995)	
Neurula	10 jam 15 menit- 24 jam	  perkembangan 19,5 hpf, perbesaran 100x		Terjadi perkembangan <i>somite</i> dan ekor mulai memanjang dan hampir sempurna
Organogenesis	24 jam- 48 jam	  perkembangan 40 hpf, perbesaran 100x		Terjadi perkembangan <i>notochord</i> dan <i>postanal tail</i>
<i>hatching</i>	48 jam- 72 jam	  perkembangan 72 hpf, perbesaran 100x		Organ-organ terbentuk sempurna dan pergerakan embrio mulai aktif

Periode gastrula adalah kelanjutan dari stadium blastula, yang lapisannya berkembang menjadi dua lapis, dimulai saat epiboly terbentuk 50% sampai epiboly terbentuk sempurna hingga terbentuknya *tail bud*. Selanjutnya periode segmentasi pada periode ini terjadi perkembangan somite, organ dasar mulai terlihat, tail bud juga sudah mulai berkembang, embrio mulai memanjang serta sel pertama terdeferensiasi dan pergerakan pertama kali mulai terlihat. Pada tahap ini juga merupakan awal pembentukan neuron, ginjal, telinga dan



organ penciuman. Gastrulasi berakhir apabila kuning telur sudah tertutup oleh lapisan sel dan beberapa jaringan mesoderm yang berada sepanjang kedua sisi notochorda disusun menjadi segmen-segmen yang disebut somite yaitu ruas yang terdapat pada embrio (Pitriani, 2018).

Kimmel *et al.*, (1995) menyatakan bahwa tahapan dalam embriogenesis yaitu zigot, cleavage, blastula, gastrula, segmentasi, pharyngula, dan hatching rate. Suhu dalam penelitian yaitu 28,5° C. Telur yang baru dibuahi berada dalam periode zigot sampai pembelahan pertama terjadi yaitu sekitar 40 menit setelah pembuahan. Zigot berdiameter sekitar 0,7 mm pada saat pembuahan. Pada fase cleavage pembelahan terjadi pada interval 15 menit. Pertengahan gastrulasi menjadi jelas berbeda dari paraxial hypoblast pada kedua sisi. Hypoblast paraxial anterior akan menghasilkan otot, gerakan mata, rahang dan insang. Berbagai gerakan morfogenetik yang luar biasa terjadi pada fase segmentasi pada 10 *hpf*, somites berkembang, dasar dari organ primer menjadi terlihat. Selama periode segmentasi ekor memanjang, jika embrio dibiarkan di dalamnya chorion, ekor akhirnya melengkung di atas batang dan kepala sehingga mengaburkan tampilan. Periode pharyngula terjadi pada 24-48 *hpf*, embrio terlihat paling jelas karena membentuk rahang yang memasuki operculum dan lengkung posterior. Periode pharyngula dengan notochord yang berkembang baik akan membentuk insang. Periode pharyngula adalah periode perkembangan embrio menuju phylotpic stage. Phylotpic stage yaitu stage dimana embrio berkembang seperti vertebrata/ chordata yang meliputi notochord dan postanal tail serta pembentukan sistem sirkulasi jantung mulai berdenyut dan mulai ada aliran darah. Selama periode penetasan 48 *hpf* embrio terus berlanjut tumbuh dengan laju yang sama seperti sebelumnya. Morfogenesis dari organ sekarang cukup lengkap dan melambat. Pada periode early larva morfogenesis sudah sempurna dan mulai berenang secara aktif

serta mulai ada respon untuk melarikan diri dan mencari makan. Larva ikan zebra dikatakan normal jika memiliki sumbu tubuh yang lurus.

#### **4.2 Pengaruh Air Ledeng dan Air Sungai terhadap Embrio Ikan Zebra**

##### ***(Brachydanio rerio)***

Pengamatan pengaruh air ledeng dan air sungai terhadap kelainan morfologi dan fisiologi embrio *zebrafish* bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari pemaparan media air ledeng dan air sungai pada embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) selama 24 hpf, 48 hpf, 72 hpf dan 96 hpf. Pada setiap perlakuan media air ledeng diberikan konsentrasi sebesar 0%, 25%, 35%, 45% dan 55% yang tidak memberikan efek teratogenik terhadap perkembangan embrio ikan zebra. Embrio pada masing-masing perlakuan konsentrasi tidak mengalami malformasi dan telur menetas dengan sempurna. Namun pemaparan air ledeng dapat mempengaruhi mortalitas dari embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) sebesar 28%. Sehingga hal ini berarti media air ledeng pada masing-masing perlakuan konsentrasi tidak mempengaruhi morfologi embrio ikan zebra. Wahyuningtyas (2016) menyatakan bahwa pengamatan abnormalitas meliputi bentuk tubuh dan bagian ekor. Pengaruh secara langsung maupun secara tidak langsung akibat adanya kandungan zat toksik pada air ledeng akan mengganggu kualitas air, sehingga kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan akan terganggu. Pengaruh secara langsung disebabkan oleh akumulasi kandungan air dalam organ tubuh akibat tertelan bersama-sama makanan yang terkontaminasi, atau akibat rusaknya organ-organ pernafasan sehingga dapat mematikan ikan budidaya dalam jangka waktu tertentu, sedangkan secara tidak langsung adalah menurunnya kekebalan tubuh terhadap penyakit dan terhambatnya pertumbuhan (Damayanty, 2013).

Sedangkan pemaparan media air sungai selama periode tertentu dapat memberikan efek mortalitas dan kelainan fisiologi pada larva *zebrafish* sebesar 55%. Peningkatan konsentrasi akan meningkatkan mortalitas dan juga malformasi, begitu juga dengan lamanya waktu paparan. Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka semakin singkat waktu paparan yang menyebabkan embrio malformasi. Pengaruh penggunaan media air sungai terhadap embrio menyebabkan kelainan-kelainan pada organ tertentu pada larva ikan diantaranya sirip, edema pericardial, penurunan detak jantung, deformasi tulang belakang dan *yolk sac* edema. Sehingga hal ini berarti media air sungai yang melebihi ambang batas pada masing-masing perlakuan konsentrasi mempengaruhi morfologi dan fisiologi embrio ikan zebra. Air sungai dapat mempengaruhi embrio *zebrafish* karena kandungan yang ada didalamnya (Landsman *et al.*, 2011).

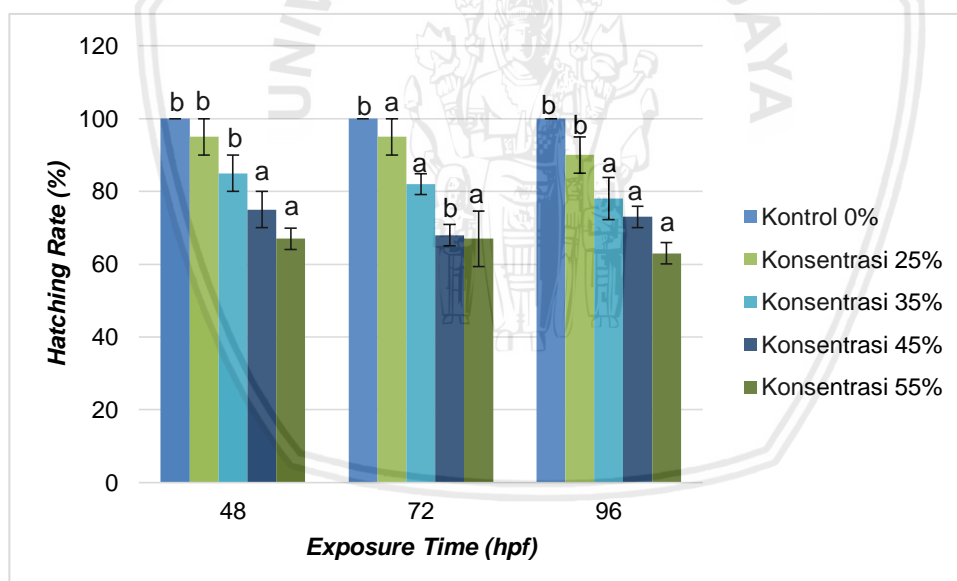
Yudo (2010) menyatakan bahwa sebagian besar sungai di perkotaan telah mengalami pencemaran, kondisi ini membawa dampak langsung dan tidak langsung pada organisme yang hidup di dalamnya dan manusia yang memanfaatkannya. Ikan zebra sangat mudah dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti pH, suhu, salinitas, dll. Perubahan pH dapat sangat merusak produksi telur, pembuahan, penetasan, normal pengembangan dan kelangsungan hidup embrio dan larva (Zahangir, 2015) kemudian selanjutnya Chopra (2009) mengatakan bahwa sungai membawa limbah industri, limbah perkotaan, pupuk dan air limpasan sari pertanian yang terbawa oleh arus. Selain itu variasi biogenik dalam air dari proses dekomposisi dan zat organik, pemakaian dari air limbah yang tidak diolah dari industri, rumah tangga dan polusi dari pertanian adalah penyebab utama polusi pada sumberdaya air permukaan dan air tanah (Dunca, 2018).

#### 4.3 Tingkat Daya Tetas Ikan Zebra (*Brachydanio rerio*) setelah dipapar air ledeng dan air sungai

Penetasan merupakan proses perkembangan embrio di dalam telur sampai menetas. Perlakuan yang diberikan selama penelitian menggunakan paparan air ledeng dan air sungai terhadap perkembangan embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*). Telur ikan zebra yang fertil berwarna transparan, berbentuk bulat dengan diameter 0,6 – 0,7 mm. Jumlah telur yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 20 butir untuk masing-masing perlakuan dan ulangan, jadi total telur yang digunakan sejumlah 600 butir untuk media air ledeng dan air sungai. Media air ledeng dan air sungai yang digunakan ditetesi menggunakan *metylen blue* agar mengurangi jamur pada embrio. Perhitungan daya tetas dilakukan mulai 48 *hpf* setelah terjadinya proses fertilisasi. Hasil pemaparan media air ledeng dengan konsentrasi 25% mengalami proses menetas 93% dari embrio yang hidup sedangkan pada konsentrasi lebih tinggi embrio mengalami penurunan penetasan hingga 65%. Media air ledeng yang digunakan termasuk air bersih yang tidak menyebabkan adanya abnormalitas pada ikan uji yang digunakan. Sedangkan pemaparan air sungai dengan konsentrasi 25% mengalami proses menetas lebih dari 50% dari embrio yang hidup sedangkan pada konsentrasi lebih tinggi embrio mengalami penurunan penetasan hingga 21%. Hasil penelitian tentang tingkat daya tetas ikan zebra setelah dipapar air sungai dapat dilihat pada **Gambar 5** diperoleh hasil yang tidak terlalu jauh berbeda pada setiap perlakuan.

Hasil analisis statistik menggunakan *one-way ANOVA* dan dilanjutkan uji Tukey menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi air ledeng terhadap ikan zebra (*Brachydanio rerio*) memberikan pengaruh ( $p < 0,05$ ) terhadap daya tetas embrio ikan zebra dan waktu lama pemaparan memberikan pengaruh terhadap daya tetas. Berdasarkan **Gambar 4** dapat diketahui bahwa pada waktu 48 *hpf*

konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 25%, 35%, 45% namun pada konsentrasi 55% berbeda nyata dengan konsentrasi 0%, 25%, 35%, 45%. Pada waktu 72 *hpf* konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 25%, 35%, 45% dan 55%. Daya tetas telur merupakan kemampuan embrio untuk keluar dari cangkangnya hal ini diakibatkan dari proses mekanik dan enzimatik. Aktifitas mekanik berasal dari pertambahan panjang embrio dan gerakan embrio itu sendiri, semakin aktif embrio bergerak maka semakin cepat pula embrio tersebut akan menetas. Sedangkan jika aktifitas enzimatik diperankan oleh enzim chorionase yang sifatnya mereduksi *chorion*, lapisan *chorion* tersebut menjadi lebih tipis dan lembek sehingga bagian *chorion* tersebut akan pecah, ekor embrio akan keluar diikuti badan dan kepalanya (Ainia *et al.*, 2015).

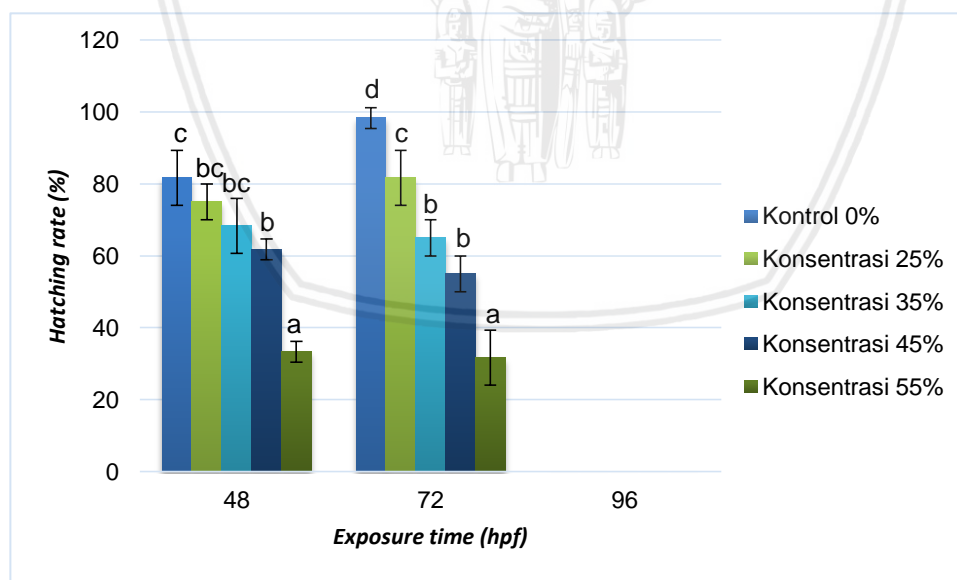


**Gambar 4.** Pengaruh air ledeng terhadap daya tetas (*hatching rate*) embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*). Data disajikan dengan 20 embrio/perlakuan dari total 300 embrio dengan rata-rata  $\pm$  SD Notasi yang sama berdasarkan uji Tukey.

Adapun faktor luar yang berpengaruh terhadap penetasan telur ikan adalah kualitas air seperti oksigen, suhu, pH dan intensitas cahaya. Proses penetasan umumnya berlangsung lebih cepat pada suhu yang lebih tinggi karena pada suhu yang tinggi proses metabolisme berjalan lebih cepat

sehingga perkembangan embrio akan lebih cepat juga (Wahyuningtias, 2016). Hal ini akan mempengaruhi pergerakan embrio dalam cangkang menjadi lebih intensif. Penghambatan proses menetas membuktikan bahwa embrio tidak mengalami perkembangan, dalam hal ini embrio tidak mengalami pembelahan sel untuk berkembang ke tahap selanjutnya (Ardhardiansyah, 2017). Sehingga dapat disimpulkan bahwa seiring dengan meningkatnya konsentrasi media air ledeng maka daya tetas telur juga akan semakin rendah.

Sedangkan hasil analisis statistik pada pemaparan air sungai terhadap embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) memberikan pengaruh ( $p < 0,05$ ) terhadap daya tetas (*hatching rate*) embrio ikan zebra dan waktu lama pemaparan memberikan pengaruh daya tetas. Berdasarkan grafik diketahui bahwa, pada waktu 48 *hpf* konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 25%, 35%, 45% dan 55%. Pada waktu 72 *hpf* konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 25%, 35%, 45% dan 55%.



**Gambar 5.** Pengaruh air sungai terhadap daya tetas (*hatching rate*) embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*). Data disajikan dengan 20 embrio/perlakuan dari total 300 embrio dengan rata-rata  $\pm$  SD Notasi yang sama berdasarkan uji Tukey.

Rendahnya daya tetas konsentrasi 55% diakibatkan oleh tingginya konsentrasi air sungai yang memiliki kandungan toksik. Sedangkan kandungan yang ada pada air sungai seperti nitrat, fosfat, ammonia dapat menyebabkan kelainan pada chorda dan ekor yang menyebabkan penghambatan proses menetas pada embrio (Kurniawan, 2010). Hal ini sesuai dengan hasil paparan menggunakan media air sungai karena embrio mengalami penetasan lebih lambat, yang seharusnya menetas pada 48 *hpf* namun masih banyak yang belum menetas pada jam tersebut. Parameter lingkungan yang berpengaruh signifikan terhadap daya tetas adalah suhu. Suhu air sungai berpengaruh penting terhadap perkembangan organ larva, tingkatan daya tetas, tingkah laku embrio dan tingkat abnormalitas larva (Wahyuningtias, 2016). Proses penetasan telur akan terganggu pada suhu tinggi yang dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan sel telur (French, 2009). Kelainan pada notokorda secara tidak langsung menyebabkan kematian embrio. Embrio tetap tumbuh namun proses menetas menjadi terhambat, serta terjadi paralisis pada embrio sehingga embrio tidak bisa berenang.

#### **4.4 Pengaruh air ledeng dan air sungai terhadap frekuensi detak jantung ikan zebra (*Brachydanio rerio*)**

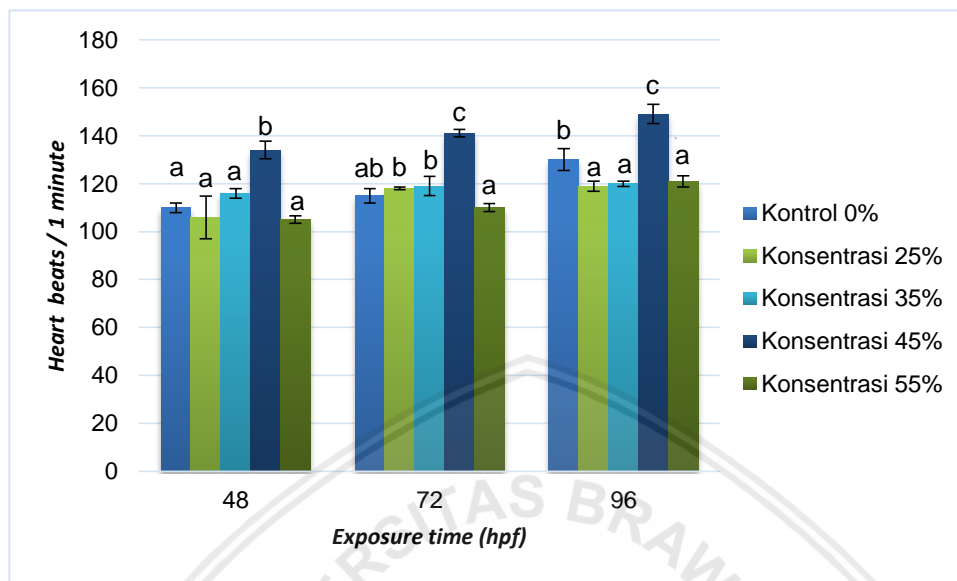
Perhitungan detak jantung menggunakan *handtally counter* dan *stopwatch* serta diamati menggunakan mikroskop binokuler. Perhitungan detak jantung dilakukan pada waktu 48 *hpf* karena pada usia tersebut jantung ikan zebra (*Brachydanio rerio*) sudah terbentuk dengan sempurna serta memudahkan saat dilakukan perhitungan detak jantung. Kondisi fisiologis ikan dapat diketahui melalui detak jantungnya yang menjadi indikator selama berenang pada kecepatan yang berbeda. Laju detak jantung tersebut dapat mengekspresikan laju aliran darah, proses metabolisme dan respirasi ikan

(Nofrizal, 2014). Kenaikan frekuensi detak jantung ikan zebra (*Brachydanio rerio*) dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu jumlah konsentrasi yang diberikan, lamanya waktu pemaparan, dan bahan yang terkandung air ledeng. Berdasarkan **Gambar 6** pemaparan air ledeng dibawah menunjukkan bahwa detak jantung meningkat pada konsentrasi 45% sebesar 141/*second*, dan mengalami penurunan pada konsentrasi 25% sebesar 114/*second*. Sedangkan pemaparan pada air sungai detak jantung mengalami penurunan yang signifikan hingga 88/*second* pada konsentrasi 55%. Jantung pada ikan zebra terletak di ventral sehingga mudah diamati dan embrionya yang transparan memudahkan peneliti dalam mengamati perkembangan jantung pada embrio. Proses regenerasi jantung ikan zebra dewasa dapat pulih sempurna setelah terjadi suatu cedera sampai 20% pada miokardium.

Analisis statistik yang digunakan adalah one-way ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi air ledeng terhadap embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) memberikan pengaruh terhadap detak jantung embrio dan dilanjutkan dengan uji Tukey untuk melihat berbeda nyata atau berbeda sangat nyata. Pada waktu 24 *hpf* tidak dilakukan pengamatan karena perikardium masih belum terlihat sehingga belum ada tanda-tanda adanya detak jantung. Pada waktu 48 *hpf* konsentrasi 0% dan 45% berbeda nyata sedangkan pada konsentrasi 25%, 35% dan 55% tidak berbeda nyata. Pada waktu 72 *hpf* konsentrasi 0% dan 45% berbeda nyata sedangkan pada konsentrasi 25%, 35% dan 55% tidak berbeda nyata. Pada waktu 96 *hpf* konsentrasi 0%, 25% dan 45% berbeda nyata sedangkan pada konsentrasi 35% dan 55% tidak berbeda nyata. Pada konsentrasi 0% pada waktu 48 *hpf*, 72 *hpf* dan 96 *hpf* memiliki rata-rata detak jantung 118/*second* yang berarti embrio ikan zebra memiliki detak jantung yang normal. Sedangkan pada waktu 48 *hpf*, 72 *hpf* dan



96 *hpf* detak jantung pada konsentrasi 25%, 35%, 45% dan 55% berbeda sangat nyata terhadap konsentrasi 0%.

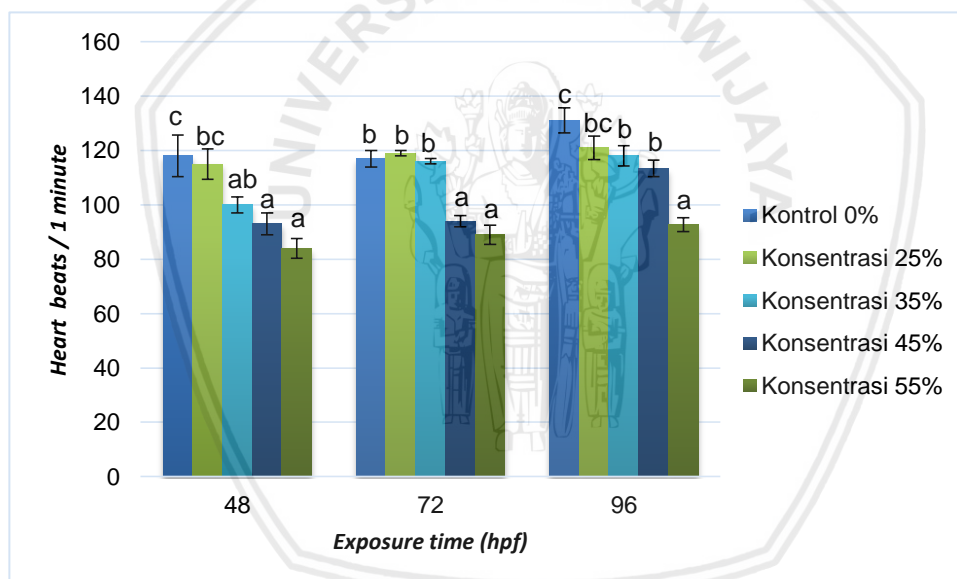


**Gambar 6.** Pengaruh air ledeng terhadap frekuensi detak jantung embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*). Data disajikan dengan rata-rata  $\pm$  SD Notasi yang berdasarkan uji Tukey.

Hal ini menunjukkan dengan adanya pemaparan air ledeng terhadap media hidup embrio ikan zebra memberikan pengaruh terhadap detak jantung meskipun tidak terlalu signifikan, dapat dilihat pada **Gambar 6**. Menurunnya laju konsumsi oksigen karena disorganisasi pernafasan yang dibutuhkan oleh sel untuk berbagai reaksi metabolisme. Laju konsumsi oksigen menurun seiring dengan rendahnya konsentrasi paparan air ledeng. Peranan pernafasan dan konsumsi oksigen adalah parameter fisiologis yang penting untuk menilai toksisitas racun karena merupakan indikator yang penting untuk pengeluaran energi (Damayanty, 2013). Pemberian konsentrasi kafein 10 mM menurunkan detak jantung lebih cepat (Rana *et al.*, 2010). Sehingga penurunan detak jantung dengan konsentrasi yang lebih besar diduga karena adanya zat pencemar sebagai racun yang dapat mengubah siklus metabolisme.

Sedangkan hasil pemaparan air sungai dapat dilihat pada **Gambar 7** terhadap embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) pada waktu 48 *hpf* konsentrasi

0% dan 55% berbeda nyata sedangkan pada konsentrasi 25%, 35% dan 45% tidak berbeda nyata. Pada waktu 72 hpf konsentrasi 25% dan 55% berbeda nyata sedangkan pada konsentrasi 0%, 35% dan 45% tidak berbeda nyata. Pada waktu 96 hpf konsentrasi 0% dan 55% berbeda nyata sedangkan pada konsentrasi 35%, 45% dan 55% tidak berbeda nyata. Pada konsentrasi 0% pada waktu 48 hpf, 72 hpf dan 96 hpf memiliki rata-rata detak jantung 118/second yang berarti embrio ikan zebra memiliki detak jantung yang normal. Sedangkan pada waktu 48 hpf, 72 hpf dan 96 hpf detak jantung pada konsentrasi 25%, 35%, 45% dan 55% berbeda sangat nyata terhadap konsentrasi 0%.



**Gambar 7.** Pengaruh air sungai terhadap frekuensi detak jantung embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*). Data disajikan dengan rata-rata  $\pm$  SD Notasi berdasarkan uji Tukey.

Hal ini menunjukkan dengan adanya pemaparan air sungai terhadap media hidup embrio ikan zebra memberikan pengaruh penurunan terhadap detak jantung yang signifikan. Penurunan frekuensi detak jantung embrio zebrafish (*Brachydanio rerio*) secara signifikan ditunjukkan pada konsentrasi 55% dibandingkan dengan kelompok kontrol. Pylatiuk *et al.*, (2014) menyatakan bahwa detak jantung embrio zebrafish dihitung per menit dengan

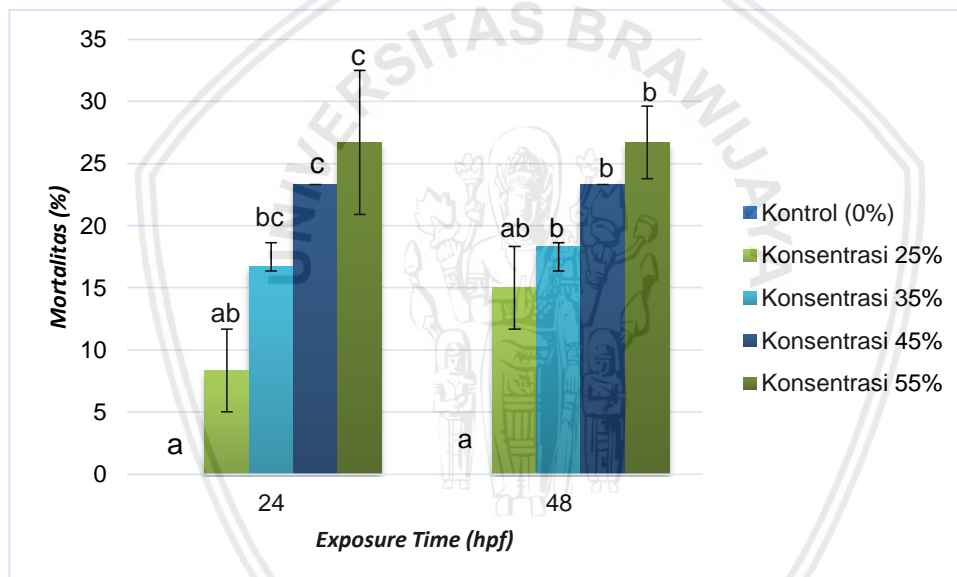
rata-rata detak jantung 166 *beats per minute (bpm)*. Tetrodotoxin secara substansial dapat menurunkan detak jantung secara signifikan dari 160 bpm hingga 103 bpm. Konsentrasi tetrodotoxin yang lebih tinggi dan ikan zebra yang sensitif menyebabkan lebih banyak penurunan detak jantung (Nemtsas *et al.*, 2010). Abnormalitas jantung bisa berasal dari *yolk sac*. Selama perkembangan embrio dan larva, embrio menggunakan nutrisi pada kuning telur yang sebelumnya terakumulasi dalam oosit. Gangguan kantung kuning telur dapat menghalangi pasokan nutrisi selama perkembangan embrio, sehingga fungsi jantung akan terpengaruh karena keterbatasan energi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penurunan detak jantung pada embrio *zebrafish (Brachydanio rerio)* diduga karena adanya beberapa faktor yaitu tingginya konsentrasi yang diberikan, lamanya waktu paparan dan bahan tercemar pada air sungai yang terkandung dan dapat menyebabkan gangguan pada kuning telur.

#### **4.5 Pengaruh air ledeng dan air sungai terhadap mortalitas ikan zebra**

##### ***(Brachydanio rerio)***

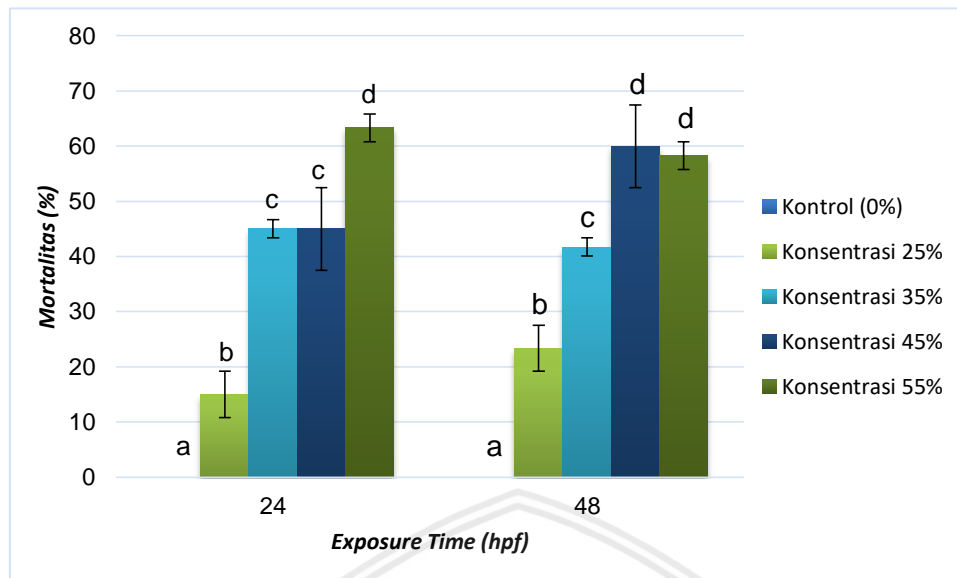
Pemberian media air sebagai media hidup embrio ikan (*Brachydanio rerio*) dengan konsentrasi yang berbeda memberikan dampak mortalitas embrio. Lama pemaparan dan banyaknya konsentrasi air ledeng yang digunakan menyebabkan mortalitas pada embrio ikan zebra. Tingkat mortalitas tertinggi pada air ledeng dengan konsentrasi 55% dimana mortalitas mencapai 27%. Sedangkan pemaparan air sungai dengan konsentrasi yang berbeda pada embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) menyebabkan mortalitas pada ikan zebra. Tingkat mortalitas tertinggi pada konsentrasi 55% dimana mortalitas mencapai rata-rata sebesar 61%. Peningkatan konsentrasi pada air sungai yang diberikan mengakibatkan terjadinya peningkatan viabilitas embrio,

semakin lama waktu papar maka semakin banyak embrio ikan zebra yang mati. Lama paparan yang diberikan pada embrio menyebabkan embrio akan lebih banyak menyerap zat aktif pada air sungai sehingga menyebabkan toksisitas bagi tubuh yang berakibat pada kematian embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*). Viabilitas embrio mulai mengalami penurunan pada 48 hpf setelah pemaparan air sungai. Landsman *et al.*, (2011) menyatakan bahwa kematian telur dan larva akan meningkat seiring dengan bertambahnya suhu, diduga terkait dengan dengan laju metabolisme yang tinggi sehingga penyerapan energi lebih cepat.



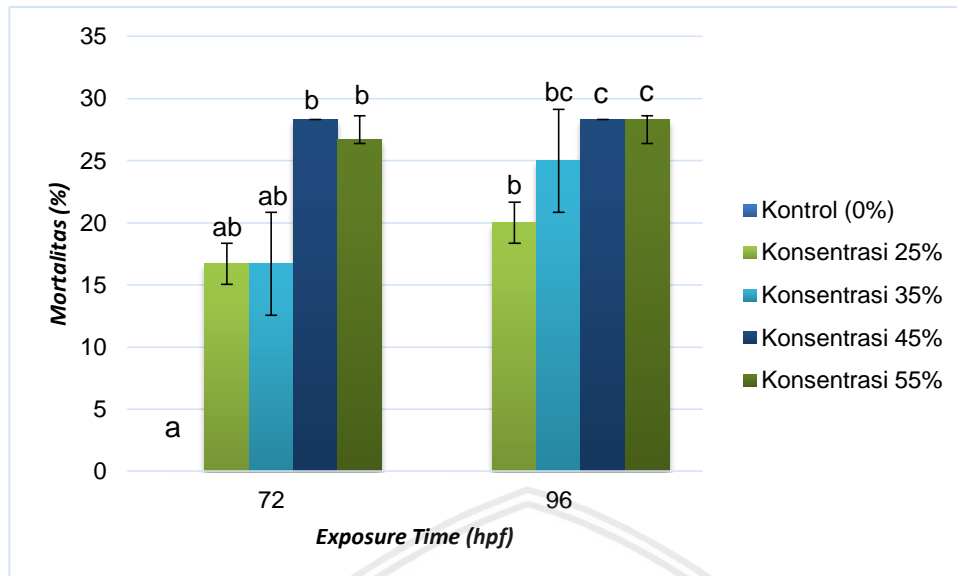
**Gambar 8. (A)** Pengaruh air ledeng terhadap mortalitas telur ikan zebra (*Brachydanio rerio*) dari 20/perlakuan dengan total 300 embrio. Data disajikan dengan SD Notasi berdasarkan Uji Tukey.

Hasil analisis statistik menggunakan one way ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Tukey menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi air ledeng terhadap embrio ikan zebra memberikan pengaruh ( $p < 0,05$ ) terhadap mortalitas embrio ikan zebra.



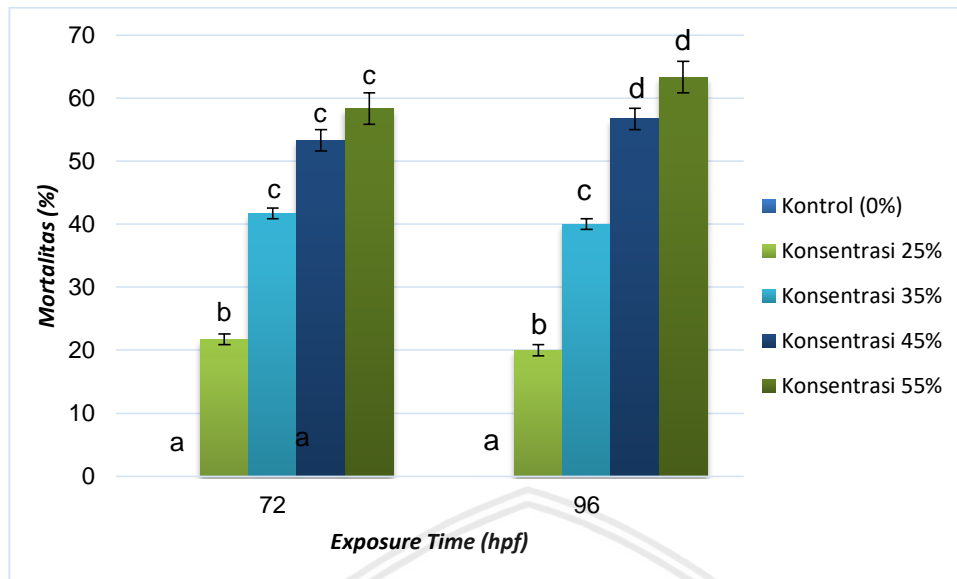
**Gambar 8. (B)** Pengaruh air sungai terhadap mortalitas telur ikan zebra (*Brachydanio rerio*) dari 20/perlakuan dengan total 300 embrio. Data disajikan dengan SD Notasi berdasarkan Uji Tukey.

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa, pada waktu 24 *hpf* konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 55%, namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 25%, 35% dan 45%. Pada waktu 48 *hpf* konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 55%, namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 25%, 35% dan 45%. Pada waktu 72 *hpf* konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 25%, 35%, 45% dan 55%, namun pada konsentrasi 25% tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 35% serta pada konsentrasi 45% tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 55%. Pada waktu 96 *hpf* konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 25%, 35%, 45% dan 55%. Berdasarkan data pada konsentrasi 55% mengakibatkan rata-rata mortalitas sebesar 34%. Sedangkan pada konsentrasi dibawah 55% rata-rata tingkat mortalitas embrio ikan zebra 15%.



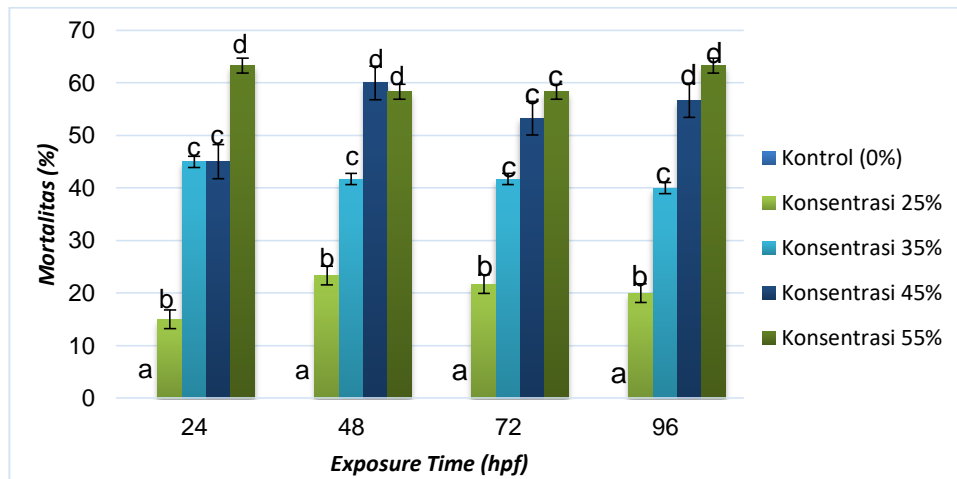
**Gambar 9. (A)** Pengaruh air ledeng terhadap mortalitas larva ikan zebra (*Brachydanio rerio*) dari 20/perlakuan dengan total 300 embrio. Data disajikan dengan SD Notasi berdasarkan Uji Tukey.

Hasil penelitian diketahui bahwa peningkatan konsentrasi dan waktu paparan berbanding lurus terhadap besarnya mortalitas. Peningkatan konsentrasi menyebabkan peningkatan kematian embrio, begitu juga dengan waktu pemaparan, dimana semakin lama waktu paparan semakin banyak embrio yang mati. Lama paparan air ledeng terhadap embrio menyebabkan embrio menyerap lebih banyak dan menyebabkan toksik bagi tubuh dan akhirnya menyebabkan kematian. Pengaruh air sungai terhadap mortalitas larva ikan zebra (*Brachydanio rerio*) dapat dilihat pada grafik di bawah ini



**Gambar 9. (B)** Pengaruh air sungai terhadap mortalitas larva ikan zebra (*Brachydanio rerio*) dari 20/perlakuan dengan total 300 embrio. Data disajikan dengan SD Notasi berdasarkan Uji Tukey.

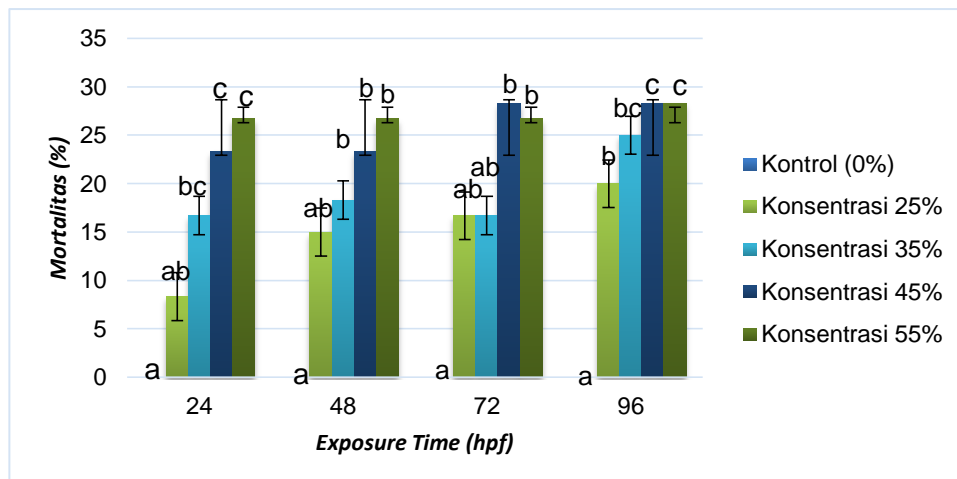
Hasil analisis statistik menggunakan *one way* ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Tukey menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi air sungai terhadap embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) memberikan pengaruh ( $p < 0,05$ ) terhadap mortalitas ikan zebra kemudian lama waktu pemaparan juga mempengaruhi tingkat mortalitas embrio ikan zebra. Berdasarkan Gambar dapat diketahui bahwa pada waktu 24 *hpf* konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 25%, 35%, 45% dan konsentrasi 55%, namun pada konsentrasi 35% tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 45%. Pada waktu 48 *hpf* konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 25%, 35%, 45% dan 55%. Pada waktu 72 *hpf* konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 25%, 35%, 45% dan 55%. Serta pada 96 *hpf* konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 25%, 35%, 45% dan 55%.



**Gambar 10. (C)** Pengaruh air sungai terhadap mortalitas embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*). Data disajikan dengan rata-rata embrio  $\pm$  SD. Notasi berdasarkan uji Tukey

Berdasarkan data pada konsentrasi 55% mengakibatkan rata-rata mortalitas sebesar 64,5%. Hasil penelitian diketahui bahwa peningkatan konsentrasi dan waktu paparan berbanding lurus terhadap besarnya mortalitas. Peningkatan konsentrasi pada air sungai menyebabkan peningkatan kematian embrio. Lama paparan air sungai terhadap embrio menyebabkan embrio menyerap lebih banyak zat toksik bagi tubuh dan akhirnya menyebabkan kematian. Adanya gangguan penyerapan oksigen oleh insang menyebabkan terjadi peningkatan frekuensi pernafasan guna memenuhi kekurangan oksigen. Kandungan dalam air sungai Metro seperti air limbah rumah tangga, industri, pembuangan sampah, limbah pertanian yang melebihi ambang batas dapat menyebabkan kematian pada organisme dan ikan endemik yang ada di sungai. Suparjo (2010) menyatakan bahwa ikan yang terpapar deterjen dalam konsentrasi tertentu akan mengalami peningkatan frekuensi pernafasan ikan dan konsumsi oksigen menjadi 2-3 kali lebih tinggi. Bila ini berlangsung secara terus menerus maka akan diikuti dengan penurunan ritme pernafasan, larva akan mengalami kehilangan keseimbangan dan akhirnya mati lemas.





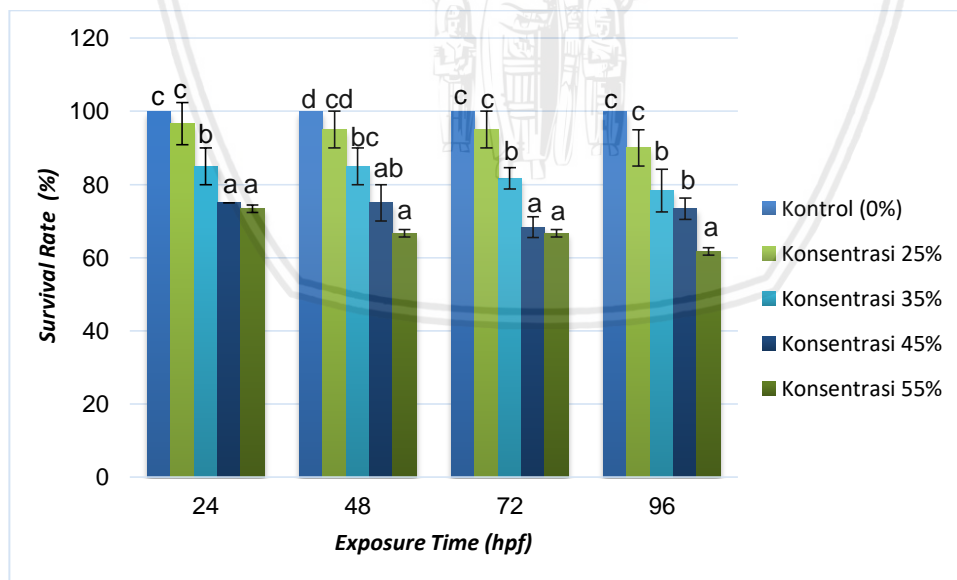
**Gambar 10. (C)** Pengaruh air ledeng terhadap mortalitas embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) dari 20/perlakuan dengan total 300 embrio. Data disajikan dengan rata-rata  $\pm$  SD Notasi berdasarkan Uji Tukey.

#### 4.6 Pengaruh air ledeng dan air sungai terhadap *Survival Rate* (SR) ikan zebra (*Brachydanio rerio*)

Pemberian media air yang berbeda, seperti air ledeng dan air sungai dengan dosis yang berbeda pada embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) memberikan dampak pada tingkat *Survival Rate* (SR). Konsentrasi media air menyebabkan *Survival Rate* (SR) pada ikan zebra. Selain itu waktu lama pemaparan juga mempengaruhi tingkat *Survival Rate* (SR) embrio ikan zebra.

Hasil analisis statistik menggunakan *one way ANOVA* dan dilanjutkan dengan uji Tukey menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi air ledeng terhadap embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) memberikan pengaruh ( $p < 0,05$ ) terhadap *Survival Rate* (SR). Waktu pemaparan dapat mempengaruhi tingkat *Survival Rate* (SR) pada embrio ikan zebra. Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa pada waktu 24 hpf konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 55% namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 25%, 35% dan 45%. Pada waktu 48 hpf konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 55%, namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 25%, 35% dan 45%. Pada waktu 72 hpf konsentrasi 0% berbeda nyata dengan

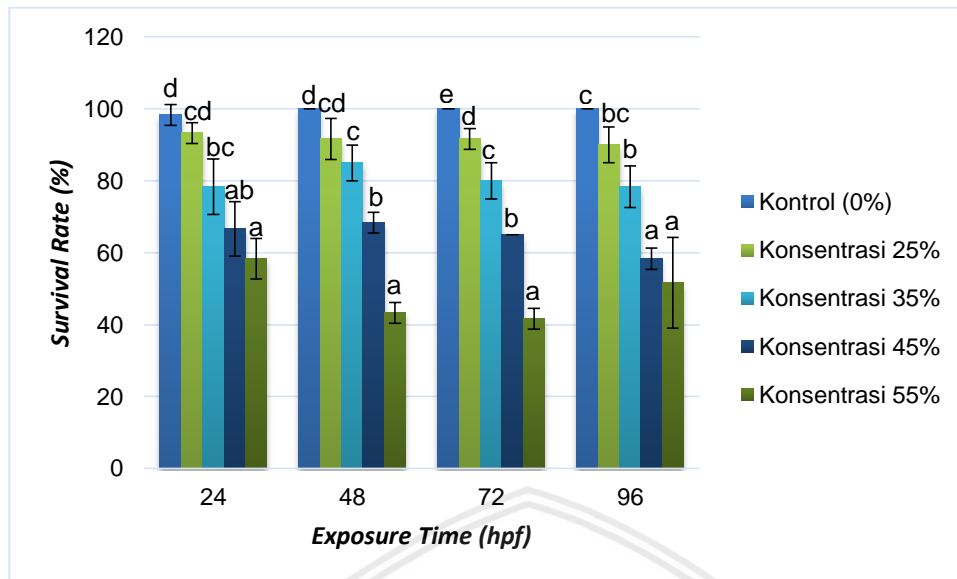
konsentrasi 55%, namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 25%, 35% dan 45%. Pada waktu 96 hpf konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 55%, namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 25%, 35% dan 45%. Berdasarkan data **Gambar 12** dibawah semakin tinggi konsentrasi air ledeng yang diberikan pada media embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) maka semakin berkurang tingkat kelangsungan hidup pada embrio. Nilai *Survival Rate* (SR) air ledeng tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi 25% sebesar 94% sedangkan *Survival Rate* terendah pada perlakuan konsentrasi terbesar yaitu 55% sebesar 67%. Sedangkan pada air sungai *Survival Rate* (SR) tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi 25% sebesar 91% sedangkan *Survival Rate* terendah pada perlakuan konsentrasi terbesar yaitu 55% sebesar 48%. Kelangsungan hidup merupakan perbandingan antara ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan dengan jumlah ikan yang ada pada awal pemeliharaan (Rachmawati, 2016).



**Gambar 11.** Pengaruh air ledeng terhadap *Survival Rate* (SR) embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*). Data disajikan dengan rata-rata  $79\% \pm SD$ . Notasi berdasarkan Uji Tukey

Besar kecilnya *Survival Rate* (SR) dipengaruhi oleh faktor internal yang meliputi jenis kelamin, keturunan, umur, reproduksi, ketahanan terhadap penyakit dan faktor eksternal meliputi kualitas air, padat penebaran, jumlah dan komposisi pakan. Selain itu tingkat kelangsungan hidup dapat dipengaruhi oleh pemberian pakan tertentu yang dapat memberikan pengaruh pada tingkat ketahanan hidup (Monteiro, 2018).

Hasil analisis statistik menggunakan *one way* ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Tukey menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi air sungai terhadap embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) memberikan pengaruh ( $p < 0,05$ ) terhadap *Survival Rate* (SR). Waktu pemaparan dapat mempengaruhi tingkat *Survival Rate* (SR) pada embrio ikan zebra. Berdasarkan **Gambar 13** dibawah dapat diketahui bahwa pada waktu 24 *hpf* konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 55% namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 25%, 35% dan 45%. Pada waktu 48 *hpf* konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 55%, namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 25%, 35% dan 45%. Pada waktu 72 *hpf* konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 55%, namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 25%, 35% dan 45%. Pada waktu 96 *hpf* konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 55%, namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 25%, 35% dan 45%.



**Gambar 12.** Pengaruh air sungai terhadap *Survival Rate* (SR) embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*). Data disajikan dengan rata-rata  $\pm$  SD. Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Tukey.

Berdasarkan data grafik diatas bahwa semakin tinggi konsentrasi air sungai yang diberikan pada media embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) maka semakin berkurang tingkat kelangsungan hidup pada embrio. Saat telur ikan memiliki kualitas yang buruk dapat menurunkan potensi untuk kelangsungan hidup larva yang menetas. Terbatasnya kelangsungan hidup telur ikan disebabkan oleh kondisi fisik dan kimia di tempat penetasan seperti suhu air rendah, oksigen terlarut, sirkulasi air rendah, tinggi dan kepadatan telur yang tinggi (Kwong, 2014). Selanjutnya, adanya patogen seperti virus, parasit, dan bakteri juga mempengaruhi yang signifikan kerugian ekonomi dalam industri akuakultur (Situmorang *et al.*, 2014). Rendahnya kelangsungan hidup larva tersebut akibat keberadaan bahan toksik yang terkandung dalam air sungai di atas baku mutu yang dapat merusak jaringan pertahanan tubuh larva sehingga penggunaan energi cenderung untuk beradaptasi dan mempertahankan diri terhadap lingkungan daripada untuk pertumbuhan. Selain itu, pemaparan air sungai dengan konsentrasi yang tinggi dapat menutupi insang sehingga proses

respirasi larva terhambat kemudian larva kekurangan oksigen dan akhirnya mati. Berikut merupakan hasil grafik *Survival Rate* (SR) embrio ikan zebra yang dipapar menggunakan air ledeng dan air sungai.

#### **4.7 Pengaruh air sungai terhadap abnormalitas ikan zebra (*Brachydanio rerio*)**

Kematian embrio disebabkan oleh abnormalitas yang terjadi akibat paparan air sungai yang bersifat toksik. Tingginya abnormalitas dipengaruhi oleh konsentrasi dan waktu paparan air sungai. Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka semakin singkat waktu paparan yang menyebabkan embrio abnormal. Pengaruh lanjut dari air sungai dapat menurunkan laju pertumbuhan ikan, kelainan pada perilaku ikan dapat mengakibatkan kegagalan menyimpan energi untuk proses metabolisme, yang dapat menyebabkan stress berat dan menyebabkan kematian ikan. Rendahnya kelangsungan hidup embrio di atas baku mutu air sungai dapat merusak jaringan pertahanan tubuh embrio sehingga energi untuk mempertahankan diri juga rendah. Selain itu, konsentrasi tinggi diduga dapat menutupi insang sehingga proses respirasi embrio terhambat, embrio kekurangan oksigen dan akhirnya mati. Kandungan air sungai yang toksik masuk ke dalam jaringan tulang, kemudian terjadi pertukaran ion dengan pembentuk mineral kalsium pada tulang. Akibat pertukaran ion tersebut, tulang larva ikan yang terserang bahan toksik dari air sungai akan mengalami abnormalitas seperti skoliosis, lordhosis atau kifosis. Sementara itu, kelengkungan tulang belakang pada embrio *zebrafish* terjadi karena kandungan zat aktif yang menembus chorion mampu mengganggu struktur dan fungsi dari tulang belakang (Cindy *et al.*, 2015). Penyebab kelainan rangka tubuh tulang belakang berasal dari mutase dan efek teratogenik, faktor lingkungan yang kurang menguntungkan

(temperatur air, kelarutan oksigen, salinitas dan infeksi parasit) pada telur dan larva yang bisa disebabkan dari perlakuan inkubasi.

Perkembangan sempurna larva kontrol dapat ditunjukkan dengan pigmentasi yang terjadi. Coelho *et al.*, (2011) menyatakan bahwa jika larva ikan memiliki kelainan, maka intensitas pigmennya akan berkurang. Intensitas pigmen pada larva kontrol sudah cukup terbentuk dan organ lain seperti jantung, kantung kuning telur, ekor, dan kepala juga akan berkembang dengan baik. Perlakuan dengan konsentrasi 45% larva 96 *hpf* mengalami kelainan sumbu tubuh bengkok. Mendoza *et al.*, (2015) menyatakan bahwa kelainan notochord pada masa embrio dapat menyebabkan kelainan pada saat dewasa, ukuran tubuh ikan lebih pendek, juga dapat menyebabkan kelainan pada organ lain misalnya ukuran mata yang kecil, edema pericardium, gangguan perkembangan rahang serta bisa menyebabkan kematian. Embrio tetap tumbuh namun proses menetas menjadi terhambat, serta terjadi paralisis pada embrio sehingga embrio tidak bisa berenang atau mencari makanan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Zhou *et al.*, (2009) bahwa kelainan pada notochord, sumbu tubuh, dan somite mampu menghambat proses menetas pada embrio ikan zebra. Kantung kuning telur merupakan membran yang berfungsi menyediakan nutrisi bagi embrio. Pembesaran kantung kuning telur merupakan salah satu indikasi nutrisi tidak terdistribusi sempurna pada embrio. Hal tersebut akan menyebabkan kekurangan nutrisi pada embrio yang lambat laun akan menyebabkan kematian.

#### **4.8 Hasil Analisis Kualitas Air Ledeng dan Air Sungai**

Kualitas air merupakan salah satu faktor penting yang sangat diperhatikan dalam budidaya, parameter yang umumnya berpengaruh terhadap persentase penetasan telur dan kelangsungan hidup larva adalah suhu, oksigen terlarut dan pH (Putri *et al.*, 2015). Parameter kualitas air yang

diukur pada penelitian ini meliputi parameter fisika yaitu suhu dan parameter kimia yaitu pH dan DO.

Suhu rata-rata selama penelitian yaitu 27,5 °C dan relatif stabil dikarenakan selama penelitian suhu dikondisikan untuk stabil. Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa suhu selama penelitian masih dalam kondisi yang normal sesuai dengan suhu optimal *zebrafish*. Suhu yang rendah membuat enzim (*chorion*) tidak bekerja dengan baik pada kulit telur dan membuat embrio akan lama dalam melarutkan kulit, sehingga embrio akan menetas lebih lama. Sebaliknya pada suhu tinggi dapat menyebabkan penetasan prematur sehingga larva atau embrio yang menetas tidak akan lama hidupnya (Wahyuningtias, 2015). Parameter pH rata-rata selama penelitian pada pemeliharaan embrio berkisar 7,28. Nilai pH yang baik untuk menunjang kehidupan *zebrafish* berkisar antara 6,6–8,2 (Kwong, 2014). Sehingga dapat disimpulkan bahwa pH air selama penelitian berada di batas optimal. Karena jika semakin tinggi pH air menyebabkan kondisi semakin asam dan menyebabkan embrio mengalami kematian. Oksigen terlarut pada pemeliharaan berkisar antara 2,94 – 3,85. Boyd (1990) menyatakan bahwa konsentrasi pada oksigen terlarut tidak boleh kurang dari 3. Penurunan oksigen terlarut pada media tersebut dapat mempengaruhi daya tetas dan kehidupan embrio karena berada dibawah batas optimal. Oksigen terlarut selama percobaan selama percobaan berkisar antara 4,82 – 5,33 mg/liter dan merupakan nilai yang layak.

Kemudian air sungai yang digunakan selama penelitian yaitu sungai Metro. Sungai Metro merupakan salah satu anak sungai Brantas yang melalui Kecamatan Sukun, Kota Malang dan bermuara di daerah paling selatan yaitu Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang dengan panjang sungai sepanjang 54,55 km. Sungai Metro sendiri merupakan golongan air kelas III yaitu air yang

peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut. Sungai Metro yang terletak di Kelurahan Karang besuki merupakan lokasi yang berada di hulu Sungai Metro Kecamatan Sukun yang masih dimanfaatkan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari, sumber air untuk pertanian, tempat pembuangan sampah dan air limbah domestik, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pembuangan sampah dan limbah rumah tangga yang dilakukan oleh masyarakat menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air sungai Metro.

Kualitas air dapat memengaruhi keberhasilan penelitian. Parameter fisika dan kimia ini harus ada pada kondisi optimal. Berdasarkan hasil pemantauan parameter suhu air sungai Metro sebesar 25,2°C maka kondisi kualitas air sungai masih dalam batas baku mutu air sungai sesuai peruntukannya. Suhu sangat berperan mengendalikan ekosistem perairan. Peningkatan suhu juga dapat menyebabkan terjadinya peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba. Kisaran suhu optimum di perairan adalah 23° C – 29° C (Abowei, 2010). Sehingga suhu air di sungai Metro dapat dikatakan masih optimal. Nilai pH pada sungai Metro selama penelitian sebesar 6,36 yang artinya masih dalam batas normal. pH perairan adalah indikator penting penentuan kualitas air dan pencemaran sungai. Jika pH air lebih rendah dari 5 dan lebih tinggi dari 9 mengindikasikan perairan tersebut telah tercemar sehingga kehidupan biota air akan terganggu dan tidak layak digunakan (Yisa dan Jimoh, 2010). Hasil pemantauan parameter oksigen terlarut yaitu sebesar 6,3 mg/l. Jika dibandingkan dengan baku mutu air kelas III untuk parameter oksigen terlarut berdasarkan Perda Provinsi Jatim No. 2 Tahun 2008 yaitu sebesar 3 mg/l, maka kondisi kualitas air sungai Metro dalam kondisi yang baik. Perairan dapat dikategorikan sebagai perairan yang baik dan tingkat



pencemarannya rendah jika kadar oksigen terlarutnya  $> 5$  mg/l (Mahyudin, 2015). Kondisi tersebut dapat berpengaruh terhadap turunnya konsentrasi oksigen dalam badan air sehingga menyebabkan kematian ikan (Purnamaningtyas, 2014). Hal ini mungkin disebabkan oleh adanya proses pengenceran sepanjang aliran sungai metro sehingga konsentrasi bahan pencemar mengalami penurunan.

**Tabel 5.** Data Kualitas Air Ledeng

Konsent rasi (%)	Suhu (°C)				Ph				DO (mg/L)			
	24	48	72	96	24	48	72	96	24	48	72	96
0 %	25.5	26.3	27.4	27.5	6.7	7.4	7.6	7.0	4.5	4.0	4.9	4.3
25 %	26.0	26.4	27.6	27.4	6.9	7.6	7.8	7.5	4.2	4.4	4.7	4.4
35%	26.2	26.1	27.2	27.6	6.7	7.5	7.4	7.6	4.2	4.7	4.7	4.7
45 %	26.4	26.2	27.4	27.5	6.7	7.6	7.4	7.4	4.4	4.8	4.6	4.6
55 %	26.2	26.5	27.4	27.4	6.8	7.4	7.0	7.6	4.5	4.7	4.8	4.7

**Tabel 6.** Data Kualitas Air Sungai

Konsent rasi (%)	Suhu (°C)				pH				DO (mg/L)			
	24	48	72	96	24	48	72	96	24	48	72	96
0 %	26.5	26.7	27.6	27.4	7.2	7.4	6.4	7.0	5.5	5.0	6.9	6.3
25 %	26.0	26.4	27.6	27.0	7.0	6,9	6.0	7.5	5.2	5.4	6.5	4.4
35%	26.2	26.6	27.4	28.6	7.3	6.5	7.4	7.4	5.2	5.7	6.7	6.4
45 %	26.7	26.8	27.7	27.8	7.3	6.5	6.4	7.4	6.4	5.8	6.6	6.3
55 %	26.9	26.5	27.9	27.9	6.9	7.4	7.0	7.6	5.5	6.7	5.9	6.7

**Tabel 7.** Data Kualitas Air pada Kontrol (*Aquabidest*)

Suhu (°C)				Ph				DO (mg/L)			
24	48	72	96	24	48	72	96	24	48	72	96
26.2	25.6	26.0	26.5	6.9	7.1	7.3	7.4	6.6	6.4	6	5.8



## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Perkembangan embrio *zebrafish* (*Brachydanio rerio*) setelah pemaparan air ledeng dan air sungai pada masing-masing konsentrasi 0%, 25%, 35%, 45% dan 55% dapat mempengaruhi morfologi. Embrio pada media air ledeng tidak mengalami malformasi, telur menetas dengan sempurna namun mengalami mortalitas. Tingkat daya tetas pada air sungai lebih cepat dibandingkan dengan air ledeng. Detak jantung pada air sungai mengalami penurunan yang signifikan hingga 88/second. Mortalitas pada air sungai mencapai rata-rata sebesar 61%, sedangkan pada air ledeng mencapai 27%. Pengaruh secara langsung disebabkan oleh akumulasi kandungan air dalam organ tubuh akibat tertelan bersama makanan yang terkontaminasi, atau akibat rusaknya organ pernafasan sehingga dapat mematikan ikan budidaya dalam jangka waktu tertentu, sedangkan pada media air sungai peningkatan konsentrasi akan meningkatkan mortalitas dan juga malformasi. Pengaruh penggunaan media air sungai terhadap embrio menyebabkan kelainan pada organ tertentu. Media air sungai yang melebihi ambang batas dapat mempengaruhi embrio *zebrafish* karena kandungan yang ada didalamnya.

### 5.2 Saran

Penelitian lebih lanjut sebaiknya dilakukan pengamatan secara menyeluruh dan lebih rinci tentang embrio *zebrafish* (*Brachydanio rerio*). Perlu adanya dilakukan pengujian kualitas air pada air ledeng dan air sungai secara berkala agar tidak memberikan efek buruk yang signifikan terhadap wilayah perairan maupun biota yang ada di sekitar agar tidak membahayakan masyarakat ketika mengkonsumsi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abowei, J. F. N. 2010. Salinity, Dissolved Oxygen, pH and Surface Water Temperature Conditions in Nkoro River, Niger Delta, Nigeria. *Advance Journal of Food Science and Technology*. 2(1): 36-40.
- Aedi, N. 2010. Pengolahan Dan Analisis Data Hasil Penelitian. Bahan Belajar Mandiri Metode Penelitian Pendidikan. Fakultas Ilmu Pendidikan.
- Agustiningasih, D. 2012. Kajian Kualitas Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air Sungai. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Ali, A., Soemarno Dan M. Purnomo. 2013. Kajian Kualitas Air Dan St Atus Mutu Air Sungai Metro Di Kecamatan Sukun Kota Malang. *Jurnal Bumi Lestari*. 13(2): 265-274.
- Ardhardiansyah, U. Subhan dan . Yustiati. 2017. Embriogenesis Dan Karakteristik Larva Persilangan Ikan Patin Siam (*Pangasius Hypophthalmus*) Jantan dengan Ikan Baung (*Hemibagrus Nemurus*) Betina. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 8(2): 17-27.
- Asih, P., Muzahar dan A. Pratomo. 2013. Produktifitas Primer Fitoplankton Di Perairan Desa Malang Rapat Kabupaten Bintan. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Maritim Raja Ali Haji. Riau.
- Bahriyah, N., S. Laili dan A. Syauqi. 2018. Uji Kualitas Air Sungai Metro Kelurahan Merjosari Kecamatan Lowokwaru Kota Malang. *Jurnal Biosantropis*. 3(3): 18-25.
- Boyd, C.E., 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. *Birmingham Publishing Co.* Birmingham: Alabama.
- Chan, P. K., C. C. Lin dan S. H. Cheng. 2009. Noninvasive technique for measurement of heartbeat regularity in zebrafish (*Danio rerio*) embryos. *BMC Biotechnology*. 9(11): 1-10.
- Cheng, J.J dan Timilsina, G. R. 2011. Status and Barries of Advanced Biofuel Technologies: A review *Renewable Energy*. 36: 3541-3549.
- Chopra, A.K dan C. Pathak. 2009. Scenario of heavy metal contamination in agricultural soil and its management. *Journal of Applied and Natural Science*. 1(1): 99-108
- Cindy, O., D. Andriana dan M. Z. Fadli. 2015. Efek Kombinasi *Dekokta Centella asiatica*, *Imperata cylindrica*, *Orthosiphon aristatus* pada Dosis Terapi, MATC dan LC50 terhadap Malformasi Organ Embrio Ikan Zebra. *Jurnal Kedokteran Komunitas*. 3(1).

- Coelho, S., R. Oliveira., C. Musso., I. Domingues., R. C. Bhujel., A. M. V. M. Soares dan A. J. A., Nogueira. 2011. Assessing lethal and sublethal effects of trichlorfon on different trophic levels. *Aqua Toxicol.* 103:191-198.
- Damayanty, M. M Dan N. Abdulgani. 2013. Pengaruh Paparan Sub Lethal Insektisida Diazinon 600 Ec Terhadap Laju Konsumsi Oksigen Dan Laju Pertumbuhan Ikan Mujair (*Oreochromis Mossambicus*). *Jurnal Sains Dan Seni Pomits.* 2(2): 207- 211.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2005. Higiene Sanitasi Makanan dan Minuman. Dirjen PPL dan PM. Jakarta.
- Dunca, A. M. 2018. Water Pollution and Water Quality Assessment of Major Transboundary Rivers from Banat (Romania). *Journal of Chemistry.* 1-8.
- Eschmeyer W. N. 1997. Catalog of genera of recent fishes. California Academy of Sciences. *San Fransisco.* 697 p.
- Esma, D. F. 2015. Kinerja Perusahaan Daerah Air Minum (Pdam) Tirta Melawi Dalam Penyediaan Air Bersih Di Kabupaten Melawi Kalimantan Barat Tahun 2015. *Jurnal Ilmu Pemerintahan Fakultas Ilmu Sosial Dan Politik. Universitas Muhammadiyah: Yogyakarta*
- Estradivari, M. Syahrir, N. Susilo, S. Yusri, S. Timotius. 2009. Terumbu Karang Jakarta: Pengamatan Jangka Panjang Terumbu Karang Kepulauan Seribu 2003 - 2007. *Yayasan Terumbu Karang Indonesia (TERANGI).* Jakarta.
- Farmer, N. A., W. D. Heyman., M. Karnauskas., S. Kobara., T. I. Smart., J. C. Ballenger., M. J. M. Reichert., D. M. Wyanski., M. S. Tishler., K. C. Lindeman., S. K. L. Barbieri., T. S. Switzer., J. J. Solomon, K. McCain, M. Marhefka., G. R. Sedberry., 2017. Timing and locations of reef fish spawning off the southeastern United States. *PLoS ONE.* 12(3).
- French, N.A. 2009. The Critical Importance Of Incubation Temperature. *Avian Biology Research.* 2(1): 55–59.
- Govind, P., A. B. Shrivastav dan S. Madhuri. 2012. Fishes Of Madhya Pradesh With Special Reference To *Zebrafish* As Model Organism In Biomedical Researches. *International Research Journal Of Pharmacy.* 3(1).
- Gusril, H. 2016. Studi Kualitas Air Minum Pdam Di Kota Duri Riau. *Jurnal Geografi.* 8(2): 190-196.
- Hadi, Y. S. 2015. Asal Muasal Kata Waterleiding menjadi Air Ledeng.
- Hamdani, A. F dan N. E. Susanti. 2016. Perubahan Penggunaan Lahan Dan Pengaruhnya Terhadap Perubahan Iklim Kota Malang. *Skripsi.* Universitas Kanjuruhan Malang.

- Jakfar, Agustono dan A. Manan. 2014. Deteksi Logam Timbal (Pb) Pada Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Di Sepanjang Sungai Kalimas Surabaya. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 6(1): 43-48
- Khusumaningsih, F. A. 2017. Teknik Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Balai Benih Ikan Puri, Desa Kebonagung, Kecamatan Puri, Kabupaten Mojokerto, Propinsi Jawa Timur. Perpustakaan Universitas Airlangga.
- Kimmel, C.B., Ballard, W.W., Kimmel, S.R., Ullmann, .B dan Schilling, T. F. 1995. Stages of Embryonic Development of *Zebrafish*. *Developmental Dynamics*. 203(3): 253- 310.
- Kodoatie, Robert, J. dan S. Roestam. 2012. Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Kosmehl, T., J. C. Otte., L. Yang dan J. Legradi. 2012. A combined DNA-microarray and mechanism-specific toxicity approach with *zebrafish* embryos to investigate the pollution of river sediments. *Reproductive Toxicology*. 33(2): 245-253.
- Kurniawan, A. I. S. Purwiyanto Dan Fauziyah. 2016. Hubungan Nitrat, Fosfat Dan Ammonium Terhadap Keberadaan Makrozoobentos di Perairan Muara Sungai Lumpur Kabupaten Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan. *Maspari Journal*. 8(2): 101-110.
- Kusuma, F. I. 2014. Karakteristik Kualitas Air Sungai Winongo DAS Opak Setelah Melewati Kawasan Perkotaan Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 2012-2014. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Kwong, R. W.M., Y. Kumai dan S. F. Perry. 2014. The physiology of fish at low pH: the zebrafish as a model system. *The Journal of Experimental Biology*. 217: 651-662.
- Landsman, S.J., A.J. Gingerich., D.P. Philip dan C.D. Suski. 2011. The Effects of Temperature Change on The Hatching Success and Larval Survival of Largemouth Bass *Micropterus salmoides* and Smallmouth Bass *Micropterus dolomieu*. *Journal of Fish Biology*. 78 : 1200-1212.
- Mahyudin, Soemarno dan T. B. Prayogo. 2015. Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Metro di Kota Kepanjen Kabupaten Malang. *J- PAL*. 6(2): 105-114.
- Mendoza, R., Perez, S., de los Santos, M. J., Larreategui, Z., Ayerdi, F., Exposito, A., Matorras, R. 2014. Congenital Malformations, Chromosomal Abnormalities and Perinatal Results in IVF/ICSI Newborns Resulting from Very Poor Quality Embryos: A Case-Control Study. *Gynecologic and Obstetric Investigation*. 79(2): 83–89.
- Montagna, M. C. 2011. Effect of temperature on the survival and growth of freshwater prawns *Macrobrachium borellii* and *Palaemonetes argentinus*

(Crustacea, Palaemonidae). *Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre*. 101(3): 233-238.

- Monteiro, J. F., S. Martins., M. Farias., T. Costa dan A. C. Certal. 2018. The Impact of Two Different Cold-Extruded Feeds and Feeding Regimens on Zebrafish Survival, Growth and Reproductive Performance. *Journal of Development Biology*. 6(15): 1-14.
- Muhajir, A., D. Yuliati dan Y. Rochwulaningsih. 2017. Industrialisasi dan Eksistensi Kota Langsa Pada Era Kolonial, 1907 – 1942. *Historical Studies Journal*. 27(1): 63-76.
- Mulyani, Marwan, Nazli Ismail, 2012, River Water Quality Spatial Analysis Based On Physical Parameter Throughout Krueng Daroy In Banda Aceh. *Journal of Aceh Physics Society, SS*. 1(1): 1-2.
- Nemtsas, P., E. Wettwer., T. Christ., G. Weidinger., dan U. Ravens., 2010. Adult zebrafish heart as a model for human heart? An electrophysiological study. *Journal of Molecular and Cellular Cardiology*. 48(1): 161-171.
- Nirmala, K., J. Sekarsari dan P. Suptijah. 2009. Efektivitas Khitosan Sebagai Pengkhelat Logam Timbal Dan Pengaruhnya Terhadap Perkembangan Awal Embrio Ikan Zebra *Danio Rerio*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 5(2): 157-165.
- Nofrizal. 2014. Aktivitas jantung ikan nila, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) pada kecepatan renang berbeda yang dipantau dengan elektrokardiograf (EKG). *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 14(2):101-109.
- Nugroho, S.P. 2013. "Analisis Kualitas Air Danau Kaskade Sebagai Sumber Imbuan Waduk Resapan diKampus UI Depok". *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. 10: 99-105.
- OECD. The Organization for Economic Co- Operation and Development. 2013. *OECD Guidelines for the Testing of Chemicals No. 236. Fish Embryo Acute Toxicity (FET) Test*. Paris (FR). OECD.
- Panggabean, T. K., A. D. Sasanti dan Yulisman. 2016. Kualitas Air, Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan, Dan Efisiensi Pakan Ikan Nila Yang Diberi Pupuk Hayati Cair Pada Air Media Pemeliharaan. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. 4(1): 67-79.
- Parichy, D. M., M. R. Elizondo., M. G. Mills., T. N. Gordon dan R.E Engeszer. 2009. Normal table of postembryonic zebrafish development: Staging by externally visible anatomy of the living fish. *Developmental dynamics : an official publication of the American Association of Anatomists*. 238(12): 2975-3015.
- Pemerintah Republik Indonesia, 2001. Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, Jakarta

- Pitriani, N. 2018. Efek Supernatan Diatom Haslea Ostrearia Terhadap Embrio Ikan Zebra (*Danio rerio*). *Skripsi. Universitas Brawijaya*.
- Purnamaningtyas, S.E. 2014. Distribusi Konsentrasi Oksigen, Nitrogen dan Fosfat di Waduk Saguling, Jawa Barat. *Limnotek*. 21(2): 125-134.
- Putri, B., Wardiyanto dan Supono. 2015. Efektivitas Penggunaan Beberapa Sumber Bakteri Dalam Sistem Bioflok Terhadap Keragaan Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*). *E-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 4(1): 432-438.
- Pylatiuk, C., D. Sanchez., R. Mikut., R. Alshut., M. Reischl., S. Hirth., W. Rottbauer dan S. Just. 2014. Automatic Zebrafish Heartbeat Detection and Analysis for Zebrafish Embryos. *Zebrafish*. 11(4): 39-383.
- Rachmawati, D., I. Samidjan dan Pinandoyo. 2016. Analisis Tingkat Kecerahan Warna Ikan Platy Pedang (*Xiphophorus Helleri*) Melalui Penambahan Astaxanthin Dengan Dosis Berbeda Pada Pakan Komersial. *Pena Akuatika*. 13(1): 58-67.
- Rana, N., M. Moond., A. Marthi., S. Bapatla., T. Sarvepalli., K. Chatti dan A. K Challa. 2010. Caffeine-Induced Effects on Heart Rate in Zebrafish Embryos and Possible Mechanisms of Action: An Effective System for Experiments in Chemical Biology. *Zebrafish*. 7(1): 69-81.
- Riadhi, L., M. Rivai dan F. Budiman. 2017. Sistem Pengaturan Oksigen Terlarut Menggunakan Metode Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler Teensy Board. *Jurnal Teknik ITS*. 6(2): 330-335.
- Samsundari, S dan Ganjar.A. W. 2013. Analisis Penerapan Biofilter dalam Sistem Resirkulasi Terhadap Mutu Kualitas Air Budidaya Ikan Sidat (*Anguilla bicolor*). *Jurnal Gamma*. 8(2): 86 – 97.
- Santoriello, C dan Z. Li. 2012. Hooked! Modelling Human Disease in *Zebrafish*. *The Journal of Clinical Investigation*. 122(7): 2337-2343.
- Shah L. S. 2010. Hematological changes in Tinca tinca after exposure to lethal and Sublethal doses of Mercury, Cadmium and Lead. Iranian. *Journal of Fisheries Sciences*. 9(3): 434-443.
- Singh, A and K. Zahra. 2017. Lc50 assessment of cypermethrin in *Heteropneustes fossilis*: Probit analysis. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 5(5): 126-130.
- Situmorang, M. L., Dierckens, K., Mlingi, F. T., Van Delsen, B., & Bossier, P. (2014). Development of a bacterial challenge test for gnotobiotic *Nile tilapia Oreochromis niloticus* larvae. *Diseases of aquatic organisms*. 109(1): 23-33.
- Songadji, E. M. dan Sophia. 2010. Metodologi Penelitian Pendekatan Praktis dalam Penelitian, Yogyakarta. Hal 1- 100.



- Strahle, U dan P. Blader. 2018. Early neurogenesis in the zebrafish embryo. *The Faseb Journal*. 8(10): 692–698.
- Sugiyono. 2012. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D. Penerbit Alfabeta: Bandung.
- Suparjo, M. N. 2010. Kerusakan jaringan insang ikan nila (*Oreochromis niloticus* L) akibat deterjen. *Jurnal Saintek Perikanan*. 5(2): 1-7.
- Suprpto, D. 2011. Ekofisiologi Bivalvia: Ekologi dan Konsumsi Oksigen. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Semarang.
- Wahyuningtias, I. 2016. Pengaruh Suhu Terhadap Perkembangan Telur dan Larva Ikan Tambakan (*Helostoma temminckii*). *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- William, W. 2017. Ikan zebra (*Danio rerio*) dan Kegunaanya dalam Penelitian Fisiologi. *Jurnal Kedokteran Meditek*. 23(64): 41-46.
- Yisa, J dan T. Jimoh. 2010. Analytical Studies on Water Quality Index of River Landzu. *American Journal of Applied Sciences*. 7(4): 453-458.
- Yudo, S. 2010. Kondisi kualitas air Sungai Ciliwung di wilayah DKI Jakarta ditinjau dari paramater organik, amoniak, fosfat, deterjen dan bakteri coli. Pusat Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Jakarta.
- Zahangir, M. M., F. Haque., GM. Mustakim., H. Khatun dan M. S. Islam. 2015. Effect of water pH on the early developmental responses in zebrafish (*Danio rerio*). *Progressive Agriculture*. 26: 85-89.
- Zamaruddin, N. 2018. Monitoring dan Evaluasi Kualitas Air Pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Area Aceh Besar Bulan April dan Juli. *J of Aceh Phys. Soc. (JAcPS)*. 7(1): 39-42.
- Zhou, S., Dong, Q., Li, S., Guo, J., Wang, X., dan G. Zhu. 2009. Developmental toxicity of cartap on zebrafish embryos. *Aquatic Toxicology*. 95(4): 339–346.

**LAMPIRAN**

**Lampiran 1.** Data Kualitas Air Penelitian Pendahuluan di Laboratorium Hidrobiologi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

<b>NO.</b>	<b>PARAMETER</b>	<b>AIR SUNGAI</b>	<b>AIR LEDENG</b>
1.	NO <sub>3</sub>	2,049 mg/l	1,149 mg/l
2.	PO <sub>4</sub>	0,506 mg/l	0,309 mg/l
3.	NH <sub>3</sub>	0,074 mg/l	0,024 mg/l
4.	Kesadahan	164 mg/l	188 mg/l
5.	Klorin bebas	0,01 mg/l	0,02 mg/l
6.	Suhu	25,2°	25,0°
7.	pH	6,36	6,6
8.	DO	6,3 mg/l	5,9 mg/l



**Lampiran 2.** 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 air sampel yang dibutuhkan

$N_1$  = konsentrasi air sampel

$V_2$  = Volume air yang digunakan

$N_2$  = Konsentrasi perlakuan

Berikut ini pengenceran untuk uji pendahuluan dan uji lanjutan:

**1. Pengenceran Uji Pendahuluan**

a. Konsentrasi 0%

$$V_1 = (6 \text{ ml} \times 0) / 100 = 0 \text{ ml}$$

b. Konsentrasi 25%

$$V_1 = (6 \text{ ml} \times 25) / 100 = 1,5 \text{ ml}$$

c. Konsentrasi 50%

$$V_1 = (6 \text{ ml} \times 50) / 100 = 3 \text{ ml}$$

d. Konsentrasi 75%

$$V_1 = (6 \text{ ml} \times 75) / 100 = 4,5 \text{ ml}$$

e. Konsentrasi 100%

$$V_1 = (6 \text{ ml} \times 100) / 100 = 6 \text{ ml}$$

## 2. Penentuan Konsentrasi Perlakuan Penelitian Utama

### a. Konsentrasi 0%

$$V1 = (6 \text{ ml} \times 0) / 100 = 0 \text{ ml}$$

### b. Konsentrasi 25%

$$V1 = (6 \text{ ml} \times 25) / 100 = 1.5 \text{ ml}$$

### c. Konsentrasi 35%

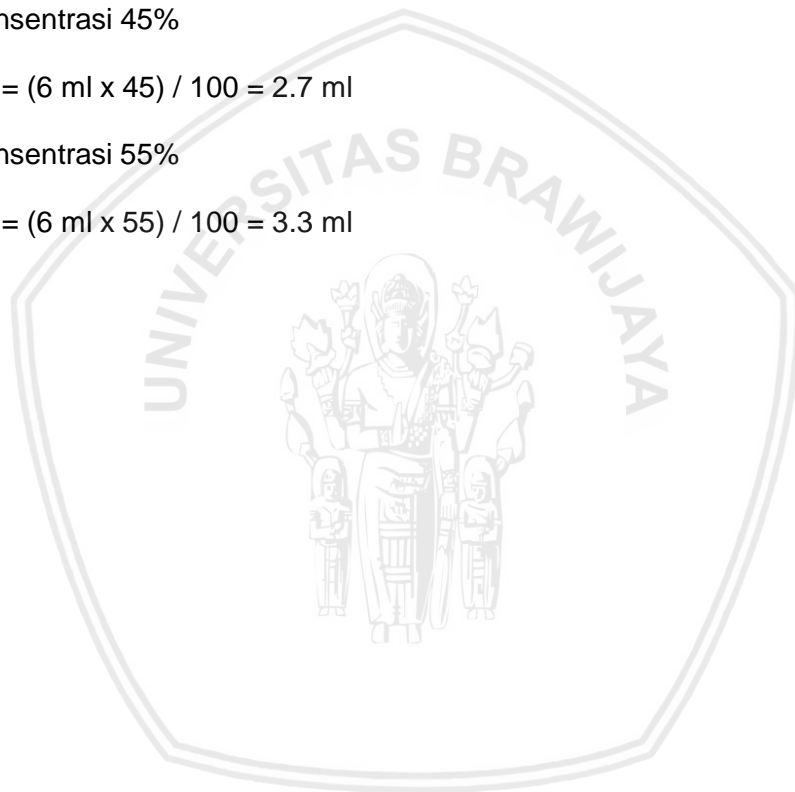
$$V1 = (6 \text{ ml} \times 35) / 100 = 2.1 \text{ ml}$$

### d. Konsentrasi 45%

$$V1 = (6 \text{ ml} \times 45) / 100 = 2.7 \text{ ml}$$

### e. Konsentrasi 55%

$$V1 = (6 \text{ ml} \times 55) / 100 = 3.3 \text{ ml}$$



Lampiran 3. Data *Hatching Rate* Embrio *Zebrafish* yang dipapar air ledeng

Percobaan (%)	Ulangan	Jumlah embrio / plate	Waktu (jam)			
			24	48	72	96
Kontrol	1	20	0	100	100	100
	2	20	0	100	100	100
	3	20	0	100	100	100
25%	1	20	0	100	100	95
	2	20	0	100	90	100
	3	20	0	95	95	100
35%	1	20	0	90	70	0
	2	20	0	95	75	0
	3	20	0	85	75	0
45%	1	20	0	70	85	0
	2	20	0	75	70	0
	3	20	0	70	70	0
55%	1	20	0	75	65	0
	2	20	0	60	65	0
	3	20	0	65	55	0

Konsentrasi (%)	% Rata-rata HR				Standar deviasi			
	24	48	72	96	24	48	72	96
0	0	100	100	100	0	0.00	0.00	0
25%	0	98	95	98	0	2.89	5.00	3
35%	0	90	73	0	0	5.00	2.89	0
45%	0	72	75	0	0	2.89	8.66	0
55%	0	67	62	0	0	7.64	5.77	0

**Lampiran 4.** Hasil Uji ANOVA dengan Uji Lanjutan Tukey Daya Tetas (*Hatching rate*) Embrio Ikan Zebra (*Brachydanio rerio*)

**a. Data Tetas (*Hatching Rate*) 48 hpf**

**Test of Homogeneity of Variances**

*Hatching Rate\_48 hpf*

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.750	4	10	.089

**ANOVA**

*Hatching Rate\_48 hpf*

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2823.333	4	705.833	35.292	.000
Within Groups	200.000	10	20.000		
Total	3023.333	14			

**Multiple Comparisons**

*Hatching Rate\_48 hpf*

Tukey HSD

(I) Konsentrasi	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	1.667	3.651	.990	-10.35	13.68
	35%	10.000	3.651	.117	-2.02	22.02
	45%	28.333*	3.651	.000	16.32	40.35
	55%	33.333*	3.651	.000	21.32	45.35
25%	0%	-1.667	3.651	.990	-13.68	10.35
	35%	8.333	3.651	.227	-3.68	20.35
	45%	26.667*	3.651	.000	14.65	38.68
	55%	31.667*	3.651	.000	19.65	43.68
35%	0%	-10.000	3.651	.117	-22.02	2.02
	25%	-8.333	3.651	.227	-20.35	3.68
	45%	18.333*	3.651	.004	6.32	30.35
	55%	23.333*	3.651	.001	11.32	35.35
45%	0%	-28.333*	3.651	.000	-40.35	-16.32
	25%	-26.667*	3.651	.000	-38.68	-14.65
	35%	-18.333*	3.651	.004	-30.35	-6.32

	55%	5.000	3.651	.658	-7.02	17.02
55%	0%	-33.333*	3.651	.000	-45.35	-21.32
	25%	-31.667*	3.651	.000	-43.68	-19.65
	35%	-23.333*	3.651	.001	-35.35	-11.32
	45%	-5.000	3.651	.658	-17.02	7.02

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

**HR 48 hpf**

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
55%	3	66.67	
45%	3	71.67	
35%	3		90.00
25%	3		98.33
Kontrol	3		100.00
Sig.		.658	.117

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**b. Data Tetes (Hatching Rate) 72 hpf**

**Test of Homogeneity of Variances**

**Hatching Rate\_72 hpf**

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.348	4	10	.027

**ANOVA**

**Hatching Rate\_72 hpf**

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3076.667	4	769.167	27.147	.000
Within Groups	283.333	10	28.333		
Total	3360.000	14			



### Multiple Comparisons

Hatching Rate\_72 hpf

Tukey HSD

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	5.000	4.346	.778	-9.30	19.30
	35%	26.667*	4.346	.001	12.36	40.97
	45%	25.000*	4.346	.001	10.70	39.30
	55%	38.333*	4.346	.000	24.03	52.64
25%	0%	-5.000	4.346	.778	-19.30	9.30
	35%	21.667*	4.346	.004	7.36	35.97
	45%	20.000*	4.346	.007	5.70	34.30
	55%	33.333*	4.346	.000	19.03	47.64
35%	0%	-26.667*	4.346	.001	-40.97	-12.36
	25%	-21.667*	4.346	.004	-35.97	-7.36
	45%	-1.667	4.346	.995	-15.97	12.64
	55%	11.667	4.346	.127	-2.64	25.97
45%	0%	-25.000*	4.346	.001	-39.30	-10.70
	25%	-20.000*	4.346	.007	-34.30	-5.70
	35%	1.667	4.346	.995	-12.64	15.97
	55%	13.333	4.346	.071	-.97	27.64
55%	0%	-38.333*	4.346	.000	-52.64	-24.03
	25%	-33.333*	4.346	.000	-47.64	-19.03
	35%	-11.667	4.346	.127	-25.97	2.64
	45%	-13.333	4.346	.071	-27.64	.97

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



**Hatching Rate\_72 hpf**Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
55%	3	61.67	
35%	3	73.33	
45%	3	75.00	
25%	3		95.00
0%	3		100.00
Sig.		.071	.778

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**c. Data Tetras (Hatching Rate) 96 hpf****Test of Homogeneity of Variances**

HR 96 hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
16.000	4	10	.000

**ANOVA**

HR 96 hpf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	35406.667	4	8851.667	5311.00 0	.000
Within Groups	16.667	10	1.667		
Total	35423.333	14			

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: HR 96 hpf

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
kontrol	Konsentrasi 25%	1.667	1.054	.539	-1.80	5.14
	Konsentrasi 35%	100.000*	1.054	.000	96.53	103.47
	Konsentrasi 45%	100.000*	1.054	.000	96.53	103.47
	Konsentrasi 55%	100.000*	1.054	.000	96.53	103.47
Konsentrasi 25%	Control	-1.667	1.054	.539	-5.14	1.80
	Konsentrasi 35%	98.333*	1.054	.000	94.86	101.80
	Konsentrasi 45%	98.333*	1.054	.000	94.86	101.80
	Konsentrasi 55%	98.333*	1.054	.000	94.86	101.80
Konsentrasi 35%	Control	-100.000*	1.054	.000	-103.47	-96.53
	Konsentrasi 25%	-98.333*	1.054	.000	-101.80	-94.86
	Konsentrasi 45%	.000	1.054	1.000	-3.47	3.47
	Konsentrasi 55%	.000	1.054	1.000	-3.47	3.47
Konsentrasi 45%	Control	-100.000*	1.054	.000	-103.47	-96.53
	Konsentrasi 25%	-98.333*	1.054	.000	-101.80	-94.86
	Konsentrasi 35%	.000	1.054	1.000	-3.47	3.47
	Konsentrasi 55%	.000	1.054	1.000	-3.47	3.47
Konsentrasi 55%	Control	-100.000*	1.054	.000	-103.47	-96.53
	Konsentrasi 25%	-98.333*	1.054	.000	-101.80	-94.86
	Konsentrasi 35%	.000	1.054	1.000	-3.47	3.47
	Konsentrasi 45%	.000	1.054	1.000	-3.47	3.47

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

**HR 96 hpf**

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Konsentrasi 35%	3	.00	
Konsentrasi 45%	3	.00	
Konsentrasi 55%	3	.00	
Konsentrasi 25%	3		98.33
kontrol	3		100.00
Sig.		1.000	.539

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



**Lampiran 5.** Data *Hatching Rate* Embrio *Zebrafish* yang dipapar air sungai

Percobaan (%)	Ulangan	Jumlah embrio / plate	Waktu (jam)			
			24	48	72	96
Kontrol	1	20	0	90	95	0
	2	20	0	80	100	0
	3	20	0	75	100	0
25%	1	20	0	80	90	0
	2	20	0	70	80	0
	3	20	0	75	75	0
35%	1	20	0	60	65	0
	2	20	0	70	70	0
	3	20	0	75	60	0
45%	1	20	0	60	60	0
	2	20	0	65	50	0
	3	20	0	60	55	0
55%	1	20	0	30	40	0
	2	20	0	35	30	0
	3	20	0	35	25	0

Konsentrasi (%)	% Rata-rata HR				Standar deviasi			
	24	48	72	96	24	48	72	96
0	0	81.7	98.3	0	0	7.6	2.9	0
25%	0	75	81.7	0	0	5	7.6	0
35%	0	68.3	65	0	0	7.6	5	0
45%	0	61.8	55	0	0	2.9	5	0
55%	0	33.3	31.7	0	0	2.9	7.6	0

**Lampiran 6.** Hasil Uji ANOVA dengan Uji Lanjutan Tukey Daya Tetas (*Hatching rate*) Embrio Ikan Zebra (*Brachydanio rerio*) Terhadap Air Sungai

**a. Data Tetas (*Hatching Rate*) 48 hpf**

**Test of Homogeneity of Variances**

Hatching Rate 48 hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.243	4	10	.354

**ANOVA**

Hatching Rate 48 hpf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4193.333	4	1048.333	33.105	.000
Within Groups	316.667	10	31.667		
Total	4510.000	14			

**Multiple Comparisons**

Hatching Rate 48 hpf

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	6.667	4.595	.612	-8.45	21.79
	35%	13.333	4.595	.091	-1.79	28.45
	45%	20.000*	4.595	.010	4.88	35.12
	55%	48.333*	4.595	.000	33.21	63.45
25%	0%	-6.667	4.595	.612	-21.79	8.45
	35%	6.667	4.595	.612	-8.45	21.79
	45%	13.333	4.595	.091	-1.79	28.45
	55%	41.667*	4.595	.000	26.55	56.79
35%	0%	-13.333	4.595	.091	-28.45	1.79
	25%	-6.667	4.595	.612	-21.79	8.45
	45%	6.667	4.595	.612	-8.45	21.79
	55%	35.000*	4.595	.000	19.88	50.12
45%	0%	-20.000*	4.595	.010	-35.12	-4.88

	25%	-13.333	4.595	.091	-28.45	1.79
	35%	-6.667	4.595	.612	-21.79	8.45
	55%	28.333*	4.595	.001	13.21	43.45
55%	0%	-48.333*	4.595	.000	-63.45	-33.21
	25%	-41.667*	4.595	.000	-56.79	-26.55
	35%	-35.000*	4.595	.000	-50.12	-19.88
	45%	-28.333*	4.595	.001	-43.45	-13.21

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Hatching Rate 48 hpf

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
55%	3	33.33		
45%	3		61.67	
35%	3		68.33	68.33
25%	3		75.00	75.00
0%	3			81.67
Sig.		1.000	.091	.091

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

### b. Data Tetras (*Hatching Rate*) 72 hpf

#### Test of Homogeneity of Variances

Hatching Rate 72 hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.800	4	10	.552

### ANOVA

Hatching Rate 72 hpf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7773.333	4	1943.333	55.524	.000
Within Groups	350.000	10	35.000		
Total	8123.333	14			

**Multiple Comparisons**Dependent Variable: *Hatching Rate 72 hpf*

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	16.667*	4.830	.039	.77	32.56
	35%	33.333*	4.830	.000	17.44	49.23
	45%	43.333*	4.830	.000	27.44	59.23
	55%	66.667*	4.830	.000	50.77	82.56
25%	0%	-16.667*	4.830	.039	-32.56	-.77
	35%	16.667*	4.830	.039	.77	32.56
	45%	26.667*	4.830	.002	10.77	42.56
	55%	50.000*	4.830	.000	34.10	65.90
35%	0%	-33.333*	4.830	.000	-49.23	-17.44
	25%	-16.667*	4.830	.039	-32.56	-.77
	45%	10.000	4.830	.303	-5.90	25.90
	55%	33.333*	4.830	.000	17.44	49.23
45%	0%	-43.333*	4.830	.000	-59.23	-27.44
	25%	-26.667*	4.830	.002	-42.56	-10.77
	35%	-10.000	4.830	.303	-25.90	5.90
	55%	23.333*	4.830	.005	7.44	39.23
55%	0%	-66.667*	4.830	.000	-82.56	-50.77
	25%	-50.000*	4.830	.000	-65.90	-34.10
	35%	-33.333*	4.830	.000	-49.23	-17.44
	45%	-23.333*	4.830	.005	-39.23	-7.44

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

**Hatching Rate 72 hpf**Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
55%	3	31.67			
45%	3		55.00		
35%	3		65.00		
25%	3			81.67	
0%	3				98.33
Sig.		1.000	.303	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**Lampiran 7 .** Data Hasil Detak Jantung Embrio *Zebrafish* yang dipapar air ledeng

Konsentrasi (%)	Ulangan	Jumlah embrio / plate	Waktu (jam)			
			24	48	72	96
0%	1	20	0	112	118	130
	2	20	0	108	112	126
	3	20	0	110	115	135
25%	1	20	0	100	117	119
	2	20	0	115	118	115
	3	20	0	116	118	118
35%	1	20	0	118	115	121
	2	20	0	114	120	119
	3	20	0	116	123	119
45%	1	20	0	137	140	145
	2	20	0	130	143	150
	3	20	0	135	141	153
55%	1	20	0	101	112	120
	2	20	0	105	109	124
	3	20	0	108	110	120

Konsentrasi (ppm)	Rata-rata detak jantung (per 30 detik)				Standar deviasi			
	24	48	72	96	24	48	72	96
Kontrol	0	110	115	130	0	2	3	4.5
25%	0	106	118	117	0	8.9	0.6	2.1
35%	0	116	119	120	0	2	4	1.1
45%	0	134	141	149	0	3.7	1.6	4
55%	0	105	110	121	0	1.5	1.6	2.3

**Lampiran 8.** Hasil Uji ANOVA dengan Uji Lanjutan Tukey Detak Jantung Embrio Ikan Zebra (*Brachydanio rerio*) yang dipapar air ledeng

**a. Detak Jantung 48 hpf**

**Test of Homogeneity of Variances**

Detak Jantung 48hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.512	4	10	.024

**ANOVA**

Detak Jantung 48hpf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1546.667	4	386.667	17.009	.000
Within Groups	227.333	10	22.733		
Total	1774.000	14			

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Detak Jantung 48hpf

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	-.333	3.893	1.000	-13.15	12.48
	35%	-6.000	3.893	.561	-18.81	6.81
	45%	-24.000*	3.893	.001	-36.81	-11.19
	55%	5.333	3.893	.658	-7.48	18.15
25%	0%	.333	3.893	1.000	-12.48	13.15
	35%	-5.667	3.893	.610	-18.48	7.15
	45%	-23.667*	3.893	.001	-36.48	-10.85
	55%	5.667	3.893	.610	-7.15	18.48
35%	0%	6.000	3.893	.561	-6.81	18.81
	25%	5.667	3.893	.610	-7.15	18.48
	45%	-18.000*	3.893	.007	-30.81	-5.19
	55%	11.333	3.893	.090	-1.48	24.15
45%	0%	24.000*	3.893	.001	11.19	36.81
	25%	23.667*	3.893	.001	10.85	36.48



	35%	18.000*	3.893	.007	5.19	30.81
	55%	29.333*	3.893	.000	16.52	42.15
55%	0%	-5.333	3.893	.658	-18.15	7.48
	25%	-5.667	3.893	.610	-18.48	7.15
	35%	-11.333	3.893	.090	-24.15	1.48
	45%	-29.333*	3.893	.000	-42.15	-16.52

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Detak Jantung 48 hpf

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
55%	3	104.67	
0%	3	110.00	
25%	3	110.33	
35%	3	116.00	
45%	3		134.00
Sig.		.090	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

### b. Detak Jantung 72 hpf

#### Test of Homogeneity of Variances

Detak Jantung 72hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.725	4	10	.221

### ANOVA

Detak Jantung 72 hpf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1730.267	4	432.567	71.302	.000
Within Groups	60.667	10	6.067		
Total	1790.933	14			

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Detak Jantung 72 hpf

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	-2.667	2.011	.683	-9.29	3.95
	35%	-4.333	2.011	.271	-10.95	2.29
	45%	-26.333*	2.011	.000	-32.95	-19.71
	55%	4.667	2.011	.215	-1.95	11.29
25%	0%	2.667	2.011	.683	-3.95	9.29
	35%	-1.667	2.011	.916	-8.29	4.95
	45%	-23.667*	2.011	.000	-30.29	-17.05
	55%	7.333*	2.011	.029	.71	13.95
35%	0%	4.333	2.011	.271	-2.29	10.95
	25%	1.667	2.011	.916	-4.95	8.29
	45%	-22.000*	2.011	.000	-28.62	-15.38
	55%	9.000*	2.011	.008	2.38	15.62
45%	0%	26.333*	2.011	.000	19.71	32.95
	25%	23.667*	2.011	.000	17.05	30.29
	35%	22.000*	2.011	.000	15.38	28.62
	55%	31.000*	2.011	.000	24.38	37.62
55%	0%	-4.667	2.011	.215	-11.29	1.95
	25%	-7.333*	2.011	.029	-13.95	-.71
	35%	-9.000*	2.011	.008	-15.62	-2.38
	45%	-31.000*	2.011	.000	-37.62	-24.38

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Detak Jantung 72 hpf

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
55%	3	110.33		
0%	3	115.00	115.00	
25%	3		117.67	
35%	3		119.33	
45%	3			141.33
Sig.		.215	.271	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**c. Detak Jantung 96 hpf**  
**Test of Homogeneity of Variances**

Detak Jantung 96 hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.184	4	10	.375

**ANOVA**

Detak Jantung 96 hpf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2062.267	4	515.567	54.080	.000
Within Groups	95.333	10	9.533		
Total	2157.600	14			

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Detak Jantung 96 hpf

Tukey HSD

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	13.000*	2.521	.003	4.70	21.30
	35%	10.667*	2.521	.012	2.37	18.96
	45%	-19.000*	2.521	.000	-27.30	-10.70
	55%	9.000*	2.521	.032	.70	17.30
25%	0%	-13.000*	2.521	.003	-21.30	-4.70
	35%	-2.333	2.521	.881	-10.63	5.96
	45%	-32.000*	2.521	.000	-40.30	-23.70
	55%	-4.000	2.521	.536	-12.30	4.30
35%	0%	-10.667*	2.521	.012	-18.96	-2.37
	25%	2.333	2.521	.881	-5.96	10.63
	45%	-29.667*	2.521	.000	-37.96	-21.37
	55%	-1.667	2.521	.960	-9.96	6.63
45%	0%	19.000*	2.521	.000	10.70	27.30
	25%	32.000*	2.521	.000	23.70	40.30
	35%	29.667*	2.521	.000	21.37	37.96
	55%	28.000*	2.521	.000	19.70	36.30
55%	0%	-9.000*	2.521	.032	-17.30	-.70
	25%	4.000	2.521	.536	-4.30	12.30
	35%	1.667	2.521	.960	-6.63	9.96
	45%	-28.000*	2.521	.000	-36.30	-19.70

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

**Detak Jantung 96hpf**

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
25%	3	117.33		
35%	3	119.67		
55%	3	121.33		
0%	3		130.33	
45%	3			149.33
Sig.		.536	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



**Lampiran 9.** Data Hasil Detak Jantung Embrio *Zebrafish* yang dipapar air sungai

Konsentrasi (%)	Ulangan	Jumlah embrio / plate	Waktu (jam)			
			24	48	72	96
0%	1	20	0	125	118	132
	2	20	0	120	114	126
	3	20	0	110	120	135
25%	1	20	0	115	120	119
	2	20	0	121	119	126
	3	20	0	110	118	118
35%	1	20	0	101	115	121
	2	20	0	103	117	119
	3	20	0	97	116	114
45%	1	20	0	97	95	116
	2	20	0	89	96	115
	3	20	0	94	92	110
55%	1	20	0	94	90	95
	2	20	0	81	92	93
	3	20	0	78	85	90

Konsentrasi (%)	Rata-rata detak jantung (per 30 detik)				Standar deviasi			
	24	48	72	96	24	48	72	96
0%	0	118	117	131	0	7.6	3	4.6
25%	0	115	119	121	0	5.6	1	4.3
35%	0	100	116	118	0	3	1	3.7
45%	0	93	94	113.4	0	4	2	3
55%	0	84	89	92.7	0	3.6	3.6	2.6

**Lampiran 10.** Hasil Uji ANOVA dengan Uji Lanjutan Tukey Detak Jantung Embrio Ikan Zebra (*Brachydanio rerio*) yang dipapar air sungai

**a. Detak Jantung 48 hpf**

**Test of Homogeneity of Variances**

Detak Jantung 48hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.294	4	10	.336

**ANOVA**

Detak Jantung 48hpf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2502.000	4	625.500	16.754	.000
Within Groups	373.333	10	37.333		
Total	2875.333	14			

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Detak Jantung 48hpf

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	3.000	4.989	.972	-13.42	19.42
	35%	18.000*	4.989	.031	1.58	34.42
	45%	25.000*	4.989	.004	8.58	41.42
	55%	34.000*	4.989	.000	17.58	50.42
25%	0%	-3.000	4.989	.972	-19.42	13.42
	35%	15.000	4.989	.078	-1.42	31.42
	45%	22.000*	4.989	.009	5.58	38.42
	55%	31.000*	4.989	.001	14.58	47.42
35%	0%	-18.000*	4.989	.031	-34.42	-1.58
	25%	-15.000	4.989	.078	-31.42	1.42
	45%	7.000	4.989	.639	-9.42	23.42
	55%	16.000	4.989	.057	-.42	32.42
45%	0%	-25.000*	4.989	.004	-41.42	-8.58
	25%	-22.000*	4.989	.009	-38.42	-5.58
	35%	-7.000	4.989	.639	-23.42	9.42
	55%	9.000	4.989	.422	-7.42	25.42
55%	0%	-34.000*	4.989	.000	-50.42	-17.58
	25%	-31.000*	4.989	.001	-47.42	-14.58
	35%	-16.000	4.989	.057	-32.42	.42
	45%	-9.000	4.989	.422	-25.42	7.42

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

**Detak Jantung 48hpf**Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
55%	3	84.33		
45%	3	93.33		
35%	3	100.33	100.33	
25%	3		115.33	115.33
0%	3			118.33
Sig.		.057	.078	.972

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**b. Detak Jantung 72 hpf****Test of Homogeneity of Variances**

Detak Jantung 72 hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.171	4	10	.146

**ANOVA**

Detak Jantung 72 hpf

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2448.400	4	612.100	106.762	.000
Within Groups	57.333	10	5.733		
Total	2505.733	14			

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Detak Jantung 72 hpf

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	-1.667	1.955	.908	-8.10	4.77
	35%	1.333	1.955	.956	-5.10	7.77
	45%	23.000*	1.955	.000	16.57	29.43
	55%	28.333*	1.955	.000	21.90	34.77
25%	0%	1.667	1.955	.908	-4.77	8.10
	35%	3.000	1.955	.565	-3.43	9.43

	45%	24.667*	1.955	.000	18.23	31.10
	55%	30.000*	1.955	.000	23.57	36.43
35%	0%	-1.333	1.955	.956	-7.77	5.10
	25%	-3.000	1.955	.565	-9.43	3.43
	45%	21.667*	1.955	.000	15.23	28.10
	55%	27.000*	1.955	.000	20.57	33.43
45%	0%	-23.000*	1.955	.000	-29.43	-16.57
	25%	-24.667*	1.955	.000	-31.10	-18.23
	35%	-21.667*	1.955	.000	-28.10	-15.23
	55%	5.333	1.955	.119	-1.10	11.77
55%	0%	-28.333*	1.955	.000	-34.77	-21.90
	25%	-30.000*	1.955	.000	-36.43	-23.57
	35%	-27.000*	1.955	.000	-33.43	-20.57
	45%	-5.333	1.955	.119	-11.77	1.10

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Detak Jantung 72 hpf

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
55%	3	89.00	
45%	3	94.33	
35%	3		116.00
0%	3		117.33
25%	3		119.00
Sig.		.119	.565

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

### c. Detak Jantung 96 hpf

#### Test of Homogeneity of Variances

Detak Jantung 96 hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.539	4	10	.711



## ANOVA

Detak Jantung 96 *hpf*

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2403.600	4	600.900	43.127	.000
Within Groups	139.333	10	13.933		
Total	2542.933	14			

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: Detak Jantung 96 *hpf*

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	10.000	3.048	.051	-.03	20.03
	35%	13.000*	3.048	.011	2.97	23.03
	45%	17.333*	3.048	.001	7.30	27.36
	55%	38.333*	3.048	.000	28.30	48.36
25%	0%	-10.000	3.048	.051	-20.03	.03
	35%	3.000	3.048	.856	-7.03	13.03
	45%	7.333	3.048	.191	-2.70	17.36
	55%	28.333*	3.048	.000	18.30	38.36
35%	0%	-13.000*	3.048	.011	-23.03	-2.97
	25%	-3.000	3.048	.856	-13.03	7.03
	45%	4.333	3.048	.629	-5.70	14.36
	55%	25.333*	3.048	.000	15.30	35.36
45%	0%	-17.333*	3.048	.001	-27.36	-7.30
	25%	-7.333	3.048	.191	-17.36	2.70
	35%	-4.333	3.048	.629	-14.36	5.70
	55%	21.000*	3.048	.000	10.97	31.03
55%	0%	-38.333*	3.048	.000	-48.36	-28.30
	25%	-28.333*	3.048	.000	-38.36	-18.30
	35%	-25.333*	3.048	.000	-35.36	-15.30
	45%	-21.000*	3.048	.000	-31.03	-10.97

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

**Detak Jantung 96 hpf**

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
55%	3	92.67		
45%	3		113.67	
35%	3		118.00	
25%	3		121.00	121.00
0%	3			131.00
Sig.		1.000	.191	.051

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



**Lampiran 11.** Data Hasil Mortalitas Embrio *Zebrafish* yang dipapar air ledeng

Percobaan (%)	Ulangan	Jumlah embrio / plate	Waktu (jam)			
			24	48	72	96
Kontrol	1	20	0	0	0	0
	2	20	0	0	0	0
	3	20	0	0	0	0
25%	1	20	0	0	20	20
	2	20	10	20	0	15
	3	20	15	25	30	25
35%	1	20	15	25	25	25
	2	20	15	15	15	25
	3	20	20	15	10	25
45%	1	20	20	25	30	30
	2	20	25	25	30	25
	3	20	25	20	25	30
55%	1	20	30	25	30	30
	2	20	30	25	25	25
	3	20	20	30	25	30

Konsentrasi (%)	% Rata-rata Mortalitas				Standar deviasi			
	24	48	72	96	24	48	72	96
0	0	0	0	0	0.	0	0	0
25%	8.3	15	16.7	20	7.6	13.3	15.8	5
35%	16.7	18.3	16.7	25	2.9	5.8	7.6	0
45%	23.3	23.3	28.3	28.3	2.9	2.9	2.9	2.9
55%	26.7	26.7	26.7	28.3	5.8	2.9	2.9	2.9

**Lampiran 12.** Hasil Uji ANOVA dengan Uji Lanjutan Tukey Mortalitas Embrio Ikan Zebra (*Brachydanio rerio*) yang dipapar air ledeng

**a. Mortalitas 24 hpf**

**Test of Homogeneity of Variances**

Mortalitas 24 hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.000	4	10	.034

**ANOVA**

Mortalitas 24 hpf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1433.333	4	358.333	16.538	.000
Within Groups	216.667	10	21.667		
Total	1650.000	14			

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Mortalitas 24 hpf

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	-8.333	3.801	.257	-20.84	4.17
	35%	-16.667*	3.801	.009	-29.17	-4.16
	45%	-23.333*	3.801	.001	-35.84	-10.83
	55%	-26.667*	3.801	.000	-39.17	-14.16
25%	0%	8.333	3.801	.257	-4.17	20.84
	35%	-8.333	3.801	.257	-20.84	4.17
	45%	-15.000*	3.801	.018	-27.51	-2.49
	55%	-18.333*	3.801	.005	-30.84	-5.83
35%	0%	16.667*	3.801	.009	4.16	29.17
	25%	8.333	3.801	.257	-4.17	20.84
	45%	-6.667	3.801	.447	-19.17	5.84
	55%	-10.000	3.801	.137	-22.51	2.51
45%	0%	23.333*	3.801	.001	10.83	35.84
	25%	15.000*	3.801	.018	2.49	27.51
	35%	6.667	3.801	.447	-5.84	19.17
	55%	-3.333	3.801	.899	-15.84	9.17

55%	0%	26.667*	3.801	.000	14.16	39.17
	25%	18.333*	3.801	.005	5.83	30.84
	35%	10.000	3.801	.137	-2.51	22.51
	45%	3.333	3.801	.899	-9.17	15.84

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Mortalitas 24 hpf

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan n	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0%	3	.00		
25%	3	8.33	8.33	
35%	3		16.67	16.67
45%	3			23.33
55%	3			26.67
Sig.		.257	.257	.137

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

### b. Mortalitas 48 hpf

#### Test of Homogeneity of Variances

Mortalitas 48 hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
7.152	4	10	.005

### ANOVA

Mortalitas 48 hpf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1283.333	4	320.833	7.130	.006
Within Groups	450.000	10	45.000		
Total	1733.333	14			

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Mortalitas 48 hpf

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	-15.000	5.477	.117	-33.03	3.03
	35%	-18.333 <sup>*</sup>	5.477	.046	-36.36	-.31
	45%	-23.333 <sup>*</sup>	5.477	.011	-41.36	-5.31
	55%	-26.667 <sup>*</sup>	5.477	.005	-44.69	-8.64
25%	0%	15.000	5.477	.117	-3.03	33.03
	35%	-3.333	5.477	.970	-21.36	14.69
	45%	-8.333	5.477	.573	-26.36	9.69
	55%	-11.667	5.477	.280	-29.69	6.36
35%	0%	18.333 <sup>*</sup>	5.477	.046	.31	36.36
	25%	3.333	5.477	.970	-14.69	21.36
	45%	-5.000	5.477	.886	-23.03	13.03
	55%	-8.333	5.477	.573	-26.36	9.69
45%	0%	23.333 <sup>*</sup>	5.477	.011	5.31	41.36
	25%	8.333	5.477	.573	-9.69	26.36
	35%	5.000	5.477	.886	-13.03	23.03
	55%	-3.333	5.477	.970	-21.36	14.69
55%	0%	26.667 <sup>*</sup>	5.477	.005	8.64	44.69
	25%	11.667	5.477	.280	-6.36	29.69
	35%	8.333	5.477	.573	-9.69	26.36
	45%	3.333	5.477	.970	-14.69	21.36

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Mortalitas 48 hpf

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0%	3	.00	
25%	3	15.00	15.00
35%	3		18.33
45%	3		23.33
55%	3		26.67
Sig.		.117	.280

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

### c. Mortalitas 72 hpf

#### Test of Homogeneity of Variances

Mortalitas 72 hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.537	4	10	.024

#### ANOVA

Mortalitas 72 hpf

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1526.667	4	381.667	6.189	.009
Within Groups	616.667	10	61.667		
Total	2143.333	14			

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Mortalitas 72 hpf

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	-16.667	6.412	.144	-37.77	4.44
	35%	-16.667	6.412	.144	-37.77	4.44
	45%	-28.333*	6.412	.009	-49.44	-7.23
	55%	-26.667*	6.412	.013	-47.77	-5.56
25%	0%	16.667	6.412	.144	-4.44	37.77
	35%	.000	6.412	1.000	-21.10	21.10
	45%	-11.667	6.412	.414	-32.77	9.44
	55%	-10.000	6.412	.551	-31.10	11.10
35%	0%	16.667	6.412	.144	-4.44	37.77
	25%	.000	6.412	1.000	-21.10	21.10
	45%	-11.667	6.412	.414	-32.77	9.44
	55%	-10.000	6.412	.551	-31.10	11.10
45%	0%	28.333*	6.412	.009	7.23	49.44
	25%	11.667	6.412	.414	-9.44	32.77
	35%	11.667	6.412	.414	-9.44	32.77

	55%	1.667	6.412	.999	-19.44	22.77
55%	0%	26.667*	6.412	.013	5.56	47.77
	25%	10.000	6.412	.551	-11.10	31.10
	35%	10.000	6.412	.551	-11.10	31.10
	45%	-1.667	6.412	.999	-22.77	19.44

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Mortalitas 72 hpf

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0%	3	.00	
25%	3	16.67	16.67
35%	3	16.67	16.67
55%	3		26.67
45%	3		28.33
Sig.		.144	.414

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

### d. Mortalitas 96 hpf

#### Test of Homogeneity of Variances

Mortalitas 96 hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.273	4	10	.058

### ANOVA

Mortalitas 96 hpf

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1690.000	4	422.500	50.700	.000
Within Groups	83.333	10	8.333		
Total	1773.333	14			



### Multiple Comparisons

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	-20.000*	2.357	.000	-27.76	-12.24
	35%	-25.000*	2.357	.000	-32.76	-17.24
	45%	-28.333*	2.357	.000	-36.09	-20.58
	55%	-28.333*	2.357	.000	-36.09	-20.58
25%	0%	20.000*	2.357	.000	12.24	27.76
	35%	-5.000	2.357	.283	-12.76	2.76
	45%	-8.333*	2.357	.034	-16.09	-.58
	55%	-8.333*	2.357	.034	-16.09	-.58
35%	0%	25.000*	2.357	.000	17.24	32.76
	25%	5.000	2.357	.283	-2.76	12.76
	45%	-3.333	2.357	.633	-11.09	4.42
	55%	-3.333	2.357	.633	-11.09	4.42
45%	0%	28.333*	2.357	.000	20.58	36.09
	25%	8.333*	2.357	.034	.58	16.09
	35%	3.333	2.357	.633	-4.42	11.09
	55%	.000	2.357	1.000	-7.76	7.76
55%	0%	28.333*	2.357	.000	20.58	36.09
	25%	8.333*	2.357	.034	.58	16.09
	35%	3.333	2.357	.633	-4.42	11.09
	45%	.000	2.357	1.000	-7.76	7.76

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Mortalitas 96 hpf

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0%	3	.00		
25%	3		20.00	
35%	3		25.00	25.00
45%	3			28.33
55%	3			28.33
Sig.		1.000	.283	.633

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**Lampiran 13.** Data Hasil Mortalitas Embrio *Zebrafish* yang dipapar air sungai

Konsentrasi (%)	Ulangan	Jumlah embrio / plate	Waktu (jam)			
			24	48	72	96
0%	1	20	0	0	0	0
	2	20	0	0	0	0
	3	20	0	0	0	0
25%	1	20	20	20	15	25
	2	20	10	25	20	15
	3	20	15	25	30	20
35%	1	20	45	40	45	30
	2	20	50	40	40	45
	3	20	40	45	40	45
45%	1	20	40	65	45	50
	2	20	45	65	50	60
	3	20	50	50	65	60
55%	1	20	65	65	60	65
	2	20	60	50	65	60
	3	20	65	60	50	65

Konsentrasi (%)	% Rata-rata Mortalitas				Standar deviasi			
	24	48	72	96	24	48	72	96
0%	0	0	0	0	0	0	0	0
25%	15	23.3	21.7	20	5	2.9	7.6	5
35%	45	41.7	41.7	40	5	2.9	2.9	8.7
45%	45	60	53.3	56.7	5	8.6	10.4	5.7
55%	63.3	58.3	58.3	63.3	2.9	7.6	7.6	2.9

**Lampiran 14.** Hasil Uji ANOVA dengan Uji Lanjutan Tukey Mortalitas Embrio Ikan Zebra (*Brachydanio rerio*) yang dipapar air sungai

**a. Mortalitas 24 hpf**

**Test of Homogeneity of Variances**

Mortalitas 24 hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.214	4	10	.364

**ANOVA**

Mortalitas 24 hpf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7856.667	4	1964.167	117.850	.000
Within Groups	166.667	10	16.667		
Total	8023.333	14			

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Mortalitas 24 hpf

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	-15.000*	3.333	.008	-25.97	-4.03
	35%	-45.000*	3.333	.000	-55.97	-34.03
	45%	-45.000*	3.333	.000	-55.97	-34.03
	55%	-63.333*	3.333	.000	-74.30	-52.36
25%	0%	15.000*	3.333	.008	4.03	25.97
	35%	-30.000*	3.333	.000	-40.97	-19.03
	45%	-30.000*	3.333	.000	-40.97	-19.03
	55%	-48.333*	3.333	.000	-59.30	-37.36
35%	0%	45.000*	3.333	.000	34.03	55.97
	25%	30.000*	3.333	.000	19.03	40.97
	45%	.000	3.333	1.000	-10.97	10.97
	55%	-18.333*	3.333	.002	-29.30	-7.36
45%	0%	45.000*	3.333	.000	34.03	55.97
	25%	30.000*	3.333	.000	19.03	40.97
	35%	.000	3.333	1.000	-10.97	10.97

	55%	-18.333*	3.333	.002	-29.30	-7.36
55%	0%	63.333*	3.333	.000	52.36	74.30
	25%	48.333*	3.333	.000	37.36	59.30
	35%	18.333*	3.333	.002	7.36	29.30
	45%	18.333*	3.333	.002	7.36	29.30

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Mortalitas 24 hpf

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0%	3	.00			
25%	3		15.00		
35%	3			45.00	
45%	3			45.00	
55%	3				63.33
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

### b. Mortalitas 48 hpf

#### Test of Homogeneity of Variances

Mortalitas 48 hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5.000	4	10	.018

### ANOVA

Mortalitas 48 hpf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7683.333	4	1920.833	64.028	.000
Within Groups	300.000	10	30.000		
Total	7983.333	14			

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Mortalitas 48 hpf

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	-23.333*	4.472	.003	-38.05	-8.62
	35%	-41.667*	4.472	.000	-56.38	-26.95
	45%	-60.000*	4.472	.000	-74.72	-45.28
	55%	-58.333*	4.472	.000	-73.05	-43.62
25%	0%	23.333*	4.472	.003	8.62	38.05
	35%	-18.333*	4.472	.014	-33.05	-3.62
	45%	-36.667*	4.472	.000	-51.38	-21.95
	55%	-35.000*	4.472	.000	-49.72	-20.28
35%	0%	41.667*	4.472	.000	26.95	56.38
	25%	18.333*	4.472	.014	3.62	33.05
	45%	-18.333*	4.472	.014	-33.05	-3.62
	55%	-16.667*	4.472	.025	-31.38	-1.95
45%	0%	60.000*	4.472	.000	45.28	74.72
	25%	36.667*	4.472	.000	21.95	51.38
	35%	18.333*	4.472	.014	3.62	33.05
	55%	1.667	4.472	.995	-13.05	16.38
55%	0%	58.333*	4.472	.000	43.62	73.05
	25%	35.000*	4.472	.000	20.28	49.72
	35%	16.667*	4.472	.025	1.95	31.38
	45%	-1.667	4.472	.995	-16.38	13.05

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Mortalitas 48 hpf

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0%	3	.00			
25%	3		23.33		
35%	3			41.67	
55%	3				58.33
45%	3				60.00
Sig.		1.000	1.000	1.000	.995

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

#### d. Mortalitas 72 hpf

##### Test of Homogeneity of Variances

Mortalitas 72 hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.348	4	10	.055

##### ANOVA

Mortalitas 72 hpf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6983.333	4	1745.833	37.411	.000
Within Groups	466.667	10	46.667		
Total	7450.000	14			

##### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Mortalitas 72 hpf

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	-21.667*	5.578	.020	-40.02	-3.31
	35%	-41.667*	5.578	.000	-60.02	-23.31
	45%	-53.333*	5.578	.000	-71.69	-34.98
	55%	-58.333*	5.578	.000	-76.69	-39.98
25%	0%	21.667*	5.578	.020	3.31	40.02
	35%	-20.000*	5.578	.032	-38.36	-1.64
	45%	-31.667*	5.578	.001	-50.02	-13.31
	55%	-36.667*	5.578	.000	-55.02	-18.31
35%	0%	41.667*	5.578	.000	23.31	60.02
	25%	20.000*	5.578	.032	1.64	38.36
	45%	-11.667	5.578	.294	-30.02	6.69
	55%	-16.667	5.578	.080	-35.02	1.69
45%	0%	53.333*	5.578	.000	34.98	71.69
	25%	31.667*	5.578	.001	13.31	50.02
	35%	11.667	5.578	.294	-6.69	30.02

	55%	-5.000	5.578	.892	-23.36	13.36
55%	0%	58.333*	5.578	.000	39.98	76.69
	25%	36.667*	5.578	.000	18.31	55.02
	35%	16.667	5.578	.080	-1.69	35.02
	45%	5.000	5.578	.892	-13.36	23.36

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Mortalitas 72 hpf

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0%	3	.00		
25%	3		21.67	
35%	3			41.67
45%	3			53.33
55%	3			58.33
Sig.		1.000	1.000	.080

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

### e. Mortalitas 96 hpf

#### Test of Homogeneity of Variances

Mortalitas 96 hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.348	4	10	.027

### ANOVA

Mortalitas 96 hpf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8226.667	4	2056.667	72.588	.000
Within Groups	283.333	10	28.333		
Total	8510.000	14			

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Mortalitas 96 hpf

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	-20.000*	4.346	.007	-34.30	-5.70
	35%	-40.000*	4.346	.000	-54.30	-25.70
	45%	-56.667*	4.346	.000	-70.97	-42.36
	55%	-63.333*	4.346	.000	-77.64	-49.03
25%	0%	20.000*	4.346	.007	5.70	34.30
	35%	-20.000*	4.346	.007	-34.30	-5.70
	45%	-36.667*	4.346	.000	-50.97	-22.36
	55%	-43.333*	4.346	.000	-57.64	-29.03
35%	0%	40.000*	4.346	.000	25.70	54.30
	25%	20.000*	4.346	.007	5.70	34.30
	45%	-16.667*	4.346	.022	-30.97	-2.36
	55%	-23.333*	4.346	.002	-37.64	-9.03
45%	0%	56.667*	4.346	.000	42.36	70.97
	25%	36.667*	4.346	.000	22.36	50.97
	35%	16.667*	4.346	.022	2.36	30.97
	55%	-6.667	4.346	.566	-20.97	7.64
55%	0%	63.333*	4.346	.000	49.03	77.64
	25%	43.333*	4.346	.000	29.03	57.64
	35%	23.333*	4.346	.002	9.03	37.64
	45%	6.667	4.346	.566	-7.64	20.97

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Mortalitas 96 hpf

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
0%	3	.00			
25%	3		20.00		
35%	3			40.00	
45%	3				56.67
55%	3				63.33
Sig.		1.000	1.000	1.000	.566

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.



**Lampiran 15.** Data Hasil *Survival Rate* (SR) Embrio *Zebrafish* yang dipapar air ledeng

Percobaan (%)	Ulangan	Jumlah embrio / plate	Waktu (jam)			
			24	48	72	96
0%	1	20	100	100	100	100
	2	20	100	100	100	100
	3	20	100	100	100	100
25%	1	20	100	100	90	90
	2	20	100	95	100	95
	3	20	90	90	95	85
35%	1	20	90	90	85	85
	2	20	85	85	80	75
	3	20	80	80	80	75
45%	1	20	75	80	70	75
	2	20	75	70	70	75
	3	20	75	75	65	70
55%	1	20	70	70	75	65
	2	20	75	65	60	60
	3	20	75	65	65	60

Konsentrasi (%)	% Rata-rata SR				Standar deviasi			
	24	48	72	96	24	48	72	96
0	100	100	100	100	0	0	0	0
25%	96.7	95	95	90	5.8	5	5	5
35%	85	85	81.7	78.3	5	5	2.9	5.8
45%	75	75	68.3	73.3	0	5	2.9	2.9
55%	73.3	66.7	66.7	61.7	2.9	2.9	7.6	2.9

**Lampiran 16.** Hasil Uji ANOVA dengan Uji Lanjutan Tukey *Survival Rate* Embrio Ikan Zebra (*Brachydanio rerio*) yang dipapar air sungai

**a. Survival Rate 24 hpf**

**Test of Homogeneity of Variances**

Survival Rate 24 hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.571	4	10	.023

**ANOVA**

Survival Rate 24 hpf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1776.667	4	444.167	33.313	.000
Within Groups	133.333	10	13.333		
Total	1910.000	14			

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Survival Rate 24 hpf

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	3.333	2.981	.794	-6.48	13.15
	35%	15.000*	2.981	.004	5.19	24.81
	45%	25.000*	2.981	.000	15.19	34.81
	55%	26.667*	2.981	.000	16.85	36.48
25%	0%	-3.333	2.981	.794	-13.15	6.48
	35%	11.667*	2.981	.019	1.85	21.48
	45%	21.667*	2.981	.000	11.85	31.48
	55%	23.333*	2.981	.000	13.52	33.15
35%	0%	-15.000*	2.981	.004	-24.81	-5.19
	25%	-11.667*	2.981	.019	-21.48	-1.85
	45%	10.000*	2.981	.045	.19	19.81
	55%	11.667*	2.981	.019	1.85	21.48
45%	0%	-25.000*	2.981	.000	-34.81	-15.19
	25%	-21.667*	2.981	.000	-31.48	-11.85
	35%	-10.000*	2.981	.045	-19.81	-.19

	55%	1.667	2.981	.978	-8.15	11.48
55%	0%	-26.667*	2.981	.000	-36.48	-16.85
	25%	-23.333*	2.981	.000	-33.15	-13.52
	35%	-11.667*	2.981	.019	-21.48	-1.85
	45%	-1.667	2.981	.978	-11.48	8.15

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Survival Rate 24 hpf

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan n	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
55%	3	73.33		
45%	3	75.00		
35%	3		85.00	
25%	3			96.67
0%	3			100.00
Sig.		.978	1.000	.794

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

### b. Survival Rate 48 hpf

#### Test of Homogeneity of Variances

Survival Rate 48 hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.214	4	10	.364

### ANOVA

Survival Rate 48 hpf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2276.667	4	569.167	34.150	.000
Within Groups	166.667	10	16.667		
Total	2443.333	14			

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Survival Rate 48 hpf

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	5.000	3.333	.585	-5.97	15.97
	35%	15.000*	3.333	.008	4.03	25.97
	45%	25.000*	3.333	.000	14.03	35.97
	55%	33.333*	3.333	.000	22.36	44.30
25%	0%	-5.000	3.333	.585	-15.97	5.97
	35%	10.000	3.333	.078	-.97	20.97
	45%	20.000*	3.333	.001	9.03	30.97
	55%	28.333*	3.333	.000	17.36	39.30
35%	0%	-15.000*	3.333	.008	-25.97	-4.03
	25%	-10.000	3.333	.078	-20.97	.97
	45%	10.000	3.333	.078	-.97	20.97
	55%	18.333*	3.333	.002	7.36	29.30
45%	0%	-25.000*	3.333	.000	-35.97	-14.03
	25%	-20.000*	3.333	.001	-30.97	-9.03
	35%	-10.000	3.333	.078	-20.97	.97
	55%	8.333	3.333	.166	-2.64	19.30
55%	0%	-33.333*	3.333	.000	-44.30	-22.36
	25%	-28.333*	3.333	.000	-39.30	-17.36
	35%	-18.333*	3.333	.002	-29.30	-7.36
	45%	-8.333	3.333	.166	-19.30	2.64

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Survival Rate 48 hpf

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
55%	3	66.67			
45%	3	75.00	75.00		
35%	3		85.00	85.00	
25%	3			95.00	95.00
0%	3				100.00
Sig.		.166	.078	.078	.585

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**c. Survival Rate 72 hpf**

**Test of Homogeneity of Variances**

Survival Rate 72 hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.750	4	10	.089

**ANOVA**

Survival Rate 72 hpf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2743.333	4	685.833	34.292	.000
Within Groups	200.000	10	20.000		
Total	2943.333	14			

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Survival Rate 72 hpf

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	5.000	3.651	.658	-7.02	17.02
	35%	18.333*	3.651	.004	6.32	30.35
	45%	31.667*	3.651	.000	19.65	43.68
	55%	33.333*	3.651	.000	21.32	45.35
25%	0%	-5.000	3.651	.658	-17.02	7.02
	35%	13.333*	3.651	.029	1.32	25.35
	45%	26.667*	3.651	.000	14.65	38.68
	55%	28.333*	3.651	.000	16.32	40.35
35%	0%	-18.333*	3.651	.004	-30.35	-6.32
	25%	-13.333*	3.651	.029	-25.35	-1.32
	45%	13.333*	3.651	.029	1.32	25.35
	55%	15.000*	3.651	.014	2.98	27.02
45%	0%	-31.667*	3.651	.000	-43.68	-19.65
	25%	-26.667*	3.651	.000	-38.68	-14.65
	35%	-13.333*	3.651	.029	-25.35	-1.32
	55%	1.667	3.651	.990	-10.35	13.68
55%	0%	-33.333*	3.651	.000	-45.35	-21.32

25%	-28.333*	3.651	.000	-40.35	-16.32
35%	-15.000*	3.651	.014	-27.02	-2.98
45%	-1.667	3.651	.990	-13.68	10.35

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Survival Rate 72 hpf

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
55%	3	66.67		
45%	3	68.33		
35%	3		81.67	
25%	3			95.00
0%	3			100.00
Sig.		.990	1.000	.658

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

### d. Survival Rate 96 hpf

#### Test of Homogeneity of Variances

Survival Rate 96 hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.933	4	10	.076

#### ANOVA

Survival Rate 96 hpf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2643.333	4	660.833	44.056	.000
Within Groups	150.000	10	15.000		
Total	2793.333	14			



### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Survival Rate 96 *hpf*

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	10.000	3.162	.061	-.41	20.41
	35%	21.667*	3.162	.000	11.26	32.07
	45%	26.667*	3.162	.000	16.26	37.07
	55%	38.333*	3.162	.000	27.93	48.74
25%	0%	-10.000	3.162	.061	-20.41	.41
	35%	11.667*	3.162	.027	1.26	22.07
	45%	16.667*	3.162	.003	6.26	27.07
	55%	28.333*	3.162	.000	17.93	38.74
35%	0%	-21.667*	3.162	.000	-32.07	-11.26
	25%	-11.667*	3.162	.027	-22.07	-1.26
	45%	5.000	3.162	.539	-5.41	15.41
	55%	16.667*	3.162	.003	6.26	27.07
45%	0%	-26.667*	3.162	.000	-37.07	-16.26
	25%	-16.667*	3.162	.003	-27.07	-6.26
	35%	-5.000	3.162	.539	-15.41	5.41
	55%	11.667*	3.162	.027	1.26	22.07
55%	0%	-38.333*	3.162	.000	-48.74	-27.93
	25%	-28.333*	3.162	.000	-38.74	-17.93
	35%	-16.667*	3.162	.003	-27.07	-6.26
	45%	-11.667*	3.162	.027	-22.07	-1.26

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Survival Rate 96 *hpf*

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan n	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
55%	3	61.67		
45%	3		73.33	
35%	3		78.33	
25%	3			90.00
0%	3			100.00
Sig.		1.000	.539	.061

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**Lampiran 17.** Data Hasil *Survival Rate* (SR) Embrio *Zebrafish* yang dipapar air sungai

Konsentrasi (%)	Ulangan	Jumlah embrio / plate	Waktu (jam)			
			24	48	72	96
0%	1	20	100	100	100	100
	2	20	100	100	100	100
	3	20	95	100	100	100
25%	1	20	95	95	90	90
	2	20	95	95	90	95
	3	20	90	85	95	85
35%	1	20	80	90	85	85
	2	20	85	85	75	75
	3	20	70	80	80	75
45%	1	20	60	70	65	60
	2	20	75	70	65	60
	3	20	65	65	65	55
55%	1	20	65	45	45	65
	2	20	55	45	40	50
	3	20	55	40	40	40

Konsentrasi (%)	% Rata-rata SR				Standar deviasi			
	24	48	72	96	24	48	72	96
0	98.3	100	100	100	2.9	0	0	0
25%	93.3	91.7	91.7	90	2.9	5.7	2.9	5
35%	78.3	85	80	78.3	7.7	5	5	5.8
45%	66.7	68.3	65	58.3	7.6	2.9	0	2.9
55%	58.3	43.3	41.7	51.7	5.7	2.9	2.9	12.6



**Lampiran 18.** Hasil Uji ANOVA dengan Uji Lanjutan Tukey Survival Rate Embrio Ikan Zebra (*Brachydanio rerio*) yang dipapar air sungai

**a. Survival Rate 24 hpf**

**Test of Homogeneity of Variances**

Survival Rate 24 hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.438	4	10	.292

**ANOVA**

Survival Rate 24 hpf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3476.667	4	869.167	26.075	.000
Within Groups	333.333	10	33.333		
Total	3810.000	14			

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: Survival Rate 24 hpf

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	5.000	4.714	.822	-10.51	20.51
	35%	20.000*	4.714	.012	4.49	35.51
	45%	31.667*	4.714	.000	16.15	47.18
	55%	40.000*	4.714	.000	24.49	55.51
25%	0%	-5.000	4.714	.822	-20.51	10.51
	35%	15.000	4.714	.059	-.51	30.51
	45%	26.667*	4.714	.002	11.15	42.18
	55%	35.000*	4.714	.000	19.49	50.51
35%	0%	-20.000*	4.714	.012	-35.51	-4.49
	25%	-15.000	4.714	.059	-30.51	.51
	45%	11.667	4.714	.173	-3.85	27.18
	55%	20.000*	4.714	.012	4.49	35.51
45%	0%	-31.667*	4.714	.000	-47.18	-16.15
	25%	-26.667*	4.714	.002	-42.18	-11.15
	35%	-11.667	4.714	.173	-27.18	3.85
	55%	8.333	4.714	.440	-7.18	23.85

55%	0%	-40.000*	4.714	.000	-55.51	-24.49
	25%	-35.000*	4.714	.000	-50.51	-19.49
	35%	-20.000*	4.714	.012	-35.51	-4.49
	45%	-8.333	4.714	.440	-23.85	7.18

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Survival Rate 24 hpf

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
55%	3	58.33			
45%	3	66.67	66.67		
35%	3		78.33	78.33	
25%	3			93.33	93.33
0%	3				98.33
Sig.		.440	.173	.059	.822

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

### b. Survival Rate 48 hpf

#### Test of Homogeneity of Variances

Survival Rate 48 hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.933	4	10	.076

#### ANOVA

Survival Rate 48 hpf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6043.333	4	1510.833	100.722	.000
Within Groups	150.000	10	15.000		
Total	6193.333	14			

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Survival Rate 48 hpf

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	8.333	3.162	.136	-2.07	18.74
	35%	15.000*	3.162	.005	4.59	25.41
	45%	31.667*	3.162	.000	21.26	42.07
	55%	56.667*	3.162	.000	46.26	67.07
25%	0%	-8.333	3.162	.136	-18.74	2.07
	35%	6.667	3.162	.288	-3.74	17.07
	45%	23.333*	3.162	.000	12.93	33.74
	55%	48.333*	3.162	.000	37.93	58.74
35%	0%	-15.000*	3.162	.005	-25.41	-4.59
	25%	-6.667	3.162	.288	-17.07	3.74
	45%	16.667*	3.162	.003	6.26	27.07
	55%	41.667*	3.162	.000	31.26	52.07
45%	0%	-31.667*	3.162	.000	-42.07	-21.26
	25%	-23.333*	3.162	.000	-33.74	-12.93
	35%	-16.667*	3.162	.003	-27.07	-6.26
	55%	25.000*	3.162	.000	14.59	35.41
55%	0%	-56.667*	3.162	.000	-67.07	-46.26
	25%	-48.333*	3.162	.000	-58.74	-37.93
	35%	-41.667*	3.162	.000	-52.07	-31.26
	45%	-25.000*	3.162	.000	-35.41	-14.59

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Survival Rate 48 hpf

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan n	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
55%	3	43.33			
45%	3		68.33		
35%	3			85.00	
25%	3			91.67	91.67
0%	3				100.00
Sig.		1.000	1.000	.288	.136

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

### c. Survival Rate 72 hpf

#### Test of Homogeneity of Variances

Survival Rate 72 hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.273	4	10	.058

#### ANOVA

Survival Rate 72 hpf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6410.000	4	1602.500	192.300	.000
Within Groups	83.333	10	8.333		
Total	6493.333	14			

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Survival Rate 72 hpf

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	8.333*	2.357	.034	.58	16.09
	35%	20.000*	2.357	.000	12.24	27.76
	45%	35.000*	2.357	.000	27.24	42.76
	55%	58.333*	2.357	.000	50.58	66.09
25%	0%	-8.333*	2.357	.034	-16.09	-.58
	35%	11.667*	2.357	.004	3.91	19.42
	45%	26.667*	2.357	.000	18.91	34.42
	55%	50.000*	2.357	.000	42.24	57.76
35%	0%	-20.000*	2.357	.000	-27.76	-12.24
	25%	-11.667*	2.357	.004	-19.42	-3.91
	45%	15.000*	2.357	.001	7.24	22.76
	55%	38.333*	2.357	.000	30.58	46.09
45%	0%	-35.000*	2.357	.000	-42.76	-27.24
	25%	-26.667*	2.357	.000	-34.42	-18.91
	35%	-15.000*	2.357	.001	-22.76	-7.24
	55%	23.333*	2.357	.000	15.58	31.09

55%	0%	-58.333*	2.357	.000	-66.09	-50.58
	25%	-50.000*	2.357	.000	-57.76	-42.24
	35%	-38.333*	2.357	.000	-46.09	-30.58
	45%	-23.333*	2.357	.000	-31.09	-15.58

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Survival Rate 72 hpf

Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan n	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
55%	3	41.67				
45%	3		65.00			
35%	3			80.00		
25%	3				91.67	
0%	3					100.00
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

#### d. Survival Rate 96 hpf

##### Test of Homogeneity of Variances

Survival Rate 96 hpf

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.088	4	10	.067

### ANOVA

Survival Rate 96 hpf

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5043.333	4	1260.833	28.019	.000
Within Groups	450.000	10	45.000		
Total	5493.333	14			



### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Survival Rate 96 hpf

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	25%	10.000	5.477	.411	-8.03	28.03
	35%	21.667*	5.477	.018	3.64	39.69
	45%	41.667*	5.477	.000	23.64	59.69
	55%	48.333*	5.477	.000	30.31	66.36
25%	0%	-10.000	5.477	.411	-28.03	8.03
	35%	11.667	5.477	.280	-6.36	29.69
	45%	31.667*	5.477	.001	13.64	49.69
	55%	38.333*	5.477	.000	20.31	56.36
35%	0%	-21.667*	5.477	.018	-39.69	-3.64
	25%	-11.667	5.477	.280	-29.69	6.36
	45%	20.000*	5.477	.029	1.97	38.03
	55%	26.667*	5.477	.005	8.64	44.69
45%	0%	-41.667*	5.477	.000	-59.69	-23.64
	25%	-31.667*	5.477	.001	-49.69	-13.64
	35%	-20.000*	5.477	.029	-38.03	-1.97
	55%	6.667	5.477	.743	-11.36	24.69
55%	0%	-48.333*	5.477	.000	-66.36	-30.31
	25%	-38.333*	5.477	.000	-56.36	-20.31
	35%	-26.667*	5.477	.005	-44.69	-8.64
	45%	-6.667	5.477	.743	-24.69	11.36

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



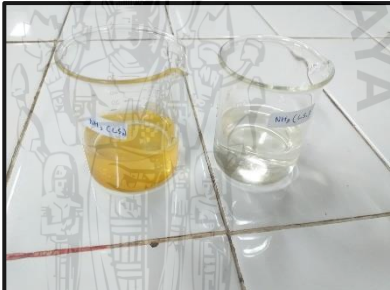
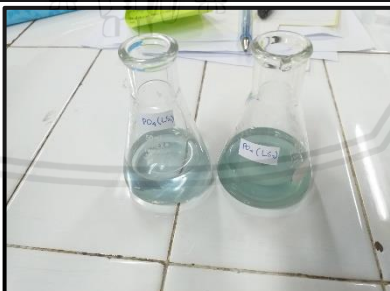

### Survival Rate 96 hpf






Tukey HSD<sup>a</sup>

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
55%	3	51.67		
45%	3	58.33		
35%	3		78.33	
25%	3		90.00	90.00
0%	3			100.00
Sig.		.743	.280	.411



Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

## Lampiran 19. Dokumentasi

NO.	TANGGAL	DOKUMENTASI	KEGIATAN
1.	17 Februari 2019		Sampel air ledeng dan air sungai Metro, Kota Malang
2.	17 Februari 2019		Pengukuran parameter nitrat di laboratorium Hidrobiologi, Fakultas Perikanan Ilmu Kelautan
3.	17 Februari 2019		Pengukuran ammonia di laboratorium Hidrobiologi, Fakultas Perikanan Ilmu Kelautan
4.	17 Februari 2019		Pengukuran fosfat di laboratorium Hidrobiologi, Fakultas Perikanan Ilmu Kelautan
5.	25 Februari 2019		Pengukuran kesadahan di laboratorium Hidrobiologi, Fakultas Perikanan Ilmu Kelautan

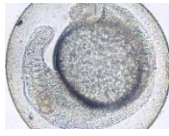
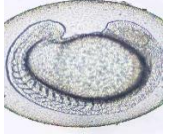
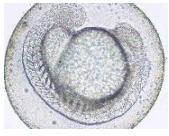

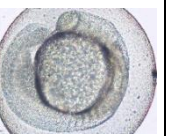
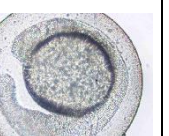

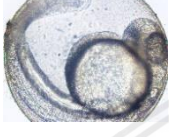
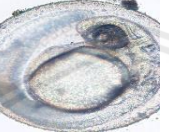
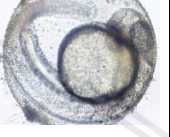
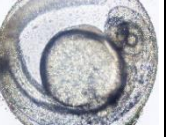
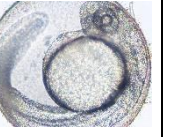

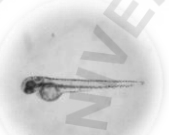

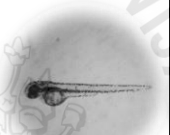
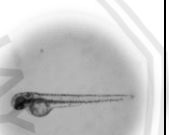







6.	26 Februari 2019		<p>Pemeliharaan indukan ikan zebra di Laboratorium Reproduksi Ikan, Fakultas Perikanan Ilmu Kelautan</p>
7.	26 Februari 2019		<p>Persiapan pemijahan dengan menambahkan tanaman plastik sebagai pemicu proses memijah di Laboratorium Reproduksi Ikan, Fakultas Perikanan Ilmu Kelautan</p>
8.	26 Februari 2019		<p>Proses pemijahan zebrafish di Laboratorium Reproduksi Ikan, Fakultas Perikanan Ilmu Kelautan</p>
9.	26 Februari 2019		<p>Memindahkan telur zebrafish ke dalam beaker glass di Laboratorium Reproduksi Ikan, Fakultas Perikanan Ilmu Kelautan</p>
10.	26 Februari 2019		<p>Lokasi pengambilan sampel air sungai Metro di Kelurahan Karang Besuki</p>



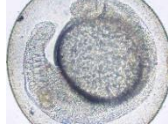

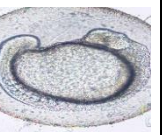
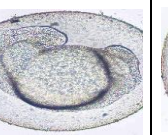
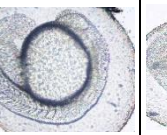
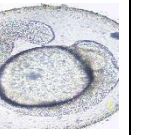

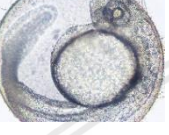
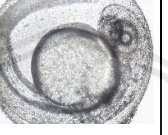
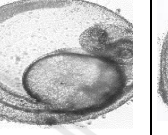
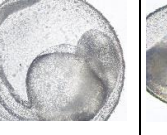
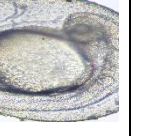

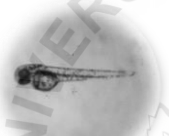
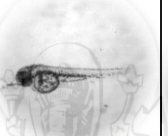

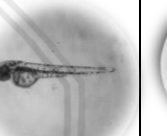
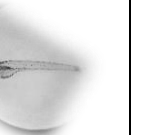




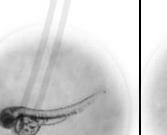

<p>11</p>	<p>26 April 2019</p>		<p>Pengamatan embrio saat di Laboratorium Reproduksi Ikan</p>
<p>12</p>	<p>26 April 2019</p>		<p><i>Plate</i> yang digunakan selama penelitian</p>



**Lampiran 20.** Gambar morfologi organ embrio ikan zebra yang dipapar air ledeng

No	Waktu	Konsentrasi					
		0%	25%	35%	45%	55%	100%
1.	24						
2.	48						
3.	72						
4.	96						

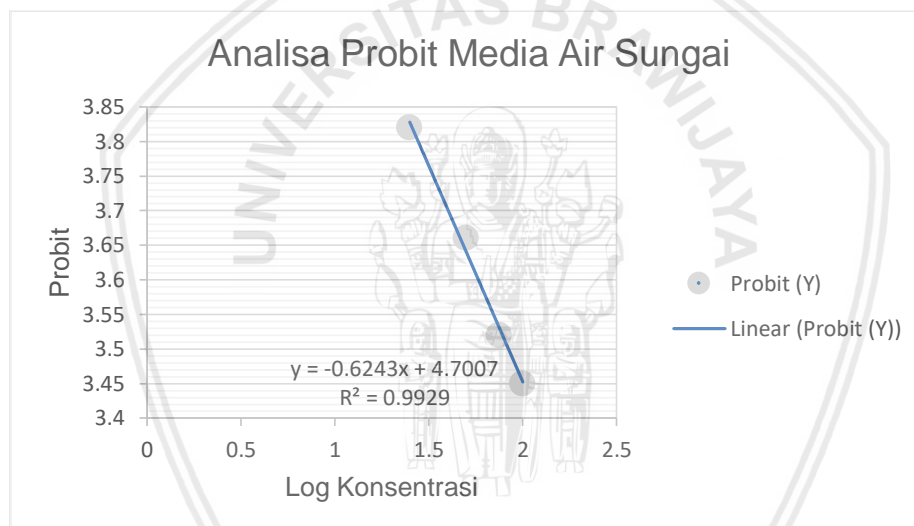
**Lampiran 21.** Gambar morfologi organ embrio ikan zebra yang dipapar air sungai

No	Waktu	Konsentrasi					
		0%	25%	35%	45%	55%	100%
1.	24						
2.	48						
3.	72						
4.	96						

**Lampiran 22.** Hasil Analisa Probit Air Ledeng dan Air Sungai pada ikan zebra

**a.** Media Air Sungai

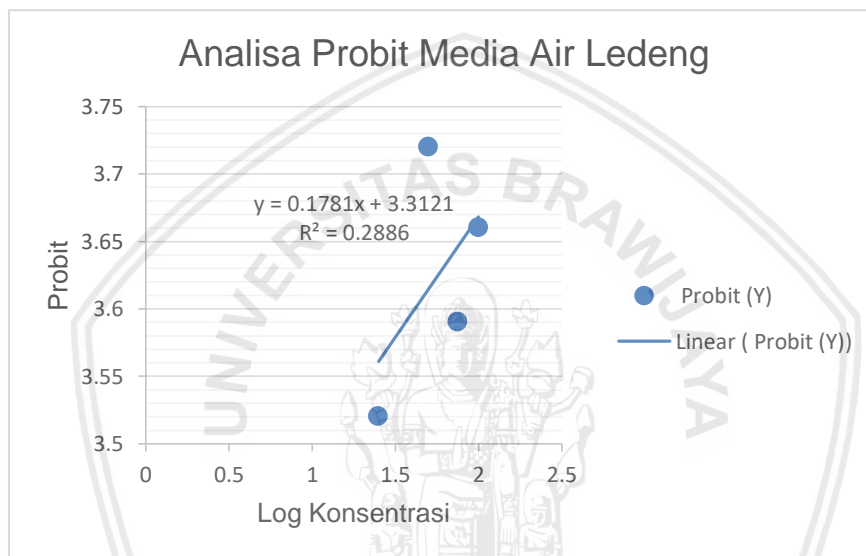
Konsentrasi	Log10 konsentrasi (X)	% mortalitas	Probit (y)
25	1.39794	12	3,82
50	1.69897	9	3,66
75	1.87506	7	3,52
100	2	6	3,45



$$\begin{aligned}
 LC50 &= 10^{(5 - b) / a} \\
 &= 10^{(5 - 4,7007) / 0,6243} \\
 &= 10^{(0,4794)} \\
 &= \text{antilog}^{(0,4794)} \\
 &= 3,015 \%
 \end{aligned}$$

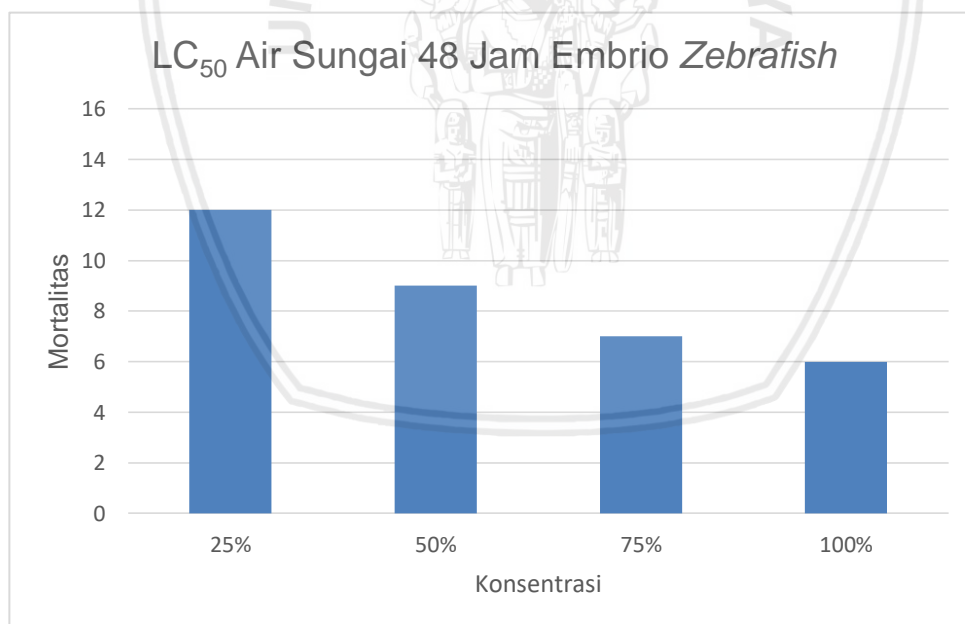
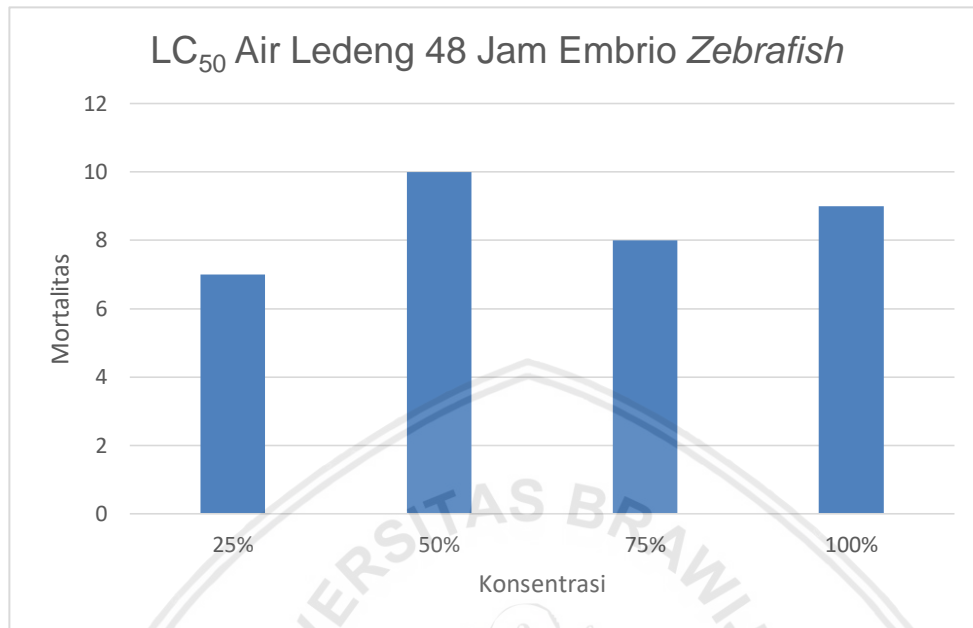
B. Media Air Ledeng

Konsentrasi	Log 10 konsentrasi (X)	% mortalitas	Probit (y)
25	1.39794	7	3.52
50	1.69897	10	3.72
75	1.87506	8	3.59
100	2	9	3.66



$$\begin{aligned}
 LC50 &= 10^{(5-b)/a} \\
 &= 10^{(5-3,3121)/0,1781} \\
 &= 10^{(9,4772)} \\
 &= \text{antilog}^{(9,4772)} \\
 &= 3,000 \%
 \end{aligned}$$

**Lampiran 23.** LC<sub>50</sub> 48 jam mortalitas embrio *Zebrafish* pada Penelitian Pendahuluan



**Lampiran 24.** Skema prosedur penelitian pengaruh media air ledeng dan air sungai terhadap kelainan morfologi dan fisiologi organ embrio ikan zebra (*Brachydanio rerio*) (dari kiri ke kanan)

