

**EFEK SUPERNATAN DIATOM *Haslea ostrearia* TERHADAP EMBRIO IKAN  
ZEBRA (*Danio rerio*)**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**NETY PITRIANI  
NIM. 145080100111001**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018**

**EFEK SUPERNATAN DIATOM *Haslea ostrearia* TERHADAP EMBRIO IKAN  
ZEBRA (*Danio rerio*)**

**SKRIPSI**

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

Oleh :

**NETY PITRIANI  
NIM. 145080100111001**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018**

**SKRIPSI**

**EFEK SUPERNATAN DIATOM *Haslea ostrearia* TERHADAP EMBRIO IKAN ZEBRA (*Danio rerio*)**

Oleh :

**NETY PITRIANI**  
**NIM. 145080100111001**

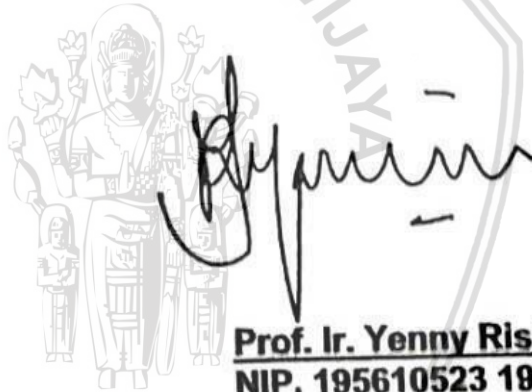
**Mengetahui,  
Ketua Jurusan MSP**



**Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP**  
**NIP. 196809192005011001**

Tanggal: 09 JUL 2018

**Menyetujui,  
Dosen Pembimbing I**



**Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, Ph. D**  
**NIP. 195610523 198703 2 003**

Tanggal: 09 JUL 2018



**IDENTITAS TIM PENGUJI**

**Judul** : **EFEK SUPERNATAN DIATOM *Haslea ostrearia* PADA EMBRIO IKAN ZEBRA (*Danio rerio*)**

Nama Mahasiswa : NETY PITRIANI

NIM : 145080100111001

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

**PENGUJI PEMBIMBING**

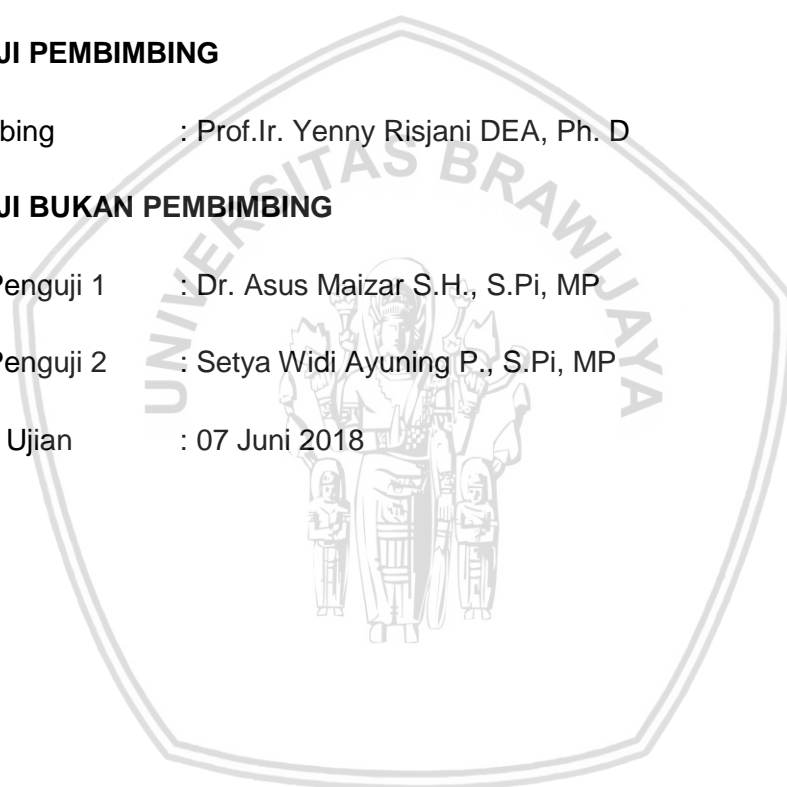
Pembimbing : Prof.Ir. Yenny Risjani DEA, Ph. D

**PENGUJI BUKAN PEMBIMBING**

Dosen Penguji 1 : Dr. Asus Maizar S.H., S.Pi, MP

Dosen Penguji 2 : Setya Widi Ayuning P., S.Pi, MP

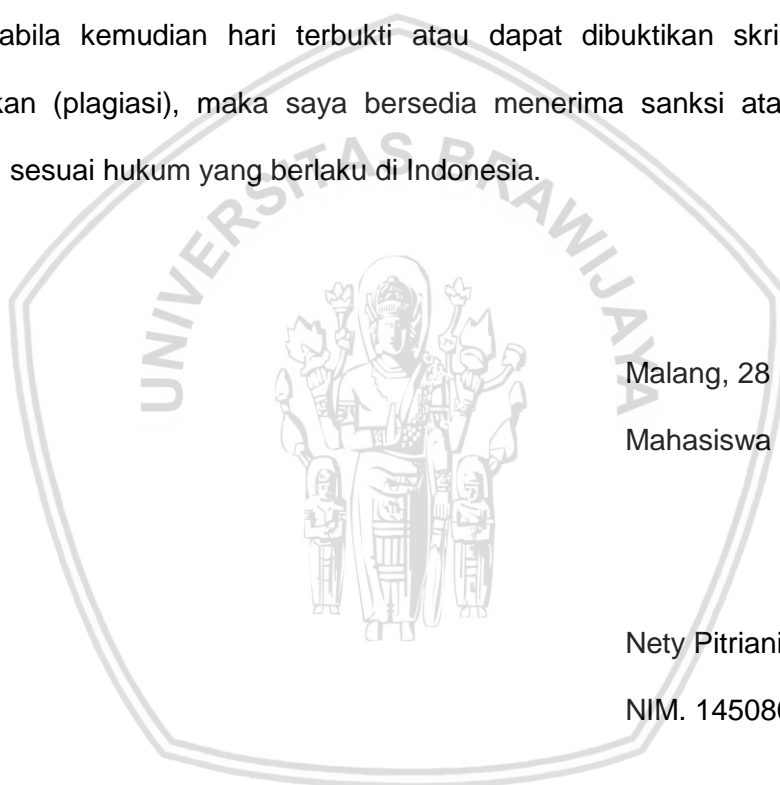
Tanggal Ujian : 07 Juni 2018



## PERNYATAAN ORISINALITAS

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

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



Malang, 28 Mei 2018

Mahasiswa

Nety Pitriani

NIM. 145080100111001

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

Nama : Nety Pitriani  
NIM : 145080100111001  
Tempat/Tanggal Lahir: Madiun, 06 Maret 1995  
Jurusan : Manajemen Sumberdaya Perairan  
Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan  
No. Tes Masuk P.T. : 1145009941  
Alamat : Ds. Madigondo rt 03/rw 01, Kec.  
Takeran, Kab. Magetan, Jawa Timur  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Riwayat Pendidikan : 1. SDN 01 Nambangan Kidul Madiun (2002-2008)  
2. SMPN 02 Madiun (2008-2011)  
3. SMAN 03 Madiun (2011-2014)  
4. Universitas Brawijaya (2014-2018)

## UCAPAN TERIMAKASIH

Saya menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Allah SWT, yang tiada akhir memberikan kelancaran serta kemudahan dalam melaksanakan penelitian dan ini.
2. Orang tua (Bapak Kuswahyudi dan Ibu Warsiatun) dan keluarga Kusmin Sumirah saya yang memberikan biaya, dukungan dan mendoakan saya.
3. Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, Ph.D selaku dosen pembimbing atas kesediaan waktu, tenaga dan pemikiran beliau untuk membimbing, mengarahkan dan memberi nasehat serta pengetahuan yang telah diberikan sehingga laporan skripsi ini bisa terselesaikan dengan baik.
4. Dr. Asus Maizar . S.H., S.Pi, M.P dan Setya Widi Ayuning., S.Pi, M.P atas kritik dan saran selaku dosen penguji.
5. Pak Udin, Pak Ribut dan teman-teman BP 14 yang membantu dalam penelitian saya.
6. Mbak bonick Kartini yang sudah membantu dalam penelitian, pengerjaan laporan dan yang selalu memberikan motivasi kepada penulis.
7. Howosers (Etika, Desy, Viyanda, Purwanti) dan Tim Hore (Alvi, Meme, Anggi, Siti, Supita, Adzam, Nifta, Nene, dll) yang telah memberikan dukungan, bantuan dalam pelaksanaan penelitian serta kritik dan saran laporan skripsi saya.
8. Teman-teman MSP angkatan 2014 yang selalu memberikan semangat, doa dan bantuan, sukses untuk kita semua.

Malang, Mei 2018

Nety Pitriani



## RINGKASAN

**NETY PITRIANI.** Skripsi tentang Efek Supernatan Diatom *Haslea ostrearia* Terhadap Embrio Ikan Zebra (*Danio rerio*) (dibawah bimbingan **Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, Ph. D**)

---

Sumberdaya laut yang sangat melimpah dan beragam dapat dimanfaatkan seoptimal mungkin bagi kehidupan. Banyak organisme laut berpotensi molekuler yang tinggi, karena dapat menghasilkan berbagai senyawa bioaktif unik. *Haslea ostrearia* adalah diatom laut yang mensintesis dan melepaskan marenin, pigmen biru-hijau yang larut dalam air bertanggung jawab untuk penghijauan (pewarnaan) insang dan palps labial pada kerang. Selain itu, marenin memiliki sifat antibakteri dan antivirus dan karena itu bertindak sebagai agen pelindung alami terhadap patogen. *Haslea ostrearia* adalah spesies diatom yang dominan di kolam, dan petani tiram mengambil keuntungan dari fenomena ini dengan cara merendam tiram mereka di perairan dangkal untuk 'perbaikan' (penggemukan) dan penghijauan, akibatnya dapat menaikkan kualitas produksi tiram dan meningkatkan keuntungan budidaya. Ikan merupakan organisme akuatik yang banyak memiliki nilai ekonomis juga untuk itu diperlukan efek apa yang ditimbulkan diatom *Haslea ostrearia* terhadap ikan. Salah satu jenis ikan hias yang banyak digemari ialah ikan zebra (*Danio rerio*). Dalam penelitian ini menggunakan ikan zebra sebagai ikan model, ikan ini memiliki kesamaan organ dengan tubuh manusia. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini akan membahas tentang efek supernatan *Haslea ostrearia* terhadap embrio ikan zebra secara morfologi dan fisiologi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian ini mengacu pada OECD (2013), yang dilakukan dengan beberapa tahap diantaranya : pemeliharaan hewan uji, pemijahan ikan, pembuatan konsentrasi larutan, sortir telur, pengukuran daya tetas, pengamatan frekuensi detak jantung, dan pengukuran kualitas air. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan ANOVA, bila terjadi perbedaan signifikan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan menggunakan Tukey test.

Berdasarkan hasil penelitian perkembangan embrio Zebrafish (*Danio rerio*) setelah pemaparan supernatan diatom *Hasle ostrearia* pada masing-masing perlakuan dengan konsentrasi 0 %, 5 %, 10 %, 15 % dan 20 % tidak mempengaruhi perkembangan embrio. Supernatan diatom pada masing-masing perlakuan tersebut tidak mengakibatkan efek teratogenik pada organ embrio ikan zebra sehingga ikan tidak mengalami malforasi (kelainan morfologi). Ikan menetas sempurna dengan memiliki sumbu tubuh yang lurus. Hasil analisis statistik menggunakan *one-way* ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Tukey menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi supernatan diatom *Haslea ostrearia* memberikan pengaruh yang berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap daya tetas, denyut jantung (*heart beat*), mortalitas dan *Survival Rate* (SR). Kemudian lama pemaparan juga mempengaruhi tingkat daya tetas, detak jantung, mortalitas dan SR embrio ikan zebra.

Penelitian lebih lanjut sebaiknya ditentukan terlebih dahulu nilai ambang bawah dan ambang atas terlebih dahulu sebelum uji lanjutan untuk penelitian lanjutan dianjurkan penggunaan diatom *Haslea ostrearia* di ekstrak terlebih dahulu atau dilakukan purifikasi marenin untuk mengetahui lebih jauh lagi pengaruh kandungan marenin terhadap organisme akuatik selain itu dapat dilakukan penelitian lanjutan menggunakan organisme akuatik lainnya.





## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya lah penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “Efek Supernatan Diatom *Haslea ostrearia* Terhadap Embrio Ikan Zebra (*Danio rerio*)”.

Penyusunan laporan skripsi ini tentunya tidak sedikit hambatan yang penulis hadapi. Namun penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan skripsi ini berjalan dengan baik atas bantuan, dorongan dan bimbingan dari orang tua, dosen pembimbing maupun dosen-dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

Semoga laporan skripsi ini dapat diterima dengan baik, khususnya bagi penulis sehingga tujuan yang diharapkan dapat tercapai. Amin.

Malang, 28 Mei 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
IDENTITAS TIM PENGUJI .....	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	v
DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....	vi
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vii
RINGKASAN .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Kegunaan.....	3
1.5 Waktu dan Tempat.....	4
<b>2.TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Kandungan Bioaktif <i>Haslea ostrearia</i> .....	5
2.2 Supernatan <i>Haslea ostrearia</i> .....	6
2.3 Zebra Fish ( <i>Danio rerio</i> ) .....	7
2.3.1 Klasifikasi dan Morfologi .....	7
2.3.2 Zebrafish sebagai Organisme Model .....	9
2.3.3 Embriogenesis Zebrafish ( <i>Danio rerio</i> ) .....	10
2.4 Parameter Kualitas Air .....	11
2.4.1 Suhu.....	11
2.4.2 Derajat Keasaman (pH)l .....	12
2.4.3 Oksigen Terlarut (DO) .....	12
<b>3.METODOLOGI .....</b>	<b>14</b>
3.1 Materi Penelitian .....	14
3.2 Alat dan Bahan.....	14
3.2.1 Alat.....	14
3.2.2 Bahan.....	14
3.3 Metode dan Rancangan Penelitian .....	15
3.3.1 Metode Penelitian.....	15



3.3.2 Rancangan Penelitian.....	15
3.4 Metode Pengambilan Data .....	16
3.4.1 Data Primer .....	16
3.4.2 Data Sekunder .....	17
3.5 Prosedur Penelitian .....	17
3.5.1 Pengambilan Supernatan .....	17
3.5.2 Pemeliharaan Hewan Uji .....	17
3.5.3 Pemijahan Ikan.....	18
3.5.4 Kultur Embrio.....	18
3.5.5 Pemberian Konsentrasi Perlakuan.....	18
3.5.6 Perkembangan Embrio .....	19
3.5.7 Pengukuran Daya Tetas ( <i>Hatching rate</i> ).....	20
3.5.8 Pengukuran Detak Jantung .....	20
3.5.9 Pengukuran Mortalitas Ikan Zebra ( <i>Danio rerio</i> ) .....	20
3.5.10 Pengukuran <i>Survival Rate</i> (SR) Ikan Zebra ( <i>Danio rerio</i> ) .....	21
3.5.11 Pengukuran Parameter Kualitas Air .....	21
3.6 Analisis Data .....	22
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>23</b>
4.1 Embriogenesis Ikan Zebra ( <i>Danio rerio</i> ) .....	23
4.2 Efek Supernatan Diatom <i>Haslea ostrearia</i> terhadap embrio Ikan zebra ( <i>Danio rerio</i> ) .....	28
4.3 Tingkat daya tetas ikan zebra setelah dipapar supernatan diatom <i>Haslea</i> <i>ostrearia</i> .....	29
4.4 Efek Pemberian supernatan <i>Haslea ostrearia</i> terhadap frekuensi detak jantung ikan Zebra ( <i>Danio rerio</i> ) .....	31
4.5 Efek Pemberian supernatan <i>Haslea ostrearia</i> terhadap Mortalitas ikan Zebra ( <i>Danio rerio</i> ) .....	34
4.6 Efek Pemberian supernatan <i>Haslea ostrearia</i> terhadap <i>Survival Rate</i> (SR) pada ikan Zebra ( <i>Danio rerio</i> ).....	35
4.7 Hasil Analisis Kualitas Air .....	37
<b>5. PENUTUP .....</b>	<b>41</b>
5.1 Kesimpulan .....	41
5.2 Saran .....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>42</b>
<b>DAFTAR ISTILAH .....</b>	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>49</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Data Tingkat Mortalitas Pada Penelitian Pendahuluan .....	19
<b>Tabel 2.</b> Data Kualitas Air .....	38



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> <i>Haslea ostrearia</i> (Gastineau et al., 2012) .....	6
<b>Gambar 2.</b> Zebrafish ( <i>Danio rerio</i> ) .....	7
<b>Gambar 3.</b> Tahap Perkembangan Embrio Ikan Zebra ( <i>Danio rerio</i> ).....	10
<b>Gambar 4.</b> Cawan Petri K123 : Kontrol ulangan ke-1,2 dan 3 A, B, C, D 1,2,3 : Perlakuan uji ukangan ke- 1,2 dan 3 .....	16
<b>Gambar 5.</b> Perkembangan normal embrio ikan zebrafish ( <i>Danio rerio</i> ) .....	23
<b>Gambar 6.</b> Perkembangan normal embrio zebrafish ( <i>Danio rerio</i> ) tahap gastrula (10 Hpf, perbesaran 100x), B. Perkembangan normal embrio zebrafish ( <i>Danio rerio</i> ) tahap segmentation (19 jam 30 menit (19,5 hpf) perbesaran 100x .....	25
<b>Gambar 7.</b> Perkembangan normal embrio zebrafish ( <i>Danio rerio</i> ) tahap pharyngula (3 hpf, perbesaran 100x). B. Mortalitas awal telur zebrafish ( <i>Danio rerio</i> ) .....	26
<b>Gambar 8.</b> Perkembangan normal embrio zebrafish ( <i>Danio rerio</i> ) tahap <i>hatching</i> (48 hpf, perbesaran 40x) .....	27
<b>Gambar 9.</b> Efek supernatan <i>Haslea ostrearia</i> terhadap daya tetas ( <i>hatching rate</i> ) embrio zebrafish ( <i>Danio rerio</i> ). Data disajikan dengan rata-rata ± SD. Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey ( $p < 0,05$ ) .....	30
<b>Gambar 10.</b> Efek supernatan <i>Haslea ostrearia</i> terhadap frekuensi denyut jantung embrio zebrafish ( <i>Danio rerio</i> ). Data disajikan dengan rata-rata ± SD. Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey ( $p < 0,05$ ) .....	32
<b>Gambar 11.</b> Efek supernatan <i>Haslea ostrearia</i> terhadap mortalitas embrio zebrafish ( <i>Danio rerio</i> ). Data disajikan dengan rata-rata ± SD. Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey ( $p < 0,05$ ) .....	34
<b>Gambar 12.</b> Efek supernatan <i>Haslea ostrearia</i> terhadap <i>Survival Rate</i> (SR) embrio zebrafish ( <i>Danio rerio</i> ). Data disajikan dengan rata-rata ± SD. Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey ( $p < 0,05$ ).....	36



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Perhitungan Pegenceran Larutan Uji .....	49
<b>Lampiran 2.</b> Hasil Analisis probit Supernatan diatom <i>Haslea ostrearia</i> .....	51
<b>Lampiran 3.</b> Data Hasil <i>Hatching rate</i> ikan zebra ( <i>Danio rerio</i> ) yang dipapar supernatan diatom <i>Haslea ostrearia</i> .....	52
<b>Lampiran 4.</b> Hasil Uji ANOVA dengan Uji Lanjutan Tukey Daya Tetas ( <i>hatching rate</i> ) Embrio Ikan Zebra ( <i>Danio rerio</i> ) .....	53
<b>Lampiran 5.</b> Data Hasil Detak Jantung Ikan Zebra ( <i>Danio rerio</i> ) yang dipapar supernatan diatom <i>Haslea ostrearia</i> .....	57
<b>Lampiran 6.</b> Hasil Uji ANOVA dengan Uji Lanjutan Tukey Detak Jantung Embrio Ikan Zebra ( <i>Brachydanio rerio</i> ) .....	58
<b>Lampiran 7.</b> Data Hasil Mortalitas Ikan Zebra ( <i>Danio rerio</i> ) yang dipapar supernatan mikroalga <i>Haslea ostrearia</i> .....	63
<b>Lampiran 8.</b> Hasil Uji ANOVA dengan Uji Lanjutan Tukey Mortalitas Embrio Ikan Zebra ( <i>Danio rerio</i> ) yang dipapar supernatan diatom <i>Haslea ostrearia</i> .....	64
<b>Lampiran 9.</b> Data Hasil <i>Survival Rate</i> (SR) Ikan Zebra ( <i>Danio rerio</i> ) yang dipapar supernatan mikroalga <i>Haslea ostrearia</i> .....	70
<b>Lampiran 10.</b> Hasil Uji ANOVA dengan Uji Lanjutan Tukey SR ( <i>Survival Rate</i> ) Embrio Ikan Zebra ( <i>Danio rerio</i> ) .....	71
<b>Lampiran 11.</b> Skema prosedur uji embrio ikan zebra (dari kiri ke kanan) : pemijahan iakn, pengumpulan telur yang dibuahi dengan mikroskop dan distribusi telur yang dibuahi kedalam cawan petri 3 sekat masing-masing 20 telur/konsentrasi perlakuan (Modifikasi OECD, 2013) .....	77
<b>Lampiran 12.</b> Gambar morfologi dan Fisiologi organ embrio ikan zebra .....	78
<b>Lampiran 13.</b> Dokumentasi Penelitian .....	79

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sumberdaya laut yang sangat melimpah dan beragam dapat dimanfaatkan seoptimal mungkin bagi kehidupan. Banyak organisme laut memiliki potensi molekuler yang tinggi, karena dapat menghasilkan berbagai senyawa bioaktif unik. Pandangan ini cukup beralasan, karena lingkungan laut dicirikan dengan kisaran kondisi yang sangat luas dan beragam, mulai dari suhu, tekanan, nutrisi hingga intensitas cahaya matahari. Keragaman kondisi ini secara langsung mencerminkan tingginya keanekaragaman organisme laut dan senyawa-senyawa bioaktif yang dihasilkannya. Sejauh ini kurang lebih 10.000 senyawa bioaktif telah diekstraksi dari berbagai organisme laut. Banyak di antaranya menunjukkan aktifitas farmakologi, yang sangat potensial dikembangkan sebagai antimikroba, antikanker dan anti HIV (Rumengan *et al.*, 2014).

*Haslea ostrearia* adalah diatom laut yang mensintesis dan melepaskan marenin, pigmen biru-hijau yang larut dalam air bertanggung jawab untuk penghijauan (pewarnaan) insang dan palps labial pada kerang. Selain itu, marenin memiliki sifat antibakteri dan antivirus dan karena itu bertindak sebagai agen pelindung alami terhadap patogen (Prasetya *et al.*, 2017). Diatom ini telah lama menjadi subjek topik penelitian karena diatom ini memiliki pigmen yang larut dalam air berwarna biru kehijauan, yang disebut marenin, yang bertanggung jawab untuk penghijauan tiram. *Haslea ostrearia* adalah spesies diatom yang dominan di kolam, dan petani tiram mengambil keuntungan dari fenomena ini dengan cara merendam tiram mereka di perairan dangkal untuk 'perbaikan' (penggemukan) dan penghijauan, akibatnya dapat menaikkan kualitas produksi tiram dan meningkatkan keuntungan budidaya (Lepinay *et al.*, 2016). Gastineau *et al.* (2012), memaparkan selain itu, temuan terbaru menunjukkan bahwa marenine



dapat diterapkan secara luas dalam kegiatan budidaya, karena memiliki sifat sebagai antibakteri, antivirus dan anti patogen.

Salah satu jenis ikan hias yang banyak digemari ialah ikan zebra (*Danio rerio*). Ikan ini memiliki banyak varietas dengan nama dagang yang beragam pula seperti zebra danio slayer, zebra danio jengki, dan zebra danio leopard. Ikan ini selain sebagai komoditas ikan hias juga sering dijadikan sebagai ikan uji pada penelitian seperti penelitian genetik (ikan transgenik), nutrisi ikan dan lingkungan (Ismara, 2006). Beberapa tahun terakhir, penggunaan ikan zebrafish sebagai organisme model untuk pengembangan genetik, toksikologi, gangguan metabolisme, serta gangguan tubuh manusia lainnya menjadi sangat populer. Zebrafish atau dikenal dengan nama ilmiah *Danio rerio* memiliki kurang lebih 45 spesies di dunia. Ikan ini merupakan famili Cyprinidae. 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 (Yuniarto *et al.*, 2017).

Diatom *Haslea ostrearia* memiliki manfaat bagi kegiatan budidaya tiram selain itu diatom ini memiliki kandungan marenin yang dipercaya sebagai zat antibakteri, anti virus dan anti patogen. Ikan merupakan organisme akuatik yang banyak memiliki nilai ekonomis juga untuk itu diperlukan efek apa yang ditimbulkan diatom *Haslea ostrearia* terhadap ikan. Dalam penelitian ini menggunakan embrio ikan zebra sebagai ikan model, ikan ini memiliki kesamaan dengan tubuh manusia. Embrio ikan zebra memiliki beberapa kelebihan seperti berkembang serentak, morfologi yang transparan dan bersifat permeable terhadap obat-obatan. Sehingga dalam penelitian ini menggunakan embrio ikan

zebra (*Danio rerio*) untuk melihat efek apa yang ditimbulkan ketika embrio tersebut dipapar oleh supernatan diatom *Haslea ostrearia*.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah supernatan diatom *Haslea ostrearia* dapat mempengaruhi embrio Zebrafish (*Danio rerio*)?
2. Bagaimana kondisi morfologi dan fisiologi organ embrio Zebrafish (*Danio rerio*) setelah pemaparan supernatan diatom *Haslea ostrearia* ?

## 1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh supernatan diatom *Haslea ostrearia* terhadap perkembangan embrio zebrafish dan untuk mengetahui bagaimana kondisi morfologi dan fisiologi organ embrio Zebrafish (*Danio rerio*) setelah pemaparan supernatan diatom *Haslea ostrearia*.

## 1.4 Kegunaan

Dalam penelitian ini diharapkan memiliki beberapa kegunaan bagi beberapa kalangan diantaranya sebagai berikut :

### 1.4.1 Bagi Peneliti

- Mengetahui efek supernatan diatom *Haslea ostrearia* terhadap morfologi dan fisiologi ikan zebra
- Menambah pengalaman peneliti dalam penelitian.

### 1.4.2 Bagi Perguruan Tinggi

- Dapat dijadikan bahan rujukan penelitian di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.
- Sebagai langkah awal menentukan efek supernatan diatom *Haslea ostrearia* terhadap embrio Zebrafish (*Danio rerio*) sehingga selanjutnya dapat dilakukan penelitian dengan supernatan diatom lainnya.

#### 1.4.3 Bagi Masyarakat

- Sebagai pengetahuan dan memberikan informasi kepada masyarakat mengenai efek yang ditimbulkan oleh *supernatan* diatom *Haslea ostrearia* terhadap perkembangan embrio ikan.

#### 1.4.4 Bagi pemerintah

- Sebagai dasar acuan dalam membuat kebijakan pemanfaatan sumberdaya laut dan perikanan untuk menungjung kehidupan ekonomi bagi pengusaha perikanan.

#### 1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari-Maret 2018 di Laboratorium Budidaya Ikan Divisi Reproduksi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang dan Laboratorium Sentral Ilmu Hayati (LSIH), Universitas Brawijaya Malang

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kandungan bioaktif *Haslea ostrearia*

Diatom biasanya disajikan sebagai 'mikroalga coklat keemasan', dalam hal dari pigmen mereka, terutama klorofil a dan c, ditutupi oleh fucoxanthin. Dalam hal ini, selama beberapa dekade, *Haslea ostrearia* dianggap satu-satunya spesies, di seluruh dunia yang dikenal dengan kapasitasnya untuk mensintesis pigmen biru, marennine, yang terakumulasi. Baru-baru ini diatom dengan apikal biru, memproduksi pigmen seperti *marennine* (Gastineau *et al.*, 2014)

*Haslea ostrearia* adalah spesies kosmopolitan diatom yang biasa ditemukan di pantai Atlantik Prancis, terutama di kolam tiram Teluk Marennes-Oléron dan Teluk Bourgneuf. Diatom ini telah lama menjadi subjek topik penelitian karena diatom ini memiliki pigmen yang larut dalam air berwarna biru kehijauan, yang disebut *marennine*, yang bertanggung jawab untuk penghijauan tiram. *Haslea ostrearia* adalah spesies diatom yang dominan di kolam, dan petani tiram mengambil keuntungan dari fenomena ini dengan cara merendam tiram mereka di perairan dangkal untuk 'perbaikan' (penggemukan) dan penghijauan, karena ini dua tahap terakhir menaikkan kualitas produksi tiram dan meningkatkan keuntungan budidaya. Di luar manfaatnya dalam akuakultur untuk penghijauan tiram, marennine telah terbukti memiliki beberapa fungsi biologis dengan aplikasi potensial bioteknologi, yaitu : antibakteri, antikoagulan, antivirus, antioksidan dan anti tumor (Lepinay *et al.*, 2016). Klasifikasi diatom *Haslea ostrearia* berdasarkan Algabase (2018) sebagai berikut :

Kingdom : Chromista  
Phylum : Bacillariophyta  
Subphylum : Bacillariophytina

Class : Bacillariophyceae  
Subclass : Bacillariophycidae  
Order : Naviculales  
Suborder : naviculineae  
Familiy : Naviculaceae  
Genus : Haslea  
Spesies : *Haslea ostrearia*



**Gambar 1.** *Haslea ostrearia* (Gastineau *et al.*, 2012)

## 2.2 Supernatan Diatom *Haslea ostrearia*

Supernatan adalah substansi hasil sentrifugasi yang memiliki bobot jenis yang lebih rendah dari pelet. Posisi dari substansi ini berada pada lapisan atas dan warnanya lebih jernih, sementara pelet adalah substansi hasil sentrifugasi yang memiliki bobot jenis yang lebih tinggi dari supernatan. Posisi pelet berada pada bagian bawah (berupa endapan) dan warnanya lebih keruh (Miller, 2000).

Peranan langsung marennine pada proses penghijauan tiram juga telah dibuktikan di laboratorium, baik menggunakan supernatan (ekstrak kasar) dari budidaya *Haslea ostrearia* atau larutan marennine yang dimurnikan (Pouvreau, 2006). Marennine terbagi dalam dua bentuk yaitu bentuk intraseluler, yang menumpuk di apikal sel, dan bentuk ekstraseluler, yang diekskresikan ke dalam

medium. Selain itu, beberapa penelitian menunjukkan bahwa kedua bentuk pigmen marennine dapat memberi warna insang tiram memiliki sifat antioksidan dan aktivitas biologis.

## 2.3 Zebra Fish (*Danio rerio*)

### 2.3.1 Klasifikasi dan Morfologi

Ikan zebra merupakan jenis ikan air tawar yang umum ditemukan di sungai-sungai yang dangkal dan sawah-sawah di India Timur dan Burma. Ikan zebra memakan organisme hidup yang lebih kecil dan dalam habitatnya, ikan ini merupakan makanan bagi ikan lain yang lebih besar, amfibi kecil, mamalia ataupun burung (Wilson, 2003). Sistematika ikan zebra (*Brachydanio rerio*) berdasarkan Eschmeyer (1990), adalah sebagai berikut:

Filum : Chordata

Kelas : Actynopterygii

Ordo : Cypriniformes

Famili : Cyprinidae

Genus : *Danio*

Spesies: *Danio rerio*



a



b



c

**Gambar 2.a.** Zebrafish (*Danio rerio*)(Hamilton,2004) **b.** Zebrafish (Dokumentasi Pribadi, 2018) **c.** *Branchydanio rerio* (Detrich and Zon, 2009)



*Brancydanio* merupakan sinonim dari *Danio* karena adanya karakter yang tidak dapat dipisahkan antara dua kelompok tersebut (Barman, 1991). Kematangan seksual dewasa dicapai pada usia 10 sampai 12 minggu. Usia harapan hidup di akuarium yang terawat dengan baik sampai 5 tahun (Kohli dan Elezzabi, 2008). Ikan zebra biasa digunakan dalam penelitian ekotoksikologi, karena biologi dan reproduksi ikan zebra yaitu (interval generasi pendek, interval pemijahan yang singkat, telur transparan), sehingga cocok sebagai ikan uji untuk penelitian toksikologi. Ikan dewasa dapat mencapai panjang 4-6 cm. Karakteristik seksual biasanya mulai berkembang pada umur 4-5 bulan (Meinelt *et al.*, 1999). Ikan zebra memiliki bentuk tubuh fusiform dan bentuk mulut terminal yang miring ke arah atas. Rahang bawah dari ikan ini lebih menjorok, mata terletak ditengah kepala sehingga jika dilihat dari atas tidak terlihat. Ikan zebra memiliki corak berupa garis lateral yang memanjang sampai sirip perut, 2 pasangan sungut dan memiliki 5-7 garis berwarna biru gelap yang memanjang dan membentang dari belakang operkulum sampai sirip ekor (Spence, 2006)

Ikan zebra ditemukan pada berbagai habitat mulai dari perairan yang memiliki arus tenang sampai perairan yang tidak mengalir, terutama di lahan persawahan. Ikan zebra termasuk dalam kategori omnivora (Utomo, 2009). Spesies ini berdasarkan Westerfield (1995) dapat dengan mudah dipelihara pada akuarium yang berukuran 45 liter dengan kisaran suhu 25- 31 °C. Kohli dan Elezzabi (2008), menjelaskan bahwa usia harapan hidup ikan zebra ini di akuarium yang terawat bisa mencapai 5 tahun. Rahman *et al.* (2012) memaparkan bahwa ikan zebra memiliki ukuran panjang baku kurang dari 10 cm dan memiliki ciri khas garis vertikal hitam pada badannya sehingga ikan zebra juga biasa disebut *convict cichlid*. Ikan zebra mampu menghasilkan rata-rata 100-150 butir telur.



### 2.3.2 Zebrafish sebagai Organisme Model

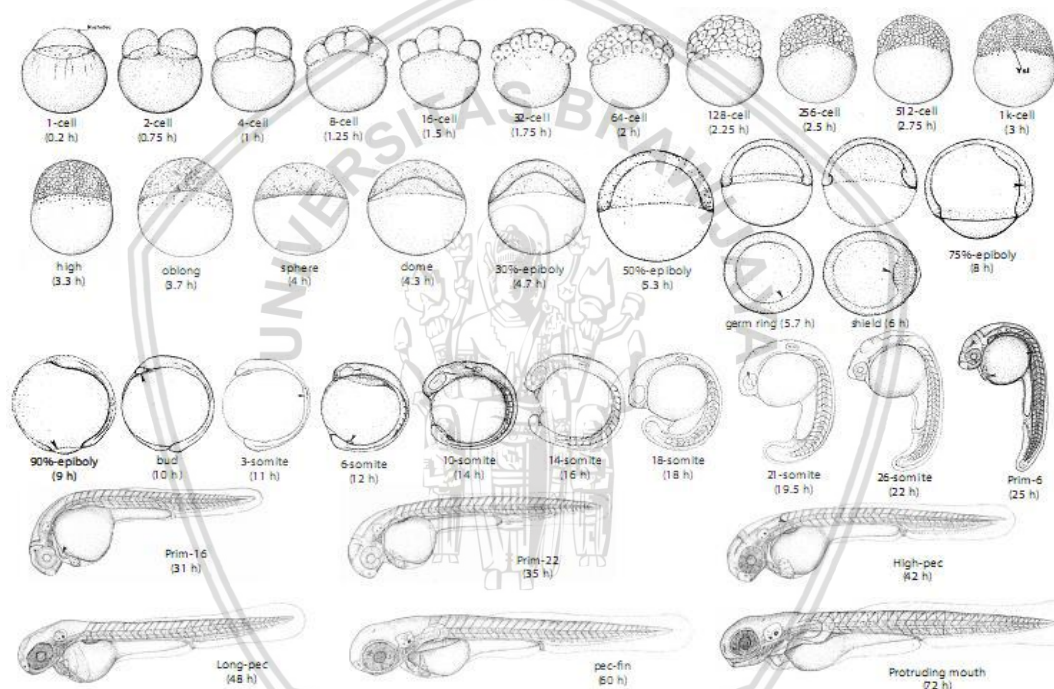
Ikan zebra adalah vertebrata yang memiliki kekerabatan lebih dekat dengan manusia daripada yang umum digunakan di laboratorium. Ikan zebra populer di sebagian besar laboratorium biologi sebagai organisme model yang potensial untuk uji toksisitas, teratogenisitas, embriotoksisitas yang dapat dilakukan secara cepat dan efisien. Ikan ini dapat dijadikan model dengan mengkombinasikan assay biokimia, seluler, dan molekuler melalui pengamatan struktur dan fungsi-fungsi tertentu dalam suatu individu (de Esch *et al.* 2012). Ikan zebra dapat mewakili spesies vertebrata, dan tahapan embrio dari ikan ini memiliki beberapa kelebihan, seperti berkembang secara serentak, morfologi yang transparan, bersifat permeabel terhadap obat-obatan, serta dapat dengan mudah dimanipulasi menggunakan pendekatan genetika dan molekuler. Hasil uji toksisitas pada embrio ikan zebra telah terbukti memiliki korelasi positif dengan hasil uji toksisitas pada mamalia. Pengujian senyawa antikanker secara *in vivo* pada embrio dan ikan zebra telah banyak dilakukan (Aditiningrum, 2015).

Ikan zebra merupakan salah satu hewan uji yang bersifat komplementer dengan model vertebrata dalam studi *in vivo*. Uji toksisitas dengan menggunakan ikan zebra telah dikembangkan sebagai uji toksisitas akut dalam upaya mengeksplorasi obat-obatan baru dari senyawa bahan alam (Kari *et al.* 2007). Zebrafish (*Danio rerio*) merupakan salah satu organisme model vertebrata yang paling penting dalam genetika, perkembangan biologi, neurofisiologi dan biomedis. Ia memiliki fisiologi yang membuatnya mudah digunakan untuk manipulasi eksperimental. Zebrafish merupakan ikan yang kecil sehingga dapat disimpan dalam jumlah banyak di laboratorium. Kekuatannya sebagai model organisme adalah bahwa ikan zebra merupakan vertebrata yang hampir mirip dengan manusia (Spence *et al.*, 2006). Ikan zebra telah digunakan secara luas dalam bidang biologi, teratologi dan genetika molekuler. Ikan zebra sangat ideal

untuk studi proses perkembangan embrio karena embriogenesisnya sangat mirip dengan vertebrata tingkat tinggi seperti manusia (Chakraborty *et al.* 2009).

### 2.3.3 Embriogenesis Zebrafish (*Danio rerio*)

Embriogenesis adalah proses pembentukan zigot sampai embrio. Tahap perkembangan embrio. Untuk memudahkan pengamatannya dibedakan atas tiga tahapan, yakni tahap pembelahan, blastulasi, neurulasi dan tahap organogenesis. Embriogenesis Zebrafish (*Danio rerio*) berdasarkan (Kimmel *et al.*, 1995) dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 3.** Tahap Perkembangan Embrio Ikan Zebra (*Danio rerio*)

Pada inkubasi telur perkembangan embrio diawali dari proses fertilisasi, dimana sperma masuk ke dalam telur melalui mikrofil dari khorion dan mengalami peleburan inti sel (Tridjoko, 2004). Telur umumnya mengalami proses embriogenesis, yaitu proses perkembangan telur hingga menjadi larva definitif. Embriogenesis akan berlangsung pada saat inkubasi dimulai dari proses pembelahan sel telur (cleavage), morulasi, blastulasi, gastrulasi, dan dilanjutkan dengan organogenesis yang selanjutnya menetas. Cleavage merupakan proses

pembelahan sel pada perkembangan embrio, ukuran sel tersebut makin lama makin mengecil atau menjadi unit-unit kecil yang disebut blastomer. Telur selanjutnya akan mengalami blastulasi, blastulasi ialah proses perkembangan embrio yang menghasilkan pembentukan blastula. Setelah itu sel mengalami proses gastrula. Saat telur berada pada fase gastrula, terjadi perkembangan sel bakal organ yang telah terbentuk pada fase blastula. Setelah fase gastrula kemudian sel telur akan mengalami perkembangan fase organogenesis, organogenesis merupakan proses pembentukan organ tubuh, pembentukan organ tubuh ini meliputi otak, mata, bagian alat pencernaan makanan dan kelenjarnya, dan sebagian kelenjar endokrin (Affandi *et al.*, 2005).

Mandiri (2007) mengemukakan bila embrio telah lebih panjang daripada kuning telur dan telah berbentuk sirip perut, maka telur akan segera menetas. Sebelum embrio menetas, embrio akan sering merubah posisi karena kekurangan ruang gerak didalam cangkang telur. Selanjutnya cangkang telur akan menjadi lunak dan akhirnya cangkang akan pecah. Kemudian telur akan menetas.

## **2.4 Parameter Kualitas Air**

### **2.4.1 Suhu**

Suhu merupakan faktor penting dalam mempengaruhi proses perkembangan embrio, daya tetas telur dan kecepatan penyerapan kuning telur. Suhu yang rendah membuat enzim (*chorion*) tidak bekerja dengan baik pada kulit telur dan membuat embrio akan lama dalam melarutkan kulit telur, sehingga embrio akan menetas lebih lama. Sebaliknya pada suhu tinggi dapat menyebabkan penetasan prematur sehingga larva atau embrio yang menetas akan tidak lama hidup (Nugraha *et al.*, 2012). Laevastu dan Murray (1981), memaparkan bahwa suhu yang rendah dapat membuat waktu inkubasi telur

menjadi lambat, sedangkan suhu yang tinggi waktu inkubasi menjadi menjadi cepat pada ikan Cod.

Ismara (2006) memaparkan peningkatan suhu ikan zebra dapat tumbuh baik pada kisaran suhu 18-28<sup>0</sup>C . Berdasarkan Sakurai *et al.* (1992) kondisi ideal untuk hidup dan reproduksi ikan zebra antara lain 24 -26<sup>0</sup>C dengan pH 6.5-7 dan kadar oksigen terlarut antara lain 4.21-5.43 ppm.

#### **2.4.2 Derajat Keasaman (pH)**

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki suatu perairan. Kadar pH dapat menentukan apakah perairan tersebut dikategorikan baik, sedang atau buruk. Setiap biota di perairan memiliki kadar toleransi pH yang berbeda-beda (Azmi *et al.*, 2016). Bahkan, ikan dewasa akan lebih baik toleransinya terhadap pH dibandingkan ikan ukuran lebih kecil, larva ataupun telur. Bila keseimbangan pH tidak tercapai maka ikan atau embrio akan lebih rentan mengalami luka yang disebabkan pecahnya dinding sel sehingga mengakibatkan bakteri dan parasit bisa masuk kedalam embrio ikan. Misalnya keberadaan jamur di dalam media air umumnya merugikan karena dapat menyerang telur ikan atau ikan (Lesmana, 2004). Perubahan pH air yang besar dalam waktu singkat akan menimbulkan gangguan fisiologis (Burhanuddin dan Hedrajat, 2011). Sakurai *et al.* (1992, memaparkan nilai pH yang baik untuk menunjang kehidupan ikan zebra berkisar antara 6.5-7 ppm.

#### **2.4.3 Oksigen Terlarut (DO)**

Pada lingkungan perairan, kandungan oksigen dalam air dapat dilihat melalui kandungan oksigen terlarut. Berdasarkan hasil penelitian kualitas air dan kontaminasi polutan membuktikan bahwa oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen=DO*) merupakan parameter paling penting sebagai penunjang kehidupan organisme akuatik. Oksigen digunakan oleh organisme akuatik untuk

proses respirasi. Kelarutan oksigen di air menurun dengan semakin meningkatnya salinitas, setiap peningkatan salinitas sebesar 9 mg/L mengurangi kelarutan oksigen sebanyak 5% dari yang seharusnya di air tawar (Mulyani, 2014). Kondisi ideal untuk hidup dan reproduksi ikan zebra antara lain 4.21-5.43 ppm (Sakurai *et al.*, 1992). Oksigen terlarut diperlukan untuk perkembangan embrio sehingga tahapan perkembangannya berjalan dengan sempurna. Selain itu kandungan oksigen digunakan untuk respirasi dan ekresi telur (Tridjoko, 2004).



### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah efek pemberian supernatan diatom *Haslae ostearia* pada konsentrasi (dosis) terhadap kondisi embrio Zebrafish (*Danio rerio*) yang meliputi perkembangan embrio, mortalitas, SR (*Survival Rate*) daya tetas (*hatching rate*), dan detak jantung (*heart beats*). Parameter kualitas air yang diukur yaitu: suhu, derajat keasaman (pH) dan oksigen terlarut (DO).

#### 3.2 Alat dan Bahan

##### 3.2.1 Alat

- Akuarium
- Mikroskop binokular
- Cawan petri 30 mm
- Mikro pipet 30 mm
- Kamera
- Aerator
- Termometer
- DO meter
- pH meter
- Pipet tetesT
- Object glass
- Hand tally counter

##### 3.2.2 Bahan

- Zebrafish dewasa (*Danio rerio*)
- Embrio zebrafish (*Danio rerio*)
- Supernatan diatom *Hasle ostrearia*



- Aquades
- Air tawar

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

#### **3.3.1 Metode Penelitian**

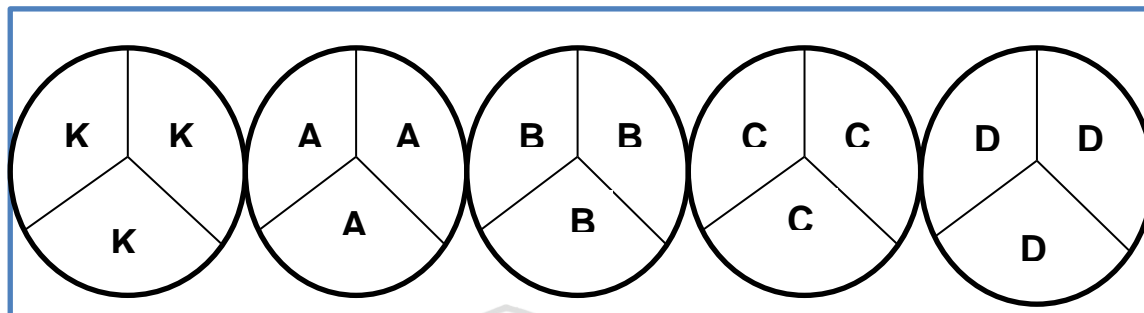
Eksperimen adalah sebagai suatu penelitian ilmiah dimana peneliti memanipulasi dan mengontrol satu atau lebih variabel bebas dan melakukan pengamatan terhadap variabel-variabel terikat untuk menemukan variasi yang muncul bersamaan dengan manipulasi terhadap variabel bebas tersebut. Penelitian eksperimen sebagai suatu penelitian yang dengan sengaja peneliti melakukan manipulasi terhadap satu atau lebih variabel dengan suatu cara tertentu sehingga berpengaruh pada satu atau lebih variabel lain yang di ukur. Lebih lanjut dijelaskan, variabel yang dimanipulasi disebut variabel bebas dan variabel yang akan dilihat pengaruhnya disebut variabel terikat. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti kemungkinan sebab akibat dengan mengenakan satu atau lebih kondisi perlakuan pada satu atau lebih kelompok eksperimen dan membandingkan hasilnya dengan satu atau lebih kelompok kontrol yang tidak diberi perlakuan (Setyanto, 2005).

#### **3.3.2 Rancangan Penelitian**

Analisis data untuk pencarian konsentrasi terbaik supernatan diatom *Haslea osteraria* menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan pemberian konsentrasi supernatan dalam jumlah yang berbeda. Rancangan ini dilakukan karena tempat percobaan relatif homogen/seragam yaitu laboratorium. Hanafiah (2000), menjelaskan bahwa RAL merupakan rancangan percobaan yang tidak terdapat lokal kontrol, sumber keragaman adalah perlakuan dan galat. Dijelaskan pula bahwa RAL umumnya cocok digunakan untuk kondisi lingkungan, alat, bahan dan media yang homogen.



Penelitian dilakukan menggunakan 4 perlakuan dan 1 kontrol. Untuk masing-masing perlakuan ataupun kontrol diulang sebanyak 3 kali. Adapun penempatan denah atau *lay out* cawan percobaan yaitu sebagai berikut :



**Gambar 4 .** Cawan petri, K1,2,3 : kontrol ulangan ke-1,2 dan 3  
A, B, C, D 1,2,3 : perlakuan uji ulangan ke- 1,2 dan 3

### 3.4 Metode Pengambilan Data

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengambil dua macam data yaitu data primer dan data sekunder.

#### 3.4.1 Data Primer

Sa'adah (2014) menyatakan data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumbernya dengan cara observasi, partisipasi aktif dan wawancara.

##### a. Observasi

Observasi ialah pemilihan, pengubahan, pencatatan, dan pengodean serangkaian perilaku dan suasana yang berkenaan dengan organisasi, sesuai dengan tujuan-tujuan empiris (Hasan, 2002). Metode observasi dilakukan dengan cara mengamati perilaku, kejadian atau kegiatan orang atau sekelompok orang yang diteliti. kemudian mencatat hasil pengamatan tersebut untuk mengetahui apa yang sebenarnya terjadi. Dengan pengamatan peneliti dapat melihat kejadian sebagaimana subyek yang diamati mengalaminya, menangkap, merasakan fenomena sesuai pengertian subyek dan obyek yang diteliti (Djaelani, 2013).

## b. Partisipasi aktif

Bungin (2008), memaparkan partisipasi aktif merupakan observasi dimana pengamatan ikut terlibat dalam kegiatan yang dilakukan atau yang diamati, seolah-olah merupakan bagian dari mereka.

### 3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang di peroleh atau yang dikumpulkan oleh orang yang melakukan penelitian dari sumber-sumber yang telah ada (Hasan, 2002). Biasanya sumber tidak langsung berupa data dokumentasi dan arsip-arsip (Situmorang, 2010). Data ini digunakan untuk mendukung informasi primer yang diperoleh dari bahan pustaka, literatur, penelitian terdahulu, buku dan lain sebagainya.

## 3.5 Prosedur Penelitian

### 3.5.1 Pengambilan Supernatan Diatom *Haslea ostrearia*

Supernatan diatom *Haslea ostrearia* diambil dari laboratorium LSIH. Sehingga tidak perlu dilakukan kultur awal karena supernatan sudah tersedia. Setelah itu supernatan disimpan dibotol gelap dan disimpan di dalam kulkas.

### 3.5.2 Pemeliharaan Hewan Uji

Zebrafish (*Danio rerio*) dewasa diperoleh dari Laboratorium Reproduksi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya . Ikan zebra dipelihara dengan kisaran suhu sebesar 25-30<sup>0</sup>C dan diberi makan satu kali per hari dengan cacing sutra (*T. Tubifex*). Berat Zebrafish (*Danio rerio*) dewasa untuk pemijahan yaitu betina 0.65±0.13 dan jantan 0.5±0.1 g. Suhu optimal 26<sup>0</sup>C, pH 6,5-8,5 dan DO 6,8 mg/L. Satu kali pemijahan zebrafish betina dewasa mampu menghasilkan 50-200 butir telur per hari.

### 3.5.3 Pemijahan Ikan

Pemilihan induk jantan dan betina diperlukan untuk memulai pemijahan. Ikan zebra (*Danio rerio*) jantan memiliki warna yang lebih menarik dan lebih cerah. Ikan betina umumnya memiliki ukuran tubuh yang relatif besar dibandingkan dengan ikan jantan (Axelrod *et al.*, 1971). Telur ikan zebra dapat dihasilkan melalui pemijahan ikan zebra dewasa jantan dan betina dengan perbandingan ratio 2:1. Ikan zebra jantan dan betina ditempatkan di akuarium yang berbeda 4-5 jam sebelum pemijahan. Setelah itu ikan zebra jantan dan betina dimasukan ke dalam satu akuarium yang dilengkapi dengan aerator untuk mensuplai oksigen kemudian untuk mencegah predasi telur oleh indukan zebra dipasang *spawning trap* selain itu juga sebagai stimulus pemijahan tanaman buatan dimasukkan kedalam akuarium. Pemijahan ikan zebra berlangsung pada malam hari sampai menjelang pagi. Setelah itu telur yang terkumpul diambil dengan pipet volume plastik dan dicuci menggunakan aquades untuk menghindari debris.

### 3.5.4 Kultur Embrio

Telur yang fertil dikumpulkan dalam cawan petri untuk pemeriksaan fertilitas. Fertilitas telur dilihat dengan menggunakan mikroskop, yaitu telur yang fertil memiliki warna transparan, kantong anion utuh, dan perkembangan embrio yang normal. Telur yang telah diseleksi selanjutnya diambil dengan menggunakan pipet dan ditempatkan pada masing-masing cawan. Telur diletakan pada 5 cawan petri yang setiap cawan petri terdapat 3 sekat dengan jumlah masing-masing sekat berisi 20 telur, sehingga jumlah telur yang digunakan sebanyak 300 butir telur. Telur ikan zebra yang fertile dipapar supernatan diatom *Haslea ostrearia* selama 96 jam.

### 3.5.5 Pemberian Konsentrasi Perlakuan

Pemberian perlakuan dilakukan terlebih dahulu uji pendahuluan. Uji pendahuluan dilakukan guna untuk menentukan dosis yang diinginkan. Dimana pada uji pendahuluan ini saya menggunakan dosis 0 %, 25 %, 50 %, 75 % dan 100 % supernatan diatom *Haslea ostrearia*. Berikut hasil tingkat mortalitas embrio ikan zebra (*Danio rerio*) pada penelitian pendahuluan:

**Tabel 2.** Data Tingkat Mortalitas Pada Penelitian Pendahuluan

No	Dosis	Jumlah embrio/ plate	JAM					Total
			0	12	24	36	48	
1	Kontrol	20	-	-	-	-	-	0
2	25%(S): 75% (A)	20	-	-	-	-	-	2
3	50%(S): 50%(A)	20	-	1	3	-	16	20
4	75%(S): 25%(A)	20	-	17	-	3	-	20
5	100% (S)	20	20	-	-	-	-	20

Keterangan:

S = Supernatan Diatom *Haslea ostrearia*

A = Aquades

Hasil dari uji pendahuluan terjadi tingkat mortalitas yang tinggi sampai mencapai 100 % pada waktu kurang dari 48 jam. Pada dosis 75 % dan 100 % pada waktu singkat embrio mengalami kematian lebih dari 50 %. Oleh karena itu dosis perlakuan diturunkan dibawah 25 % yaitu dosis 0 %, 5 %, 10 %, 15 % dan 20 %. Penurunan dosis ini dilakukan karena kematian embrio ikan lebih dari 50 %.

### 3.5.6 Perkembangan Embrio

Embrio dimasukkan ke dalam cawan petri 30 mm dan tiap sumur diisi sebanyak 20 embrio. Ulangan dilakukan sebanyak 3 kali. Embrio ikan zebra

dipapar dengan supernatan *Haslea ostrearia* selama 24, 48, 72, dan 96 hpf kemudian diamati morfologinya yaitu sumbu tubuh, koagulasi darah, mata, jantung, pigmentasi, kantung kuning telur, dan ekor dengan menggunakan mikroskop.

### 3.5.7 Pengukuran Daya Tetas (*Hatching rate*)

Pengukuran daya tetas telur dilakukan pada jam ke 48 setelah fertilisasi.

Hal ini dikarenakan 48 hpf merupakan waktu yang dibutuhkan embrio ikan Zebra (*Danio rerio*) mulai menetas (OECD, 2013). Embrio ikan zebra diamati pada kelompok kontrol, kelompok konsentrasi 5%, kelompok konsentrasi 10%, kelompok konsentrasi 15% dan kelompok konsentrasi 20%. Daya tetas dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

### 3.5.8 Pengukuran Detak jantung (*heart beat*)

Detak jantung ikan zebra mulai muncul pada waktu 48 hpf. Pengukuran detak jantung dilakukan mulai jam 48 hpf, 72 hpf dan 96 hpf. Hal ini sesuai dengan pemaparan OECD (2013), bahwa pengamatan frekuensi detak jantung dilakukan pada jam ke 48, 72 dan 96 jam. Detak jantung ikan zebra diukur selama 30 menit yang diamati dibawah mikroskop binokuler. Perhitungan frekuensi detak jantung ikan menggunakan handtally counter dan untuk waktu pengamatan menggunakan stop watch.

### 3.5.9 Pengukuran Mortalitas Ikan Zebra (*Danio rerio*)

Pengukuran mortalitas dilakukan pada waktu 24 hpf, 48 hpf, 72 hpf dan 96 hpf. Pengamatan telur yang mengalami mortalitas dilihat dibawah mikroskop binokuler. 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

$$\text{Mortalitas} = \frac{((No-Nt)/No)}{1} \times 100\%$$

Keterangan :

No = jumlah ikan pada awal perlakuan

Nt = jumlah ikan pada akhir perlakuan

### 3.5.10 Pengukuran *Survival Rate* Ikan Zebra (*Danio rerio*)

Pengukuran *Survival Rate* (SR) dilakukan pada waktu 24 hpf, 48 hpf, 72 hpf dan 96 hpf. Kemudian dicatat jumlah telur ikan yang masih hidup setelah itu dihitung tingkat *Survival Rate* (SR) menggunakan rumus dibawah ini

$$SR = (Nt / No) \times 100 \%$$

Keterangan :

SR = Kelangsungan hidup embrio ikan uji (%)

Nt = Jumlah embrio ikan pada akhir penelitian (butir)

No = Jumlah telur ikan pada awal penelitian (butir)

### 3.5.11 Pengukuran Parameter Kualitas Air

#### a. Suhu

Berdasarkan pemaparan Rovita *et al.* (2012), pengukuran suhu atau temperatur dilakukan dengan menggunakan DO meter bersamaan dengan pengukuran oksigen terlarut. Adapun metode pengukurannya adalah dengan cara memasukkan sensor ke dalam perairan kemudian menunggu sampai skalanya stabil. Ketika angka pada skala telah stabil, kemudian mencatat hasilnya.

#### b. Derajat Keasaman (pH)

Prosedur penggunaan pH meter berdasarkan SNI (2004) adalah sebagai berikut:

1. Alat pH meter dikalibrasi dengan larutan penyangga sesuai instruksi kerja alat setiap kali akan melakukan pengukuran
2. Elektroda dikeringkan dengan kertas tisu selanjutnya dibilas dengan air suling
3. Elektroda dibilas dengan air sampel yang akan diuji



4. Elektroda dicelupkan ke dalam air sampel yang diuji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
5. Dicatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter.

### c. Oksigen Terlarut (DO)

Prinsip kerja DO meter berdasarkan Salmin (2005) adalah menggunakan probe oksigen yang terdiri dari katoda dan anoda yang direndam dalam larutan elektrolit. Pada alat DO meter, probe ini biasanya menggunakan katoda perak (Ag) dan anoda timbal (Pb). Secara keseluruhan, elektroda ini dilapisi dengan membran plastik yang bersifat semi permeable terhadap oksigen.

Prosedur pengukuran DO yaitu sebagai berikut:

1. Alat DO meter dikalibrasi dengan larutan penyangga
2. Elektroda dikeringkan dengan kertas tisu selanjutnya dibilas dengan air suling
3. Elektroda dibilas dengan air sampel yang akan diuji
4. Elektroda dicelupkan ke dalam air sampel yang diuji sampai DO meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
5. Dicatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari DO meter.

### 3.6 Analisis Data

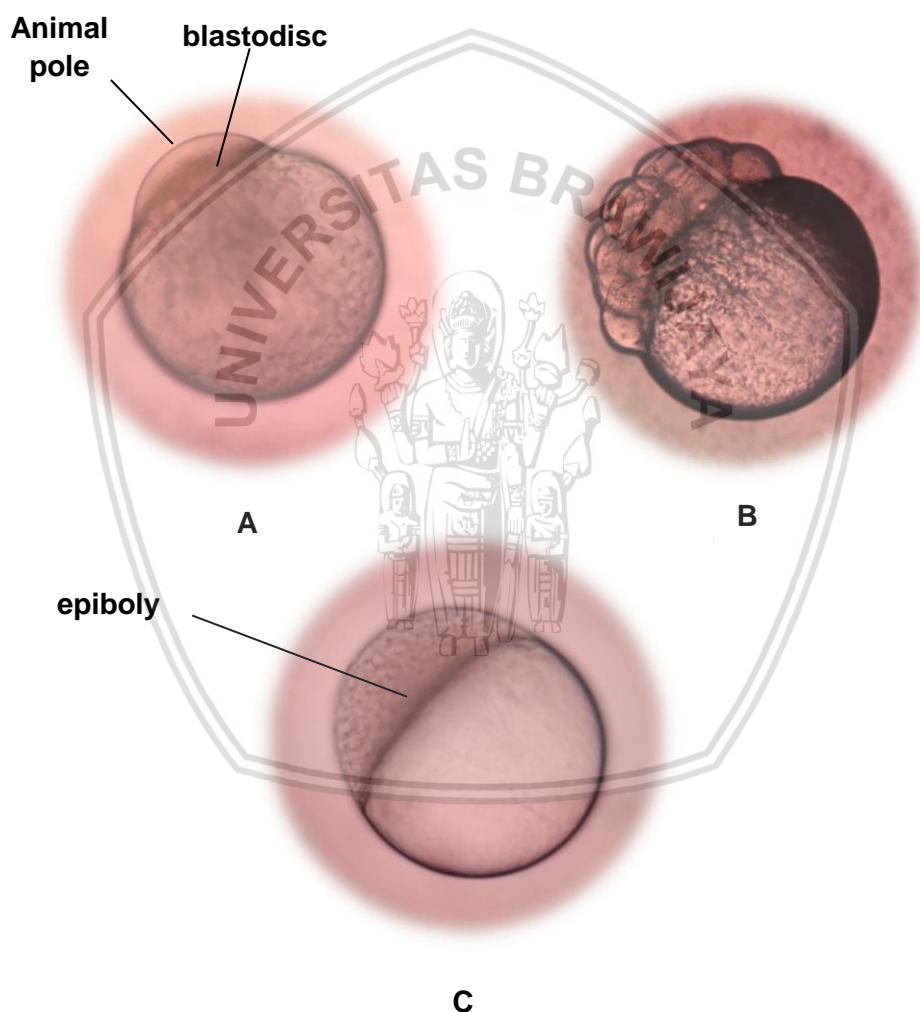
Data hasil pengaruh perlakuan konsentrasi yang berbeda pada media hidup embrio ikan zebra (*Danio rerio*) seperti data mortalitas, daya tetas, detak jantung dan *Survival Rate* (SR) diolah menggunakan *Microsoft Excel* kemudian dilakukan uji *one-way* ANOVA, bila terjadi perbedaan signifikan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (Tukey test) untuk mengetahui kelompok perlakuan yang memiliki pengaruh sama atau berbeda antara satu dengan yang lainnya. Perangkat lunak yang digunakan untuk analisis data adalah *Statistical Program for Social Science (SPSS) 16 Version 2.9 for Windows*. Tingkat signifikansi  $p < 0,05$ .



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

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

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



**Gambar 5.** Perkembangan normal embrio ikan zebrafish (*Danio rerio*)

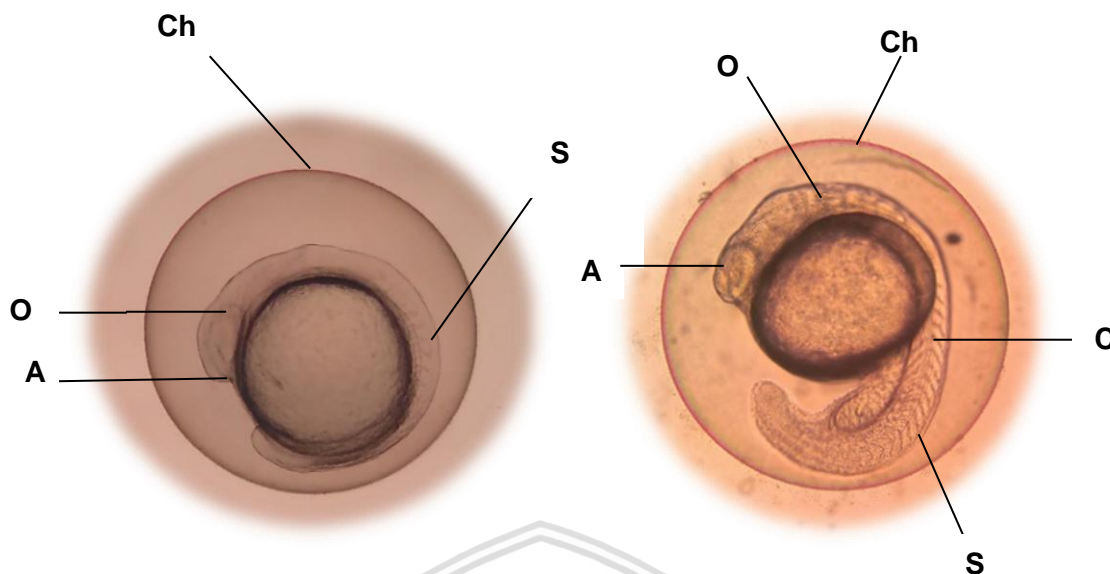
**Keterangan gambar :**

- (A) Zigot (12 menit (0,2 hpf), perbesaran 100x)
- (B) Cleavage (2 hpf, perbesaran 100x)
- (C) Blastula (3 hpf, perbesaran 100x)

Embriogenesis pada zebrafish (*Danio rerio*) dimulai dari periode zigot yang terjadi pada 0-45 menit setelah fertilisasi, pada tahap ini sitoplasma bergerak menuju *animal pole* untuk membentuk *blastodisc*. Tipe pembelahan zigot tergantung pada tipe telur. Ada dua tipe pembelahan yaitu holoblastik dan meroblastik. Ikan zebra tergolong telur telolechithal sehingga pembelahan termasuk pembelahan meroblastic (Stresinger, 1981). Pembelahan pertama pada telur telolechithal akan menjadi blastodisk menjadi dua bagian yang selanjutnya masing-masing bagian akan membelah lagi menjadi 4, 8, 16 dan 32 sel (Lagier, 1972). Telur yang sudah dibuahi selanjutnya akan mengalami fase cleavage dimana sel terjadi pembelahan pertama (diferensiasi) setelah sekitar 15 menit dan berturut-turut akan membelah lagi menjadi 4, 8, 16 dan 32 sel blastomer.

Setelah stadia blastula awal sebagai kelanjutannya adalah stadium blastula dimana sel-selnya terus mengadakan pembelahan dengan aktif sehingga ukuran sel-selnya semakin kecil (Effendi, 1997). Fase blastula merupakan fase yang sangat rentan. Nugraha (2012) memaparkan fase yang sangat peka dalam perkembangan telur adalah fase sebelum stadia embrio, terutama sebelum mencapai stadia blastula. Telur-telur yang dapat melewati fase kritis tersebut selanjutnya dapat terus berkembang dengan baik hingga mencapai stadia embrio dan menetas dengan bentuk tubuh normal.

Tahap selanjutnya telur yang sudah terbuahi dapat diidentifikasi pada perkembangan blastula yaitu ketika *blastodisc* mulai terlihat menyerupai bola pada pembelahan 128 sel, ketika periode ini embrio akan mengalami pembentukan *epiboly*. *Epiboly* adalah penipisan dan penyebaran dari kedua *yolk syncytial layer* dan blastoderm melewati *yolk cell*. *Epiboly* ini akan berlangsung sampai periode gastrula.



**Gambar 6A.** Perkembangan normal embrio zebrafish (*Danio rerio*) tahap gastrula (10 hpf, perbesaran 100x), **B.** Perkembangan normal embrio zebrafish (*Danio rerio*) tahap *segmentation* (19 jam 30 menit (19,5 hpf) perbesaran 100x)

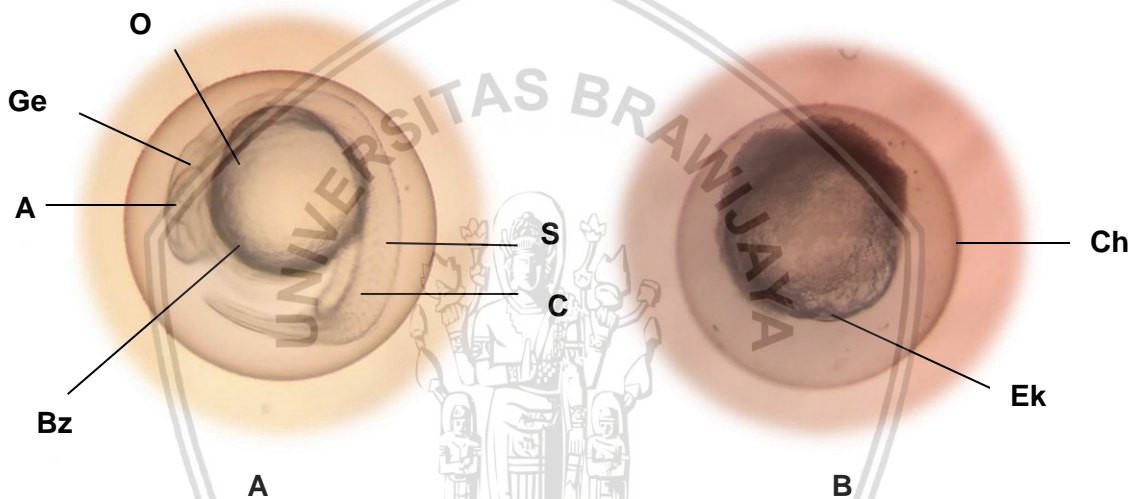
Stadia gastrula adalah sebagai kelanjutan dari stadium blastula lapisannya berkembang dari satu menjadi dua lapis. Awal dari gastrulasi ini terjadi begitu stadium blastula berakhir. Periode gastrula dimulai saat epiboly terbentuk 50% sampai terbentuk sempurna serta *tail bud* juga terbentuk.

Proses pembelahan sel dengan pergerakannya berjalan lebih cepat dibandingkan proses stadium blastula. Dalam garis besarnya proses pergerakan sel dalam stadium gastrula ada dua macam yaitu epiboly dan emboly. Epiboly adalah suatu pergerakan sel-sel kelak dianggap akan menjadi epidermis dan daerah persyarafan. Dengan adanya gerak epiboly ini akan terjadi penutupan kuning telur kecuali dibagian blastopore. Emboly adalah pergerakan sel yang arahnya menuju bagian dalam terutama diujung sumbu bakal embrio (Effendi, 1997).

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

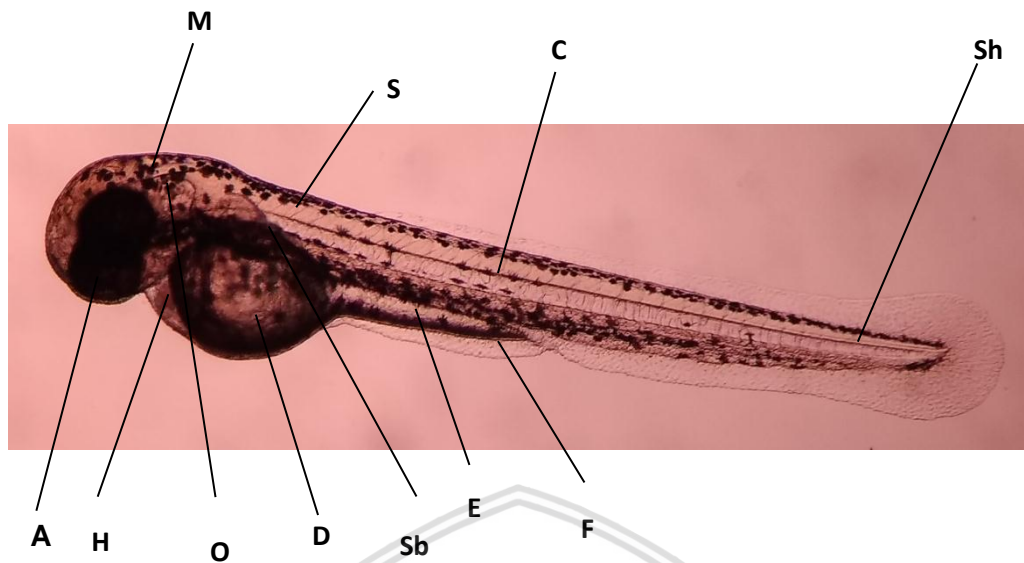


pada embrio. Periode selanjutnya adalah *segmentation* dimana terjadi perkembangan somite, organ dasar mulai terlihat, *tail bud* mulai berkembang, embrio mulai memanjang serta sel pertama terdeferensiasi dan pergerakan pertama kali terlihat. Pada tahap ini juga terbentuk perkembangan awal neuron, ginjal, telinga dan organ penciuman. Hal ini sesuai dengan pemaparan dimana proses gastrulasi berakhir apabila kuning telur sudah tertutup lapisan sel (perisai embrio). Bersamaan dengan selesainya proses gastrulasi sebenarnya sudah dimulai awal pembentukan organ-organ.



**Gambar 7A.** Perkembangan normal embrio zebrafish (*Danio rerio*) tahap pharyngula (24 hpf, perbesaran 100x). B. Mortalitas awal telur zebrafish (*Danio rerio*).

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.



**Gambar 8.** Perkembangan normal embrio zebrafish (*Danio rerio*) tahap *hatching* (48 hpf, perbesaran 40x)

**Keterangan gambar :**

- A : mata
- Bz : sel darah
- C : Chordata
- Ch : korion
- D : kuning telur
- E : usus
- Ek : koagulasi telur
- F : sirip
- Ge : otak
- H : hati
- M : melanophore
- O : kuncup telinga
- S : somites (segmen otot)
- Sb : gelembung renang
- Sh : ekor

*Hatching* merupakan saat terakhir masa pengeraman sebagai hasil beberapa proses sehingga embryo keluar dari cangkangnya. Penetasan disebut juga proses dimana terjadi perubahan dari inrakapsuler menjadi tipe ekstrakapsuler yakni hidup bebas. Pada saat akan terjadi penetasan kekerasan chorion akan semakin menurun. Pembentukan organ tubuh hampir sempurna ketika telur akan menetas. Periode *hatching* ikan zebra (*Danio rerio*) dimulai pada waktu 48 hpf selama periode ini embrio akan terus menerus tumbuh walaupun tidak secepat periode sebelumnya dan morfogenesis organ hampir





sempurna. Pada periode early larva morphogenesis sudah sempurna dan mulai berenang secara aktif (Kimmel *et al.*, 1995). Larva ikan zebra dikatakan normal jika memiliki sumbu tubuh yang lurus (Heiden *et al.*, 2007). Penetasan terjadi karena kerja mekanik dan kerja enzimatik. Kerja mekanik disebabkan embrio sering mengubah posisinya karena kekurangan ruang dalam cangkangnya atau karena embrio lebih panjang dari lingkungan cangkang. Kerja enzimatik merupakan enzim atau unsur kimia yang disebut chorion dikeluarkan oleh kelenjar endodermal di daerah parink embrio (Andriyanto *et al.*, 2013).

#### **4.2 Efek Supernatan Diatom *Haslea ostrearia* terhadap embrio Ikan Zebra (*Danio rerio*)**

Pengamatan morfologi bertujuan untuk mengetahui apakah supernatan *Haslea ostrearia* memberikan efek malforasi pada embrio ikan zebra (*Danio rerio*). Pada setiap perlakuan supernatan sebesar 5 %, 10 %, 15 % dan 20 % tidak memberikan efek teratogenik terhadap perkembangan embrio ikan zebra. Teratogenik merupakan perkembangan tidak normal dari sel, sehingga menyebabkan kerusakan pada embrio seperti kelainan morfologi atau yang sering disebut dengan malformasi. Poernomo (1999), memaparkan bahwa pengaruh lingkungan yang merugikan yang mempengaruhi pertumbuhan jaringan tergantung dari sifat dasar pengaruh zat teratogen tersebut. Bahan-bahan dari lingkungan dapat masuk dan mempengaruhi perkembangan jaringan didalam uterus. Saat perkembangan awal organisme, faktor gen dan lingkungan berpengaruh pada terjadinya teratogenesis. Perbedaan dalam hal reaksi terhadap zat teratogenik tergantung susunan morfologi atau biokimia yang ditentukan oleh gen.

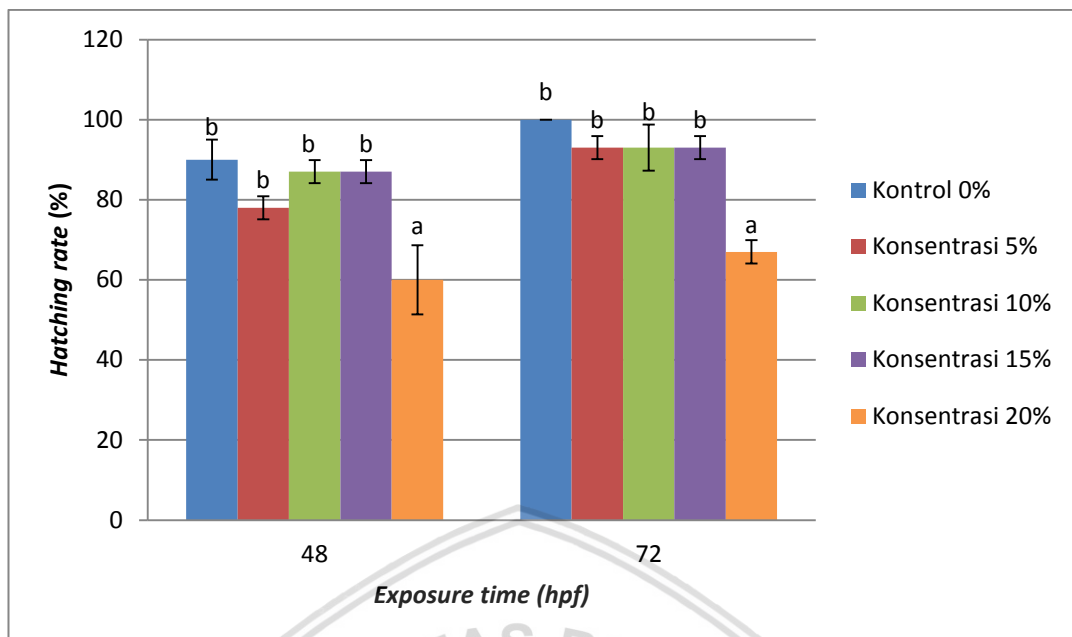
Embrio pada masing-masing perlakuan tidak mengalami malforasi , telur menetas dengan sempurna. Larva ikan zebra dikatakan normal jika memiliki



sumbu tubuh yang lurus (Heiden *et al.*, 2007). Sehingga hal ini berarti supernatan diatom *Haslea ostrearia* pada masing-masing perlakuan tidak mempengaruhi morfologi embrio ikan zebra. Data hasil perkembangan embrio ikan zebra pada masing-masing perlakuan terlampir pada **lampiran 12**. Windarto *et al.* (2014), memaparkan bahwa Salah satu diatom potensial yang dikembangkan adalah *Haslea ostrearia* . Jenis ini dikenal sebagai satu diatom yang dapat menghasilkan pigmen hijau biru, yang disebut marennine. Pigmen ini larut dalam air dan mempunyai sifat alami *polyphenolic*. Berdasarkan penelitian Lingga *et al.* (2012), bahwasannya perendaman telur lele sangkuriang dalam ekstrak bunga kecombrang yang mengandung polifenol tidak mempengaruhi proses perkembangan telur ikan lele sangkuriang dan tidak menyebabkan abnormalitas larva. Perbedaan perlakuan pada tiap konsentrasi ekstrak bunga kecombrang tidak menyebabkan perbedaan embrio dari telur sangkuriang. Sehingga polifenol yang terkandung pada supernatan diatom *Haslea ostrearia* tidak mengakibatkan abnormalitas larva ikan zebra (*Danio rerio*).

#### **4.3 Tingkat daya tetas ikan Zebra (*Danio rerio*) setelah dipapar supernatan diatom *Haslea ostrearia***

Telur ikan zebra yang fertile 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. Perhitungan daya tetas dilakukan mulai 48 jam setelah fertilisasi. Hasil penelitian tentang efek pemaparan supernatan diatom *Haslea ostrearia*, diperoleh hasil yang tidak terlalu jauh berbeda pada setiap perlakuan. Lebih jelasnya data persentase jumlah telur yang menetas pada setiap unit percobaan disajikan pada gambar grafik dibawah ini



**Gambar 9.** Efek supernatan *Haslea ostrearia* terhadap daya tetas (*hatching rate*) embrio zebrafish (*Danio rerio*). Data disajikan dengan rata-rata  $\pm$  SD. Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey.

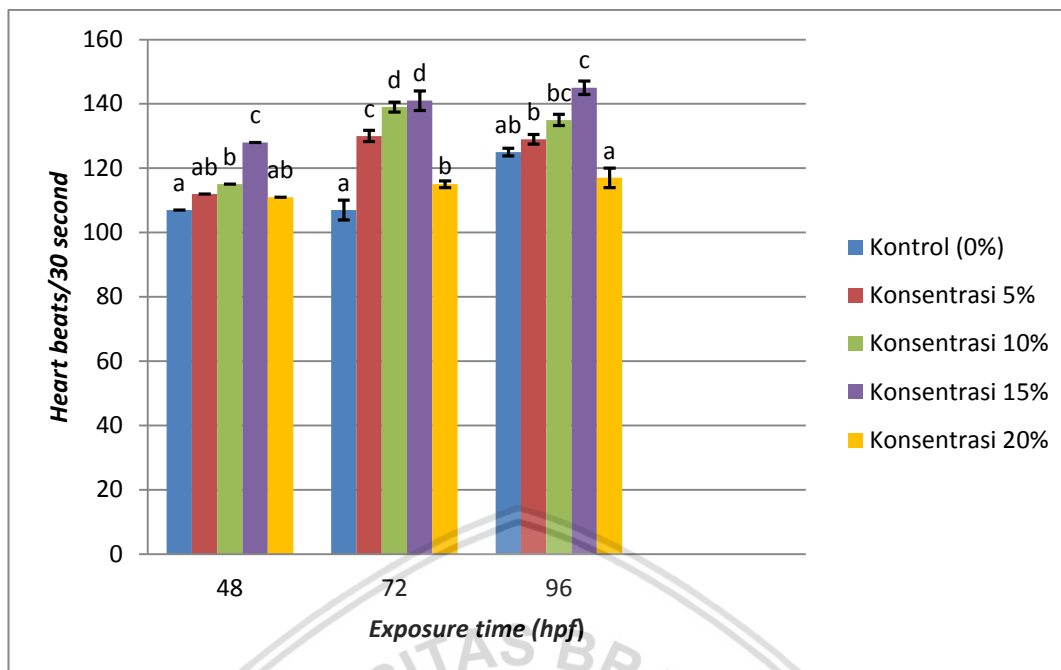
Hasil analisis statistik menggunakan *one-way* ANOVA dan dilanjutkan uji tukey menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi supernatan diatom *Haslea ostrearia* memberikan pengaruh ( $p < 0,05$ ) terhadap daya tetas (*hatching rate*) embrio ikan zebra dan waktu lama pemaparan memberikan pengaruh terhadap daya tetas pula. Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa, pada waktu 48 hpf konsentrasi 0 % tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 5 %, 10 %, 15 %, namun pada konsentrasi 20 % berbeda nyata dengan konsentrasi 0 %, 5 %, 10 %, 15 %. Pada waktu 72 hpf konsentrasi 0 % tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 5 %, 10 %, 15 %, namun konsentrasi 20 % berbeda nyata dengan konsentrasi 0 %, 5 %, 10 % dan 15 %.

Berdasarkan data diatas dosis yang baik untuk dosis supernatan berkisar antara 5 % sampai 15 %. Kemudian pada 20 % supernatan mengakibatkan tingkat daya tetas telur ikan zebra menurun. Pemaparan supernatan diatom *Haslea ostrearia* yang semakin tinggi akan menyebabkan tingkat daya tetas menurun, hal ini disebabkan dosis yang semakin tinggi akan lebih dominan

diserap secara langsung oleh telur karena adanya tekanan osmotik yang lebih besar melalui dinding sel sehingga akan mengganggu sintesis protein dalam jaringan syaraf, dan akan terjadi denaturasi protein yang dapat menghambat perkembangan embrio. Hal senada disampaikan oleh Woynarovich dan Harvath (1980), denaturasi protein dalam telur oleh karena pemberian obat yang terlalu tinggi dapat menghambat proses metabolisme telur, sehingga telur banyak yang tidak berkembang lebih lanjut. Sehingga dapat disimpulkan bahwa supernatan diatom *Haslea ostrearia* mempengaruhi tingkat daya tetas embrio ikan zebra (*Danio rerio*) pada masing-masing konsentrasi supernatan yang diberikan.

#### **4.4 Efek Pemberian supernatan diatom *Haslea ostrearia* terhadap frekuensi detak jantung ikan Zebra (*Danio rerio*)**

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 (*Danio rerio*) dipengaruhi beberapa faktor yaitu jumlah konsentrasi yang diberikan, lamanya waktu pemaparan, dan bahan yang terkandung dalam supernatan *Haslea ostrearia*. Berdasarkan grafik dibawah menunjukkan bahwa detak jantung meningkat seiring dengan perkembangannya embrio dan bertambahnya waktu. Berikut ini gambar grafik frekuensi detak jantung embrio ikan zebra yang dipapar oleh supernatan diatom *Haslea ostrearia* :



**Gambar 10.** Efek supernatan *Haslea ostrearia* terhadap frekuensi denyut jantung embrio zebrafish (*Danio rerio*). Data disajikan dengan rata-rata  $\pm$  SD. Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey.

Hasil analisis statistik menggunakan *one way ANOVA* dan dilanjutkan dengan uji Tukey menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi supernatan memberikan pengaruh ( $p < 0,05$ ) terhadap detak jantung (*heart beat*) embrio ikan zebra kemudian waktu lama pemaparan juga memberikan pengaruh terhadap denyut jantung. Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa pada waktu 24 jam belum terlihat detak jantung ikan zebra sehingga hasilnya adalah 0. Pada waktu 48 *hpf* konsentrasi 0 % berbeda nyata dengan konsentrasi 5 %, 10 %, 15 % dan 20 % namun pada konsentrasi 5 % tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 20 %. Pada waktu 72 *hpf* konsentrasi 0 % berbeda nyata dengan konsentrasi 5%, 10%, 15% dan 20%, namun pada konsentrasi 10% tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 15%. Pada waktu 96 *hpf* konsentrasi 0 % berbeda nyata dengan konsentrasi 5%, 10 %, 15 % dan 20 %.

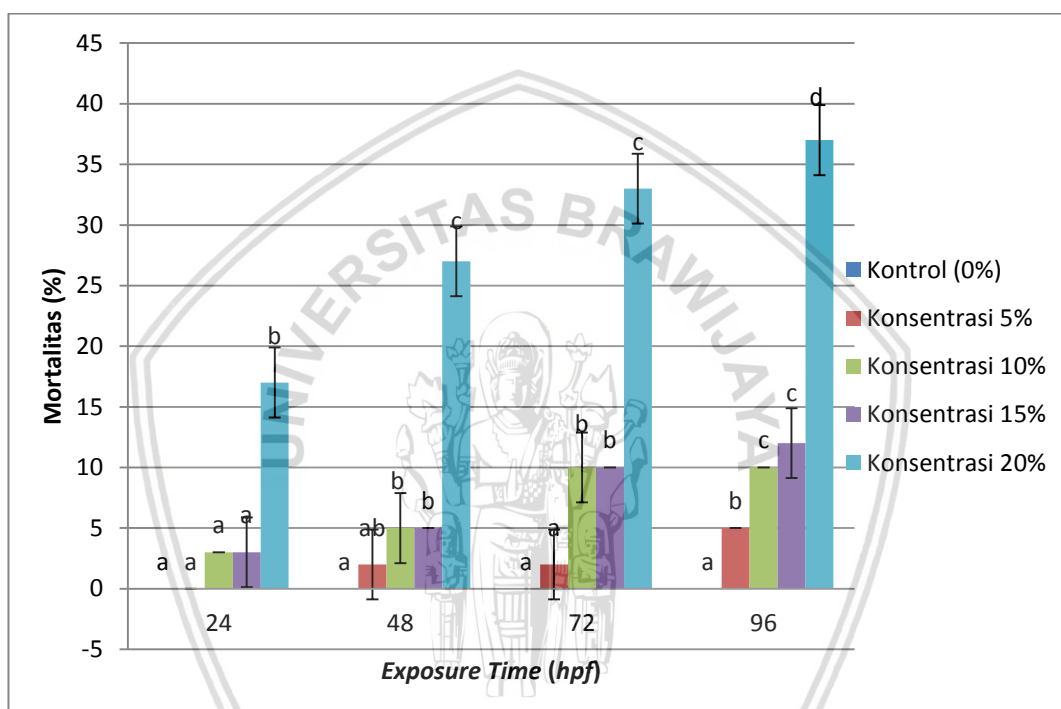
Jantung merupakan organ fungsional pertama yang terbentuk pada ikan zebra dan detak jantung menjadi parameter penting untuk uji toksikologi pada

embrio. Detak jantung ikan zebra mulai terlihat pada waktu 48 hpf (Kang *et al.*, 2017). Pada embrio ikan zebra (*Danio rerio*) frekuensi denyut jantung normal mendekati denyut jantung manusia yaitu berkisar 120-170 kali per menit (Kowan *et al.*, 2015). Telur ikan zebra memiliki sifat permeable dimana zat dari luar dapat masuk ke dalam embrio hal ini sesuai dengan pernyataan Kari *et al.* (2007), bahwa ikan zebra dapat mewakili spesies vertebrata, dan tahapan embrio dari ikan ini memiliki beberapa kelebihan, seperti berkembang secara serentak, morfologi yang transparan, bersifat permeabel terhadap obat-obatan, serta dapat dengan mudah dimanipulasi menggunakan pendekatan genetika dan molekular.

Windarto *et al.* (2014), memaparkan bahwa salah satu diatom potensial yang dikembangkan adalah *Haslea ostrearia*. Jenis ini dikenal sebagai satu diatom yang dapat menghasilkan pigmen hijau biru, yang disebut marennine. Pigmen ini larut dalam air dan mempunyai sifat alami *polyphenolic*. Sehingga kandungan polifenol pada supernatan diatom *Haslea ostrearia* kemungkinan dapat masuk melalui membran sel embrio ikan zebra. Akibatnya semakin tinggi konsentrasi supernatan yang diberikan pada media kultur embrio maka semakin tinggi pula tingkat frekuensi denyut jantung. Hal ini sesuai pemaparan Athiroh dan Permatasari (2012), bahwasannya kandungan polifenol pada teh hitam dapat meningkatkan relaksasi otot polos pembuluh darah bersama dengan peran endotel. Peningkatan frekuensi detak jantung embrio ikan zebra berakhir pada dosis 15 % supernatan diatom *Haslea ostrearia* kemudian pada dosis 20 % terjadi penurunan karena dosis yang diberikan terlalu tinggi. Namun penurunan tersebut masih dalam kadar yang normal.

#### 4.5 Efek Pemberian supernatan *Haslea ostrearia* terhadap Mortalitas ikan Zebra (*Danio rerio*)

Pemberian supernatan dengan dosis yang berbeda pada embrio ikan zebra (*Danio rerio*) memberikan dampak tingkat mortalitas embrio. Lama pemaparan dan dosis supernatan *Haslea ostrearia* menyebabkan mortalitas pada ikan zebra. Tingkat mortalitas tertinggi pada perlakuan 20 % dimana mortalitas mencapai rata-rata sebesar 33 %.



**Gambar 11.** Efek supernatan *Haslea ostrearia* terhadap mortalitas embrio zebrafish (*Danio rerio*). Data disajikan dengan rata-rata  $\pm$  SD. Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey.

Hasil analisis statistik menggunakan *one way* ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Tukey menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi supernatan *Haslea ostrearia* memberikan pengaruh ( $p < 0,05$ ) terhadap mortalitas ikan zebra kemudian lama waktu pemaparan juga mempengaruhi tingkat mortalitas embrio ikan zebra. Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa, pada waktu 24 hpf konsentrasi 0 % berbeda nyata dengan konsentrasi 20 %, namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 5 %, 10 %, dan konsentrasi 15 %. Pada waktu 48 hpf konsentrasi 0 % berbeda nyata dengan konsentration 5 %, 10 % dan konsentrasi 20



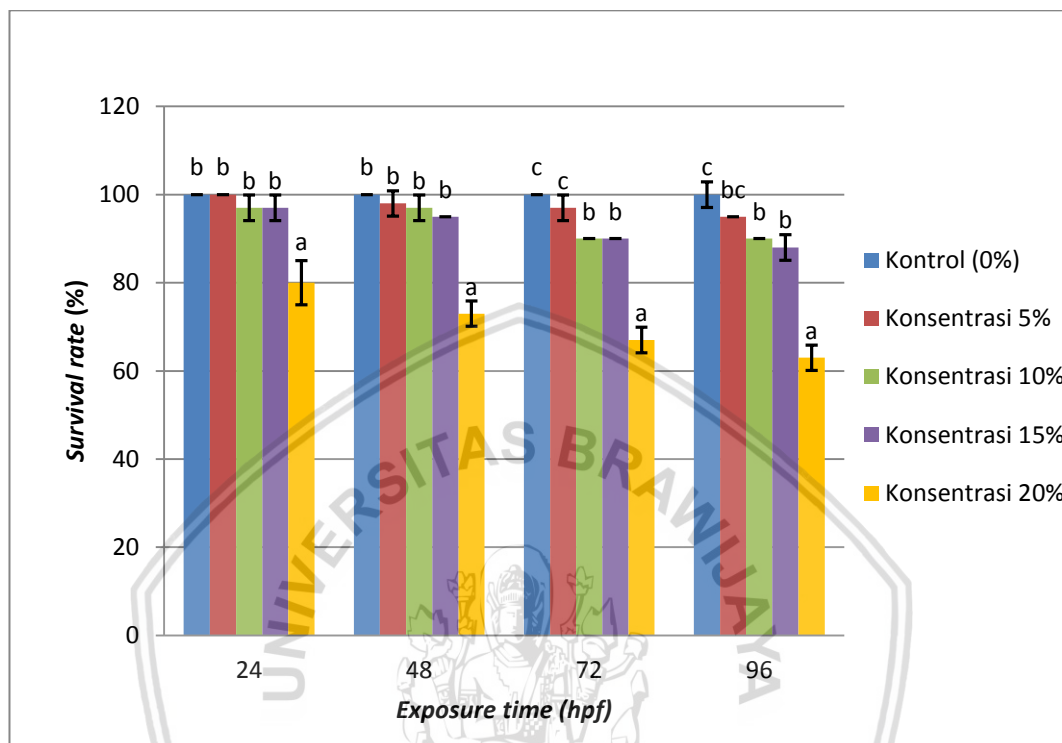
%, namun pada konsentrasi 10 % tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 15 %. Pada waktu 72 hpf konsentrasi 0 % berbeda nyata dengan konsentrasi 5 %, 10 %, 15 % dan 20 %, namun konsentrasi pada konsentrasi 10 % tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 15 %. Pada waktu 96 hpf konsentrasi 0 % berbeda nyata dengan konsentrasi 5 %, 10 %, 15 % dan konsentrasi 20 %, namun pada konsentrasi 10 % tidak berbeda nyata (sama dengan) dengan konsentrasi 15 %

Berdasarkan data pada dosis 20 % supernatan diatom *Haslea ostrearia* mengakibatkan rata-rata tingkat mortalitas embrio ikan zebra tertinggi yaitu mencapai 37 %. Pada dosis dibawah 20 % supernatan rata-rata tingkat mortalitas ikan kurang dari 12 %. Pada metode ZFET embrio ikan zebra baru dapat dinyatakan mati apabila memenuhi salah satu atau lebih dari 4 kriteria yang ada, yakni koagulasi, tidak terbentuknya somit, terjadi perlekatan pada ekor, dan tidak ada denyut jantung (OECD 2013). Waktu pemaparan supernatan embrio ikan zebra berlangsung selama 96 jam. Lama pemaparan yang diberikan pada embrio menyebabkan embrio akan lebih banyak menyerap zat aktif sehingga menyebabkan toksisitas bagi tubuh yang berakibat pada kematian embrio ikan zebra (Wu *et al.* 2007). Tingkat mortalitas ikan zebra meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi supernatan diatom *Haslea ostrearia* yang diberikan pada media embrio ikan zebra (*Danio rerio*). Selain itu waktu pemaparan juga berpengaruh terhadap mortalitas embrio.

#### **4.6 Efek Pemberian supernatan diatom *Haslea ostrearia* terhadap *Survival Rate* (SR) pada ikan Zebra (*Danio rerio*)**

Pemberian supernatan dengan dosis yang berbeda pada embrio ikan zebra (*Danio rerio*) memberikan dampak tingkat *Survival Rate* (SR). Dosis supernatan *Haslea ostrearia* menyebabkan *Survival Rate* (SR) pada ikan zebra. Selain itu waktu lama pemaparan supernatan diatom *Hasea ostrearia* juga mempengaruhi

tingkat SR (*Survival Rate*) embrio ikan zebra. Fase embrio merupakan fase yang rentan terhadap perubahan lingkungan. Berikut ini gambar grafik data tingkat S R embrio ikan zebra yang dipapar supernatan.



**Gambar 12.** Efek supernatan diatom *Haslea ostrearia* terhadap *Survival Rate* (SR) embrio zebrafish (*Danio rerio*). Data disajikan dengan rata-rata  $\pm$  SD. Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey.

Hasil analisis statistik menggunakan *one way ANOVA* dan dilanjutkan dengan uji Tukey menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi supernatan *diatom Haslea ostrearia* memberikan pengaruh ( $p < 0,05$ ) terhadap *Survival Rate* (SR) ikan zebra. Kemudian waktu lama pemaparan juga mempengaruhi tingkat SR embrio ikan zebra. Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa, pada waktu 24 hpf konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 20%, namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 5%, 10%, dan konsentrasi 15%. Pada waktu 48 hpf konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 20%, namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 5%, 10%, dan konsentrasi 15%. Pada waktu 72 hpf konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 10%, 15% dan 20%

namun tidak berbeda nyata atau sama dengan konsentrasi 5 % dan pada konsentrasi 10% tidak berbeda nyata atau sama dengan konsentrasi 15%. Pada jam 96 hpf jam konsentrasi 0% berbeda nyata dengan konsentrasi 5%, 10%, 15% dan 20% namun pada konsentrasi 10% tidak berbeda nyata atau sama dengan konsentrasi 15%.

Berdasarkan data diatas bahwa semakin tinggi dosis supernatan diatom *Haslea ostrearia* yang diberikan pada media inkubasi embrio ikan zebra (*Danio rerio*) maka semakin berkurang tingkat *Survival Rate* embrio. Selain itu faktor lingkungan juga berpengaruh terhadap kelulusan hidup ikan. Berdasarkan pemaparan Dharma (2015), bahwa faktor lingkungan seperti suhu, oksigen, intensitas cahaya dan salinitas serta penanganan telur pada saat inkubasi, cara pemeliharaan sangat berperan dalam proses produksi dalam pembenihan ikan laut untuk menghasilkan benih yang berkualitas tinggi. Selain itu kualitas telur juga berpengaruh bagi perkembangan embrio ikan zebra

#### **4.7 Hasil Analisis Kualitas Air**

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran dan pengamatan terhadap parameter kualitas air diantaranya parameter fisika berupa suhu dan parameter kimia berupa pH dan DO (*Dissolved Oxygen*). Parameter kualitas air berpengaruh dalam proses pemijahan dan penetasan telur. Kualitas air media seperti suhu , pH dan oksigen terlarut. Parameter fisika dan kimia ini harus pada kondisi optimal. Suhu berpengaruh terhadap penetasan telur dimana makin tinggi suhu air makin tinggi suhu air makin cepat terjadi penetasan telur. Peningkatan suhu media inkubasi berbanding lurus dengan peningkatan daya tetas telur hingga mencapai suhu optimal, jika suhu media terus meningkat melebihi suhu optimal maka daya tetas akan berangsur menurun (Andriyanto *et al.*, 2013).

Suhu merupakan faktor lingkungan yang secara langsung mempengaruhi kehidupan ikan. Suhu berpengaruh dalam proses pemijahan, penetasan telur, laju metabolisme dan kelangsungan hidup. Fluktuasi suhu berpengaruh terhadap daya tetas telur. Suhu air pada media budidaya yang sering berubah hanya mampu menghasilkan tingkat penetasan telur berkisar antara 60-70 % (Sugama dan Artaty, 1993). Oleh karena itu kualitas air optimalisasi suhu pada media budidaya sangat diperlukan untuk menunjang daya tetas telur dan kelangsungan hidup larva. Selain itu faktor lain yang berpengaruh terhadap penetasan telur adalah pH dan oksigen terlarut. Oksigen terlarut dibutuhkan dalam proses metabolisme embrio didalam telur (Yustina dan Darmawati, 2003). Data hasil pengukuran parameter kualitas air dapat dilihat pada tabel berikut ini

Tabel 2. Data Kualitas Air

konsentrasi (%)	suhu(°C)				pH				DO (mg/l)			
	24	48	72	96	24	48	72	96	24	48	72	96
0	26,8	26,5	27,5	27,6	7,92	7,74	7,55	7,58	3,95	4,11	4,05	4,02
5	26,2	27,8	27,2	27,2	6,86	7,29	7,34	7,11	3,37	3,63	3,92	4,05
10	26,2	27,6	27,3	27,3	7,43	7,26	7,11	7,67	4,02	4,13	4,45	4,45
15	26,2	27,2	27,2	27,6	7,27	7,2	6,98	7,43	4,14	4,15	4,08	4,26
20	26,1	27,2	27,4	27,4	6,89	7,9	7,38	7,22	4,23	4,18	4,08	4,15
Standar Baku mutu	18 °C - 28 °C				6,5 - 8,5				4,5 ppm - 7,40 ppm			
	<b>(Hamilton, 2004)</b>				<b>(OECD, 2013)</b>				<b>(Boyd, 1990)</b>			

Suhu air yang terlalu rendah menyebabkan perlambatan produksi enzim sehingga memperlambat penetasan telur, sedangkan suhu yang tinggi menyebabkan penetasan premature embrio muda yang sebagian besar tidak mampu hidup serta dapat mengakibatkan kematian larva (Vladimirov, 1975). Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Fujaya (2002), bahwasannya suhu juga merupakan faktor penting yang mempengaruhi sekresi enzim penetasan. Pada suhu rendah 1-2 °C, pemijahan dan penetasan akan terhambat, juga mengurangi



sintasan. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa suhu rata-rata hasil penelitian berkisar antara 26,1-27,8 °C. Kisaran suhu tersebut masih dalam kondisi yang optimal hal ini sesuai dengan pernyataan Hamilton (2004), ikan zebra dapat mentoleransi suhu 18-28°C.

Nilai pH perlu dipertahankan pada kisaran yang layak karena nilai pH errat kaitannya dengan keseimbangan ionik antara tubuh dan lingkungannya dengan cara penukaran ion H<sup>+</sup> antara sel dengan lingkungannya. Bila keseimbangan ini tidak tercapai maka ikan atau embrio akan lebih rentan mengalami luka yang disebabkan pecahnya dinding sel sehingga mengakibatkan bakteri dan parasit bisa masuk kedalam embrio ikan. Misalnya keberadaan jamur di dalam media air umumnya merugikan karena dapat menyerang telur ikan atau ikan (Lesmana, 2004). Derajat pH dari hasil penelitian rata-rata berkisar antara 6,86- 7,92. Nilai pH yang baik untuk menunjang kehidupan ikan zebra berkisar antara 6,5-7 (Sakurai et al., 1992) sedangkan kisaran pH optimal untuk pertumbuhan embrio berdasarkan OECD (2013), berkisar antara 6,5-8,5. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa kisaran nilai pH hasil penelitian ini masih baik untuk pertumbuhan dan perkembangan ikan zebra.

Oksigen terlarut diperlukan untuk perkembangan embrio sehingga tahapan perkembangannya berjalan dengan sempurna. Selain itu kandungan oksigen digunakan untuk respirasi dan eksresi telur (Tridjoko, 2004). Kurangnya oksigen tidak hanya memperlambat perkembangan embrio tetapi juga dapat menimbulkan kematian embrio. Jika gas oksigen rendah saat inkubasi telur maka akan mengakibatkan ukuran kuning telur lebih kecil dan lemah dibandingkan bila kandungan oksigen cukup tinggi.

Oksigen terlarut yang cukup sangat penting dalam pembenihan karena telur dan benih memiliki tingkat metabolisme yang tinggi. Konsentrasi oksigen terlarut tidak kurang dari 4-5 mg/L setiap saat dalam penetasan (Aryani, 2015).

Boyd (1990), menyatakan bahwa oksigen terlarut yang optimal berkisar antara 4,5 ppm-7,40 ppm. Berdasarkan hasil penelitian kandungan oksigen dalam pemeliharaan embrio ikan zebra (*Danio rerio*) berkisar antara 3,37-4,45 ppm sehingga hasil yang diperoleh belum termasuk kondisi yang optimal. Hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh tidak adanya aliran air atau aerasi.





## BAB 5

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Perkembangan embrio Zebrafish (*Danio rerio*) setelah pemaparan supernatan diatom *Hasle ostrearia* pada masing-masing perlakuan dengan konsentrasi 0 %, 5 %, 10 %, 15 % dan 20 % tidak mempengaruhi morfologi embrio. Supernatan diatom *Haslea ostrearia* pada masing-masing perlakuan tersebut tidak mengakibatkan efek teratogenik pada organ embrio ikan zebra sehingga ikan tidak mengalami malforasi (kelainan morfologi). Ikan menetas sempurna dengan memiliki sumbu tubuh yang lurus. Hasil analisis statistik menggunakan *one-way* ANOVA dan dilanjutkan uji Tukey menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi memberikan pengaruh yang berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap mortalitas, daya tetas (*hatching rate*), detak jantung (*heart beats*), dan SR (*Survival Rate*) pada embrio ikan zebra (*Danio rerio*). Kemudian lama waktu pamaran menggunakan supernatan diatom *Haslea ostrearia* juga berpengaruh terhadap tingkat mortalitas, daya tetas, detak jantung dan SR embrio ikan zebra.

#### 5.2 Saran

Penelitian lebih lanjut sebaiknya ditentukan terlebih dahulu nilai ambang bawah dan ambang atas terlebih dahulu sebelum uji lanjutan untuk penelitian lanjutan dianjurkan penggunaan diatom *Haslea ostrearia* di ekstrak terlebih dahulu atau dilakukan purifikasi marenin untuk mengetahui lebih jauh lagi pengaruh kandungan marenin terhadap organisme akuatik selain itu dapat dilakukan penelitian lanjutan menggunakan organisme akuatik lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditiningrum, K. A. 2015. Uji toksisitas ekstrak etanol rimoang putih terhadap larva udang dan embrio ikan zebra. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- Affandi, R., D.S. Sjafei., M.F. Rahardjo., Sulistiono. 2005. Fisiologi Ikan. Pencernaan dan Penyerapan Makanan. Dep. Managemen Sumberdaya Perairan. FPIK, IPB. Bogor.
- Algabase. 2018. Haslea ostrearia (Galion) Simonsen. <http://www.algabase.org/search/spesies/detail/?species> id=38299. Diakses pada 14 Mei 2018.
- Andriyanto, W., B.Slamet dan I.M.D.J. Ariawan. 2013. Perkembangan embrio dan rasio penetasan telur ikan kerapu raja sunu (*Plectropoma laevis*) pada suhu media berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 5 (1) : 192-203.
- Aggraini, D., F.H. Taqwa dan Yulisman. 2014. Mortalitas benih ikan koi (*Cyprinus carpio*) pada ketinggian dasar media gabus ampas tebu dan lama waktu pengangkutan yang berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 8 : 78-89.
- Aryani, N. 2015. *Nutrisi Untuk Pembenihan Ikan*. Bung Hatta University Press : Padang. 64 hlm.
- Athiroh, N dan N. Permatasari. 2012. Mekanisme Benalu Teh pada Pembuluh darah. Fakultas MIPA. Universitas Islam Malang.
- Axelrod, H. R., W. E. Burgess., N. Pronek., J. G. Walls. 1997. Dt. Axelrod's Atlas of Freshwater Aquarium Fishes. Ninth Edition. T. F. H Publications. Inc. USA. 350p.
- Azmi, Z., Saniman dan Ishak. 2016. Sistem penghitung pH air pada tambak ikan berbasis mikrokontroller. *Jurnal Saintikom*. 15 (2) : 101-108 hlm.
- Barman, R. P. 1991. A taxonomic revision of the Indo-Burmese species of *Danio rerio*. Record of the Zoological Survey of India Occasional Papers 137, 1-91.
- Boyd, C. T. 1990. Water quality in pond for aquaculture. Brimingham Publishing Co. Brimingham. Alabama. 359 pp.
- Bungin, B. 2008. Metodologi Penelitian Kuantitatif. Kencana Media Group : Jakarta
- Burhanuddin dan E. A. Hendrajat. 2011. Pertumbuhan ikan nila merah gift F<sub>2</sub> di tambak. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. 1993.1200 hlm.

- Chakraborty. C., Hsu CH, Wen ZH, Lin CS, Agoramoorthy G. 2009. A complete animal model for in vivo drug discovery and development. *Curr Drug Metabolism*. 10 (2) : 116-124.
- de Esch C, Sliker R, Wolterbeek A, Woutersen R, de Groot D.2012. Zebrafish as potential model for developmental neurotoxicity testing: A mini review. *Neuro Terato*. 34:545–553.
- Detrich., H, M. Westerfield dan L. I. Zon. 2009. Essential Zebrafish Methods Genetics and Genomics. Elsevier. USA. 1p.
- Dharma, T.S. 2015. Perkembangan embrio dan penyerapan nutrisi endogen pada larva dari pemijahan secara alami induk hasil budidaya ikan bawal laut, *Trachinotus blochii*, Lac. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 7 (1) ; 83-90 hlm.
- Djaelani, Anurofiq. 2013. Teknik Pengumpulan Data Dalam Penelitian Kualitatif. *Majalah Ilmiah Pawiyatan* 82. XX(1): 83-92 hlm.
- Effendi, M.I. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama : Yogyakarta.
- Eschmeyer, W. N. 1990. Catalog of The Genera of Recent Fish.es. California Academy of Sciences. San Fransisco. 697.
- Fujaya, Y. 2002. Fisiologi Hewan Air. Rineka Cipta. Jakarta. hal. 56-60.
- Gastineau, R., Hardivillier, Y., Leignel, V., Tekaya, N., Morançais, M., Fleurence, J., Davidovich, N., Jacqueline, B., Gaudin, P., Hellio, C., Bourgougnon, N., Mouget, J.L.,2012. Greening effect on oysters and biological activities of the blue pigments produced by the diatom *Haslea karadagensis* (Naviculaceae). *Aquaculture* 368-369,61–67.
- Gastineau, R., N. Davidovich, G. Hansen, J. Rines, A. Wulff, I. Kaczmarska, J. Ehrman, D. Herma, F. Maumus, Y. Hardiviller, V. Leignel, B. Jacquett, V. Meleder, G. Hallegraeff. M. Yallop, R. Perkins, J. J. Cadoret, B. S. Jean, G. Carrier and J.L. Mouget. 2014. *Haslea ostrearia*-like Diatoms: Biodiversity out of the Blue. *Haslea ostrearia*-like Diatoms: Biodiversity out of the Blue. 71 : 442-459 hlm.
- Gastineau, R., Y. Hardiviller, V. Leignel, N. Tekaya, M. Morançais, J. Fleurence, N. Davidovich, B. Jacquatte, P. Gaudin, C. Hellio, N. Bourgougnon, J.L. Mouget. 2012. Greening effect on oysters and biological activities of the blue pigments produced by the diatom *Haslea karadagensis* (Naviculaceae). *Aquaculture*. 368 (369) : 61-67 hlm.
- Hamilton. 2004. Zebra danio. <http://www.fishbase.com> [14 Mei 2018].
- Hanfiah, K.A. 2000. Rancangan percobaan: teori dan aplikasi. 2nd ed. Cet. VI. Raja Grafindo Persada : Jakarta. 259 hlm.
- Hasan, M. Iqbal. 2002. Pokok-pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya, Ghalia Indonesia, Bogor.

- Heiden TCK, Dengler E, Kao WJ, Heideman W, Peterson RE. 2007. Developmental toxicity of low generation PAMAM dendrimers in zebrafish. *Toxicology Appl Pharmacol.* 225:70-79.
- Ismara,D.D. 2006. Pengaruh manipulasi suhu media terhadap penampiran reproduksi ikan zebra ( *Brachydanio rerio*). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Kang, L., Jia-Qi Wu, Ling-Ling Jiang, Li-Zhen Shen, Jiang-Ying Li, Zhi-Heng He, Ping, W., Zhuo, L., Ming-Fang He. 2017. Developmental toxicity 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in zebrafish (*Danio rerio*) embryos. *Chemosphere.* 171 : 40-48.
- Kari, G., U. Rodeck., A. P. Dicker. 2007. Zebrafish: an emerging model system for human disease and drug discovery. *Clin Pharmacol Therapeutics.* **82** : 70-80.
- Kimmel, C. B., W. W. Ballard., S. R. Kimmel., B. Ullmann., A. F. Schilling. 1995. Stages Of Embryonic Development Of The Zebrafish. *Developmental Dynamics.* **203** : 253-301 hlm.
- Kohli, V and A. Y. Elezzabi. 2008. Laser surgery of zebrafish (*Danio rerio*) embryos using femtosecond laser pulses: optimal parameters for exogenous material delivery, and the laser's effect on short- and long-term development. *BMC Biotechnol.* **8** (7) : 1-20.
- Kowan, K. A., H. Airlangga., N. Aini. 2015. Uji nilai LC50 Dekokta *Centella asiatica* terhadap frekuensi denyut jantung embrio ikan zebra (*Danio rerio*). *Jurnal Kedokteran Komunitas.* **3** (1): 147-155.
- Lagier, K.F. 1972. *Freshwater Fishery Biology*. WMC. Brow Co. Publ. USA.
- Laveastu. T dan L.H. Murray. 1981. *Fisheries Oceanography and ecology*. Fishing New Book Ltd.: England.
- Lepinay, A. H., Capiax, V. Turpin, F. Mondeguer dan T. Lebeau. 2016. Bacterial community structure of the marine diatom *Haslea ostrearia*. *Algal Research.* 16 : 418-426.
- Lesmana, D. S. 2004. *Kualitas Air untuk Ikan Hias Air Tawar*. Penebar Swadaya : Jakarta. 85 hlm
- Lingga, M.N., I. Rustikawati dan I. D. Buwono. 2012. Efektivitas ekstrak bunga kecombrang (*Nicolaia speciosa* Horan) untuk pencegahan serangan *Saprolegnia* sp. Pada lele sangkuriang. *Jurnal Perikanan dan Kelautan.* 3 (4) : 75-80.
- Meinelt, T., C. Schulz., M. Wirth., H. Kurzinger., C. Steinberg. 1999. Dietary fatty acid composition influences the fertilization rate of zebrafish (*Danio rerio* Hamilton-Buchanan). *Appl. Ichthyol.* 15 : 19-23.



- Miller. 2000. *Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry*, 4th, Prentice Hall : Harlow.
- Mulyani, F. A. M. 2014. Uji toksisitas dan perubahan struktur mikroanatomi insang ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus var.*) yang dipapar timbal asetat. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang.
- Narbuko, C dan Abu Achmadi. 2007. *Metodologi Penelitian*. Bumi Aksara : Jakarta. 206 hlm.
- Nofrizal. 2014. Aktivitas Jantung ikan nila, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 10780 pada kecepatan renang berbeda yang dipantau dengan elektrokardiograf(EKG). *Jurnal. Iktiologi Indonesia*. 14 (2):101-109.
- Nugraha, Dimas., M.N.Supardjo dan Subiyanto. 2012. Pengaruh perbedaan suhu terhadap perkembangan embrio dan daya tetas telur dan kecepatan penyerapan kuning telur ikan black ghost (*Apteteronotus albifrons*) pada skala laboratorium. *Journal of Management of Aquatic Resources*. 1(1) : 1-6 hlm.
- [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.
- Poernomo, B. 1999. *The Teratology Highlight*. Post Graduate Programme. Airlangga University : Surabaya. 53 p.
- Pouvreau JB, Morançais M, Fleury F, Rosa P, Thion L, Cahingt B, Zal F, Fleurence J, Pondaven P . 2006. Preliminary characterisation of the blue-green pigment "marennine" from the marine tychopelagic diatom *Haslea ostrearia* (Gaillon/Bory) Simonsen. *J Appl Phycol* (In press.)
- Prasetya, F.S., L.A.Comeau, R. Gastineu, P. Decotignies, B. Cognie, M. Morançais, F. Turcotte, J.L. Mouget and R. Tremblay. 2017. Effect of marennine produced by the blue diatom *Haslea ostrearia* on behavioral, physiological and biochemical traits of juvenile *Mytilus edulis* and *Crassostrea virginica*. *Aquaculture*. 567 : 138-148.
- Rahman, A., A.A.Sentosa dan D.Wijaya. 2012. Sebaran ukuran dan kondisi ikan zebra *Amatitlania nigrofasciata* (Günther, 1867) di Danau Beratan, Bali. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 12 (2) : 135-145 hlm.
- Rovita, G. D., P. W Purnomo dan P. Soedarsono. 2012. Stratifikasi vertikal NO<sub>3</sub>-N dan PO<sub>4</sub>-P pada perairan di sekitar eceng gondok (*Eichornia crassipes Solms*) dengan latar belakang penggunaan lahan berbeda di rawa pening. *Journal Of Management Of Aquatic Resources*. 1 (1) : 1-7 hlm.
- Rumengan, I.F.M., N.D. Rumampuk, J. Rimper dan F. Losung. Produksi dan uji aktivitas antimikroba senyawa bioaktif yang diekstrak dari rotifer (*Brachionus rotundiformis*) strain lokal. *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*. 1(1) : 57-70 hlm.



- Sa'adah, W. 2014. Analisa Usaha Budidaya Udang Vannamei (*Lithopenaeus vannamei*) dan Ikan Bandeng (*Chanos-chanos Sp.*) di Desa Sidokumpul Kecamatan Lamongan Kabupaten Lamongan Jawa Timur. UNISLA.
- Sakurai A., Sakamoto Y., Mori F. 1992. Aquarium Fishes of The World : The comprehensive guide to 650 species. Chronicle book. San Fransisco California.
- Salmin. 2005. Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologi (BOD) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan. *Oseana*. **30** (3) : 21 – 26.
- Setyanto, Eko. 2005. Memperkenalkan kembali metode eskperimen dalam kajian informasi. *Ilmu Komunikasi*. 3 (1) : 37-48 hlm.
- Situmorang, S. H. 2010. Analisis Data untuk Riset Manajemen dan bisnis. USU Press : Medan. 75 hlm.
- Spence, R., G. Gerlach., C. Lawrence., C. Smith. 2006. The behaviour and ecology of the Zebrafish, *Danio rerio*. In review.
- Standar Nasional Indonesia. 2004. Metode Pengukuran Kualitas Air. Dinas Pekerjaan Umum :Jakarta.
- Stresinger, G. 1981. Production of Clones of Homozygous Diploid Fish, *Brachydanio rerio*. *Nature*. 291 :293-296.
- Sugama, K., dan Artaty, W. 1993. Teknologi Pembenihan dan Pengadaan Benih Ikan Laut. Prosiding Temu Usaha Per masyarakatan Teknologi Karamba Jaring Apung Bagi Budidaya Laut, Jakarta.
- Tridjoko. 2004. Pengaruh Penggunaan Iodin Pada Inkubasi Telur Ikan Kerapu Bebek *Cromileptes altivelis* Terhadap Waktu Penetasan, Daya Tetas dan Kelulushidupan Larva Pada Stadia Awal Pemeliharaan Ikan Laut. *Aquacultura Indonesiana*. 5(2): 85–89.
- Utomo, N. B. P. 2009. Peningkatan mutu Reproduksi Ikan Hias melalui pemberian kombinasi asam lemak esensial dan vitamin dalam pakan pada Ikan Uji Zebra (*Danio rerio*). Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Vladimirov, V. I. 1975. Critical Periods. Independent of Fishes. *Jurnal Ichtiology*. 15 (6) : 851-963.
- Westerfield, M. 1995. The zebrafish book; A guide for the laboratory use of zebrafish (*Danio rerio*). University of Oregon Press, Eugene, 3rd edition, 300 pp.
- Wilson, S. 2003. Zebrafish (*Danio rerio*). <http://www.neuro.uoregon.edu/k12/FAQs.html>-67k Diakses tanggal 14 Februari 2018.
- Windarto, Eko., F. S. Prasetya, J.L. Mouget and R. Gastineau. 2014. Allelopathy



Effect of the Blue Diatom *HasleaOstrearia* (Gaillon) Simonsen: Growth Inhibition in Aquaculture Relevant Microalgae. *International Journal of Marine and Aquatic Resource Conservation and Co-existence*. 1 (1) : 19-26.

Woyrnovich, E and Harvath, L. 1980. The Artificial Propagation pf Warmwater Finfishes. A Manual for Extension. FAO Fish : Roma. pp 287-288.

Wu JY, Lin CY, Lin TW, Ken CF, Wen YD. 2007. Curcumin affects development of zebrafish embryo. *Biol Pharm Bull*. 30(7): 1336-1339.

Yuniarto, A., E. Y. Sukandar, I. Fidriany dan I. K. Adnyana. 2017. Aplikasi Zebrafish (*Danio rerio*) pada Beberapa Model Penyakit Eksperimental. *Media Pharmaceutica Indonesiana*. 1 (30 : 116-126)

Yustina, A. dan Darmawati. 2003. Daya Tetas dan Laju Pertumbuhan Larva Ikan Hias *Betta Splendens* di Habitat Buatan. *Jurnal Natur Indonesia* 5(2):129-13.



## DAFTAR ISTILAH

Animal Pole	: kutup hewan yang akan berdiferensiasi menjadi embrio
Blastodisc	: kubah sitoplasma (seperti cakram pada telur) yang memisahkan dari kuning telur ke arah animal pole selama satu tahap sel yang mengalami pembelahan
Blastomer	: tahap pembelahan embrio awal
Gastrula	: tahap pertumbuhan embrio terbentuk mangkuk yang terdiri atas dua sel atau masa embrio dini setelah masa blastula yaitu struktur bulat, hasil pembelahan zigot
Cleavage	: proses pembelahan sel pada perkembangan embrio, ukuran sel tersebut makin lama makin mengecil atau menjadi unit-unit kecil yang disebut blastomer
Chorion	: cangkang telur
Epiboly	: penipisan dan penyebaran YSL dan blastoderm di atas kuning telur
Blastula	: tingkat awal embrio pada hewan, berbentuk bundar seperti bola, terdiri atas lapisan dinding satu sel dan rongga berisi cairan
Hatching	: perubahan intracapsular (tempat yang terbatas) sehingga embrio keluar dari cangkangnya
<i>Hpf</i>	: hours post fertilization
Notochord	: jaringan aksial yang membantu perpanjangan tubuh dan akan berkembang menjadi medula spinalis saat vertebrata dewasa
Pharyngula	: tahapan filotopik pada embrio, bentuk tubuh melurus dari bentuk awalnya yang mengelilingi kuning telur
Phylotypic stages	: stage dimana embrio mengalami perkembangan seperti vertebrata/chordata yang meliputi pembentukan notokorda, tabung syaraf, somite dan post anal tail
Segmentation	: fase pembentukan organogenesis primer seperti pembentukan neuromer, lengkung primodial, pembentukan batasan antara somite dan satu dengan dua serta awal pergerakan dan ekor muncul
Somite	: lempengan vertebrata atau untaian segmen longitudinal berbentuk blok blok dimana mesoderma dikedua sisi tulang belakang embrio melakukan diferensiasi
Yolk egg	: sumber makanan untuk embrio
Yolk Syncytial layer	: lapisan perifer dari sel kuning telur seperti nuklei
Zigot	: sel telur yang telah terfertilisasi

